



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

"Registro de daño por *Dendroctonus
adjunctus* Blanford en anillos de
crecimiento de una comunidad de pino
en los bosques de Santa María Yavesía
en la Sierra Norte de Oaxaca, Méx."

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G A
P R E S E N T A:
ANA LAURA BONILLA RUIZ

DIRECTORA DE TESIS: DRA. ROSA IRMA TREJO VÁZQUEZ
ASESOR DE TESIS: M. EN C. GERMÁN CALVA VÁZQUEZ



MÉXICO, D.F.

JUNIO 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

EL LEÑADOR ESFORZADO

Habia un leñador que se presentó a trabajar en una maderera.

El sueldo era bueno y las condiciones de trabajo mejores aún; así que el leñador se decidió a hacer un buen papel.

El primer día se presentó al capataz, quien le dio una hacha y le designó una zona.

El hombre entusiasmado salió al bosque a talar.

En un solo día cortó dieciocho árboles -Te felicito- dijo el capataz-, sigue así.

Animado por las palabras del capataz, el leñador se decidió a mejorar su propio desempeño al día siguiente; así que esa noche se acostó bien temprano.

A la mañana se levantó antes que nadie y se fue al bosque.

A pesar de todo el empeño, no consiguió cortar más de quince árboles

-Me debo haber cansado- pensó y decidió acostarse con la puesta del sol.

Al amanecer, se levantó decidido a batir su marca de dieciocho árboles. Sin embargo, ese día no llegó ni a la mitad.

Al día siguiente fueron siete, luego cinco y el último día estuvo toda la tarde tratando de voltear su segundo árbol.

Inquieto por el pensamiento del capataz, el leñador se acercó a contarle lo que estaba pasando y a jurarle y perjurarle que se esforzaba al límite de desfallecer.

El capataz le preguntó:

-¿Cuándo afilaste tú hacha la última vez?

-¿Afilas? No tuve tiempo de afilar, estuve muy ocupado cortando árboles.





AGRADECIMIENTOS

- ♣ Gracias a mi familia... Papi, que siempre estas en los buenos o peores momentos, que nunca te dejas vencer, por tu enorme talento y paciencia para sacar a tu familia adelante!!! Mami que siempre me has demostrado honestidad y me has dedicado un rato de tu vida, GRACIAS, me siento muy orgullosa de ti!!! A mis hermanos por estar conmigo. Gracias por todo el amor y la paciencia.
- ♣ A mis abuelitos Ernestina y Juan, y mi hermano Juan Carlos, que ya no están pero siempre me acompañan y me cuidan. Por lo que en vida me dejaron.
- ♣ A mi abuelita Nieves, por ser quien es y espero haber aprovechado bien el tiempo.
- ♣ A mis tíos: Charis, Vicky, José, Juan, Nelson, Julio y Sergio. Les dedico mi trabajo y mi pasión por la ciencia.
- ♣ A los Bonilla que siempre me echan porras, a todos les agradezco haber sido parte de este trabajo.
- ♣ A Edgar, por que siempre me apoyas aunque sea una necia. Te amo. Por que este trabajo es también por ti. Gracias por tu amor y por tu paciencia. Gracias a la familia Orta Mendoza por su afecto y apoyo.
- ♣ A mi mejor amiga Sara, eres una gran persona y un impulso muy importante para mí, las charlas y los momentos de lágrima que compartimos son inolvidables, y sobre todo por que te quiero mucho.
- ♣ A mis amigos: Benito voy a extrañar las papitas de las 6!, Paty, Rebe y Almita, por que me ayudaron a entender que la vida esta llena de buenos momentos y lecciones. Rebeca y Leonel, me llevo un grato recuerdo de cada uno y los mejores momentos de mi estancia en el labo fue con su compañía.
- ♣ A mis amigos del CUBO Mariana y Rubén; los chicos del GER-27, y mis compañeros de la generación 2002-2006. A los richis de Durango por ser tan singulares y mis amigos...
- ♣ A la Dra. Socorro Orozco Almanza por que me enseñó a ser creativa y sacarle provecho a esa niña interior. Estaré siempre agradecida por haber trabajado con usted.
- ♣ Al Dr. Armando Cervantes y Dr. Patricia Rivera, por ser una pareja ejemplar, en lo profesional he aprendido mucho de ambos y les agradezco haberme dado la oportunidad de escribir mi primer artículo.
- ♣ Al M. en C. Faustino Rico, por que confió en mí y apoyo con entusiasmo la idea de hacer actividades diferentes en la Facultad. Por que me anima a no dejar de intentar.
- ♣ Al Dr. Alejandro Tecpa, por haberme enseñado a confiar en mí, en la naturaleza y perderle el miedo a la oscuridad. Finalmente dejarme llevar por la vida.

- ♣ A la Biól. Ángeles Galván por haberme guiado en mi formación profesional, ocupa un lugar muy privilegiado en mi corazón y en mis prioridades para seguir luchando por la igualdad, con esfuerzo, con voluntad y fe, con la verdad y tolerancia, en lo científico y en lo público; son herramientas que siempre me van a acompañar. Siempre recordare guiarme del protocolo...
- ♣ Al M en C. Carlos Castillejos y Biól. Marco por su valiosa colaboración en este estudio.
- ♣ Agradezco a la Dra. Alejandrina y M. en C. Efraín Ángeles por apoyarme y por su valiosa colaboración en la revisión de este estudio.
- ♣ Agradezco la colaboración del Dr. David Cibrián Tovar y M. C. Silvia Edith García Díaz de la Universidad Autónoma de Chapingo, por haberme ayudado a corregir mis dudas y guiarme en el proceso de este trabajo, no todos en la investigación confían en proporcionar datos para desarrollar nuevos estudios. Gracias por confiar en mí.
- ♣ Agradezco a mis compañeros de trabajo Evelyn, Julio, Regina, Fernando, Areli y Fabiola, por haberme ayudado a realizar este proyecto de muchas maneras. Espero que perdure nuestra amistad.
- ♣ Agradezco a la Comunidad de Santa María Yavesía, por dejarme picar sus arbolitos. A la familia Cruz Hernández, Laura, Raquel, Sara y Sr. Mauro por haberme recibido en su casa. Alma, Ana, Damián y Eduardo, por brindarme su confianza y dejar que conociera la realidad de las comunidades indígenas de la Sierra Norte de Oaxaca; el esfuerzo comunitario de encontrar su propia identidad histórica y el de preservar sus bosques, con el único afán de heredar bienestar y recursos a la futura generación.
- ♣ Agradezco a mi Directora de tesis Dra. Irma Trejo, por recibirme en su equipo de trabajo y aportar su experiencia en mi formación. Mis herramientas han sido mejoradas y me sirven para exigirme el máximo todos los días. Siempre la recordare con afecto por ser una mujer muy valiosa.
- ♣ Agradezco a mi Asesor y amigo Germán Calva, por todo el apoyo que me brindo desde que me conoció y por impulsarme a rebasar mis propias expectativas, a buscar respuestas mas que preguntas, a formarme como una profesionista consciente y por que compartimos muchos ideales, quien mas que usted para guiarme en el camino.
- ♣ Agradezco al cubículo CUBO-A607 que se encargo de mi formación como ser humano, forzándome a sacar de mi mente la imposibilidad, de dar lo mejor de mi a este espacio y tener la posibilidad de desarrollar proyectos personales con plena libertad y ser una persona productiva; conocí a muchos amigos y a muchas personas externas a la facultad en los foros, en los talleres, en las proyección de películas, en los proyectos y experimentar ser un líder capaz de revolucionar cualquier idea de estos espacios.
- ♣ Agradezco a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, por todo el apoyo que me brindaron en mis locuras de hacer cosas novedosas de comunicación y por que confiaron en mí, me siento muy contenta y afortunada de haber estudiado en esta Facultad. Aprendí que aunque no se tienen todos los lujos de otras instituciones, seguimos a la vanguardia y luchando por estar presentes en el área científica.

- ♣ A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de estudiar y de pasear en sus instalaciones, de tener acceso a los mejores libros, de conocer a grandes personalidades como la Astrologa Julieta Fierro y por que me siento muy afortunada de formarme en la universidad pública mexicana mas famosa del mundo, con una identidad que yo siempre tendré como un tatuaje en las manos, cada vez que escriba algo de aquí en adelante.
- ♣ Agradezco al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), por haberme otorgado una beca de licenciatura como parte del proyecto IN-208306

CONTENIDO

I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
IV. JUSTIFICACIÓN.....	4
V. OBJETIVOS	5
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
5.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	5
VI. HIPOTESIS.....	6
VI. ESTRATEGIA EXPERIMENTAL	6
VII. MARCO TEÓRICO	7
7.1 Dinámica de un sistema forestal	7
7.2 Escarabajos descortezadores	10
7.3 Dendroctonus adjunctus Blanford	13
7.3.1 Hospederos.....	13
7.3.2 Relaciones con el hospedero	13
7.3.3 Distribución geográfica.....	14
7.3.4 Ciclo de vida y hábitos	16
7.3.5 Daños	17
7.3.6 Manejo.....	18
7.3.7 Enemigos naturales	22
7.4 Anillos de crecimiento.....	23
VIII ZONA DE ESTUDIO	27
8.1 Relieve.....	28
8.2 Geología.....	29
8.6 Hidrología.....	29
8.7 Vegetación.....	30
8.8 Clima.....	31
8.9 Una historia que se repite.....	32
IX. MÉTODOS	34
9.1 Revisión bibliográfica	34
9.2 Selección de sitios	34
9.3 Extracción del núcleo.....	34
9.4 Preparación (secado, montado y pulido)	35
9.5 Identificación.....	36
X. RESULTADOS.....	38

10.1. Consideraciones de campo	38
10.2 Edad del árbol por conteo de anillos y su anchura.....	39
10.2.2 Diferencias de crecimiento entre sitios.....	42
10.2.3 Resultados especies asociadas	47
10.3 Conocer el grado de asociación entre las variables climáticas (temperatura y precipitación) y el crecimiento de los anillos de una comunidad de pinos.....	47
10.3.1 Resultados tot, lw y ew vs pp/T	49
10.3.2 Resultados asociación entre individuos vs pp y T.....	49
10.3.3 SIMILITUD ENTRE LOS CRECIMIENTOS PROMEDIO DE INDIVIDUOS PLAGADOS Y NO PLAGADOS CON RESPECTO A LA Tº Y pp. (IXTLÁN Y CUAJIMOLOYAS) (Dawson-Saunders & Trapp, 1993)	53
10.3.4 Asociación y/o influencia del escarabajo en el crecimiento de los pinos con respecto al grosor de los anillos, y las variables climatológicas.....	55
10.3.5 Resultados obtenidos durante el tratamiento de muestras	57
XI. ANÁLISIS DE RESULTADOS	59
11.1 Análisis entre especies de distintos sitios.....	59
11.2 Análisis asociación tot, lw y ew vs pp y T	59
11.3 Análisis asociación vs pp/T	59
11.4 Análisis entre individuos.....	60
11.4.1 Asociación especies contra PP y Tº	63
XII. CONCLUSIONES	64
XIII. REFERENCIAS.....	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación entre ataque exitoso y no exitoso.....	12
Figura 2. <i>Ophiostoma</i> hongo teñidor de la madera.....	13
Figura 3. Mapa de distribución de las zonas plagadas para el Valle de México.....	14
Figura 4. Mapa de distribución para <i>Dendroctonus adjunctus</i> Blanford 1987 (EPPO, the European and Mediterranean Plant Protection Organization)	17
Figura 5. Ciclo de vida <i>Dendroctonus</i>	18
Figura 6. Estado larvario de <i>Dendroctonus adjunctus</i>	18
Figura 7. Metodología de la dendrocronología.....	26
Figura 8. Determinación de anillos por pendiente.....	26
Figura 9. Río Yavesia. Puente construido en el 2007.....	30
Figura 10. Extracción de la muestra por medio de taladro Pressler.....	36
Figura 11. Montado de núcleos en el Laboratorio de Contaminación Atmosférica De la FES-Z.....	37
Figura 12. Tratamiento de las muestras A(Montado), B(Rasurado), C(Pulido) y D (Anillos expuestos) en el Laboratorio de Contaminación Atmosférica De la FES-Z.....	38
Figura 13. A. Conteo de anillos con un Vernier digital B. Captura de datos en el Laboratorio de Geografía Física. Instituto de Geografía.....	38
Figura 14. Comparación de promedios totales de árboles plagados. Sitio Plagado y con saneamiento.....	43
Figura 15. Comparación de promedios totales de árboles infestados. Sitio Plagado y con saneamiento.....	43
Figura 16. Cronología del Sitio 1 y 2, dónde las muestras correspondieron a los Árboles No Plagados. Infestado vs Saneamiento. Respectivamente.....	46
Figura 17. Cronología del Sitio 1 y 2, dónde las muestras correspondieron a los Árboles Plagados. Infestado vs Saneamiento. Respectivamente.....	47
Figura 19. Relación PP y Tº con respecto a los años. Estación Cuajimoloyas.....	50

Figura 20. Relación PP y T° con respecto a los años. Estación Ixtlán de Juárez.....	50
Figura 21. Asociación del crecimiento del madería tardía de No plagado y Plagado Vs PP/T.....	51
Figura 22. Dendrograma entre el crecimiento radial en individuos del sitio recién Plagado y el sitio que presenta saneamiento y las variables climáticas De la PP y T°	55
Figura 24. Comparación de medias entre el ancho total de los individuos plagados y no plagados.....	56
Figura 25. Saneamiento 2007 A. Derribo y troceado B. Descortezado y aplicación	57
Figura 26. Árbol infestado.....	58
Figura 27. Galería de <i>Dendroctonus</i>	59
Figura 28. <i>Ophiostoma</i> en los anillos de crecimiento.....	59
Figura 29. Muestra con tejido seco.....	60
Figura 30. Limite de crecimiento de la mancha azul.....	60

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Edad, altura, especie y diámetro.....	43
Cuadro 2. Especies de pinos no plagados vs plagados.....	46
Cuadro 3. Especies encontradas en Yavesía en relación a las sp hospederas vs sp encontradas en este estudio.....	48
Cuadro 4. Análisis de correlación entre especies.....	49
Cuadro 5. Ancho total vs Precipitación.....	52
Cuadro 6. Ancho total vs Temperatura.....	52
Cuadro 7. Ancho LW vs Precipitación.....	53
Cuadro 8. Ancho LW vs Temperatura.....	53
Cuadro 9. Ancho EW vs Precipitación.....	54
Cuadro 10. Ancho EW vs Temperatura.....	54
Cuadro 11. Salida de la prueba de Análisis de varianza.....	56
Cuadro 12. Ancho total vs Temperatura.....	63
Cuadro 13. Ancho LW vs Precipitación.....	63
Cuadro 14. Ancho LW vs Temperatura.....	64
Cuadro 15. Ancho EW vs Precipitación.....	64
Cuadro 16. Ancho EW vs Precipitación.....	65

I.RESUMEN

El bosque de Santa María Yavesía ha sido alterado debido a la extracción de la madera en su altitud más alta, los incendios forestales y la aplicación de métodos para la eliminación de la madera muerta por ser considerada como un foco de contagio de plagas y enfermedades. Los bosques son gestionados como productores de madera, de tal modo que el valor ecológico no está incluido en su manejo, y es importante reconocer que la función que desempeñan las comunidades indígenas del Edo. de Oaxaca son igualmente valiosas, valorar y cuidar el bosque en función de los servicios ambientales que brinda a las ciudades es un ideal que solo queda incluido en los discursos políticos.

La técnica dendroecológica fue utilizada en este estudio para comparar el crecimiento radial en diferentes especies de coníferas de la zona y para identificar las anomalías climáticas de la región, en relación a la presencia del *D. adjunctus* Blanford desde el año 2000, que afecta a la comunidad de pinos. Las cronologías de las especies muestreadas de *P. pseudostrobus var apulcensis*, *P. patula var longipeduncata*, *P. douglasina*, *P. oocarpa*, *P. henerae* y *P. hartewii* muestran una diferencia significativa asociada a las condiciones ambientales de los sitios plagados.

La comparación de los sitios infestados y saneados, refleja una diferencia en el desarrollo de los árboles, la finalidad de los aclareos es permitir que el árbol crezca y gane altura pero no funciona así en los sitios infestados por que los individuos al estar expuestos a los cambios provocados por el insecto desarrollan grosor, esto es un comportamiento particular de la zona, dado que no tiene manejo forestal pero se desarrolla un plan de manejo tradicional con el objetivo de que el bosque sea lo menos alterado y los individuos desarrollen altura.

II. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas forestales en México están sujetos a diferentes presiones, producto de numerosos problemas económicos, sociales, políticos y demográficos que están provocando su deterioro o su pérdida. Pero el decaimiento o debilitamiento natural de un bosque, esta en función: del tiempo, de la edad, la localización del individuo, el estrés ambiental, de factores abióticos como el clima y la contaminación atmosférica, de los factores bióticos como patógenos, bacterias y la defoliación por insectos o la enfermedad por hongos, producen la muerte de los árboles (Skelly & Innes, 1994).

Los árboles no crecen aislados y si forman comunidades, las interrelaciones naturales como la competencia, la estructura de edades, la relación edad /diámetro, la mortalidad, y otros fenómenos están asociados a la dinámica del bosque. Las infestaciones de insectos y la aparición de determinadas plaga, los incendios, el aumento de poblaciones de animales que comen o ramonean partes de los árboles (Rodríguez, 1997) con la dendrocronología. Definida como la ciencia que se ocupa del análisis de los anillos de crecimiento desde una perspectiva temporal, con la acumulación de información de carácter variable y temporal, las oscilaciones de los anillos de crecimiento (y, en ocasiones, también otro tipo de marcas o señales) constituyen un registro de los diferentes acontecimientos que han ido sucediendo en la historia vital de cada árbol (Génova, 2004)

El propósito de este estudio es obtener un registro dendroecológico sobre el efecto de *D. adjunctus* (escarabajo descortezador de los pinos de montaña por arriba de los 2800 msnm) a partir del análisis de los anillos de crecimiento asociado a las condiciones ambientales en una comunidad de *Pinus* del bosque de Santa María Yavesía Oaxaca, en la Sierra Norte de Juárez. Debido a que la información que existe es insuficiente, y generarla sería muy útil para la aplicación correcta de métodos de prevención y control del insecto.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presencia del descortezador en el bosque de Santa María Yavesía fue reportada en el 2000. A partir de este año se propuso una evaluación de las zonas infestadas, resultando *Pinus patula* la principal especie afectada. El primer saneamiento en el 2004. Se expidió la notificación para trabajos de combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas de acuerdo a los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana 019-SEMARNAT-1999.

Para el combate de *Dendroctonus*, la norma recomienda la remoción y destrucción de insectos plaga, a través de actividades manuales y mecánicas como el derribo del arbolado, seccionado de fustes, descortezado de troncos y ramas; así como la quema, enterrado o abandono de corteza y ramas; y el control de los residuos. La prevención, evaluación y la utilización en forma armónica de diferentes herramientas de control y el seguimiento correspondiente, son acciones que permiten mantener poblaciones de insectos descortezadores a niveles económica, social y ecológicamente aceptables. (NOM-019-RECNAT-1999,2000) La extracción de la madera plagada representa un recurso económico para la comunidad.

Aunque en la zona existe *Enoclerus arachnodes* como depredador natural, su población no ha sido eficiente para controlar la población de *D. adjunctus*, no se sabe por que se salió de control; pero si un bosque es susceptible solo necesita de insectos suficientes para una infestación (Cibrian, 2007; comunicación personal).

IV. JUSTIFICACIÓN

El bosque de Yavesía es de gran importancia en términos ecológicos, Benitez y Trejo en 2004, observaron una alta diversidad beta poco común para los bosques templados, con especies de pino que representan cerca del 10% de la diversidad mundial y de encino con el 7.5% de la diversidad nacional.

En términos locales, el área boscosa de Santa María Yavesía brinda una serie de servicios ambientales importantes para la región como: 1) fuente de oxígeno y captación de carbono, 2) como hogar de la fauna que es una fuente importante de proteínas para la población local, 3) fuente de combustibles renovables como la leña: 4) indispensable en la captación de lluvia y formación de manantiales.

El estado de Oaxaca cubre una superficie diagnóstica 19,992 ha, de las cuales 550 ha están afectadas por descortizadores y fueron tratadas hacia el 2005. Resultado de este saneamiento, se destaca a *Dendroctonus adjunctus* como la plaga de mayor importancia en México, con un record de 1,810 ha de superficie infestada. Entre las especies de *Dendroctonus* que más afectan nuestro territorio también destacan *D. Mexicanus* y *D. Frontales*, representando así el 40.5 por ciento a nivel nacional (SEMARNAT, 2005).

Debido a que no existe información suficiente, para determinar cuáles fueron las causas que dispararon el incremento en el tamaño de la población de *Dendroctonus* en la zona. Se requiere generar información a partir de métodos dendrocronológicos que nos permiten obtener un registro a lo largo del tiempo y asociarlo con las variables ambientales; nos brinda datos sobre la posibilidad de un decline forestal, aunque no un fenómeno exclusivo de esta zona, las consecuencias de la posible deforestación de estos bosques se ve reflejada en la escasez del agua como recurso indispensable para una ciudad como Oaxaca, que ya se encuentra severamente limitada.

V. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

1. Analizar la relación entre las variables climáticas y la presencia de *Dendroctonus adjunctus* en Santa María Yavesía, Oaxaca.

5.2 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Determinar la edad del árbol por conteo de anillos de crecimiento.
2. Analizar la relación entre las variables climáticas (temperatura y precipitación) con el crecimiento de los anillos, en individuos seleccionados.
3. Evaluar una posible relación entre el crecimiento de los árboles y la susceptibilidad al ataque de *D. adjunctus*.

VI. HIPOTESIS

Si *Dendroctonus adjunctus* solo infesta individuos enfermos o susceptibles y tiene una preferencia por una especie de la zona, entonces el crecimiento radial asociado con los datos de temperatura y precipitación registrados en las estaciones Cuajimoloyas e Ixtlán de Juárez puede explicarse utilizando la dendrocronología, para saber si el bosque de Yavesía se encuentra en una situación de decline natural.

VII. ESTRATEGIA EXPERIMENTAL

El estudio se planeo de acuerdo a las características actuales de los sitios de muestreo. Y se divide de la siguiente forma:

- ♣ Sitio 1 y 2 que se encontraban en un área infestada y fueron agrupados en un solo, llamado Sitio infestado o SI, y se relacionan el ancho total, lw y ew vs T y pp
- ♣ Sitio 3, 4 y 5 que se encontraban en un área con saneamiento, se agruparon en otro llamado Sitio Saneamiento o SII, y se relacionan el ancho total, lw y ew vs T^o y pp

Los factores a considerar para este estudio son:

- ♣ Efecto de sitio
- ♣ Efecto de edad
- ♣ Efecto de crecimiento

Comparando individuos No plagados y plagados

VII. MARCO TEÓRICO

7.1 Dinámica de un sistema forestal

El bosque natural presenta una combinación de relaciones que no permiten describir claramente ninguna fase simple; solo puede ser comprendida en términos de la dependencia recíproca y directa de todos los componentes abióticos (Harold & Hocker, 1979)

msn.com

Carbini en 1996 menciona que los bosques primarios tienen un valor científico considerable por que permiten estudiar la estructura, el funcionamiento y la fauna de un tipo de bosque que fuera de toda intervención humana, se ha mantenido durante milenios (Dajoz, 2001).

Carrere y Lomhan en 1999, mencionan que muchos investigadores y estudiosos forestales adoptan una definición muy laxa de lo que es un bosque. Definiéndolo como cualquier extensión de suelo con una cubierta arbórea *sustantiva*, que proporciona servicios y no lo consideran como un sistema complejo que se autogenera, que incluye suelo, agua, microclimas, energía, variedades de plantas y animales y comunidades humanas en mutua relación. A diferencia de una plantación forestal comercial, que es un área donde todas estas relaciones orgánicas han sido destruidas en virtud de cultivar una reducida variedad de especies de árboles de una misma edad cuyo fin es el abastecimiento de materia prima para la industria de pulpa y papel a la cual está estrechamente vinculada (Flores, 2005).

Es muy importante señalar que el problema no consiste en alguna especie de árbol en particular, o por sus características biológicas, sino en el diseño, aplicación y objetivo que están detrás de un proyecto de plantación, en otras palabras, la crítica es al esquema de plantación (Flores, 2005)

El bosque estuvo considerado mucho tiempo, casi únicamente como productor de madera y fue gestionado de tal modo para obtener un máximo de rendimiento de especies que tuvieran un valor comercial. Todo elemento biótico y abiótico que intervenía reduciendo la producción de madera era considerado como dañino y debía ser eliminado. (Dajoz, 2001)

El bosque es o debería ser considerado como un ecosistema que tiene funciones múltiples que conviene conservar o restaurar por la diversidad de especies vegetales y animales que subsisten. Debido a la producción vegetal y su riqueza forestal, que es particularmente evidente en las regiones tropicales pero también en las regiones templadas (Dajoz, 2001)

Rzedowski en 1991, menciona que los bosques templados son el bioma más rico en especies de nuestro país y Velásquez en 2002 menciona que es uno de los más deteriorados debido a los incendios forestales, al cambio de uso del suelo con fines agropecuarios, a la sobreexplotación de sus recursos maderables y por la susceptibilidad de ser atacado por las plagas; debido a la protección que le ofrece a los insectos como un medio donde las variaciones climáticas están amortiguadas: como la reducción de la velocidad del viento, las diferencias de temperatura, disminución de la iluminación, y el aumento de la humedad relativa (Skelly & Innes, 1994)

Dirzo en 1984, menciona que los insectos que se alimentan de estos árboles son responsables por la reorganización de las comunidades vegetales o dirigen su estructura, ya sea por la influencia de sus poblaciones que ha sido un punto de discusión; pero el valor adaptativo de la química de las plantas hospederas aumenta considerablemente y ese rol multifacético tiende a capacitar a otros primero para convertirse en eficaz ecológicamente y su dinámica evolucione las interacciones insecto-planta (Dajoz, 2001)

Los factores bióticos que actúan sobre las poblaciones de insectos en el medio forestal son los mismos que en los ecosistemas no forestales. En primer plano se encuentran las relaciones entre los insectos y los árboles. Estas relaciones son particularmente complejas dado el gran número de especies en juego y la biología muy particular de los árboles, que son organismos que tienen una gran longevidad. Otros factores bióticos como la competencia, la depredación y el parasitismo intervienen igualmente en la regulación de las poblaciones de insectos forestales (Dajoz, 2001)

Dajoz en 2000, menciona a los insectos como un grupo indispensable debido a las funciones que desempeñan como fitófagos, descomponedores, polinizadores, depredadores, parásitos o vectores de organismos patógenos; destacando el orden Coleoptera o escarabajos, como los más importantes por el número de especies que dependen de la madera muerta. La mayoría de estos se alimentan de la madera en descomposición (saproxilófagos), otros son depredadores y controlan las poblaciones de otras especies, como los descortezadores, que llegan a atacar a los árboles cuando hay ciertas condiciones como las que se presentan después de un incendio forestal (Delgado & Pedraza, 2002)

Los factores que intervienen para volver dañino a un insecto son muy diversos. Muchos son de naturaleza climática y determinan en los árboles un estado de estrés que les hace menos resistentes a los ataques, bien aumentando el potencial reproductor de los insectos (aumento de fecundidad, aumento de la tasa de supervivencia). Algunas intervenciones torpes del hombre, tales como métodos de silvicultura inadecuados o la introducción de especies exóticas pueden tener el mismo efecto (Dajoz, 2001).

7.2 Escarabajos descortezadores

En sentido general, los escarabajos descortezadores se pueden clasificar según su preferencia por un tipo particular de condición hospedante (Coulson, Witter, & Jimenéz, 1990). Por ejemplo, los escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* a menudo

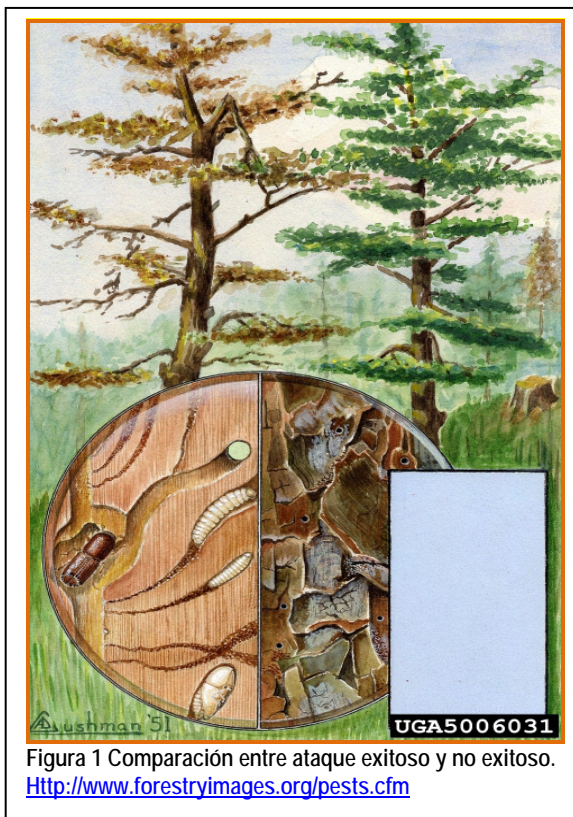


Figura 1 Comparación entre ataque exitoso y no exitoso.
[Http://www.forestryimages.org/pests.cfm](http://www.forestryimages.org/pests.cfm)

se denominan especies agresivas o destructoras de árboles, ya que prefieren árboles vivos como hospedantes (Figura 1).

De hecho, la mayoría de las especies de dicho género requieren hospedantes vivos en el momento de la colonización para que la progenie se desarrolle con éxito (Coulson, Witter, & Jimenéz, 1990).

Se ha reconocido que las poblaciones de escarabajos en densidades bajas solo colonizan árboles de menor vigor, y cuando las poblaciones están en densidades altas

los escarabajos pueden colonizarlas rápidamente, destruyendo árboles sanos y vigorosos. (Paine, Raffa, & Harrington, 1997).

La defensa de las coníferas, y en particular de las especies de los géneros *Pinus* y *Picea*, contra los ataques de los *Escolítidos* se hace en dos etapas: un sistema de defensa preexistente que interviene primero y que es representado por la resina, y un sistema de defensa adquirida que se pone en acción después del ataque de los *Escolítidos*. Este sistema consiste en una reacción hipersensible, que confina al agresor en un flujo de resina (Paine, Raffa, & Harrington, 1997).

Vite *et al* (1975), mencionan además que son comunes los ataques no exitosos en los que los insectos perecen en la resina. La resina cierra el orificio de entrada encajonándolos mientras se torna en una masa sólida amarillenta. En contraste, los ataques exitosos están indicados por mezclas de resina y excremento de forma alargada que salen de los orificios de entrada y/o partículas de excremento y aserrín libremente expelidas de ellos. En este estado los árboles infestados son altamente atractivos, lo que resulta en ataques a pinos vecinos. (Llenderal, 1995).

El sistema de defensa de las coníferas, ha sido eficaz para transformar muchos *Escolítidos* en parásitos secundarios que explotan solamente los árboles en estado de deficiencia



fisiológica o muertos (Llenderal, 1995). Lieutier y Berryman en 1988, realizaron un estudio histológico que confirma la formación de resina, después de un ataque, en las células del floema y en los rayos parenquimatosos del floema y del xilema. Pero algunas especies, en particular de los géneros *Ips* y

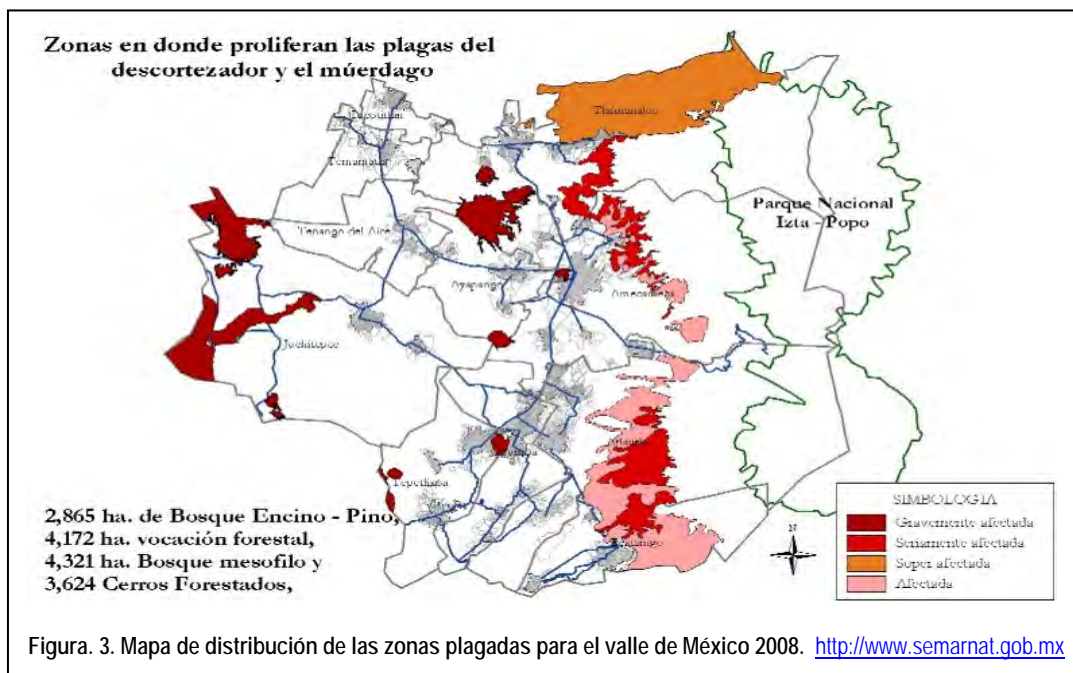
Dendroctonus, han llegado a ser parásitos primarios que atacan masivamente los árboles y les inoculan un hongo patógeno del género *Ophiostoma* (Figura. 2) que debilita el sistema de defensa (Dajoz, 2001).

Von Schrenk reporta una fuerte asociación entre la destrucción de los árboles, los escarabajos y el hongo azul (*Ophiostoma*); Raignead, Nelson & Beal sugieren a este hongo como el responsable de la mortalidad de los árboles, por que mueren muy rápido y pueden ser destruidos de manera individual por la acción rodeadora del insecto.

GEOGRAFÍA FÍSICA
***DENDROCTONUS ADJUNCTUS* BLANFORD EN ANILLOS DE CRECIMIENTO**

Sus infestaciones han obligado a la aplicación de campañas emergentes de saneamiento. Es de particular importancia en los Parques Nacionales del centro de México, ya que en ellos se encuentran rodales formados por árboles de edad avanzada, en baja densidad y sometidos a incendios frecuentes (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995)

De León en 1938, menciona que causó la destrucción de los bosques de pino en las faldas del Nevado de Toluca, Edo. de México (Dajoz, 2001); Sangri en 1965, menciona que se tuvieron noticias de unas 600 ha de *Pinus rudis* plagadas en áreas que comprenden parte de los parques nacionales de La Marquesa, Desierto de los Leones y Atlapulco, Edo de México. (Rodríguez de la Torre, 1985).



En el campo experimental del Instituto Nacional de Investigaciones forestales en San Juan Tetla, Puebla, se llegaron a plagar varios miles de árboles de pino en los años de 1962 a 1963. De 1963 a 1968 hubo un brote de esta plaga en una superficie aproximada de 5 000 ha en el municipio de Coatepec de Harinas, Estado de México, sobre *Pinus moctezumae* y *P. leiophylla*. Es probable que en varias ocasiones se haya confundido su presencia con *Dendroctonus mexicanus* en áreas plagadas. (Rodríguez de la Torre, 1985).

En 1973 a 1976, la Subsecretaría Forestal y de la Fauna combatió a este insecto en una superficie de 9 100 ha de pinos, en los parques nacionales de Zoquiapan y anexos e Ixtaccíhuatl-Popocatepetl, ubicados en los estados de México y Puebla. En 1978, se combatió esta plaga sobre 1500 ha de pinos en el cerro del Ajusco, Distrito Federal y se estimó que el área boscosa sobre la cual estaba dispersa la plaga, era de 20 000 ha. (Rodríguez de la Torre, 1985)

7.3 *Dendroctonus adjunctus* Blandford

Dendroctonus adjunctus Blandford fue descrito por primera vez en 1897 y Hopkins en 1909 lo volvió a describir como *D. convexifrons*. Anteriormente, Dietz en 1890, describe a la especie como *D. approximatus*. Finalmente, Wood en 1963 ubicó a los dos últimos nombres como sinónimos de *D. adjunctus*. (Cibrián, 1987)

7.3.1 Hospederos

Se han registrado 16 especies de pinos como hospederos de *D. adjunctus* en la parte central de México, *Pinus hartwegii* Lind. Y *P. montezumae* Lamb.; en Guatemala *P. rudis* Ende y en EUA *P. ponderosae* Law. Las especies hospederas han sido reportadas por: Wood en 1963, Chansler en 1967, Clark en 1973, Hendrichs en 1977, Furniss y Carolin en 1977; Perusquia en 1978; Rodríguez Lara en 1982, *P. arizonica* Engelm, *P. ayacahuite* Enr., *P. chihuahuana* Engelm., *P. duranguensis* Martínez, *P. flexilis* James, *P. herrerae* Martínez, *P. lawsoni* Roetzl., *P. michoacana* Martínez, *P. patula* Schiede y Deppe., *P. pinceana* Gordon., *P. ponderosae* Lawson., *P. pseudo-strobus* Lind. y *P. tenuifolia* Benth. (Cibrián, 1987)

7.3.2 Relaciones con el hospedero

La distribución de la población de descortezadores en árboles atacados, ha sido estudiada por Chansler en 1967, menciona que la altura en donde se encontró la densidad

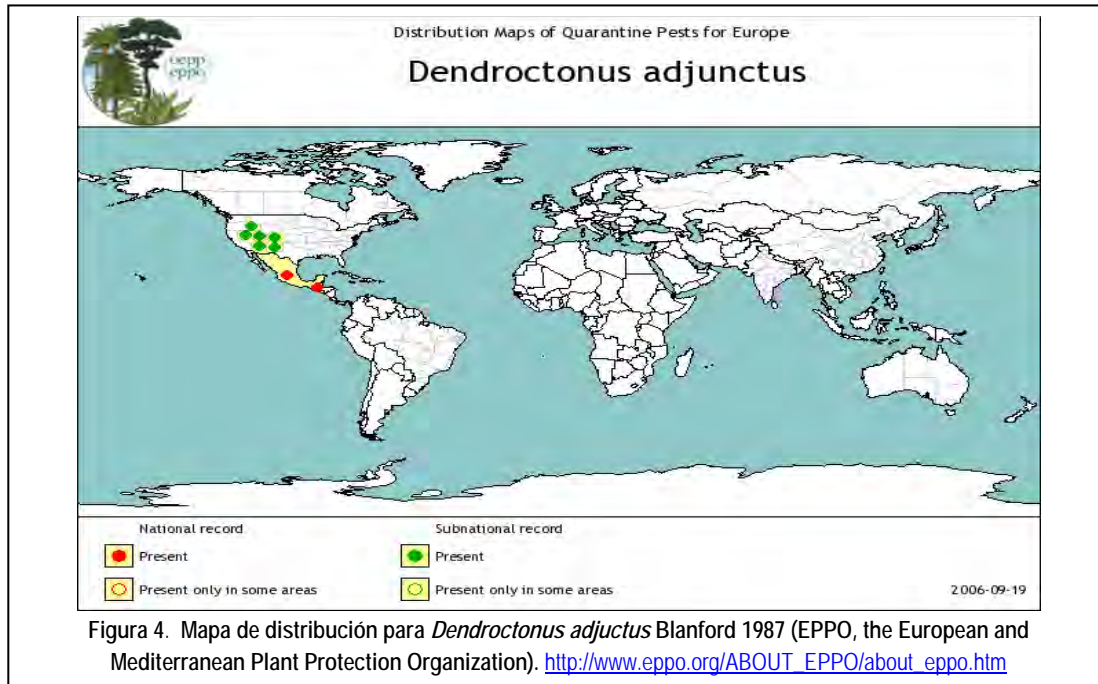
máxima de individuos fue distinta al variar el diámetro de los árboles infestados. Así, en árboles de 12.5 cm de diámetro normal (D.N.) el ataque máximo se presentó en los primeros 1.5 m de altura; mientras que en árboles de 33 a 40 cm de D.N. el mayor número de progenie se encontró a bajo de 3.8 m de altura. (Cibrián, 1987)

Stevens y Flake en 1974, estudiaron las condiciones de rodal asociadas al ataque de *Dendroctonus adjunctus* encontrando que un bosque de *Pinus ponderosa* mezclado con otras coníferas sufrió reducciones que oscilaron de 10 a más de 50% del componente *P. ponderosa* en diferentes lugares del área plagada; al comparar el diámetro promedio de árboles atacados por *D. adjunctus* (16.5 cm) encontraron que éste no fue muy diferente al de los árboles no atacados (18.8 cm), aunque en algunos casos los árboles más grandes fueron los infestados con más frecuencia (Cibrián, 1987)

Tanto Stevens y Flake en 1974; como Lucht *et al* en 1974, concluyeron que las infestaciones por *Dendroctonus adjunctus* tienen influencia en la composición de las especies de árboles dentro de los rodales, sobre todo donde se presentan bosques mixtos, haciendo oscilar la dominancia de una u otra especie. (Cibrián, 1987)

7.3.3 Distribución geográfica

Por las localidades tipo de *D. adjunctus* Blandford y su sinónimo *D. convexifrons* Dietz, tiene una amplia distribución (Figura 4), ya que la localidad tipo fue Totonicapán en Guatemala para el primero y para el segundo fue Williams, Arizona, E. U. A. En relación a su distribución altitudinal, se le ha colectado en altitudes desde 2,200 hasta más de 4,000 msnm; sin embargo, en la parte central de México se localiza principalmente de 2,900 a 3,600 msnm. (Cibrián, 1987).



Wood en 1963; Clark en 1973; Hendrichs en 1977 y Perusquía en 1978, mencionan que *D. adjunctus* se ha colectado en seis estados del suroeste de EUA: Estados de Arizona, Colorado, Nevada, Nuevo México, Texas y Utah. En doce localidades: Cerro Quemado, Sierra de Cuchumatanes, La Esperanza, Las Trojes, Montaña de las Nubes, Poptún, Quetzaltenango, Sierra María, Tecum, Techan y Totonicapán y siete Departamentos de Guatemala: Chimaltenango, Huehuetenango, Sacatepequez, San Marcos, Sololá y Quiché.

Finalmente, en doce entidades federativas en la República Mexicana: **Chiapas:** San Cristóbal de las Casas; **Chihuahua:** Monte de Tepozaco, Mpio. de Uruachic y Meza del Huracán; **Coahuila:** La Siberia, Mpio. de Arteaga; **Distrito Federal:** Parque Nacional Cumbres del Ajusco y Parque Nacional Desierto de los leones; **Durango:** Faldeo de las Playas, Mpio. De Topia y El Salto; **Guerrero:** No se registró la localidad precisa; **Jalisco:** Joya de Nevado, Mpio. de Tuxpan; **México:** Peñuela de Gavia; San Pedro Atlapulco, Mpio. de Ocoyoacan; Mpio. de Coatepec de Harinas; Mpio. de Ixtlahuaca; Mpio. de Iturbide; Jalatlaco; Parque Nacional Zoquiapan; Parque Nacional Ixta-Popo; Parque Nacional Nevado de Toluca; Mpio. de Villa de Allende y Chiltepec. **Michoacán:** Dos Aguas, Mpio. de

Aguililla; **Morelos:** Lagunas de Zempoala y localidad no precisada; **Oaxaca:** Ixtlán, Teococulco de Marcos, Mpio.de Ixtlán y Mpio. de San Carlos Yautepec.; **Puebla:** San Juan Tetla, Mpio. de Chiautzingo; Guadalupe Victoria y km 45 Carr. México – Puebla; **Querétaro:** Río Blanco, Mpio. de Peñamiller; **Sonora:** Mpio del Rosario. (Cibrián, 1987).

7.3.4 Ciclo de vida y hábitos

Se presenta una generación por año, aunque las fechas en que ocurren los diferentes estadios de desarrollo varían según la altitud local, la duración del tiempo para el desarrollo de una generación y la época del año en que se presentan los distintos estadios de vida (Figura 5) (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995).

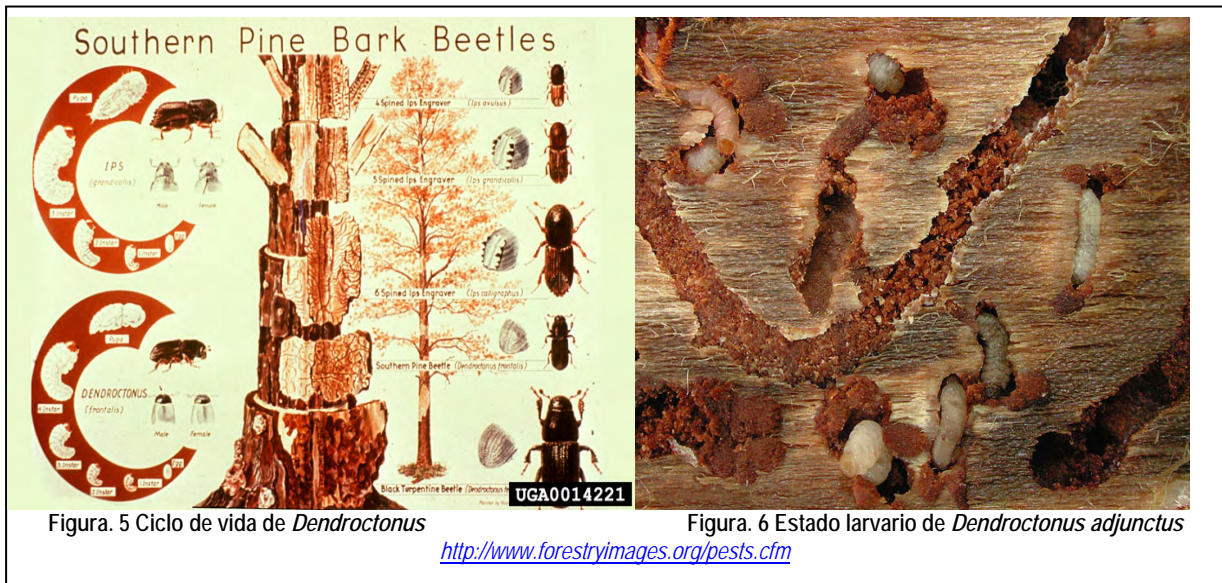


Figura. 6 Estado larvario de *Dendroctonus adjunctus*

Se han registrado períodos de ataque a nuevos hospedantes desde **agosto hasta marzo**, aunque la gran mayoría de las infestaciones ocurre entre **septiembre y noviembre**. En los meses de **mayo y junio** hembras reemergentes atacan a nuevos hospedantes, aunque este tipo de ataque es esporádico y de baja magnitud. El ataque de los insectos a nuevos árboles se realiza en un período que incluye varias semanas (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995).

La infestación a un árbol verde y sano, es iniciada por unas cuantas hembras pioneras que son atraídas por todo el volumen del fuste limpio de ese árbol. Después de perforar la corteza externa y el floema, inician la emisión de feromonas de agregación que atraen a más hembras y a los primeros machos que siguen a las hembras en sus túneles y liberan feromonas antiagregativas, que obligan a que se suspenda el proceso de infestación (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995).

Las hembras transportan hongos simbioses del género *Ophiostoma* que son inoculados en las galerías, que bloquean el paso de sustancias a través de los sistemas de conducción del fuste y contribuyen en la muerte del árbol. El desarrollo de la progenie varía de acuerdo a la ubicación geográfica y altitudinal de los hospedantes (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995).

En México, la oviposición se presenta desde **agosto hasta enero** del siguiente año. Las larvas que pasan el invierno son principalmente larvas maduras que continúan su actividad durante los primeros meses de la primavera (Figura 6) (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995)

La pupa es frecuente durante los meses de **abril a junio** y los preimagos desde **junio hasta mediados de septiembre**, pudiendo permanecer en el interior de las cámaras de pupación hasta tres meses antes de la emergencia. Las galerías de estos insectos son similares a las que producen *Dendroctonus mexicanus* y *D. frontalis*, aunque son más anchas y menos sinuosas (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995).

7.3.5 Daños

Dado que el insecto requiere de todo un año para completar su ciclo de vida y el período de ataque es largo, la muerte de árboles requiere de tiempo y sólo después de varias semanas se inician los cambios de color del follaje de verde a verde-amarillento.

Para pasar a amarillento o rojizo se necesitan varios meses (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995).

Los insectos causan la muerte de grupos de árboles y con frecuencia los árboles infestados no pasan de 20 individuos; pero si las infestaciones no se controlan durante varios años, entonces el número de árboles muertos por manchón pueden crecer hasta incluir varios cientos. Estos pueden ser de cualquier clase de dominancia, pero aquellos ubicados en las categorías de suprimido, dominado o codominante, son más susceptibles que los ubicados en la categoría de dominante (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995).

7.3.6 Manejo

En condiciones endémicas los insectos infestan árboles suprimidos, dominados o sobremaduros, así como aquellos lesionados por rayos, por incendios o debilitados por exceso de gases oxidantes en el aire. También atacan árboles que sufren infecciones por muérdago enano o por enfermedades de la raíz, de tal forma que la remoción oportuna de árboles con estas características reducirá la probabilidad de infestación por los descortezadores Si se definen cortas de mejoramiento y aclareos en las áreas en que exista manejo forestal. En cambio en aquellas en que no hay manejo, o en las que el uso del bosque está orientado hacia fines de protección o de recreación y que no reciben actividades silviculturales, se pueden reducir los riesgos al eliminar, mediante un programa especial a los árboles susceptibles. (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995).

Las formas de combate del descortezador se fundamentan en el conocimiento del ciclo de vida. La mejor temporada para realizar el combate es cuando los insectos no pueden volar, cuando se encuentran en sus fases juveniles, entre los meses de **septiembre a mayo**, variando de acuerdo a la región en donde se encuentren las infestaciones (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995)

La NOM-019-SEMARNAT-1999, establece los lineamientos técnicos para el combate y control de insectos descortezadores de coníferas:

4. Lineamientos generales para el combate y control de los insectos descortezadores

4.1. Los métodos de combate y control se aplicarán cuando la Comisión Nacional Forestal detecte brotes activos de insectos descortezadores y la Secretaría expida la notificación correspondiente, de acuerdo a lo establecido en los artículos 147 y 148 del Reglamento, respectivamente.

4.2. El control y combate deberá iniciarse en el frente de avance de la infestación, en sentido contrario al avance de la plaga. Se deberán tratar únicamente los árboles con grumos frescos, con el siguiente orden de prioridad: los árboles con follaje verde o verde alimonado y, posteriormente, los que presentan follaje café-rojizo, sin importar las dimensiones del arbolado.

5. Lineamientos técnicos de los métodos para el combate y control de los insectos descortezadores

Los métodos de combate y control establecidos en la presente Norma, consisten en la remoción y destrucción de los insectos plaga, a través de actividades manuales y mecánicas como el derribo del arbolado, seccionado de fustes, descortezado de troncos y ramas; la quema, enterrado o abandono de corteza y ramas; y el control de residuos, y en algunos casos, la aplicación de insecticidas.

5.1 Especificaciones técnicas.

Los métodos de combate y control descritos en la presente Norma deben sujetarse a las siguientes especificaciones técnicas, según sea el caso:

5.1.1 Derribo. El derribo del arbolado afectado se debe realizar en forma direccional disminuyendo al máximo el daño que se puede causar a la vegetación circundante y facilitando las actividades propias de cada método de combate y control de la plaga. En el caso del método Derribo y Abandono descrito en el numeral 5.2.3, la caída del arbolado, deberá orientarse al centro del sitio.

5.1.2. Descortezado: Separación de la corteza al 100% de trozas, así como tocones y ramas con evidencia de plaga.

5.1.3. Control de residuos: Se refiere al corte en secciones pequeñas de las ramas y puntas de los árboles derribados, para ser apilados en montones individuales o en líneas, en este último caso sobre curvas de nivel del terreno.

5.1.4. Enterrado: Se debe cubrir con al menos 20 cm de tierra sobre la corteza y ramas.

5.1.5. Quema: Se deberá realizar en fosas o en apilado; en este último, se deberá observar lo establecido en la legislación y normas en materia de uso del fuego.

5.2. Métodos físico-mecánicos.

5.2.1 Derribo, troceo y descortezado.

Este método es de aplicación para las especies de insectos descortezadores de los géneros *Dendroctonus*, *Ips*, *Phloeosinus*, *Pseudohylesinus*, *Pseudopityophthorus*, *Scolytus*, *Hylesinus* (Anexo Unico), con excepción de *Dendroctonus rhizophagus*; y se debe realizar de acuerdo a lo siguiente: **A.** Derribo; **B.** Seccionado o troceo del fuste; **C.** Descortezado total de trozas, tocón y de ramas, estas últimas, con evidencia de presencia de insectos descortezadores, y **D.** Control de residuos con la quema o enterrado de toda la corteza y ramas, estas últimas con evidencia de daños por descortezador;

5.2.2 Derribo y extracción inmediata.

Este método es de aplicación para las especies de insectos descortezadores de los géneros *Ips*, *Pseudohylesinus*, *Pseudopityophthorus*, *Scolytus* y *Dendroctonus*, con excepción de *Dendroctonus rhizophagus*, que presenten una sola generación (Anexo Unico) y se encuentren en estado larvario; y se debe realizar de acuerdo a lo siguiente:

A. Derribo; **B.** Extracción inmediata del arbolado. El seccionado o troceo del fuste, es opcional de acuerdo al sistema de extracción. El fuste debe ser extraído de los terrenos forestales, y **C.** Control de residuos.

5.2.3 Derribo y abandono.

Este método es de aplicación para las especies de insectos descortezadores de los géneros *Dendroctonus*, *Phloeosinus*, *Pseudohylesinus*, *Pseudopityophthorus* y *Scolytus*, con excepción de *Dendroctonus rhizophagus*. Se debe optar por este método cuando el terreno es inaccesible o existen dificultades legales o conflictos que no permiten la

aplicación de los otros métodos físico-mecánico o el químico. Este método se debe realizar de acuerdo a lo siguiente: **A.** Derribo, y **B.** Abandono del arbolado.

5.3. Métodos químicos.

Consiste en la remoción y destrucción de los insectos plaga, a través de actividades manuales, mecánicas y la aplicación insecticidas.

5.3.1 Derribo, troceo y aplicación de químico.

Este método es de aplicación para las especies de insectos descortezadores de los géneros *Dendroctonus*, *Ips*, *Phloesinus*, *Pseudohylesinus*, *Pseudopityophthorus* y *Scolytus* con excepción de *Dendroctonus rhizophagus*; y se debe realizar de acuerdo a lo siguiente: **A.** Derribo; **B.** Seccionado o troceo del fuste; **C.** Asperjado del fuste y ramas con un insecticida registrado ante la autoridad competente para este fin. La aplicación del insecticida se debe realizar de manera inmediata al derribo del arbolado, el cual se debe girar para cubrir la totalidad de su superficie. El árbol y ramas deben permanecer sin movimiento al menos 24 horas contadas a partir de que fue aplicado el insecticida. El asperjado del tocón únicamente será necesario, cuando en él se observe presencia de insectos descortezadores. **D.** Control de residuos.

5.3.2 Derribo, troceo, descortezado y aplicación de químico.

Este método es de aplicación para todas las especies de insectos descortezadores de los géneros *Dendroctonus*, *Ips*, *Phloesinus*, *Pseudohylesinus*, *Pseudopityophthorus* y *Scolytus* (Anexo Unico), con excepción de *Dendroctonus rhizophagus*, y se debe realizar de acuerdo a lo siguiente: **A.** Derribo; **B.** Seccionado o troceo del fuste; **C.** Descortezado de trozas, tocón y de ramas, estas últimas, con evidencia de presencia de insectos descortezadores; **D.1** Para los casos de *Dendroctonus*, *Ips* y *Phloesinus*, se deberá realizar el asperjado de la corteza, tocón, trozas y ramas con un insecticida registrado ante la autoridad competente para este fin. La aplicación del insecticida se debe realizar de manera inmediata al derribo del arbolado. Las trozas se deben girar para cubrir la totalidad de su superficie.

D.2 Para los casos de *Pseudohylesinus*, *Pseudopityophthorus* y *Scolytus*, se deberá realizar el asperjado de las trozas y ramas con un insecticida registrado ante la autoridad competente para este fin. La aplicación del insecticida se debe realizar de manera

inmediata al derribo del arbolado. Las trozas se deben girar para cubrir la totalidad de su superficie; El asperjado del tocón únicamente será necesario cuando se observe en él presencia de insectos descortezadores, y **E.** Control de residuos; aplicándoles otro baño de insecticida, en la concentración indicada. Las trozas descortezadas pueden ser extraídas en cualquier momento.

5.3.3. Derribo, troceo y fumigación.

Este método es de aplicación para las especies de insectos descortezadores de los géneros *Dendroctonus*, *Phloeosinus*, *Pseudohylesinus*, *Pseudopityophthorus* y *Scolytus* (Anexo Unico) con excepción de *Dendroctonus rhizophagus*, y se debe realizar de acuerdo a lo siguiente: **A.** Derribo; **B.** Seccionado o troceo del fuste; **C.** Cubrir trozas y ramas con plástico PVC calibre 600 o su equivalente, sellando con tierra los costados para evitar escape del gas fumigante; **D.** Aplicación del producto fumigante registrado ante la autoridad competente para este fin. El material fumigado deberá permanecer al menos 72 horas cubierto con el plástico; **E.** Descortezado de tocones con evidencia de daño, y **F.** Control de residuos.

5.4 Extracción de raíz.

Este método se aplica para combate y control de la especie *Dendroctonus rhizophagus* y se realiza al nivel de la raíz, de la siguiente forma: **A.** Extracción del arbolado afectado, con todo y raíz. Esta acción se realiza cuando el insecto se encuentra en estado larvario o de pupa, y **B.** Picado y quema inmediata del arbolado extraído (NOM-019-RECNAT-1999, 2000)

7.3.7 Enemigos naturales

Está asociado con numerosas especies que lo depredan, parasitan o compiten con él. Chansler en 1967, menciona una lista parcial de los insectos asociados, incluyendo a los enemigos naturales. De ellos destaca a *Enoclerus sphegeus* Fab. como el depredador más importante.

En el estudio de Cibrián y Cibrián en 1977, se menciona a *Enoclerus arachnodes* como *E. sphegeus*. Una nueva identificación de la especie determinó que se trataba de la primera especie. Aparentemente son pocas las especies que parasitan a *D. adjunctus*. Chansler (1967) menciona a *Coeloides* sp. como el parásito más frecuente en larvas de *D. adjunctus*.

Un grupo de parásitos que ha sido estudiado con más detalle es el de los nematodos; de este grupo Massey *et al* (1977) informan que *Parasitylenchus stipatus* Massey y *Parasitaphelenchus dendroctoni* Massey reducen con frecuencia, en hembras infectadas, hasta un 50% la producción de huevecillos. Massey (1974) enuncia una lista de 30 especies de nematodos asociados a *D. adjunctus* y reseña la biología de *P. dendroctoni* (Cibrian, 1987).

7.4 Anillos de crecimiento

El crecimiento de los árboles es un resultado que integra un conjunto de estímulos ambientales bióticos (ej., competencia) y físicos (ej., temperatura, precipitación), e incorpora esa información en la estructura de sus anillos, convirtiéndolos en verdaderos archivos ambientales. Se trata de un fenómeno complejo en el que intervienen factores internos (genéticos) y externos (clima, enfermedades, competencia, etc.), que se interrelacionan y producen una respuesta variable en cada árbol (Rodríguez, 1997)

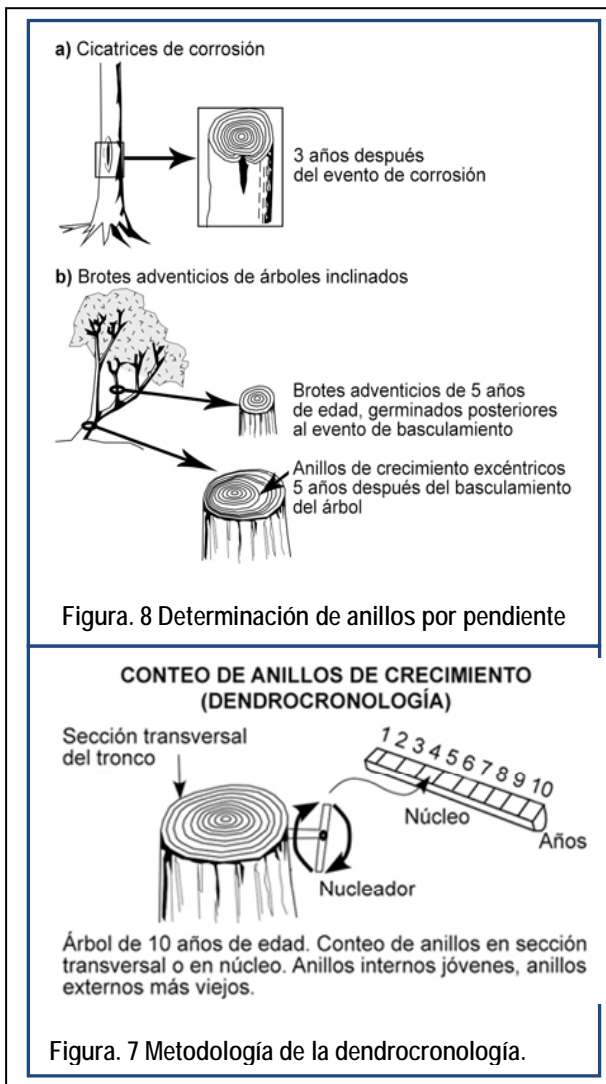
La investigación dendrocronológica, tiene como fundamento relacionar el crecimiento anual radial de diferentes especies arbóreas para conocer la edad aproximada del árbol, así como los años de registro de fenómenos como sequía e incendios forestales, que permite el diseño de cronologías para analizar la variabilidad del crecimiento (Cruz, 2007)

Consola en el 2005, menciona que la sección transversal del tronco de la mayoría de los árboles del bosque templado revela una alternancia de bandas claras y oscuras, normalmente continua alrededor de la circunferencia del árbol.

Estos representan el incremento de crecimiento estacional producido por los tejidos meristemáticos en el cambium de los árboles (Cruz, 2007)

Así cada crecimiento estacional, consiste de un par de madera temprana (menos densa) y madera tardía (más densa) que constituyen el anillo del árbol. La desaceleración gradual del crecimiento de primavera hasta la inactividad del cambium como consecuencia de una disminución de la temperatura, forma la madera tardía (Cruz, 2007).

Los anillos de crecimiento son indicadores de la edad del árbol, si contamos esos anillos



que se forman por el crecimiento de una nueva capa de xilema. Si es madera dura o blanda, ya que la madera dura tiene los anillos más cercanos entre ellos que los de la madera blanda (Fritts, 1976).

A partir del grosor de las bandas de crecimiento, se pueden medir diferentes variables (densidad de la madera, porcentajes de isótopos, etc.), pero la anchura o grosor del anillo es el dato que más frecuentemente se obtiene (Génova, 2003).

Se puede datar y sincronizar, situándolos correctamente en el tiempo mediante diversas técnicas estadísticas (Promedios, Diferencia de medias, Quinquenios, correlación y series de

tiempo). Hay varios factores que pueden influir sobre el crecimiento del anillo, desde los

puramente ecológicos hasta los antrópicos, siendo el clima uno de lo más importantes (Fritts, 1976).

La relación del **crecimiento** con el **clima** se analiza mediante modelos que determinan la respuesta a las variables meteorológicas que queda reflejada en las fluctuaciones de las series dendrocronológicas y requiere que los registros meteorológicos presenten datos continuos durante, al menos, treinta años y que sean representativos (Génova, 2003)

Las variables climáticas que se estiman con mayor fiabilidad son las más limitantes para el crecimiento y, como las series dendrocronológicas más largas suelen proceder de viejos árboles que habitan en alta montaña o en elevadas latitudes, donde la temperatura constituye el principal factor limitante del crecimiento, son más frecuentes las reconstrucciones de variables térmicas (Génova, 2003)

Los anillos de crecimiento de muchas especies de leñosas han resultado ser una herramienta de gran utilidad para reconstruir la variación climática a escala de siglos o milenios, ya que es rítmica y de forma anual de acuerdo a condiciones ambientales determinadas por las estaciones del año. Así a cada anillo de crecimiento se le puede asignar un año calendario específico (Laboratorio de Dendrocronología Universidad Austral de Chile, 2005)

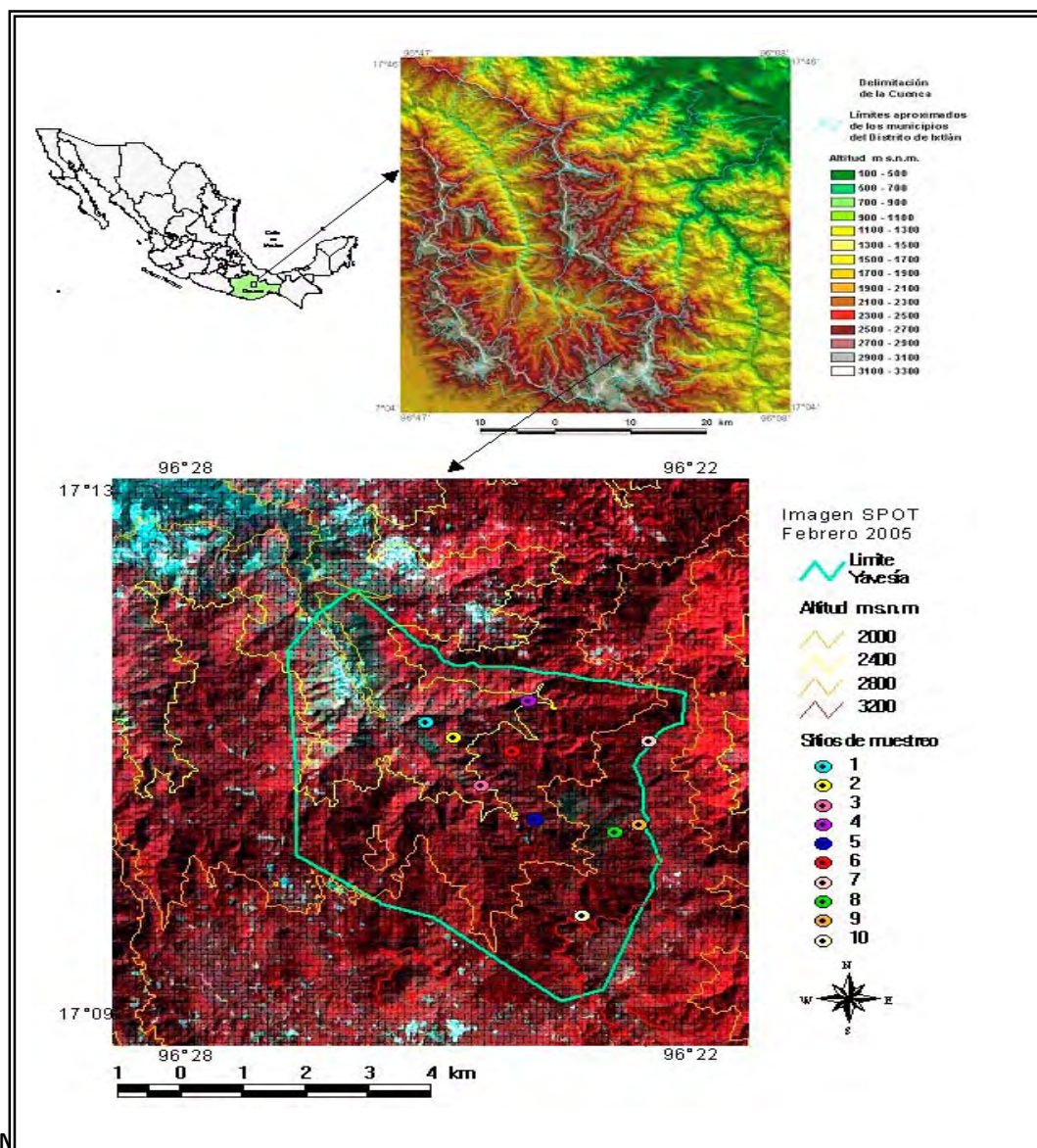
El efecto causado por los insectos defoliadores o chupadores de savia, cuando no provocan la muerte del árbol pueden retrasar el crecimiento, y se ha intentado medir este fenómeno. Después de severas defoliaciones la producción de anillos de crecimiento anuales es reducida en particular al nivel de la madera que se forma en verano. El crecimiento que se produce en verano depende más de la fotosíntesis y los insectos defoliadores la limita más (Dajoz, 2001)

Una limitación importante del método es que no puede ser aplicado a cualquier especie arbórea. En efecto, la definición de los anillos debe ser patente como sucede en muchas coníferas, como el pino, o en las frondosas de anillo poroso, como los encinos, pero el límite anular puede resultar indefinido en muchas frondosas de anillo difuso, como el álamo (*Populus sp*) (Laboratorio de Dendrocronología Universidad Austral de Chile, 2005)

Por otra parte, la distribución geográfica de especies condiciona la aplicación, en Europa se han estudiado sobre todo el roble (*Quercus*) y haya (*Fagus sylvatica*), el pino y otras coníferas, y el alerce (*Larix decidua*) en los Alpes. En la Europa mediterránea han predominado los estudios sobre coníferas, como el pino (*Pinus silvestris*), abeto (*Picea abies*), enebros (*Juniperus chinensis*) y sabinas (*Juniperus phoenicea*) (Rodríguez, 1997)

VIII ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Santa María Yavesía cubre una extensión territorial de 6 455 hectáreas, cubiertas en su mayoría por bosques templados. Está localizado en el distrito de Ixtlán, ubicado en la Región Centro-Norte del estado de Oaxaca, en la Sierra de Juárez. Localizada entre las coordenadas 17°08'30"- 17°15'45"N y 96°21'15"- 96°27'45"O. Colinda al norte con el municipio de Santiago Xiacui, al este con Santiago Laxopa, al oeste con San Miguel Amatlán y al sur con Villa Díaz Ordaz, este último pertenece al distrito de Tlacolula (Aguilar, 2007).

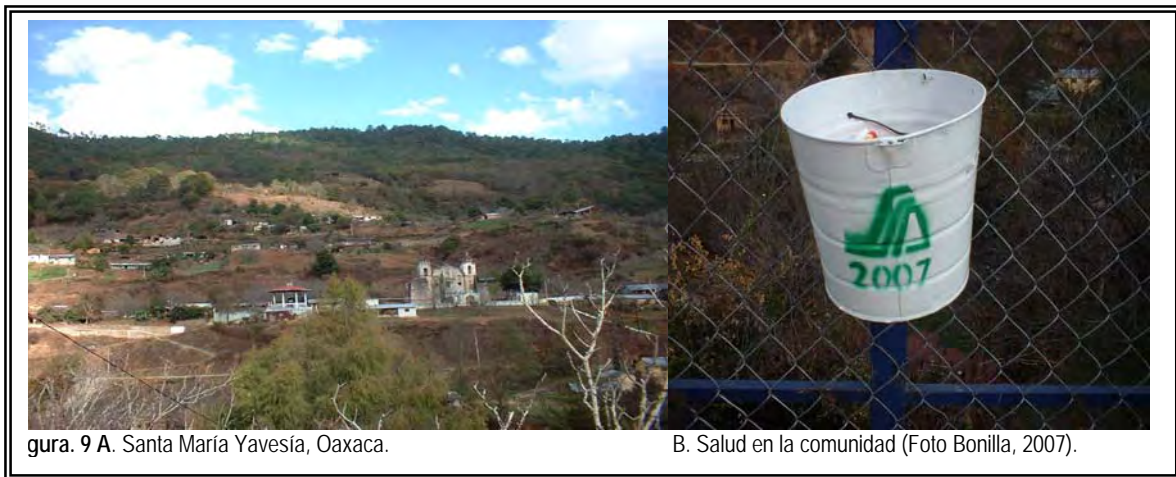


Santa M

Su nombre proviene de una voz en zapoteco antiguo, Yabethia, que significa "cerro del

águila", aunque también se le conoce como Shoo Raa, que en zapoteco quiere decir río de arriba o río que nace en la montaña (Aguilar, 2007).

Esta comunidad está enclavada en una de las 17 áreas más importantes del mundo por su biodiversidad. Yavesía es seguramente uno de los pueblos más hermosos de la Sierra Norte. Parte de su trazo arquitectónico tradicional aún se conserva, así como los restos de la ex hacienda minera, que data de tiempos de la Colonia, o los vestigios prehispánicos de Giu Yubago. Además, es una de las comunidades más limpias de todo el país, que inclusive ha recibido galardones internacionales por ello (Municipal, 2005).



gura. 9 A. Santa María Yavesía, Oaxaca.

B. Salud en la comunidad (Foto Bonilla, 2007).

8.1 Relieve

Yavesía posee un territorio muy accidentado en el que predominan pendientes entre 16 y 35°, ocasionando un rápido descenso en la altitud. El intervalo altitudinal de éste va de los 1,900 a los 3,280 m.s.n.m., con tres cañadas principales y una gran cantidad de cañadas menores que convergen en la del Río Yavesía, que corre en dirección noroeste y atraviesa a la comunidad (situada alrededor de los 2000 msnm) (Aguilar, 2007)

8.2 Geología

La Sierra Norte de Oaxaca corresponde al terreno tectónico estratigráfico Juárez o Cuicateco, constituido principalmente por rocas ígneas y sedimentarias que resultaron del desarrollo de volcanes submarinos al tiempo que avanzaba el mar durante el

Jurásico Tardío-Cretácico, con una estratigrafía constituida por una alternancia de derrames basálticos, tobas, materiales volcanoclásticos y calizas (Delgado-Argote, 1988)

En particular, en Santa María Yavesía se presentan dos tipos de roca de acuerdo con su origen: en la parte alta se presenta un sustrato litológico del Oligoceno Superior-Mioceno Inferior de origen ígneo extrusivo, con andesita porfídica de color gris oscuro que intemperiza en colores verde oscuro y café.

Por otro lado, en la parte baja, donde se asienta el pueblo, se presentan rocas sedimentarias marinas del Cretácico Inferior, constituidas por estratos de calizas de color gris verdoso oscuro acomodadas en estratos delgados y medianos con impresiones de gasterópodos, intercaladas con lutitas calcáreas en capas medianas de color gris verdoso (SPP, 1984)

8.6 Hidrología

En las zonas altas de la cuenca, las rocas funcionan como zonas de recarga de agua, debido a su fracturamiento y a su permeabilidad secundaria (Ramírez *et al.*, 2001), de manera que se trata de una zona de nacimiento de numerosos manantiales. Los principales ríos de la localidad, el Guacamayas y el Socorro, que confluyen en el río Yavesía (fig. 7), son alimentados por un gran número de escurrimientos permanentes y temporales (INEGI, 1999). Estos ríos son considerados los brazos más largos del río Papaloapan, cuyos escurrimientos vierten su contenido en dos direcciones, hacia el valle de Oaxaca (Ríos Norato y Cajonos) y hacia el Golfo de México (ríos Socorro, Guacamayas y Yavesía). (Aguilar, 2007)

Por lo cual este bosque brinda protección a las cuencas hidrológicas, de ahí su importancia como regulador hídrico por su ubicación como cabecera de la cuenca la conservación del suelo (Municipal, 2005)



8.7 Vegetación

Benítez y Trejo en 2004, mencionan que Yavesía cubre un territorio altitudinal que cuenta con diferentes formaciones vegetales que pueden definirse por su fisionomía, estructura, composición y fenología. En las zonas más altas, principalmente en aquellas de clima semifrío, expuestas al viento, cercanas a los 3200 m, se observa la presencia de bosques de *Pinus hartwegii* y *P. ayacahuite*, con árboles de hasta 50 m de altura. Jiménez en 2004, menciona que entre los 2600 y 3000 m, se observan bosques dominados por *Abies hickelii* distribuidos principalmente en las cañadas y *Quercus ocoteaefolia* en zonas más húmedas; estas especies son reemplazadas por *P. lawsonii* y *P. patula* en las zonas medias (Aguilar, 2007)

En la parte media y baja bosques mixtos de *Pinus-Quercus*, de *Quercus-Pinus* y de *Quercus* con las siguientes especies: *P. leiophylla*, *P. patula* var. *longipedunculata*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*, *P. lawsonii*, *P. herrerae*, clasificado actualmente como *P. teocote* y *P. pseudostrobus*; mientras que de encinos se encuentran individuos de *Quercus acutifolia*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. glabrescens*, *Q. laeta*, *Q. laurina*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*. En las partes más bajas, cercanas al poblado se establecen

encinares caducifolios (*Q. liebmanii*), en laderas con exposición al sur y con la aparición de elementos tropicales, como el caso del género *Bursera* (Aguilar, 2007)

Debido a la presencia de diversos escurrimientos de agua permanentes e intermitentes existen especies que se distribuyen casi exclusivamente en este tipo de hábitats con alta humedad, tal es el caso de *Alnus jorullensis* var. *jorullensis*, *Salix paradoxa*, *Tilia mexicana* y *Telantophora andrieuxii*, entre otras, así como plantas acuáticas como *Hydrocotyle mexicana*. Además existen parches de vegetación azonal determinados por el sustrato, principalmente en afloramientos rocosos en los que se encuentran diferentes especies de los géneros *Agave*, *Echeverria*, *Hechtia*, *Mammillaria* y *Sedum* (Benítez, 2006)

8.8 Clima

Debido a que en la zona de estudio no existen estaciones climatológicas, se utilizaron los datos de dos de las estaciones climatológicas cercanas.

La primera ubicada en la comunidad de Cuajimoloyas, a una altitud de 3150 msnm con latitud 17°06'00" N y una longitud 096°25'00" W. N, cuyo clima es similar al que existe en la parte más alta de la cuenca de Santa María Yavesía; y la segunda se localiza en el municipio de Ixtlan a una altitud de 2,075 msnm con una latitud de 17°20'00" N y una longitud de 096°29'00" O (SMN, 2000)

De acuerdo con el sistema de clasificación de Köppen, modificado por García (1988), en la parte alta se presenta un clima semifrío subhúmedo con precipitación de 1122.7 mm anual y temperatura media anual de 9.9°C baja con régimen de lluvias en verano, el cual es fresco y largo. Mientras que en la parte baja el clima es de tipo templado subhúmedo con precipitación de 1029.7 mm y temperatura media anual de 16.8°C con régimen de lluvias en un verano que también es fresco y largo (Benítez, 2006).

8.9 Una historia que se repite

Los pueblos indígenas y las comunidades campesinas poseen derechos colectivos o comunitarios respecto de la biodiversidad. Estos derechos, también conocidos como **Derechos Humanos de la Tercera Generación**, se basan en la cultura, tradición y prácticas de dichos pueblos, por lo que son derechos históricos. Sin embargo no constituyen derechos de propiedad y tampoco garantizan derechos exclusivos, ya que varias comunidades pueden ser titulares del mismo derecho comunitario sobre tal o cual recurso natural, este es el caso de los pueblos de la Sierra Juárez en la negociación con la empresa Novartis. Por lo tanto estos derechos no representan derechos mercantiles (Flores, 2005)

Una cosa es hablar de una **compensación** hacia las comunidades por preservar y mantener ciertas condiciones ecológicas y ambientales que son necesarias para la sociedad, pero que a las comunidades les interesa conservar y otra cosa es hablar de ponerle precio y venderlo en el mercado. La palabra **retribución** no permite aclarar la situación y los dos casos significan cosas muy distintas. Si se habla de una compensación, ésta se establece con base en un reconocimiento explícito y *a priori* de las necesidades colectivas de la comunidad en cuestión, pues es la satisfacción de estas necesidades la condición básica para la preservación de esos elementos ambientales y ecológicos que interesan (Flores, 2005)

En el segundo caso, si se habla de una retribución a través de la venta y compra de un Servicio Ambiental (S.A), el reconocimiento de las necesidades comunitarias es *a posteriori* e implícito, ya que sucede a través del mecanismo del mercado y por ello puede ser que no ocurra (que no se venda la mercancía en cuestión) o que ocurra parcialmente (que se venda a un precio menor) (Flores, 2005)

Dentro del esquema, el campesino es visto como un inversionista que tiene que poner un capital inicial. Como en México los mercados para los S.A. todavía son incipientes, las etapas iniciales de los proyectos no arrojan beneficios o en el mejor de los casos,

producen beneficios mínimos sin ningún impacto económico positivo relevante (Flores, 2005)

Por este motivo el documento de John Burstein señala que, en primer lugar, el Pago por Servicios Ambientales (PSA) no puede sustituir el ingreso económico que obtienen los campesinos a través de otras actividades; en segundo lugar recomienda que para poder posicionarse dentro de los nacientes mercados en construcción los proyectos específicos de PSA deben contar con una “cierta integración vertical” en la economía nacional. Esta integración vertical corre a cargo de “gestores”, los cuales se encargan de: a) la certificación y monitoreo de la producción del servicio, b) la administración del proceso, c) el intercambio entre los beneficiarios y proveedores del servicio y e) el establecimiento de mecanismos y normas que regulen el proceso. Los gestores pueden ser las ONG’s, dependencias de gobierno y/o centros de investigación. En la etapa inicial del estudio se concluye que se necesita de mucha intermediación (Flores, 2005)

En la explicación del proceso que condujo a la actual situación de la comunidad estudiada convergen varios factores, que en cierto momento dieron lugar a la cristalización de una masa crítica de capital social, anteriormente latente y que se basaba sobre todo en la cultura y la filosofía indígenas expresadas en el colectivismo, las articulaciones como comunidad y la estrecha relación con la naturaleza (Ortega, 2003)

IX. MÉTODOS

Para cumplir con los objetivos se siguieron los siguientes pasos:

9.1 Revisión bibliográfica

Se llevo a cabo una revisión del tema en libros especializados, tesis, revistas electrónicas y artículos, con la finalidad de determinar los factores biológicos y ecológicos de las poblaciones de insectos patógenos para el bosque de pino. En la búsqueda se incluyeron las palabras “insectos plaga”, “susceptibilidad de plantas”, “métodos de control”, “*Dendroctonus*”, “decline de los sistemas forestales”; “relación

huésped, insecto (descortezador)/ hongo (*Ophiostoma*)”, “dendrocronología” y se realizaron entrevistas a los especialistas en diferentes universidades e institutos (UACH, UNAM).

9.2 Selección de sitios

A) Se seleccionaron individuos Plagados recientemente (2006) y se busco el vecino más cercano de la misma especie cuya condición fuera No plagado.

B) De cada individuo muestreado, se tomo la distancia entre ambos individuos, el perímetro fue convertido en diámetro ($D=P/\pi$) y convertido en diámetro a la altura del pecho (DAP); se determino la altura del individuo, su categoría física como árbol plagado (P) ó árbol no plagado (NP) y su identidad para lo cual se colectó un ejemplar para su identificación en el laboratorio.

9.3 Extracción del núcleo

Se tomaron núcleos con Taladro Pressler, a la altura del pecho o diámetro normal y perpendicular a la pendiente del sitio. (Figura 12)



9.4 Preparación (secado, montado y pulido)

A) Los núcleos contenidos en los popotes son entablillados con hilo cáñamo sobre bastidores de madera para evitar su torsión y colocados en una estufa Kinet por 3 días a 40°C, para eliminar la humedad de la madera (secado) y evitar la invasión de bacterias y hongos. En el manejo de los núcleos secos en el laboratorio, se utilizaron guantes esterilizados para evitar su contaminación.

B) El siguiente paso es el trasvaso de las muestras secas a un bastidor de madera de 40 cm de longitud, previamente etiquetado y se oriento el núcleo dejando expuesta la cara transversal que refleja la luz. La orientación es de vital importancia, de esto depende el poder observar con mayor claridad las bandas de crecimiento anual; y

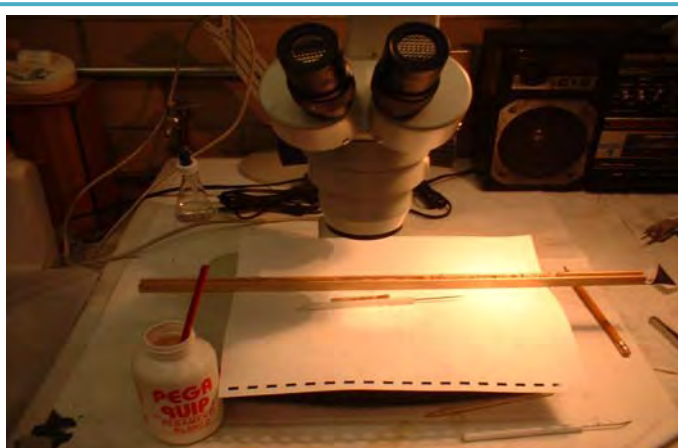
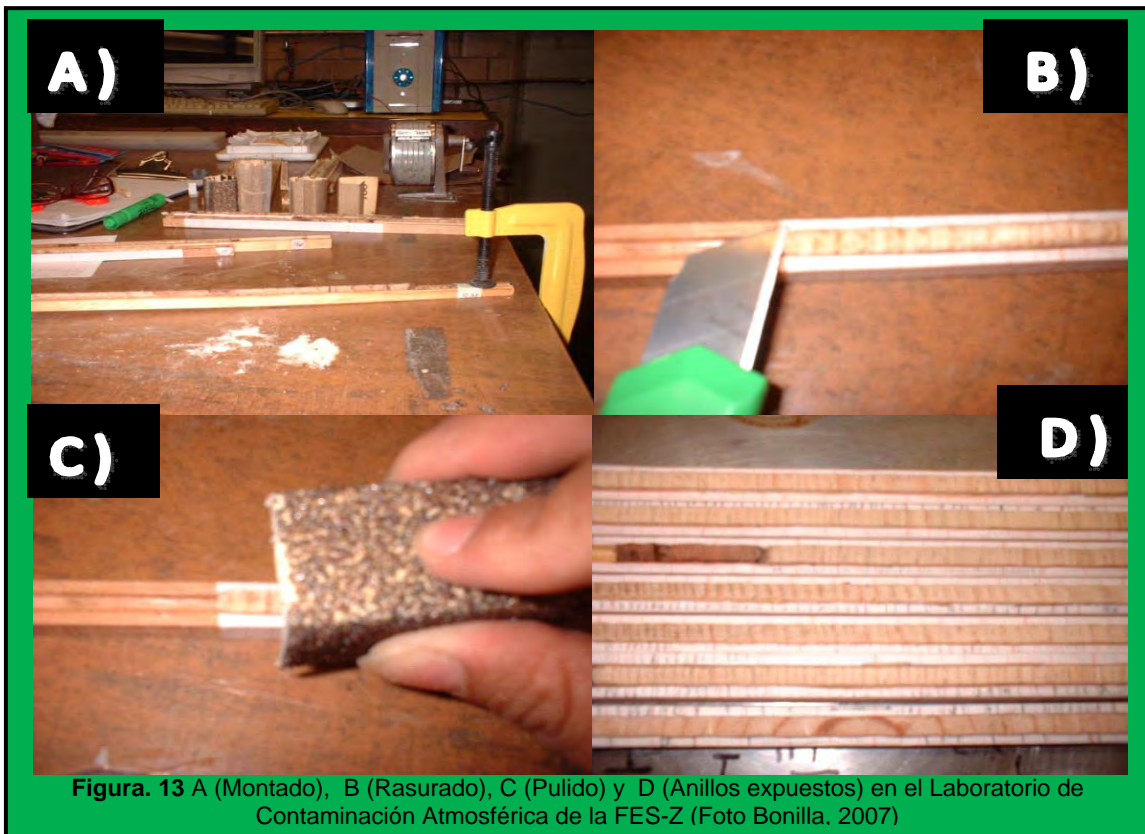


Figura. 12 Montado de núcleos en el Laboratorio de Contaminación Atmosférica de la FES-Z (Foto Bonilla, 2007)

finalmente es adherido con pegamento especial para madera (Figura. 13).

Una vez fijado, se recorta la cara expuesta con una navaja de acero inoxidable, obteniendo una superficie semiplana; las muestras se pulen con lijas para madera de diferente grosor, cuyo número de grado y

conforme a este orden 80, 120, 180, 220 y 400, facilita la apreciación de los anillos (Figura. 14A-D)



9.5 Identificación

A) Para el conteo de anillos, se adhirió una banda de papel milimétrico en ambas paredes del bastidor, para registrar el número correspondiente del anillo.

B) Con un estereoscopio Heerbrugg modelo Wild M3 y resolución 16 X, se marcaron los anillos visibles o en caso contrario, se agregaron gotas de agua desionizada a lo largo del núcleo para clarificar los anillos. Posteriormente, por medio de un Vernier digital Traceable modelo 3415 se midieron el ancho total (tot), crecimiento de verano (lw) y crecimiento de primavera (ew) y se anotaron en un formato (Figura. 15)

C) Se depuraron los datos, para eliminar los años incompletos y se procedió a obtener los promedios mensuales y anuales de temperatura y lluvia de las estaciones meteorológicas utilizadas.

D) Los datos de temperatura y precipitación de las estaciones meteorológicas cercanas se relacionaron con el crecimiento de los anillos.

E) Se llevo a cabo un análisis de correlación entre el tamaño de los anillos (r) de árboles plagados y no plagados con la temperatura y la precipitación registrado en las estaciones cercanas. Se utilizaron programas como Excel 2007, Origin 7.5, SSPS y Statgraphics para analizar las asociaciones (Figura. 15 B).



Figura. 14 A. Conteo de anillos con un Vernier digital.

B. Captura de datos en el laboratorio del Instituto de Geografía

X. RESULTADOS

10.1. CONSIDERACIONES DE CAMPO

Yavesía es una comunidad antigua en donde las condiciones medio ambientales han cambiando a favor de la infestación por parte del insectos.

En comunicación personal el Dr David Cibrian refiere que los cambios de régimen del clima, la ausencia de los enemigos naturales y la debilidad de los árboles resistentes por su composición de terpenos y resinas (moléculas muy complejas) son factores que estimulan la susceptibilidad del bosque maduro. En contraste con Martikainen *et al.*, (1999) los cuales refieren que los constituyentes del floema de los árboles (carbohidratos solubles, aminoácidos de las proteínas, pinitol, shikimic acid, quinic acid, catechin and procyanidines) son en su conjunto artefactos que ponen resistencia a los ataques.

El experto en entomología forestal, Cibrián (2007) refiere como factores que permiten el desarrollo epidémico de la población de *Dendroctonus adjunctus* es muy complejo, por su experiencia el considera que la falta de manejo y aprovechamiento, la extracción de la madera para uso particular; el estado de madurez del bosque, y que la presencia del insecto ha permanecido en el tiempo de manera constante.

El doctor Cibrian, agrego que a éste hecho se debe sumar la composición de especies de árboles, la edad y la densidad, la exposición y luego del efecto de los parasitoides (nematodo que parasita la larva de descortezador). La mortalidad natural arbórea que abre la incidencia de luz y que aumenta la temperatura del suelo (albedo) propicia cambios en la variación de temperatura y humedad regional. La remoción de los arboles muertos genera los claros del bosque, al cambiar la densidad, cambia el balance energético y de evapotranspiración por los doseles.

El mismo asevero que, con los cambios climáticos sufridos desde 1900 a la fecha y en especial en los últimos años, se puede emplear la dendrocronología y la dendroecología, relacionándolo con la infestación con los volúmenes de madera; situación que coincide con lo publicado por Martikainen *et al.*, (1999). El insecto vuela adónde quiere volar y crea un centro de agregación dónde lo quiere hacer, el sentido de realizar investigaciones es el de determinarlo científicamente.

Sí el bosque entra en un estado de estrés hídrico, se puede medir a través de la dendrocronología. En la zona como ha ido la tendencia de los árboles y poder concluir levantando anillos en árboles infestados y no infestados de diferentes edades y clasificar de acuerdo a las edades, los diámetros y relacionarlo con las pendientes, exposición, tipo de suelo, categorizar y separar y asociar con las estaciones, si se puede hacer.

10.2 EDAD DEL ÁRBOL POR CONTEO DE ANILLOS Y SU ANCHURA

Para conocer el vinculo establecido entre **la edad de los individuos muestreados en cada uno de los sitios** y su localización, **con la presencia del insecto**, se determino la edad máxima y mínima por sitio, al igual que el numero de árboles no plagados y plagados.

Se obtuvieron muestras de 30 individuos colectados en 5 sitios:

El sitio 1 y 2 con un bosque dominado por *Pinus spp*, se encuentran en una ladera con una exposición Este y Oeste respectivamente, es un área recién infestada y de aquí en adelante lo nombramos sitio infestado (SI)

En **el sitio 1** se tomaron 5 muestras plagados y no plagados, la edad mínima de los individuos fue de 48 y la máxima de 90 años, con un total de 10 árboles colectados. Además, se registro una distancia mínima de 3.55 m y una máxima de 10.6 m, con un

diámetro que oscila entre 31.83-60.47 cm, y la altura máxima alcanzada fue de 25 m con una mínima de 14 metros.

Del **sitio 2** se tomaron 5 muestras de árboles plagados y 5 no plagados, la edad mínima que se reporta en este sitio es de 46 y la máxima es de 81 años con un total de 10 árboles colectados. La distancia mínima registrada para este sitio fue de 4.83 m y una máxima de 9.1 m, para este sitio el diámetro alcanzado por el árbol oscila entre 31.01-62.07 cm; la altura máxima fue 30 m y 15 fue el individuo más pequeño en este sitio.

Las muestras tomadas de los sitios 3 (dominado por *P. patula*), 4(dominado por *P. herrarai*) y 5 (dominado por *P. hartwegii*), se encontraban en un área recién saneada. Pero aún con esta situación encontramos árboles con síntoma de plaga.

Del **sitio 3** se tomaron 2 muestras de un individuo plagado y otra de no plagado, la edad mínima de los individuos fue 64 y la máxima de 67 años, de 2 árboles colectados. La distancia máxima registrada para este sitio fue de 15 m y una altura de 20 m para ambos individuos, para este sitio el diámetro alcanzado oscila entre 37.24 – 41.69 cm.

Del **sitio 4**, se tomaron 2 muestras de árboles no plagados y 2 plagados. La edad mínima fue de 53 y una máxima de 108 años, se registro una distancia máxima de 29.5 m y mínima de 18.5 m para ambos individuos, y una altura de 20-22 m para este sitio el diámetro oscila entre 34.05 – 51.56 cm.

Finalmente del **sitio 5** se colectaron 2 individuos plagados y 2 individuos no plagados, se determino una edad mínima de 61 y 80 años, una altura de 20-30 m, con un diámetro que oscila entre 71.61 y 47.42, con una distancia entre los individuos colectados de 13 y 8 m, de 4 árboles colectados (Cuadro 1).

GEOGRAFÍA FÍSICA
DENDROCTONUS ADJUNCTUS BLANFORD EN ANILLOS DE CRECIMIENTO

Cuadro 1. Edad, altura, especie y diámetro

SITIO	ESPECIE	CONDICIÓN	DISTANCIA (m)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (m)	EDAD (años)
1	<i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i> Mart	NP	9.35	60.47	22	66
1	<i>P. pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i> Mart	P		41.69	18	90
1	<i>P. patula</i> var. <i>longepedunculata</i> Loock	NP	5.8	31.83	14	55
1	<i>P. patula</i> var. <i>longepedunculata</i> Loock	P		47.74	18	56
1	<i>P. Douglasiana</i> Mart	NP	1.2	44.56	23	90
1	<i>P. Douglasiana</i> Mart	P		51.24	25	65
1	<i>P. oocarpa</i> Schiede	NP	10.6	32.14	15	48
1	<i>P. oocarpa</i> Schiede	P		39.78	24	60
1	<i>P. patula</i> var. <i>longepedunculata</i> Loock	NP	3.55	50.92	24	64
1	<i>P. patula</i> var. <i>longepedunculata</i> Loock	P		34.69	22	60
2	<i>P. oocarpa</i> Shiede	NP	5.2	37.87	18	67
2	<i>P. oocarpa</i> Shiede	P		32.46	22	79
2	<i>P. herrerae</i> ó <i>P. teocote</i> Mart	NP	5.75	35.65	20	81
2	<i>P. herrerae</i> ó <i>P. teocote</i> Mart	P		39.79	20	75
2	<i>P. pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i>	NP	9.1	47.1	25	56
2	<i>P. pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i>	P		36.6	22	46
2	<i>P. patula</i> var. <i>longepedunculata</i>	NP	4.83	35.01	15	54
2	<i>P. patula</i> var. <i>longepedunculata</i>	P		36.6	19	55
2	<i>P. herrerae</i> ó <i>P. teocote</i> Mart	NP	6.4	62.07	30	77
3	<i>P. patula</i> var. <i>longepedunculata</i> Loock	NP	15	37.24	20	64
3	<i>P. patula</i> var. <i>longepedunculata</i> Loock	NP				67
4	<i>P. hartwegii</i> Lindl	NP	18.5	44.24	20	70
4	<i>P. hartwegii</i> Lindl	NP				77
4	<i>P. hartwegii</i> Lindl	P	10	35.01	21	53
4	<i>P. hartwegii</i> Lindl	P				62
4	<i>P. hartwegii</i> Lindl	NP		44.6	22	108
5	SD	NP	13	47.42	20	80
5	SD	NP				71
5	SD	P	8	71.61	30	67
5	SD	P				61

10.2.2 DIFERENCIAS DE CRECIMIENTO ENTRE SITIOS

El crecimiento radial depende de muchos factores ambientales, entre los cuales se consideran la altitud, la edad de los individuos, la exposición, la calidad del suelo

entre otros. Los árboles que crecen en alta montaña son individuos regularmente longevos y suelen tener cronologías muy extensas, pero es importante destacar que la temperatura es el factor principal que limita el crecimiento. Así en la figura 1 se

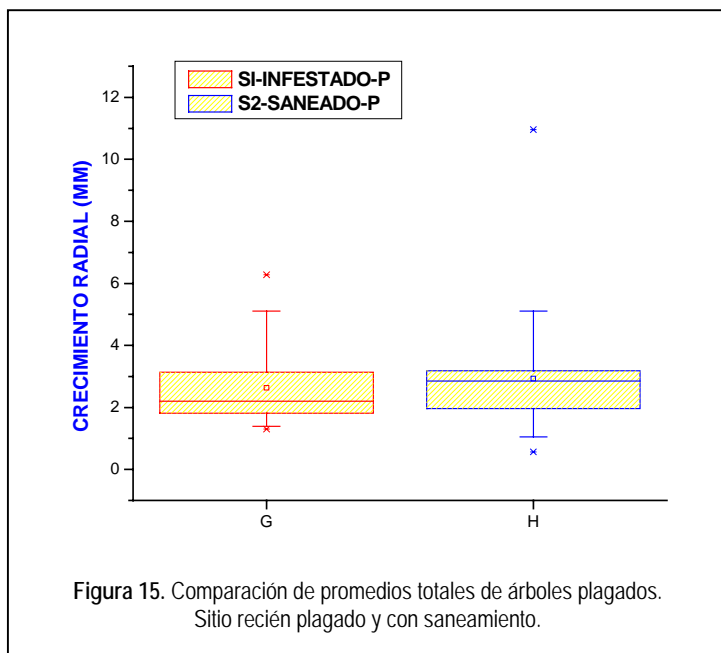


Figura 15. Comparación de promedios totales de árboles plagados. Sitio recién plagado y con saneamiento.

muestra una comparación de los sitios muestreados.

En términos generales, en el diagrama de cajas y bigotes de la figura 15, se observa que ambos sitios de colecta son ligeramente parecidos en cuanto al crecimiento radial, su límite inferior tiene una distancia mínima en el sitio infestado (B), aunque su límite máximo es más amplio

con un valor de 7. Para el sitio saneado (C) no hay una diferencia de la mediana de ambos sitios es muy parecida con 2-2.5 aprox. Eso se resume que sus diferencias estadísticas son mínimas

pero en su comportamiento ecológico representa la probabilidad como sitio de ser infestado en otra ocasión, lo que se ve en este gráfico es el grado de tolerancia de los árboles que se encuentran en un sitio infestado se vuelve más amplio, y efectivamente la relación insecto-planta está

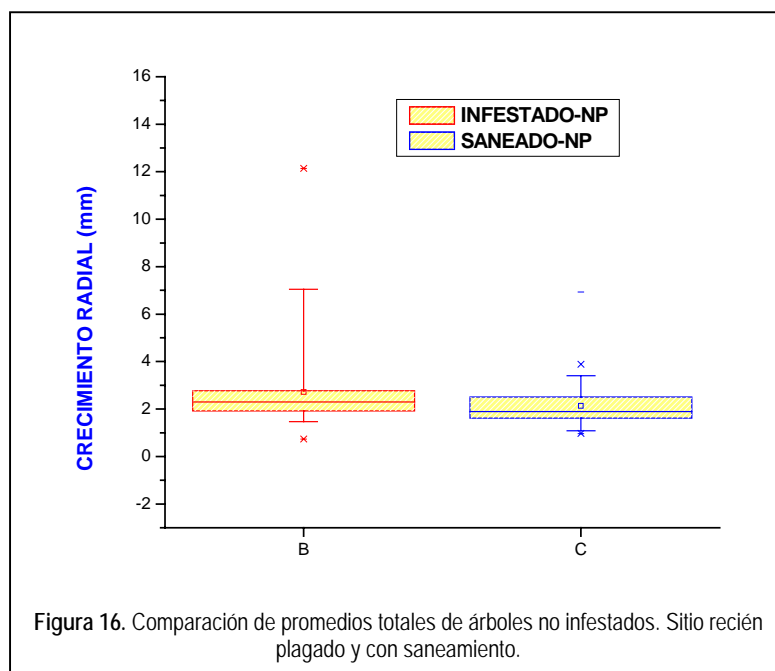


Figura 16. Comparación de promedios totales de árboles no infestados. Sitio recién plagado y con saneamiento.

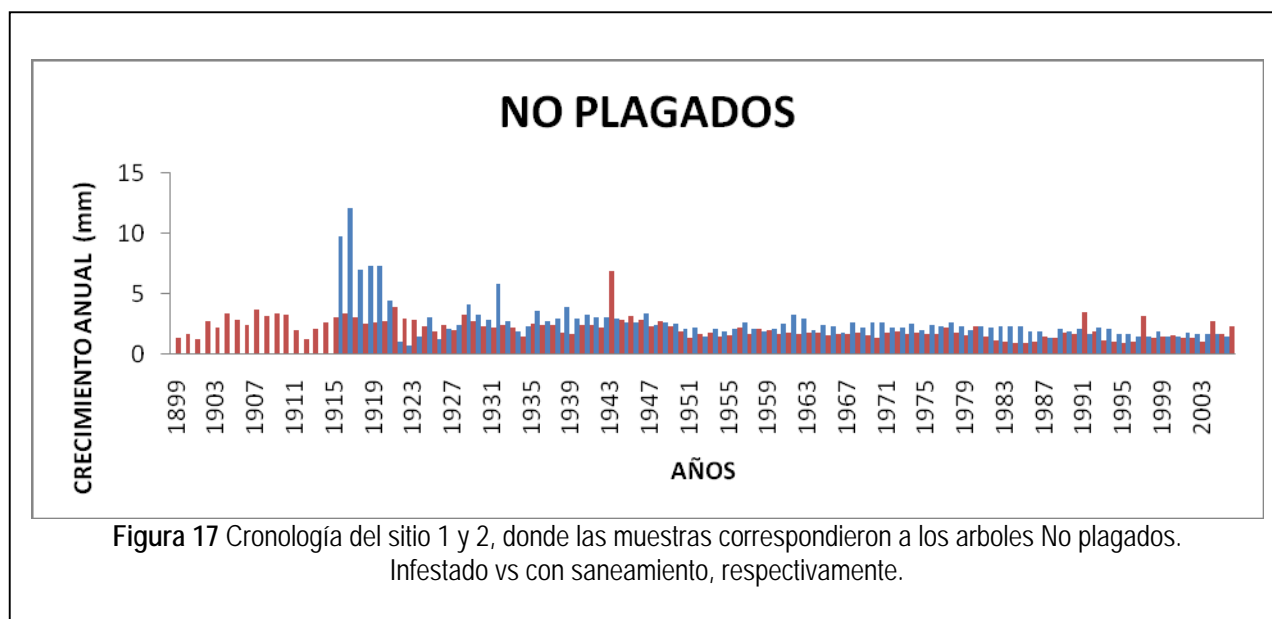
relacionada en la resistencia de los individuos.

En el diagrama de cajas y bigotes de la figura 16, ambos sitios de colecta con plaga y con saneamiento muestra una diferencia en el crecimiento y desarrollo de sus individuos, si bien la mediana del sitio saneado (H) es de 3 mas alta que la de sitio con plaga (G) que es de 2 no hay un rango que marque una diferencia trascendente, lo que si es el comportamiento se vuelve inverso mientras los árboles que se encuentran en un sitio saneado amplían su crecimiento en función de los aclareos y la influencia de la temperatura que los hace más lentos en su crecimiento a lo ancho, no así para los árboles que se encuentran en el sitio infestado donde los individuos desarrollan estrategias ecológicas para distribuir sus nutrientes y al mismo tiempo no permiten que el insecto lo mate pero aun con el hongo y con el escarabajo él árbol sigue creciendo.

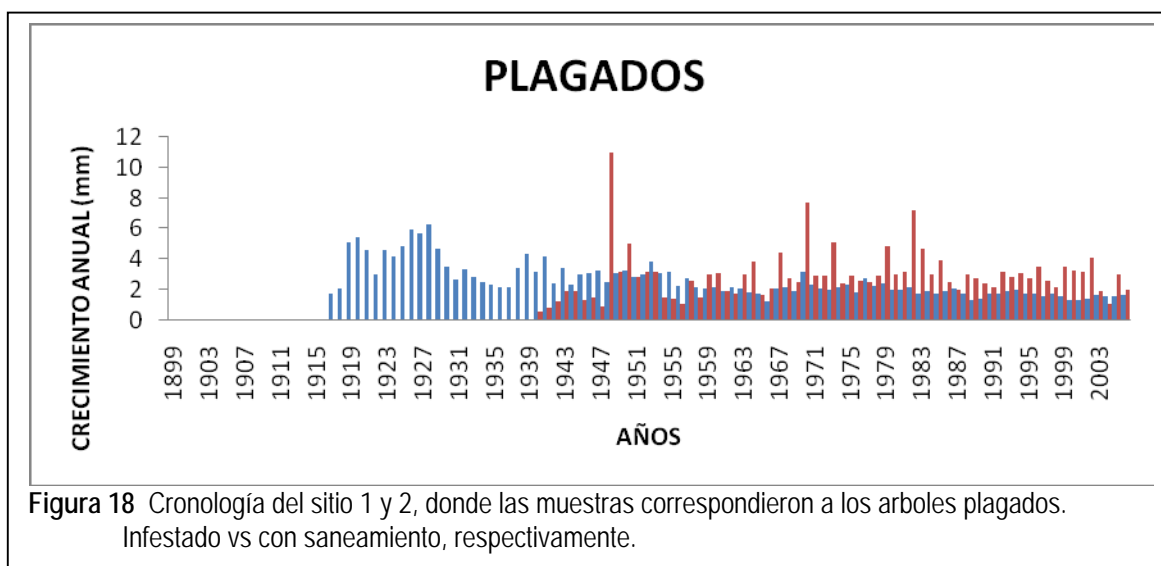
El cuadro 2, contiene las especies totales que cuentan con su par no plagado ó plagado. Se utilizaron para comparar su crecimiento promedio a lo largo de 50 años.

Cuadro 2. Especies de pinos no plagados vs plagados

NO. MUESTRA	ESPECIE	CONDICIÓN
1	<i>P. oaxacana</i> ó <i>P. pseudostrobus</i> var <i>apulcencis</i> Mart	NP / P
2	<i>P. patula</i> var <i>longipedunculata</i> Loock	NP / P
3	<i>P. douglasiana</i> Mart	NP / P
4	<i>P. oocarpa</i> Shiede	NP / P
5	<i>P. patula</i> var <i>longipedunculata</i> Loock	NP / P
6	<i>P. oocarpa</i> Shiede	NP / P
7	<i>P. herrerie</i> ó <i>P. teocote</i> Mart	NP / P
8	<i>P. oaxacana</i> ó <i>P. pseudostrobus</i> var <i>apulcencis</i> Mart	NP / P
9	<i>P. patula</i> var <i>longipedunculata</i> Loock	NP / P
10	<i>P. hartwegii</i> Lindl	NP / P
11	SD	NP / P



En la figura 17 se muestra la relación entre los promedios de los sitios infestados (SI) y los promedios del sitio con saneamiento reciente (SII). El coeficiente de correlación es de 0.12 determina una asociación débil en su ritmo de crecimiento de acuerdo al sitio donde se desarrolla, el crecimiento de los árboles en el sitio infestado pero no plagados tiene un periodo entre 1916-2005 y la edad promedio es de 89 años; los árboles que se desarrollan en sitios con saneamiento son más longevos cubren un periodo que va de 1899 a 2005 y la edad promedio es de 106 años. De acuerdo a la figura, los años que mas destacan en los individuos del (SI) no plagado son del periodo de 1915-1920, esto representa un periodo de sequía, recuperándose hacia el año 1930 y para el año 1931 hubo otro período de una sequía breve de un año. Para los siguientes años su crecimiento es rítmico, pero en el caso del individuo más longevo tiene muestra de una completa adaptabilidad a las condiciones del sitio, el crecimiento mas notorio es el del año 1943, un cambio en la temperatura, en la cantidad de humedad necesaria para ganar altura y crecer, y el lapso entre 1991 y 1999 se presenta un ligero cambio de crecimiento, puede deberse que los recursos del árbol son limitados y por eso su crecimiento es constante.



En la figura 18 se muestra la relación entre los promedios de los sitios infestados (SI) y los promedios del sitio con saneamiento reciente (SII). El coeficiente de correlación es de 0.0047 que determina que no hay una asociación significativa en su ritmo de crecimiento de acuerdo al sitio donde se desarrolla, el crecimiento de los árboles en el sitio infestado cubre un periodo entre 1940-2005 y la edad promedio es de 65 años; los árboles que se desarrollan en sitios con saneamiento son más longevos cubren un periodo que va de 1917 a 2005 la edad promedio es de 88 años. De acuerdo a la figura 19, los años que mas destacan en los individuos del (SI) plagado son 1948, 1968-1970, 1980-1984 representa el rango de mayor crecimiento, recuperándose hacia el año. Pero en el caso del individuo más longevo muestra un decaimiento a las condiciones del sitio, el crecimiento mas notorio es el del año, un cambio en la temperatura, en la cantidad de humedad necesaria para ganar altura y crecer, puede deberse que los recursos del árbol son limitados y su desarrollo es declinante.

Cuadro 3. Especies encontradas en Yavesía en relación a las sp hospederas vs sp encontradas en este estudio (Perry, 1991)

SP YAVESIA (Aguilar, 2007)	HOSPEDEROS (Cibrián, 1987)	INFECTADAS 2007	OBSERVACIONES
<i>Pinus hartwegii</i>	<i>P. hartwegii</i> Lind	<i>P. hartewii</i>	Esta especie crece en alturas superiores a 3200 m, en sitios húmedos con una T 9.9°C. Los <i>Escollitidos</i> para comenzar su actividad la realizan a temperaturas de +5°C a +9°C (Chararas, 1962)
<i>P. oaxacana</i> ó <i>P. pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i>	<i>P. montezumae</i> Lamb	<i>P. oaxacana</i> ó <i>P. pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i>	Esta especie crece en alturas 2,500 m en sitios subhúmedos con una temperatura promedio de 16.4°C. El enjambrazón de los <i>Escollitidos</i> se desarrolla de 16°C a 18°C (Chararas, 1962)
<i>P. patula</i> var <i>longipedunculata</i>	<i>P. michoacana</i> Mtz	<i>P. patula</i> var <i>longipedunculata</i>	Se desarrolla en alturas de 2,500 m con una temperatura 16.4°C. El enjambrazón de los <i>Escollitidos</i> se desarrolla de 16°C a 18°C (Chararas, 1962)
<i>P. herrerae</i> ó <i>P. teocote</i>	<i>P. arizonica</i>	<i>P. henerae</i> ó <i>P. teocote</i>	Se desarrolla en alturas 2,500 m, con temperatura 16.4°C y Ern en 1973 la reconoce como una especie que no es resistente al fuego, y que crece como una comunidad dominante.
<i>P. pseudostrobus</i>	<i>P. pseudostrobus</i> Lind.	<i>P. oocarpa</i>	Ern en 1973 reporta a esta especie como resistente y muy favorecida por el fuego, por presentar conos seróticos.
	<i>P. ponderosae</i> Lawson	<i>P. douglasiana</i>	En las muestras obtenidas se registra un incendio en el año 1947, se presume como una especie resistente al fuego.

10.2.3 Resultados especies asociadas

El cuadro 4 es un análisis de correlación entre las especies que aparecen en ambos sitios infestados y con saneamiento (cuadro 3), para determinar si existe una relación entre el crecimiento por diferencia de sitio, de acuerdo a las condiciones ambientales que allí existen.

Cuadro 4. Análisis de correlación entre especies

Muestra	NP	P
	r ²	r ²
tot		
M1-M8	0.022	0.000
M2-M5	0.035	0.14
M4-M6	0.094	0.029
lw		
M1-M8	0.075	0.001
M2-M5	0.011	0.039
M4-M6	0.043	0.000
ew		
M1-M8	0.041	0.002
M2-M5	0.074	0.13
M4-M6	0.033	0.027

10.3 Conocer el grado de asociación entre las variables climáticas (temperatura y precipitación) y el crecimiento de los anillos de una comunidad de pinos.

Los datos de crecimiento se asociaron con las variables precipitación (lluvia total mensual-acumulada) y temperatura (temperatura media mensual-promedio). Los registros comienzan a partir del año 55 para la estación de Cuajimoloyas y 56 para la estación de Ixtlán de Juárez como se muestra en la figura 19 y 20.

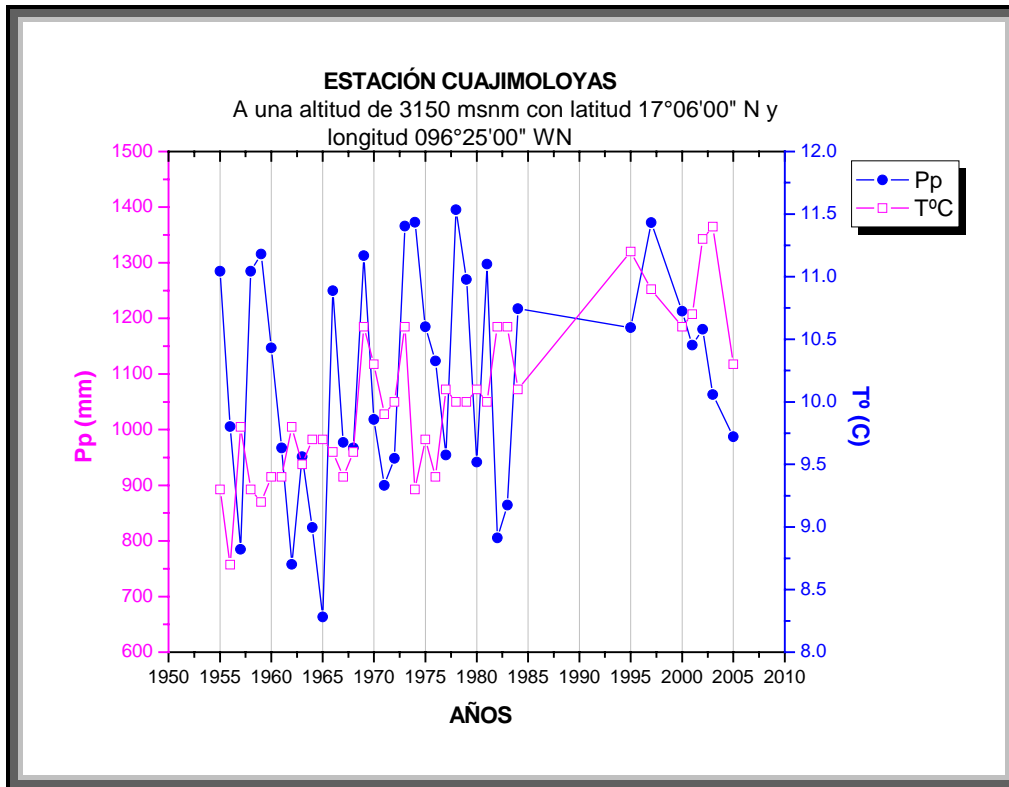


Fig. 19 Relación PP y T° con respecto a los años. Estación Cuajimoloyas

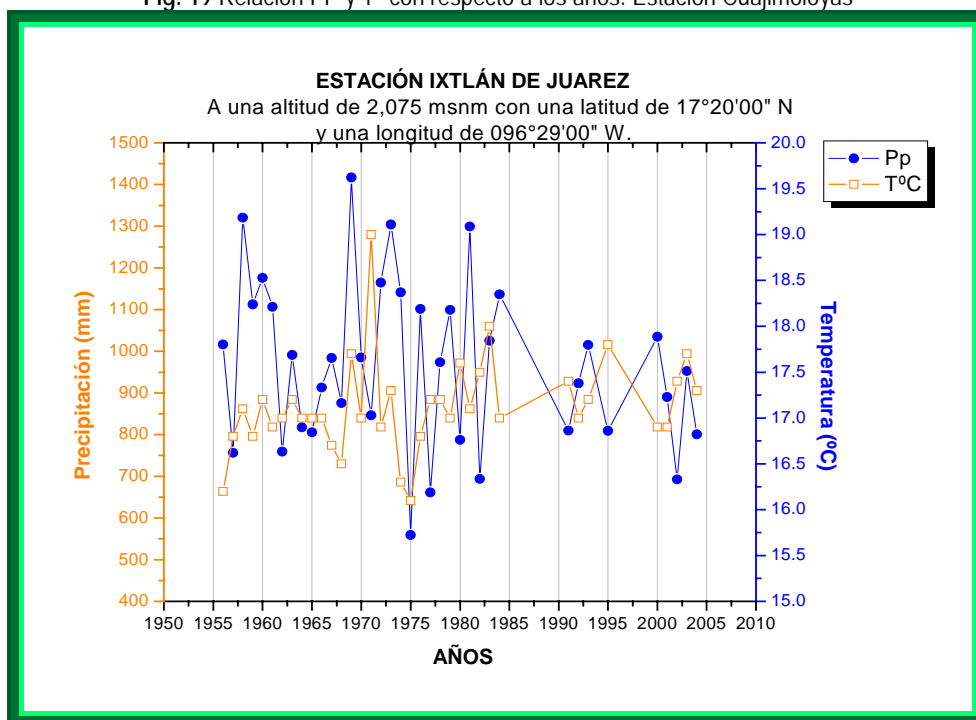
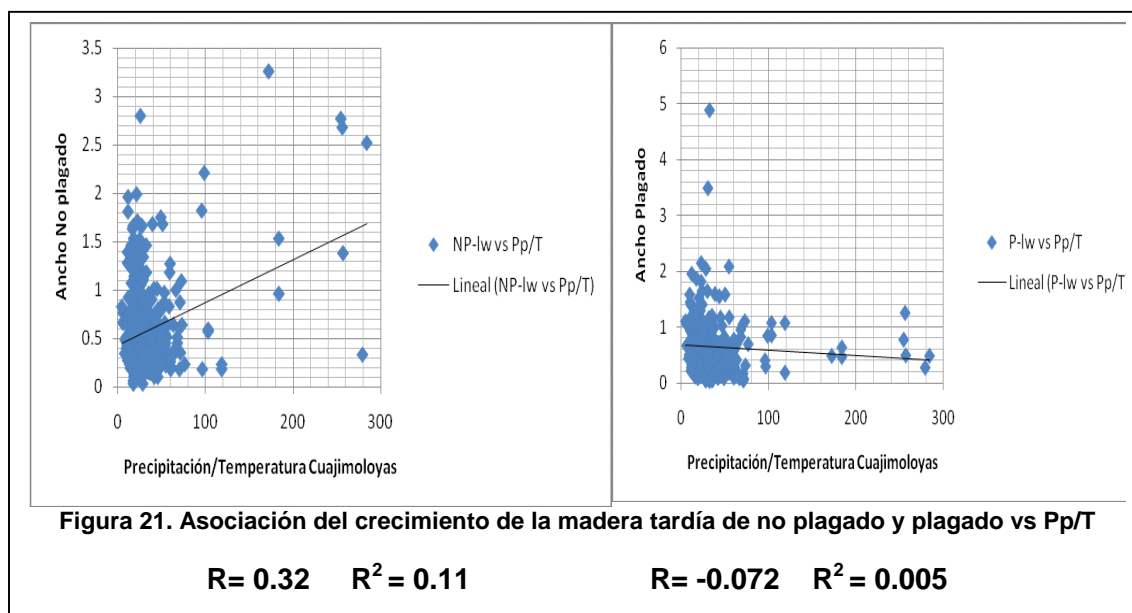


Fig. 20 Relación PP y T° con respecto a los años. Estación Ixtlán de Juárez

10.3.1 Resultados tot, lw y ew vs pp/T

En este análisis se incluyen todas las especies iguales que fueron encontradas en los 5 sitios de muestreo y se contraponen el ancho total, lw y ew de los individuos de la misma especie, para determinar si existe una relación en su crecimiento como árbol plagado y no plagado.



10.3.2 Resultados asociación entre individuos vs pp y T

El cuadro 5 es un análisis de correlación del ancho total de las muestras con su par plagado y no plagado en comparación con la precipitación de las dos estaciones meteorológicas a diferente altitud (Cervantes, 2007)

CUADRO 5. ANCHO TOTAL vs PRECIPITACIÓN
IZQ. CUAJIMOLOYAS Y DER. IXTLAN DE JUÁREZ

Muestra	NP	P	NP	P
	r2	r2	r2	r2
1	0.034	0.074	0.018	0.0058
2	0.077	0.001	0.081	0.029
3	0.022	0.063	0.054	0.021
4	0.005	0.003	0.036	0.010
5	0.037	0.028	0.017	0.048
6	0.099	0.048	0.005	0.006
7	0.029	0.110	0.094	0.054
8	0.18	0.040	0.000	0.047
9	0.003	0.067	0.014	0.066
10	0.010	0.096	0.008	0.000
11	0.000	0.000	0.003	0.065

El cuadro 6 es un análisis de correlación del ancho total de las muestras con su par plagado y no plagado en comparación con la temperatura de las dos estaciones meteorológicas a diferente altitud.

CUADRO 6. ANCHO TOTAL vs TEMPERATURA
IZQ. CUAJIMOLOYAS Y DER. IXTLAN DE JUÁREZ

Muestra	NP	P	NP	P
	r2	r2	r2	r2
1	0.000	0.15	0.031	0.000
2	0.039	0.11	0.008	0.028
3	0.025	0.21	0.010	0.003
4	0.41	0.032	0.17	0.007
5	0.21	0.13	0.10	0.011
6	0.13	0.071	0.002	0.022
7	0.082	0.095	0.000	0.056
8	0.19	0.020	0.002	0.010
9	0.000	0.020	0.026	0.001
10	0.14	0.010	0.021	0.003
11	0.000	0.012	0.024	0.001

El cuadro 7 es un análisis de correlación del crecimiento del crecimiento de verano de las muestras con su par plagado y no plagado en comparación con la temperatura de las dos estaciones meteorológicas a diferente altitud.

CUADRO 7. ANCHO LW vs PRECIPITACIÓN
IZQ CUAJIMOLOYAS Y DER. IXTLÁN DE JUAREZ

Muestra	NP	P	NP	P
	r2	r2	r2	r2
1	0.024	0.030	0.007	0.001
2	0.002	0.043	0.000	0.001
3	0.033	0.040	0.067	0.032
4	0.004	0.006	0.080	0.030
5	0.13	0.011	0.033	0.003
6	0.000	0.016	0.015	0.018
7	0.002	0.13	0.001	0.009
8	0.000	0.02	0.000	0.004
9	0.000	0.043	0.017	0.021
10	0.003	0.055	0.097	0.002
11	0.000	0.000	0.038	0.016

El cuadro 8 es un análisis de correlación del crecimiento del crecimiento de verano de las muestras con su par plagado y no plagado en comparación con la temperatura de las dos estaciones meteorológicas a diferente altitud.

CUADRO 8. ANCHO LW vs TEMPERATURA
IZQ CUAJIMOLOYAS Y DER IXTLAN DE JUARÉZ

Muestra	NP	P	NP	P
	r2	r2	r2	r2
1	0.022	0.14	0.15	0.051
2	0.000	0.054	0.000	0.000
3	0.001	0.013	0.002	0.008
4	0.12	0.000	0.000	0.000
5	0.13	0.067	0.001	0.004
6	0.049	0.031	0.005	0.002
7	0.011	0.10	0.055	0.011
8	0.021	0.11	0.029	0.061
9	0.000	0.010	0.002	0.026
10	0.16	0.088	0.15	0.004
11	0.028	0.11	0.005	0.009

El cuadro 9 es un análisis de correlación del crecimiento de primavera de las muestras con su par plagado y no plagado en comparación con la precipitación de las dos estaciones meteorológicas a diferente altitud.

CUADRO 9. ANCHO EW vs PRECIPITACIÓN
IZQ CUAJIMOLOYAS Y DER. IXTLÁN DE JUARÉZ

Muestra	NP	P	NP	P
	r2	r2	r2	r2
1	0.029	0.004	0.032	0.12
2	0.067	0.020	0.094	0.053
3	0.001	0.011	0.021	0.002
4	0.011	0.001	0.023	0.007
5	0.000	0.016	0.000	0.003
6	0.12	0.080	0.002	0.000
7	0.04	0.036	0.063	0.042
8	0.17	0.064	0.002	0.056
9	0.006	0.024	0.039	0.054
10	0.008	0.086	0.008	0.000
11	0.000	0.000	0.003	0.092

El cuadro 10 es un análisis de correlación del crecimiento de primavera de las muestras con su par plagado y no plagado en comparación con la temperatura de las dos estaciones meteorológicas a diferente altitud.

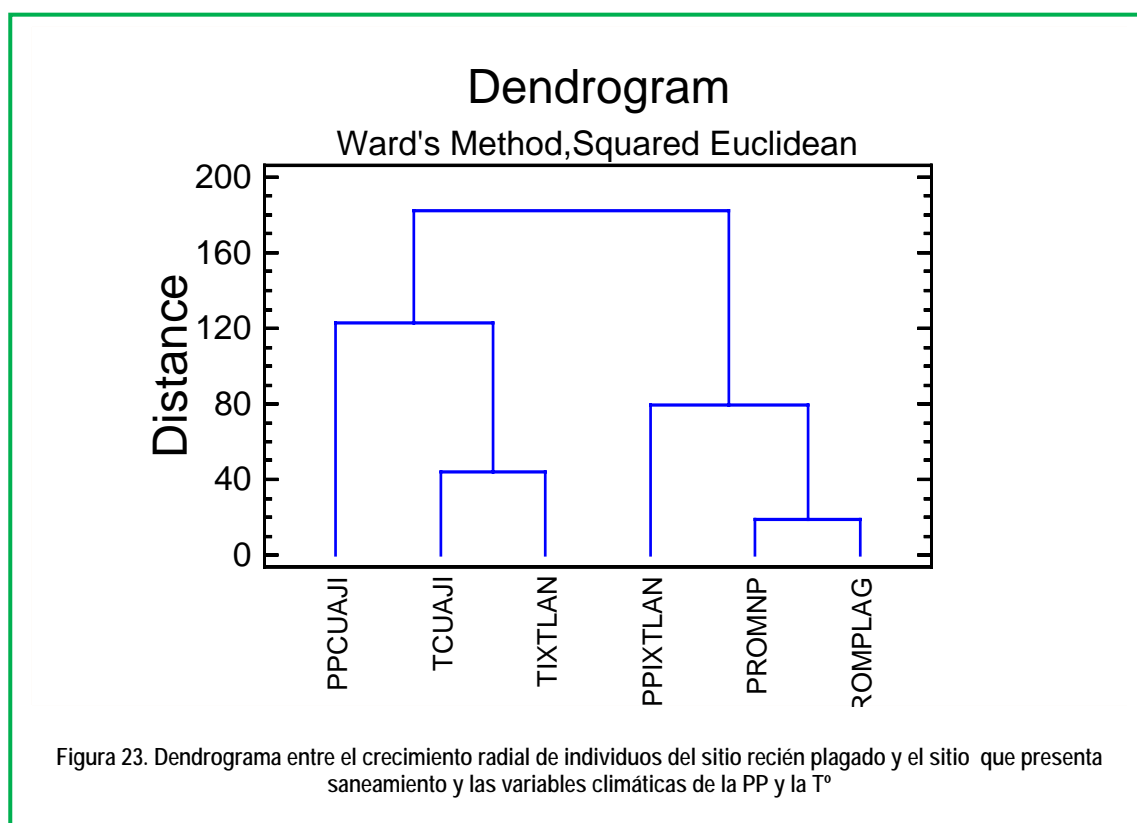
CUADRO 10. ANCHO EW vs TEMPERATURA
IZQ CUAJIMOLOYAS Y DER IXTLAN DE JUARÉZ

Muestra	NP	P	NP	P
	r2	r2	r2	r2
1	0.005	0.034	0.009	0.050
2	0.049	0.070	0.012	0.003
3	0.029	0.090	0.034	0.002
4	0.41	0.033	0.21	0.007
5	0.10	0.10	0.019	0.011
6	0.099	0.063	0.011	0.044
7	0.082	0.099	0.011	0.074
8	0.10	0.000	0.000	0.000
9	0.003	0.010	0.062	0.000
10	0.080	0.000	0.022	0.010
11	0.009	0.000	0.024	0.000

10.3.3 SIMILITUD ENTRE LOS CRECIMIENTOS PROMEDIO DE INDIVIDUOS PLAGADOS Y NO PLAGADOS CON RESPECTO A LA T° Y pp. (IXTLÁN Y CUAJIMOLOYAS) (Dawson-Saunders & Trapp, 1993)

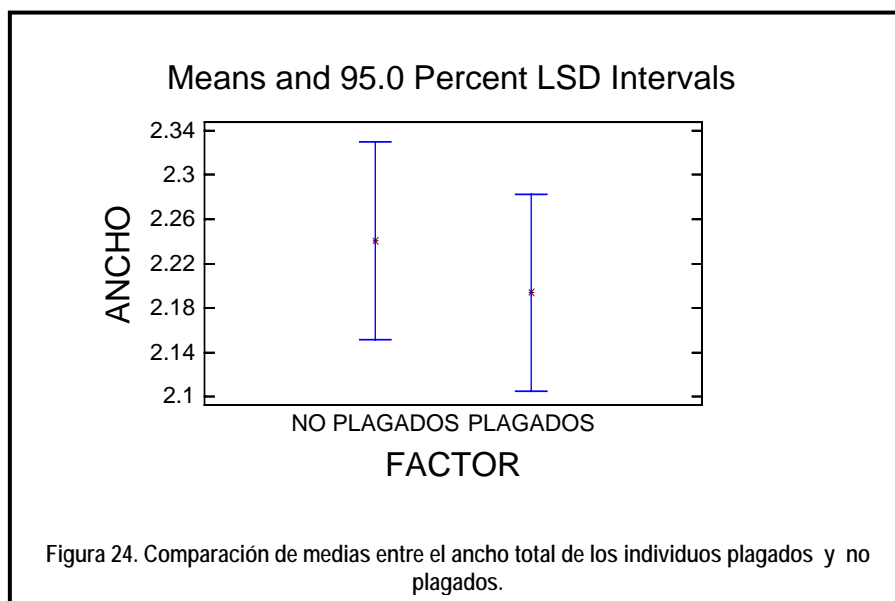
De manera general en la figura 23, se muestra la similitud de crecimiento promedio de individuos plagados y no plagados, en correspondencia con los datos de temperatura y precipitación de la estación Ixtlán de Juárez y Cuajimoloyas. De este gráfico se puede mencionar que existen 2 grupos que se subdividen en otros dos. Para este dendrograma se relaciono las variables de pp y T° de ambas estaciones con respecto al ancho total.

Se observa que a largo de 50 años de registro, el crecimiento radial total se encuentra íntimamente ligado entre los árboles plagados y no plagados, el año de formación del anillo esta mas asociado con la precipitación registrada en la estación de ixtlán, de acuerdo a los reportes de los habitantes de Yavesía cuando la temperatura es más cálida y hay mayor humedad, el insecto se desarrolla con mas facilidad que en otras condiciones ambientales.



El dendrograma (Figura 23) nos muestra una asociación cercana entre la temperatura de ixtlán y cuajimoloyas, probablemente se encuentren asociadas por la altitud y la relación en su localización, es decir que los registros de temperatura en la estación cuajimoloyas son muy parecidos y precisos a los registrados en la estación de ixtlan. De aquí se divide un otro grupo, que es la relación que guarda una relación con la temperatura de ambas estaciones, al parecer esto se debe a su localización en relación a la altitud; y esto última asociación se encuentra más lejos pero instala a los dos grupos en un solo comportamiento como parte del sistema

La forma de evitar el efecto de las magnitudes de las variable ancho del anillo y el efecto de la infección es comparando los dos grupos a través de la prueba de análisis múltiple de diferencia de medias de dos grupos independientes (Figura 24)



No se registra diferencia significativa entre las medias de los anchos de anillos, según la valoración visual de estos dos grupos, sin embargo, la amplitud de los intervalos de confianza nos refiere que habría que incrementar en número de "n" (muestras) las cuales son en total 807, es decir generar una cronología de mayor tiempo (árboles más longevos) y discriminar las especies de pino, dado que en el análisis se involucran siete especies (*P. oaxacana* ó *P. pseudostrobus var apulcencis* Mart, *P. patula var*

longipedunculata Loock, *P. douglasiana* Mart, *P. oocarpa* Shiede,, *P. herrerae* ó *P. teocote* Mart, *P. hartwegii* Lindl y SD).

Cuadro 11. Salida de la prueba de análisis de varianza.

Analysis of Variance for ANCHO - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: FACTOR	0.434953	1	0.434953	0.26	0.6091
RESIDUAL	1339.19	805	1.66359		
TOTAL (CORRECTED)	1339.62	806			

All F-ratios are based on the residual mean square error. The StatAdvisor

10.3.4 Asociación y/o influencia del escarabajo en el crecimiento de los pinos con respecto al grosor de los anillos, y las variables climatológicas.

La Influencia del *Dendroctonus* sobre el bosque de Yavesía, se ve reflejada en la pérdida de individuos maduros o árboles padre; la zona esta regulada por la Norma Oficial Mexicana 019-SEMARNAT-1999 y aún no se ha aplicado un método que evite que los árboles muertos sean eliminados (Fig. 25-a)

La madera muerta cumple una función ecológica muy relevante en el control de los insectos del orden Coleóptera o escarabajos primarios, secundarios y saproxilicos, hay una relación básica de supervivencia, ya que si esta madera y sus residuos son eliminados del bosque se pierden ciertas asociaciones sobre todo en cuestión de los enemigos naturales. (Fig. 13-b)



Figura 25. Saneamiento 2007; A) derribe y troceado

B) descortezado y aplicación (Foto Bonilla, 2007).

Los árboles que logran ser infestados exitosamente, se determina por la aparición de los grumos (fig.26-a) de una mezcla de resina combinada con partículas de excremento y aserrín libremente expelidas de ellos. Aparecen entre los 1.5-2.5 m aprox., en este estado los árboles son altamente atractivos, lo que resulta en ataque a pinos vecinos (Llander al, 1995).

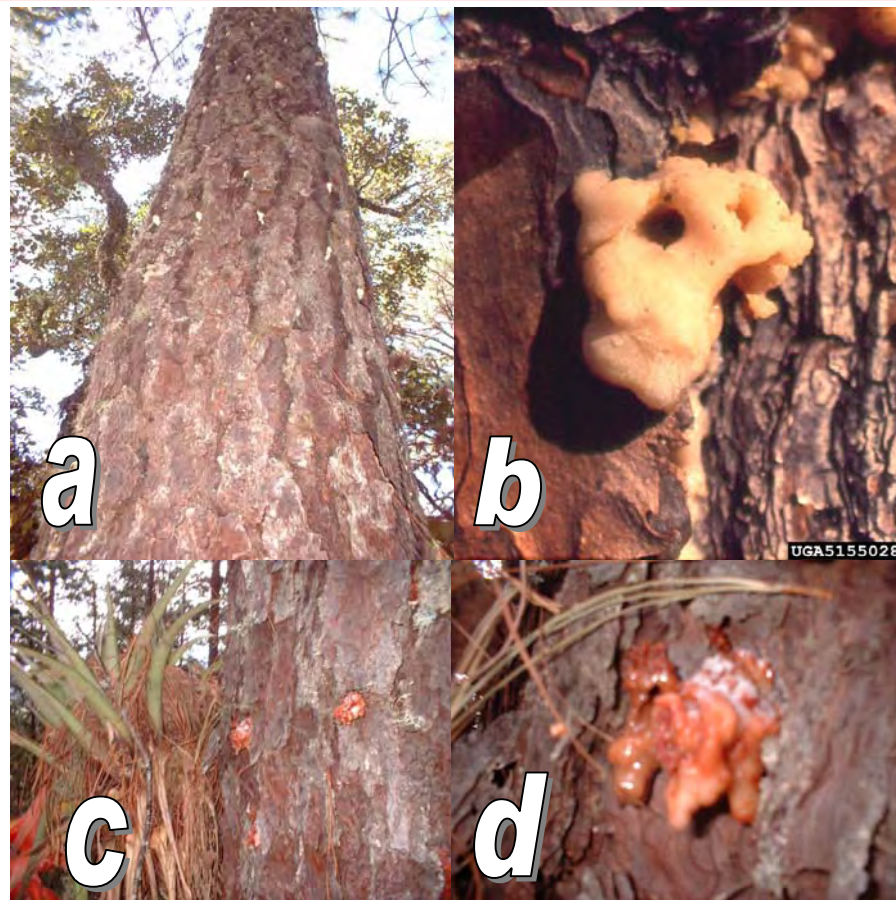


Figura 26. Árbol infestado (Foto Bonilla 2007)

El insecto requiere un año para completar su ciclo de vida y el período de ataque es largo. La evidencia externa del inicio de una galería está dada por un grumo de resina blanquesina mezclado con fragmentos de floema (fig 26-b) y los grumos de color rojo son indicadores de la infestación y muerte (fig. 26-c y d) (Cibrián, Méndez, Campos, Yates III, & Flores, 1995).

10.3.5 Resultados obtenidos durante el tratamiento de muestras

En la muestra **11-P**, encontramos una galería que se construye principalmente en el floema, y dejó una ligera huella en el xilema; ocasionalmente puede estar completa o parcialmente dentro del floema sin llegar a tocar la zona del cambium.



Fig. 27. Galería de *Dendroctonus*

En la muestra **11-P** se muestra una coloración sobre la madera debida al hongo teñidor azul *Ophiostoma* y la interrupción en el crecimiento, se nota una breve lignificación. Esta zona de la muestra estaba muy pegajosa y rechinaba en el momento de rasurarlo.

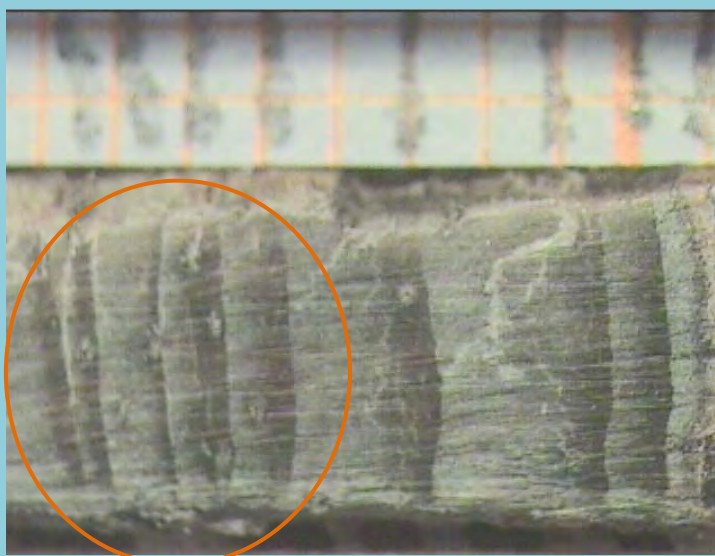


Fig. 28 *Ophiostoma* en los anillos de crecimiento

La penetración fungial dentro del sapwood, esta asociada con la sequía del tejido y la interrupción de la conducción del agua, a través de la aspiración de traqueidas o tapando el sistema vascular de resina (Paine, Raffa, & Harrington, 1997).

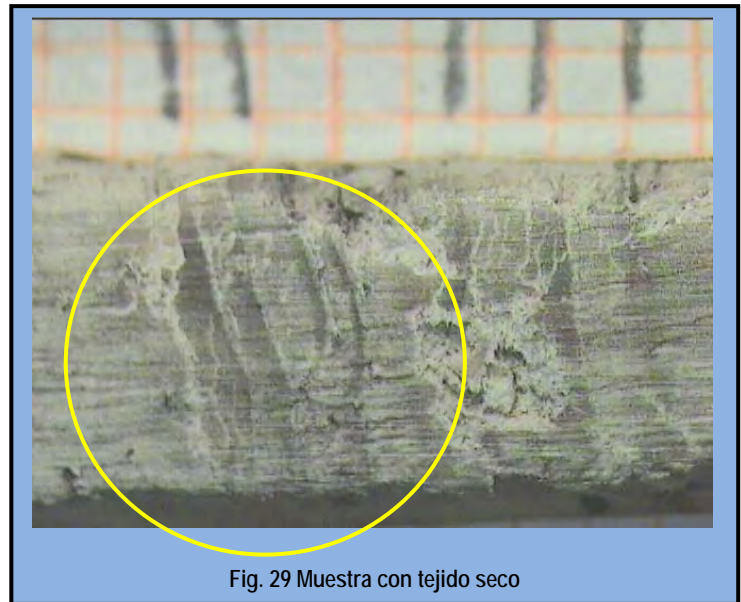


Fig. 29 Muestra con tejido seco

Ophiostoma, es un hongo destinado a matar a sus hospedantes, por su asociación con *Dendroctonus adjunctus*, aunque no es el único, si es el mas importante se reporta que el árbol tiene un sistema de defensa a partir de la resina, cuando el insecto llega al árbol atraído por su fuste limpio empieza a agregarse en numerosos ataques



Fig. 30 Limite de crecimiento de *Ophiostoma*.

para debilitar al árbol o provocar que el árbol agote todas sus reservas glucidicas; para que el hongo sea eficiente necesita de 2000 a 3000 inoculaciones, pero no avanzan mucho y su crecimiento no esta en proporción del año, es decir que no tiene un limite de dispersión en el tejido de la madera.

XI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se dice que en la naturaleza ninguna especie mantiene sus efectivos constantes. Existen siempre variaciones de abundancia más o menos importantes en el transcurso de un año o de un año al otro (Dajoz, 2001)

11.1 Análisis entre especies de distintos sitios.

Las especies analizadas son *Pinus oaxacana* ó *P. pseudostrobus var apulcencis*, *P. patula var longipedunculata* y *P. oocarpa*. En la asociación entre la **M1-M8** *P. oaxacana* ó *P. pseudostrobus var apulcencis* no se encuentra ninguna relación significativa. Para la asociación **M2-M5** *P. patula var longipedunculata* como individuo plagado en su crecimiento total muestra una variabilidad de 0.14 y en su crecimiento de primavera es de 0.13, la relación es mínima entre ambos individuos. Para la asociación entre **M4-M6** *P. oocarpa*, no hay relación significativa entre estos individuos y no plagados.

11.2 Análisis asociación tot, lw y ew vs pp y T

Se realizó una comparación entre el ancho del anillo total, lw y ew en relación a la precipitación (lluvia total acumulada) y temperatura (lluvia total promedio), la variación no es significativa es débil entre las variables.

11.3 Análisis asociación vs pp/T

En la segunda asociación entre NPlw vs PP/T se determinó un 0.11 de variabilidad, indica que el crecimiento de verano se encuentra ligeramente relacionado con ambas variables.

En los bosques de las regiones templadas las temperaturas máximas de verano descienden y las temperaturas mínimas del invierno suben, lo cual es una clave entre el desarrollo de los pinos y el ataque de los insectos; en verano su crecimiento depende mucho de la cantidad de agua y luz que penetra en la copa, lo que demuestra que si es una limitante en el desarrollo de los árboles vivos.

11.4 Análisis entre individuos

Para este análisis de correlación, se tomo como referencia los resultados de un estudio dendroecologico del crecimiento de los árboles, el clima y los brotes de los escarabajos en Central British Columbia, Canadá. El coeficiente de correlación de las variables de clima entre Fort St. James and Prince George, sobre el periodo A.D. 1943±1992, esta evaluado de 0.60 para la precipitación total mensual y 0.92 para la temperatura media mensual con un nivel de significancia del $p < 0.001$.

La relación ancho total vs PP, corresponde a *P. oaxacana* ó *P. pseudostrobus var. apulcensis* como individuo no plagado con un 0.18 y como plagado 0.11 con respecto a la estación Cuajimoloyas. Lo cual determina que la variabilidad obtenida de esta relación comparada con los datos del estudio es débil.

Cuadro 12. Ancho TOTAL vs Temperatura

MUESTRA	IDENTIDAD	CUAJIMOLOYAS	IXTLAN
1	P	0.15	
2	P	0.11	
3	P	0.21	
4	NP	0.41	
	NP		0.17
5	NP	0.21	0.10
	P	0.13	
6	NP	0.13	
8	NP	0.19	
10	NP	0.14	

El cuadro 12 muestra la relación entre la temperatura y el ancho total, se presenta de forma descendente $M4 \leq M5 \leq M3 \leq M8 \leq M1 \leq M10 \leq M5 \leq M6 \leq M2$. La especie mas

relacionada con respecto a los datos del estudio es *P. oocarpa* como individuo no plagado en ambas estaciones.

Cuadro 13. Ancho LW vs Precipitación

MUESTRA	IDENTIDAD	CUAJIMOLOYAS	IXTLAN
5	NP	0.13	
7	P	0.13	

El cuadro 13 muestra la relación entre la precipitación y el crecimiento de verano, es igual para la M7 y M5, *P. henerae* ó *P. teocote* como individuo no plagado y *P. patula var longipedunculata* como individuo plagado respectivamente. Pero en comparación con los datos del estudio su relación ambiental es muy débil.

Cuadro 14. Ancho LW vs Temperatura

MUESTRA	IDENTIDAD	CUAJIMOLOYAS	IXTLAN
1	P	0.14	
	NP		0.15
4	NP	0.12	
5	NP	0.13	
7	P	0.10	
8	P	0.11	
10	NP	0.16	
	NP		0.15
11	P	0.11	

El cuadro 14 muestra la relación entre la temperatura y el crecimiento de verano, se presenta de forma descendente $M_{10} \leq M_1 \leq M_5 \leq M_4 \leq M_8 \leq M_{11} \leq M_7$. *P. hartewii* como individuo no plagado y plagado muestra una mínima variabilidad con este parámetro.

Cuadro 15. Ancho EW vs Precipitación

MUESTRA	IDENTIDAD	CUAJIMOLOYAS	IXTLAN
1	P		0.12
6	NP	0.12	
8	NP	0.17	

El cuadro 15 muestra la relación entre la precipitación y el crecimiento de primavera, se presenta de forma descendente $M8 \leq M6 = M1$. La especie ligeramente relacionada con este parámetro es *P. oaxacana* ó *P. pseudostrobus var apulcencis* como individuo no plagado.

Cuadro 16. Ancho EW vs Temperatura

MUESTRA	IDENTIDAD	CUAJIMOLOYAS	IXTLAN
4	NP		0.21
5	NP	0.10	
	P	0.10	
8	NP	0.11	

El cuadro 16 muestra la relación entre la temperatura y el crecimiento de primavera, se presenta de forma descendente $M4 \leq M8 \leq M5$. La especie mas relacionada con este parámetro es *P. oocarpa* como individuo no plagado.

11.4.1 Asociación especies contra PP y Tº

P. oaxacana ó *P. pseudostrobus var apulcencis* en su crecimiento total y de primavera es sensible a la precipitación registrada en la estación Cuajimoloyas como individuo no plagado y plagado solo en su ancho total.

P. oocarpa en su crecimiento total aparece asociado a la temperatura registrada en ambas estaciones como individuo no plagado, y en su crecimiento de primavera se encuentra asociada como no plagado a la estación Ixtlan; esta especie soporta cambios bruscos de temperatura, pero este factor también lo hace susceptible a la infestación por escarabajos.

P. herrerae ó *P. teocote* como individuo no plagado y *P. patula var longipedunculata* como individuo plagado, están asociadas con la precipitación y el crecimiento de verano depende de este proceso.

P. hartewii en su crecimiento de verano como individuo no plagado, es sensible a los cambios en la temperatura registrada por ambas estaciones; por su exposición a los vientos y a la radiación solar directa, depende fundamentalmente de las condiciones climáticas y los patrones de periodicidad en la zona en que habita. Ya que el drenaje ocurre muy rápido por su ubicación altitudinal y pendiente pronunciada (Cruz, 2007)

X. CONCLUSIONES

- ✓ La finalidad de este estudio tiene un claro interés regional, como objetivo principal era fundamentar el daño que ha provocado la infestación del *Dendroctonus* durante más de 5 años en el bosque de Yavesía.
- ✓ Las cronologías de los anillos pueden proveer de información suficiente sobre la relación de las variaciones climáticas y el crecimiento de los árboles con respecto a la influencia de los brotes del *Dendroctonus adjunctus*.
- ✓ La edad de los individuos muestreados oscila entre 108 y 53 años para *P. hartewii* reportado en este estudio como el más longevo; 90 años para *P. douglasiana* y *P. oaxacana* ó *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*; 81 años *P. herreraei*; 80 y 61 años SD; 48 años *P. oocarpa* y 46 años *P. oaxacana* ó *P. pseudostrobus* var. *apulcensis* como el individuo más joven.
- ✓ De los análisis estadísticos obtenidos durante el desarrollo de este estudio, nos muestran que son varios factores involucrados en una posible explicación de la dispersión de *D. adjunctus*: el primero es la edad, se reporta que los individuos menores a 35 años son considerados árboles jóvenes, pero aquellos que rebasen esta edad son adultos o viejos; la zona de estudio se describe como un bosque primario con individuos adultos y es susceptible para que el insecto explore la zona, debido a que este vuela y puede escoger cualquier árbol sin preferir algún tipo de sabor, este proceso está en función del sentido del olfato que percibe los compuestos aromáticos contenidos en la resina y los nutrientes contenidos en la madera, característica básica para que la progenie se desarrolle con éxito.
- ✓ En la extracción de las muestras de sitios infestados y con saneamiento, se observó que la madera de los individuos plagados se encontraba seca, las muestras fueron difíciles de tratar a diferencia de las muestras de los no plagados; algunas zonas del núcleo obtenido, tenía resina incrustada en el tejido, lo cual confirma que el descortezador y el hongo sí afectan la conducción de agua, esto se nota en la medición donde algunas bandas de crecimiento presentan una lignificación y se pierde crecimiento.

- ✓ Aunque en el estado de Oaxaca se tienen registros de infestación desde 1990 para la comunidad de Ixtlán, con métodos dendroecológicos se puede relacionar los sitios cercanos y desarrollar un patrón que nos permita diagnosticar y aprovechar los periodos clave para el manejo del *Dendroctonus*.
- ✓ La madera muerta es considerada una reserva de carbono y un sitio para la fijación de nitrógeno y acumulación de materia orgánica, actúa como un liberador de nutrientes a largo plazo, sin embargo continúa siendo materia de debate si la cosecha intensiva de madera puede desabastecer de ciertos nutrientes a los bosques (Delgado & Pedraza, 2002).
- ✓ La madera muerta es útil para el ecosistema forestal, muchas especies entre ellos el pájaro carpintero imperial (*Campephilus imperialis*), se extinguió durante el siglo pasado por la eliminación de los árboles muertos en pie lo suficientemente grandes como permitir la construcción de sus nidos. (Delgado & Pedraza, 2002)
- ✓ Los troncos derribados y tocones, pueden actuar como verdaderas esponjas al absorber el agua de lluvia de los bosques, la incorporación de agua por la madera depende de la especie de árbol, su localización y estado de descomposición en que se encuentre.
- ✓ La cantidad de agua que se absorbe y protege de la evaporación en el suelo debajo de los troncos, puede permitir la existencia de numerosas especies animales y el establecimiento de varias plantas, aún en las épocas de sequía. La presencia de grandes troncos puede ayudar a evitar la erosión y a detener o disminuir los flujos de agua en las laderas de fuertes pendiente. (Delgado & Pedraza, 2002)
- ✓ La importancia que manifiesta la madera muerta dentro del sistema forestal ha sido muy discutida, comunidades como Santa María Yavesía realizan un aprovechamiento sustentable de los servicios ambientales que les brindan el bosque, pero un argumento muy recurrente para referirse al estado de pobreza de ciertas zonas del país es la falta de recursos lo que los obliga a la práctica de tala inmoderada e ilegal; los intereses económicos representan la situación más importante en la zona, por que quienes defienden y conocen los bosques, son finalmente los salvaguardados estos recursos.

XI. REFERENCIAS

- Aguilar, A. R. (2007). *Estructura del bosque templado en la comunidad de Santa María Yavesía. En la Sierra Juaréz. Oaxaca*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Anathakrishnan, T (2001) *Insects and Plant Defemce Dynamics*. Science Publishers. USA: 450
- Benítez, E. E. (2006). *Estructura, Composición y Diversidad Beta en un Gradiente Altitudinal de los Bosques de la Comunidad de Santa María Yavesía, Oaxaca. Tesis de licenciatura*. México, D.F.: Facultad de Ciencias. UNAM.
- Billings, R., Clarke, S., Espino, M. V., Cordón, C. P., & B. Meléndez Figueroa, J. C. (2004). Obtenido de Gorgojo descortezador e incendios: una combinación devastadora para los pinares de América Centra. FAO.
- Ceballos, R. J. (2000). Los árboles seres vivos para la ciencia.
- Cibrián, C. T., Méndez, M. J., Campos, B. R., Yates III, H. O., & Flores, L. J. (1995). *Insectos forestales de México*. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Cibrian, D. T. (de 2007). *Dendroctonus adjunctus en Yavesía*. (Entrevista 17 de mayo Bonilla, A. Laura)
- Cibrián, D. (1987). *Estudios sobre la biología y disposición espacial del descortezador de pinos Dendroctonus adjunctus Blandf. (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE)*. Tesis de Maestría. México: Colegio de Postgraduados. Chapingo.
- Ciesla, W. M. (1989). Aerial Photos for Assessment of Forest Decline - A Multinational overview. *Journal of Forestry. Society of American Foresters* , Vol. 87, No. 2:37-41
- Copenheaver, C. A. (2003). Dendroecology in young stands: case estudios from Jack pine in northern lower Michigan. *Forest Resources laboratory. Elsevier Science* , 247-257.
- Coulson, R., Witter, J. A., & Jimenez, J. (1990). *Entomología forestal. Ecología y control*. Limusa. México. pp 540
- Criterio Tres Mantenimiento de la sanidad y vitalidad de los ecosistemas forestales*. (2003). México.

Cruz, A. R. (2007). *Dendrocronología y PIXE para la Evaluación del Crecimiento de pino influenciado por el Cambio del Régimen Climático y la Contaminación Atmosférica del Izta-Popo*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. México

Dajoz, R. (2001). *Entomología Forestal: los insectos y el bosque*. Ediciones Mundi Prensa. México pp 548

Dawson-Saunders, B., & Trapp, R. (1993). Estimación y comparación de medias. En *Bioestadística Médica* (págs. 115-141). México: Manual Moderno: 284.

Delgado, L., & Pedraza, R. (2002). *La madera muerta de los ecosistemas forestales*. Foresta Veracruzana. Universidad Veracruzana. Xalapa. México. Vol 4 No:259-266.

Delgado-Argote, L. (1988). Geología preliminar de la secuencia volcano sedimentaria y serpentinitas asociadas del Jurásico (?) del área de Cuicatlán-Concepción Pápalo, Oaxaca. *Revista del Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México* , 7:127-135.

Fritts, C. (1976). *Tree rings and Climate*. San Diego: Academy Press. New York .

Flores, G. (2005). Los servicios ambientales. El verdadero carácter de las propuestas de conservación de la biodiversidad . *CIESAS GOLFO*: 99

Génova, M. (2003). *LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO COMO INDICADORES*. *Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal* , 1-4.

Harold, J., & Hocker, W. (1979). *Introducción a la biología forestal*. AGT Editor. México

INEGI. (1999). *Carta topográfica. Tlalixtac de Cabrera. E14-D48*. Escala 1:50,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

Instituto Nacional de Estadística, G. E. (1994). *Consejo Nacional de Población y Vivienda, La Población de los Municipios de México 1950 - 1990*. México: Ed. UNO Servicios Gráficos.

Klein, R. M., & Perkins, T. D. (1987). *Cascades of Causes and Effects of forest Decline*. *AMBIO*. Vol. 16 No. 2:10-17

Llanderal, T. O. (1995). *Sistema de clasificación de susceptibilidad para Dendroctonus frontalis Zimm en el estado de México*. Tesis de maestría. Division de ciencias forestales. Universidad Autonoma Chapingo. Edo. México.

Municipal, I. N. (2005). *Oaxaca*. Enciclopedia de los municipios de México

NOM-019-RECNAT-1999 (2000) Norma Oficial Mexicana que establece los lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores de las coníferas. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial* , Pp. 1-14.

Ortega, L. P. (2003). Las comunidades indígenas forestales de la Sierra de Juárez. Estudio de caso sobre innovación participativa. Pp. 1-38.

Paine, T., Raffa, K. F., & Harrington, T. (1997). *Interactions among scolytid bark beetles, their associated fungi, and live host conifers*. Entomology Elsevier science. Vol. 42: 179-206.

Perry, J. J. (1991). *The Pines of Mexico and Central America*. Portland, Oregon: Timber Press.

Rodríguez de la Torre, M. (1985). *Manejo y control de plagas de insectos*. Editorial Limusa. Vol. III. México

Rodríguez, E. (1997). La dendrocronología y el carbono 14 en la datación de bienes culturales. *Laboratorio de dendrodatación Centro de Investigación forestal INIA. Boletín de información forestal 188.AITIM*. pp. 52-57

SEMARNAT. (2005). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales*.

Skelly, J., & Innes, J. (1994). *Waldsterben in the forests of Central Europe and eastern North America: Fantasy or reality? Plant Disease*. Forestry. Sustainable Forest Management Research. The University of British Columbia Vol.78: 1021-1032.

SMN. (12 de 08 de 2000). *Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1971-2000*. Oaxaca

SPP. (1984). *Carta Geológica. Oaxaca. E14-9. Escala 1:250,000*. Secretaría de Programación y Presupuesto. INEGI. México

<http://www.dendrocronologia.cl/cronosecuencias.html>

http://www.eppo.org/ABOUT_EPPO/about_eppo.htm

<http://www.ingenierosdemontes.org>

<http://www.fao.org>

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/oaxaca/municipios/20443a.htm>

<http://www.conafor.com>

<http://smn.cna.gob.mx/productos/normales/estacion/oax/NORMAL20023.TXT>