



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO DE FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**“FLUCTUACIÓN DE *Dendroctonus adjunctus* BLANDFORD
Y SUS DEPREDADORES ATRAÍDOS POR FRONTALINA +
ALFA-PINENO, EN LOS PESCADOS, VERACRUZ Y EN
ZOQUIAPAN, ESTADO DE MÉXICO”**

ALEJANDRO RODRÍGUEZ ORTEGA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2009

La presente tesis titulada: **Fluctuación de *Dendroctonus adjunctus* Blandford y sus depredadores atraídos por frontalina + alfa-pineno, en Los Pescados, Veracruz y en Zoquiapan, Estado de México**, realizada por el alumno **Alejandro Rodríguez Ortega**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: _____
DR. ARMANDO EQUIHUA MARTÍNEZ

ASESOR: _____
DR. JUAN CIBRIÁN TOVAR

ASESOR: _____
DRA. EDITH G. ESTRADA VENEGAS

ASESOR: _____
DR. JAIME VILLA CASTILLO

ASESOR: _____
DR. JOSÉ TULIO MÉNDEZ MONTIEL

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO, DE MÉXICO, AGOSTO 2009.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente al **Gran Creador de la Vida**, cualquiera que sea la idea humana de él, por haber creado el gran misterio de la inteligibilidad del universo, lo cual nos permite por amor indagar a la Naturaleza.

A los millones de mexicanos (as) que pagan impuestos, quienes, a través del **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** y el **Colegio de Postgraduados**, han financiado parte de mi formación.

A las personas integrantes de mi **Consejo Particular** por el esfuerzo, la dedicación, el tiempo y el apoyo que me han brindado, pero sobre todo por la infinita paciencia para conmigo y mis problemas.

Y a todas las personas, llámense **profesores, compañeros, amigos, y familia**, quienes de alguna manera me han acompañado durante mi preparación, aún en la distancia.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis y todo mi esfuerzo, a la memoria de mi Señor Padre Agustín Rodríguez Domínguez †, por heredarme valores, por su amor, por su protección, por su confianza, por su apoyo, por mostrarme la gran fortaleza y el valor que todo Padre tiene ante sus hijos cuando se acerca el final del camino y sobre todo por enseñarme a ser un hombre de bien.

Padre... por siempre estarás en mi corazón...

CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	ix
RESUMEN GENERAL.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
2 OBJETIVO GENERAL.....	2
3 HIPÓTESIS GENERAL.....	2

CAPÍTULO 1

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Importancia del descortezador <i>Dendroctonus adjunctus</i> (Blandford).....	3
1.2 Feromonas.....	5
1.2.1 Clasificación de feromonas.....	5
1.2.2 Aislamiento y uso de feromonas.....	5
1.2.3 Síntesis de feromonas.....	6
1.2.4 Contenedores para feromonas.....	7
1.3 Uso de feromonas en el género <i>Dendroctonus</i>	7
1.3.1 Uso de feromonas en el manejo de <i>Dendroctonus ponderosae</i> Hopkins.....	7
1.3.2 Uso de feromonas en el manejo de <i>Dendroctonus frontalis</i> Zimmermann..	9
1.3.3 Uso de feromonas en el manejo de <i>Dendroctonus mexicanus</i> Wood y <i>Dendroctonus adjunctus</i> Blandford.....	10
1.4 Relación descortezador y hospedero.....	10
1.5 Resistencia y mecanismo de defensa del hospedero.....	12
1.6 LITERATURA CITADA	15

CAPITULO II

FLUCTUACIÓN DE *Dendroctonus adjunctus* BLANDFORD Y SUS DEPREDADORES ATRAÍDOS POR FRONTALINA + ALFA-PINENO, EN LOS PESCADOS, VERACRUZ, MÉXICO

RESUMEN.....	19
ABSTRACT.....	20
2.1 INTRODUCCIÓN.....	21
2.2 OBJETIVO.....	22
2.3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
2.5 CONCLUSIONES.....	32
2.6 LITERATURA CITADA.....	33

CAPITULO III

FLUCTUACIÓN DE *Dendroctonus adjunctus* BLANDFORD Y SUS DEPREDADORES ATRAÍDOS POR FRONTALINA + ALFA-PINENO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE ZOQUIAPAN, EDO. DE MÉXICO

RESUMEN.....	37
ABSTRACT.....	38
3.1 INTRODUCCION.....	39
3.2 OBJETIVO.....	40
3.3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
3.5 CONCLUSIONES.....	50
3.6 LITERATURA CITADA.....	51

CAPITULO IV
INSECTOS ASOCIADOS A *Dendroctonus adjunctus* BLANDFORD,
ATRAÍDOS POR FRONTALINA + ALFA-PINENO, EN LOS PESCADOS,
VERACRUZ Y EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE ZOQUIAPAN,
EDO. DE MÉXICO

RESUMEN.....	55
ABSTRACT.....	56
4.1 INTRODUCCION.....	57
4.2 OBJETIVO.....	60
4.3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	61
4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	63
4.5 CONCLUSIONES.....	73
4.6 LITERATURA CITADA.....	74
V. RECOMENDACIONES.....	76
VI. AGRADECIMIENTOS.....	76
VII. ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar de <i>D. adjunctus</i> , daño y tipo de galerías en forma de “S” que ocasionan los estados inmaduros y adultos, en árboles de pino.	3
Figura 2. Ubicación geográfica de <i>D. adjunctus</i> en las zonas forestales de México	4
Figura 3. Feromonas utilizadas para la atracción de algunos descortezadores del género <i>Dendroctonus</i> e <i>Ips</i>	8
Figura 4. Esquema general de la secuencia de selección y ataque masivo por escarabajos descortezadores. Se identifican los semioquímicos y otros factores que influyen sobre ellos ...	11
Figura 5. Esquema simplificado mostrando las defensas que las coníferas presentan contra los insectos descortezadores y sus hongos asociados	13
Figura 6. Ubicación del sitio Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz	23
Figura 7. Colocación de trampas tipo Lindgren cebadas con frontalina en Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz.....	24
Figura 8. Patrón de dispersión estacional de <i>Dendroctonus adjunctus</i> en bosque de <i>Pinus hartwegii</i> del ejido forestal de Los Pescados, Ver.	27
Figura 9. Depredador <i>Enoclerus arachnodes</i> de la familia Cleridae,	29
Figura 10. Depredador del género <i>Temnochila</i> spp. de la familia Trogositidae	29
Figura 11. Patrón de dispersión estacional de los depredadores <i>Enoclerus arachnodes</i> , <i>Cymatodera</i> spp., y <i>Temnochila virescens</i> en Los Pescados, Ver	30
Figura 12. Coeficiente de correlación mensual entre el descortezador <i>D. adjunctus</i> y el depredador <i>E. arachnodes</i> en Los Pescados, Ver.	31

Figura 13. Coeficiente de correlación mensual entre el descortezador <i>D. adjunctus</i> y el depredador <i>Cymatodera</i> spp. en Los Pescados, Ver	31
Figura 14. Ubicación del la Estación Experimental Forestal de Zoquiapan, Estado de México.....	41
Figura 15. Colocación de trampas tipo Lindgren cebadas con frontalina en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México.....	42
Figura 16. Patrón de dispersión estacional de <i>Dendroctonus adjunctus</i> en bosque de <i>Pinus hartwegii</i> de La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México	46
Figura 17. Patrón de dispersión estacional de los depredadores <i>Enoclerus arachnodes</i> y <i>Cymatodera</i> spp., en bosque de <i>Pinus hartwegii</i> de La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México	47
Figura 18. Depredador del género <i>Cymatodera</i> spp., de la familia Cleridae,.....	48
Figura 19. Coeficiente de correlación mensual entre el descortezador <i>D. adjunctus</i> y el depredador <i>E. arachnodes</i> en La Estación Experimental de Zoquiapan.....	49
Figura 20. Coeficiente de correlación mensual entre el descortezador <i>D. adjunctus</i> y el depredador <i>Cymatodera</i> spp., en La Estación Experimental de Zoquiapan	49
Figura 21. Ubicación de los sitios: Los Pescados, Veracruz y Zoquiapan, Estado de México	61
Figura 22. Colocación de trampas tipo Lindgren en los trabajos de monitoreo, en Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz y en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México.....	62
Figura 23. Escolítidos asociados a <i>D. adjunctus</i>	67

Figura 24. *Euplatypus* spp., *Cossonus* spp., *Elacatis* spp. y *Lasconotus* spp. asociados a *D. adjunctus* 68

Figura 25. Familias capturadas en las trampas cebadas con frontalina + alfapineno: Silphidae, Staphylinidae, Cerambycidae, Elateridae, Scarabaeidae y Rhysodiidae 72

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Sustancias químicas utilizadas como atrayentes para capturar en el sistema de trampeo a especies de *Dendroctonus* y especies de *Ips* 25

Cuadro 2. Relación de insectos asociados al descortezador *D. adjunctus*, atrapados en las trampas cebadas con frontalina en Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz y en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México..... 64

**FLUCTUACIÓN DE *Dendroctonus adjunctus* BLANDFORD Y SUS DEPRADADORES
ATRAÍDOS POR FRONTALINA + ALFA-PINENO, EN LOS PESCADOS, VERACRUZ
Y EN ZOQUIAPAN, ESTADO DE MÉXICO**

Alejandro Rodríguez Ortega

Colegio de Postgraduados, 2009

Se realizó un monitoreo para conocer la fluctuación poblacional de *Dendroctonus adjunctus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) y sus depredadores atraídos por la feromona frontalina, en la región forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz y en la Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México. En ambos sitios se colocaron 20 trampas Lindgren de 15 unidades, de las cuales 19 trampas fueron cebadas con frontalina y una como testigo sin feromona, distribuidas a 100 metros de separación entre ellas. El monitoreo se realizó de mayo 2004 al mes de abril del 2005 para Los Pescados y de junio del 2005 a mayo del 2006 para Zoquiapan. Cada 15 días se recolectaban los insectos de las trampas, la frontalina se cambiaba cada mes y se colocaba un trozo de insecticida en el vaso colector (collar antipulgas) para matar los insectos. En Los Pescados, los meses con mayor abundancia del descortezador fueron marzo, abril, mayo y junio, siendo abril de 2005 el que representó la mayor captura con 3230 insectos. En contraste, octubre y diciembre de 2004 presentaron el menor registro con 359 y 371 insectos, respectivamente. Los principales enemigos naturales identificados fueron 304 *Enoclerus arachnoides*, 123 *Cymatodera* spp. (Cleridae), y 3 *Temnochila virescens* (Trogossitidae). Para Zoquiapan los meses con mayor abundancia de *D. adjunctus* fueron septiembre de 2005, marzo y abril de 2006 con 124, 81 y 77 insectos respectivamente, sin embargo, julio de 2005 presentó el menor registro con solo un ejemplar. Los principales enemigos naturales identificados fueron 6 *E. arachnoides* y 15 *Cymatodera* spp. Este experimento prueba que la frontalina + alfa pineno atrae al descortezador y sus principales depredadores, y que además el esquema de monitoreo fue sensible a cambios estacionales en el periodo estudiado. Con el cambio de signo del coeficiente de correlación a lo largo del periodo anual estudiado se puede inferir que los depredadores presentan conducta cambiante con relación a *D. adjunctus*.

Palabras clave: *Dendroctonus*, *Enoclerus arachnoides*, *Cymatodera*, *Temnochila virescens*, frontalina, trampa Lindgren.

**FLUCTUATION OF *Dendroctonus adjunctus* BLANDFORD AND ITS PREDATORS
ATTRACTED BY FRONTALINE + ALPHA - PINENO, IN LOS PESCADOS
VERACRUZ AND ZOQUIAPAN ESTADO DE MEXICO**

**Alejandro Rodríguez Ortega
Colegio de Postgraduados, 2009**

ABSTRACT

A year round monitoring experiment was established in the forest region of Los Pescados, Veracruz, and Zoquiapan Estado de Mexico to determine the population fluctuation of *Dendroctonus adjunctus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) and its predators both attracted by the pheromone frontalin+alpha-pinene. Twenty traps were deployed 100 meters apart each other in the experimental site. Nineteen traps were lured with the pheromone and one was used as a control with no pheromone. The monitoring experiment was done from May year 2004 to May 2006. Collection of trapped insects was done every two weeks and the pheromone bait was replaced monthly as well a pice of vapona to kill the trapped insects. For Los Pescados the results indicated that the greatest abundance of insects was in the spring-summer period of which April had the greatest number of catches with 3230 individuals. In contrast, the fall-winter period had the lowest record of catches with October counting only 359 individuals. *Enoclerus arachnodes* (n=304), *Cymatodera* spp. (n=123) y *Temnochila virescens* (n=3) were the predators found. And for Zoquiapan the results indicated that the months with bigger abundance of the insect *D. adjunctus* was September (n= 124), March (n= 81) and April (n= 77). In comparison, July 2005 obtained the minor record with solo an issue. *Enoclerus arachnodes* (n=6) and *Cymatodera* spp. (n=15) were the predators found. This experiment demonstrates that frontalin+alpha-pinene elcitate attraction to *D. adjunctus* and its predators. I also shows that the monitoring scheme is sensitive to season fluctuations in the studied period. The different sign of the coeficient of correlation along the year period studied shows that predators may have switching behaviour in relation to *D. adjunctus*.

Key words: *Dendroctonus*, *Enoclerus arachnoides*, *Cymatodera*, *Temnochila virescens*, frontalina, trap Lindgren.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El género *Pinus* está representado por cerca de 100 especies, todas ellas excepto una, están confinadas al hemisferio Norte, cerca de la mitad de éstas ocurren en los bosques naturales de México. Los pinos cubren grandes extensiones de la República Mexicana en diferentes medios ecológicos desde los 500 hasta los 4000 msnm.; únicamente en los estados tropicales de Tabasco, Campeche y Yucatán no se encuentran en forma natural (Fabela, 1998).

Los insectos del género *Dendroctonus* son insectos descortezadores cuyos hospederos son principalmente varias especies de pino y son los principales factores de mortalidad durante el desarrollo y establecimiento de bosques y plantaciones de estas especies en México (Turchin *et al.*, 1991). También se le ha encontrado a este género atacando los pinos de Georgia, Turquía del noreste, Francia central, el Reino Unido, Siberia, Japón, Suiza, Rumania, Yugoslavia, Noruega, Alaska, Canadá y Estados Unidos.

Safranyik and Hall (1990); Hayes and Strom (1994) mencionan que en la actualidad se han desarrollado nuevos e innovadores planes de manejo de descortezadores con el uso de atrayentes sexuales sintéticos, para manipular y monitorear poblaciones de descortezadores. El uso de cebos y trampas con feromonas ha permitido contener pequeños brotes de infestaciones y de esta manera evitar el esparcimiento a rodales susceptibles, manteniendo las poblaciones de descortezadores en niveles bajos.

Las feromonas son sustancias químicas secretadas por un individuo hacia el ambiente, las cuales influyen en el comportamiento de otro individuo de la misma especie. Estas intervienen en muchas funciones conductuales como comportamiento sexual, oviposición, alarma y defensa, formación de agregaciones, marcar el camino y otro tipo de comunicación entre insectos sociales (Coulson and Witter, 1990 y Billings, *et al.*, 1995).

2. OBJETIVO GENERAL

Con base a lo anterior expuesto se planteo como objetivo de este estudio, el conocer la fluctuación poblacional de *Dendroctonus adjunctus* y sus depredadores, capturados en trampas Lindgren cebadas con frontalina, en bosques de coníferas de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz y en la Estación Experimental de Zoquiapan, Edo., de México; así como, la correlación que existe entre el descortezador y sus depredadores, capturados durante un año de muestreo.

3. HIPÓTESIS GENERAL

Se formula la hipótesis en la que se piensa que, el número de insectos atrapados por las trampas es completamente aleatorio y que la respuesta hacia la feromona está en función de los meses del año.

CAPITULO 1

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Importancia del descortezador *Dendroctonus adjunctus* (Blandford)

Dendroctonus adjunctus es una de las especies sobre las que menos se ha realizado investigación en Norteamérica (Negrón, 1997) (figura 1). Se localiza desde el suroeste de los Estados Unidos hasta Guatemala y se le considera un descortezador de lugares altos de 3100 a 3500 m. También se puede encontrar desde 1600 a 3929 metros sobre el nivel del mar y sus principales hospederos son *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. rudis*, *P. ponderosa*, *P. chihuahuana*, *P. pseudostrobus*, *P. arizonica*, *P. ayacahuite*, *P. duranguensis*, *P. michoacana* y *P. lawsoni* (Piña y Muñiz, 1981; Salinas *et al.* 2004; Sánchez *et al.* 2007).

En México durante la década de 1955-65, se desarrolló una fuerte invasión de este descortezador causando grandes daños a varias especies de pinos (Verduzco, 1976; Rodríguez, 1990). Ha sido monitoreado en el Estado de México (Islas, 1980); en el nevado de Colima (Villa, 1992), en la Sierra de Arteaga, Coahuila (Torres *et al.* 2004) y en la Sierra La Raspadura de Namiquipa en Chihuahua (figura 2) (Sánchez, *et al.* 2007). También en Arizona y Utah *D. adjunctus* es reportado atacando árboles estresados de *Pinus ponderosa* (Negrón, 2000).

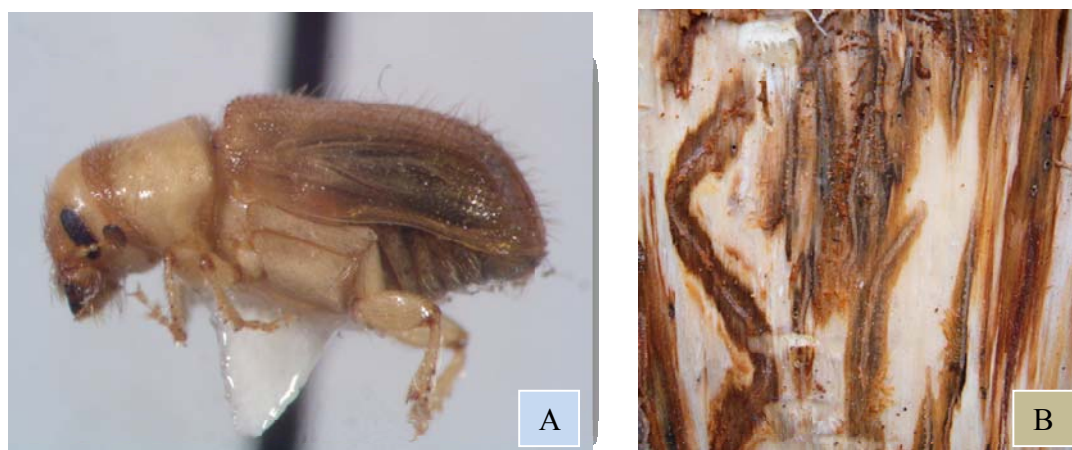


Figura 1. Ejemplar (A) de *D. adjunctus*, daño y tipo de galerías (B) en forma de “S” que ocasionan los estados inmaduros y adultos, en árboles de pino.

Este descortezador presenta una longitud del cuerpo que oscila de 2.9 a 6.6 mm, presenta un color de cuerpo de negro a café oscuro (figura 1). Los élitros presentan sus lados rectos y subparalelos en los dos tercios basales y son relativamente redondeados en la parte posterior (figura 1). El declive es moderadamente convexo y con el interespacio dos débilmente marcado. Las setas de dicho declive salen de gránulos bien definidos y son grandes y escasas, carácter que permite su investigación a nivel de especie. El huevecillo es de forma oblonga y de color aperlado brillante con 1 mm de longitud. La larva es curculioniforme con cabeza bien desarrollada, de color blanco cremoso y mandíbulas fuertemente esclerosadas. La pupa es exarata de color oscuro con un promedio de 5.1 mm de longitud (Cibrián *et al.* 1995).

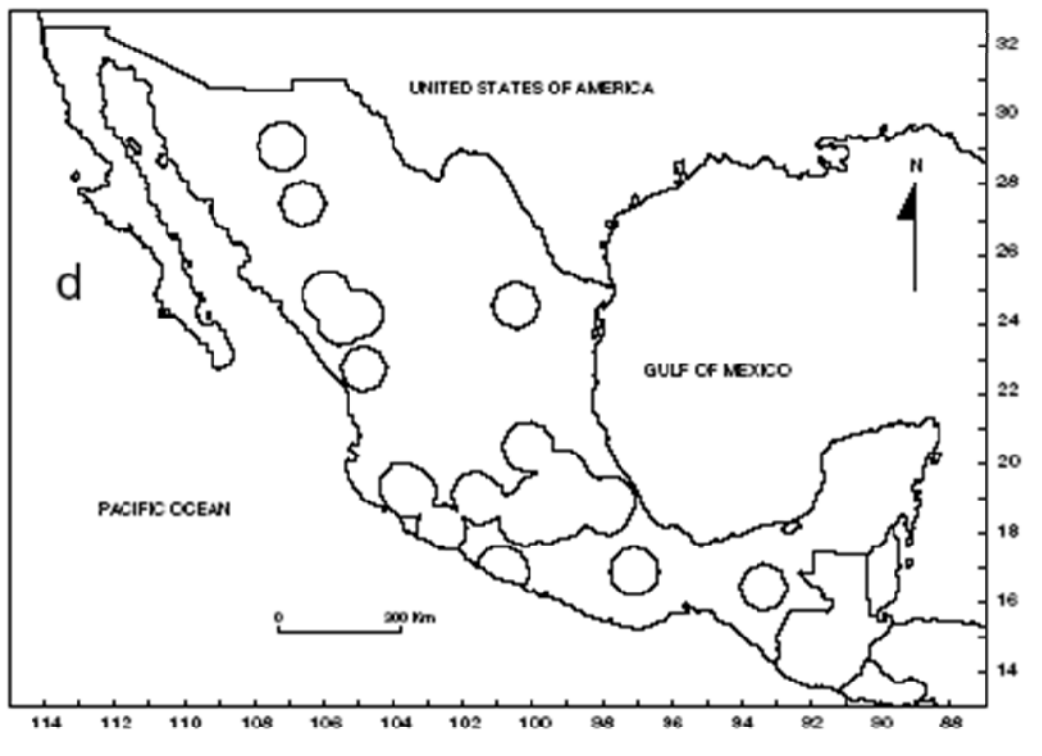


Figura 2. Ubicación geográfica de *D. adjunctus* en las zonas forestales de México (Tomado de Salinas, *et al.* 2004).

1.2 Feromonas

Las feromonas de insectos son químicos que ocurren en la naturaleza y son usados por los insectos para encontrar al sexo opuesto. Las feromonas sintéticas o hechas por el hombre son utilizadas para romper el apareamiento al crear confusión en la búsqueda de los insectos del sexo opuesto, o son utilizados para atraer insectos a unas trampas. También se usan para detectar o monitorear las poblaciones de insectos o en algunos casos controlarlos (Jones y Lewis, 1981, Strom *et al.* 2001). Son sustancias químicas secretadas por un individuo hacia el ambiente, las cuales influyen en el comportamiento de otro individuo de la misma especie. Estas intervienen en muchas funciones conductuales como comportamiento sexual, oviposición, alarma y defensa, formación de agregaciones, marcar el camino y otro tipo de comunicación entre insectos sociales (Coulson y Witter, 1990 y Billings, *et al.* 1995).

1.2.1 Clasificación de feromonas

Las feromonas se clasifican teniendo en cuenta la acción intermediada, es así como uno se puede referir a feromonas de alarma, de agregación, de seguimiento, de determinación de castas o sexual (figura 3). Las feromonas de alarma son usadas por los insectos para defensas y protección y son comunes en hormigas, abejas y áfidos. Las feromonas de agregación las utilizan para llamar a otros miembros a un sitio apropiado para alimentación o para albergue. La feromona de seguimiento es aquella en donde miembros de la misma especie dejan un rastro químico detectable por los otros miembros de su especie para que puedan localizar los sitios de alimentación, es muy frecuente en insectos sociales, especialmente hormigas y termitas. Las feromonas de determinación de castas permiten en insectos sociales, a la reina de la colmena, decidir cual será el destino de su progenie. Las feromonas sexuales sirven para atraer el sexo opuesto y juegan un papel importante en la copula de los insectos, estas son de particular interés en el estudio de insectos plagas bajo esquemas de manejo integrado de plagas (MIP), (Jones y Lewis, 1981).

1.2.2 Aislamiento y uso de feromonas

El primer aislamiento e identificación de la feromona de un insecto se hizo con la polilla del gusano de la seda, *Bombyx mori* en 1959 por científicos alemanes. Desde entonces, miles de

feromonas de insectos han sido identificadas mediante equipos crecientemente sofisticados. Actualmente se tiene una visión mucho más clara de las posibilidades y limitaciones asociadas con feromonas de insectos en programas de Manejo Integrado de Plagas. Los dos usos principales de las feromonas de insectos son para detección y monitoreo de poblaciones y para alteración del apareamiento. Estos usos sacan ventaja de las feromonas sexuales de las cuales depende una gran mayoría de los insectos plagas como intermediarias para la reproducción (Matthews y Matthews, 1978).

Las feromonas son de gran utilidad en programas de manejo integrado de plagas. La principal función de las feromonas sexuales de insectos, es atraer insectos a trampas para su detección y determinación de su distribución espacial y temporal.

1.2.3 Síntesis de feromonas

Los estudios sobre muchas especies de insectos han demostrado que estos químicos no solo provienen del abdomen sino también de la cabeza y tórax y son almacenados en glándulas exocrinas. La recepción de estos químicos en insectos se produce en células llamadas sénsilas, las cuales las rodean estructuras características como pelos, cerdas, placas, hendiduras, presentes en la epidermis del insecto (Matthews y Matthews, 1978).

Las feromonas sexuales las usan los insectos para comunicarse y copular. Se emiten en muy bajas concentraciones son compuestos volátiles que se dispersan en el aire. Los insectos las detectan a grandes distancias y causan cambios inmediatos en su comportamiento. Son específicas a especies y no son tóxicas. La mayoría de los casos son los machos los que responden a feromonas sexuales producidas por las hembras, sin embargo en varias especies de insectos como en algunos Coleoptera, son los machos los que atraen las hembras o producen una feromona que sirve de agregación atrayendo ambos sexos (Matthews y Matthews, 1978).

1.2.4 Contenedores para feromonas

Para la diseminación de las feromonas en los cultivos se han diseñado diferentes dispositivos como son: fibras huecas de plástico de polivinilo las cuales emiten la feromona por los extremos; fibras huecas selladas, bolsas de un plástico que permite la emisión por las paredes; flecos de plástico laminado: emiten por las paredes y los bordes expuestos. Normalmente estos cebos están ligados a una estructura que hace las veces de una trampa para que los insectos que se aproximan puedan ser capturados en ellas. La mayoría de las feromonas sexuales de los insectos están formadas por varios componentes mezclados en proporciones muy definidas de moléculas que en algunos casos pueden ser costosas de fabricar (Flint y Doane, 1996).

La información de captura puede ser muy útil para tomar decisiones de aplicación de insecticidas y otras medidas de control; hacer seguimiento de poblaciones; matar los machos que se capturan y controlar la población a través de la técnica de la confusión. Esta consiste en atraer y matar los insectos que llegan a la trampa, en la cual el atrayente se impregna con un tóxico para matar el insecto que es atraído. Se considera que es mejor un macho muerto que uno confundido (Flint y Doane, 1994).

1.3 Uso de feromonas en el género *Dendroctonus*

1.3.1 Uso de feromonas en el manejo de *Dendroctonus ponderosae* Hopkins

Borden (1997), menciona que en Columbia Británica, Canadá, se han desarrollado técnicas de contención y concentración de infestaciones para comprobar únicamente el estado operacional de *Dendroctonus ponderosae* en bosques de *Pinus contorta*. Esto es aplicado primeramente contra infestaciones que no pueden ser removidas a través de la corta y debe ser implementado previo a la emergencia, vuelo y ataque. Para ello, se utilizaron tres feromonas: Trans-verbenol, una feromona producida por la hembra que atrae primeramente machos; Exo-brevicomina, una feromona producida por el macho que atrae primeramente hembras y Myrcene (figura 3), un monoterpeno del árbol hospedero que sinergiza la actividad de las otras dos feromonas (Borden, *et al.* 1990).

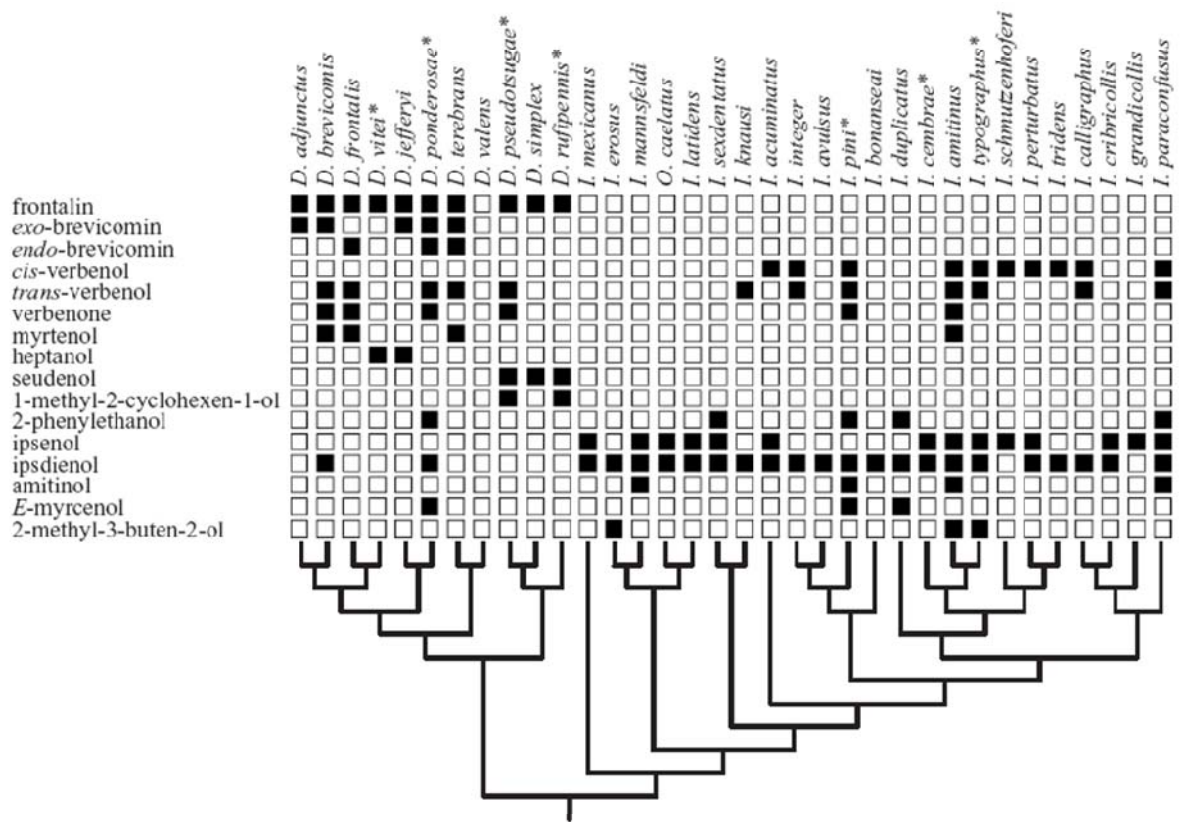


Figura 3. Feromonas utilizadas para la atracción de algunos descortezadores del género *Dendroctonus* e *Ips* (Tomado de Salinas *et al.* 2004).

Para 1997, Borden reporta que el uso de verberona en *Pinus ponderase* inhibe el ataque de insectos descortezadores. La técnica de contención y concentración, basada en semioquímicos se usa muy frecuentemente en Columbia Británica, y es una técnica predominante para el manejo integrado del escarabajo de la montaña *D. ponderosae* (Safranyik and Hall, 1990).

Otra técnica desarrollada en Columbia Británica, Canadá, que puede usarse en *Dendroctonus* spp., es el uso de árboles trampa, que consiste en la combinación de árboles con atrayentes para el descortezador *Scolytus multistriatus*, con la introducción de herbicidas arsenicales para matar el desarrollo de crías, en árboles de álamo atacados. Primero se mata a los árboles por medio de aplicaciones de ácido cocadylico o monosodium methane arsonate (MSMA); para ello se realiza un corte con hacha y se hace chorrear el ácido en la savia cercana al collar de la raíz en olmos enfermos no deseados.

La atracción de *S. multistriatus* a estos árboles se refuerza con el uso de varios atrayentes, una mezcla de la feromona de agregación producida por el descortezador, alfa-multistriatin y alfa cubene que es la kairomona del árbol hospedero.

Los atrayentes se pegan a los árboles al momento de la inyección del arsénico. El desarrollo de crías en los árboles tratados es inhibido casi completamente, probablemente debido al secamiento del tejido del floema por hongos saprofitos, el cual invade el floema poco después del tratamiento del árbol con arsénico (O'Callaghan, *et al.* 1980).

1.3.2 Uso de feromonas en el manejo de *Dendroctonus frontalis* Zimmermann

El desplazamiento por competencia de descortezadores agresivos por miembros de una especie secundaria ha sido inducido por feromonas. Payne y Richerson (1985) encontraron que los ataques por *Ips avulsus* Eichoff oprimieron infestaciones del *D. frontalis* en *Pinus taeda* tratados con endo y exo Brevicomina y Verbenone para detener ataques por descortezadores en la última especie. Mencionan que los antiagregantes tienen el potencial para suprimir a *D. frontalis* por causa de ser desplazado por *Ips avulsus*.

Rankin y Borden (1991) usaron el atrayente Ipsdienol para inducir ataques por *Ips pini* Say (figura 3), sobre árboles en los cuales fueron atacados previamente por *D. ponderosae*. Resultados de estos tratamientos indicaron que la producción de crías de *D. ponderosae* se redujo en 72%. Borden (1997), reporta que el uso de la verbenona y el ipsdienol inhiben respuesta de *Dendroctonus brevicomis*.

Con la finalidad de generar nuevas técnicas que limiten el número de árboles que tienen que cortarse, Clarke y Billings (2000), desarrollaron dos métodos nuevos que utilizan un químico repelente llamado "Verbenone". Los métodos de aplicación de "Verbenone sólo" y "Verbenone con la corta de pinos infestados", son útiles para prevenir la expansión de brotes activos de *D. frontalis*. Recientemente, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) registró Verbenone como insecticida para el control de *D. frontalis*. Estos mismos autores llevaron a cabo estudios con trampas de feromona con Verbenone en Honduras en 1999 y demostraron que este producto tiene eficacia para el control de *D. frontalis* en ese país.

1.3.3 Uso de feromonas en el manejo de *Dendroctonus mexicanus* Wood y *Dendroctonus adjunctus* Blandford

Villa (1992) determinó el efecto de diferentes feromonas en la congregación de *D. mexicanus* y *D. adjunctus* en el estado de Jalisco, colocando trampas cebadas con feromonas comerciales (Frontalina, Brevicomina e Ipinus); Frontalina fue la feromona que obtuvo mayor promedio de insectos atraídos (85% del total de la población).

La frontalina ((1S, 5R)-1,5-dimethyl-6,8-dioxa-[3,2,1]-bicyclooctane) es una feromona de agregación producida por las hembras de *Dendroctonus frontalis*, *D. mexicanus* y *D. adjunctus* (figura 3) (Kinzer *et al.* 1969). Para el monitoreo, estos insectos son atraídos y capturados por trampas cebadas con frontalina (Mayers and McLaughli, 1991 y Matthew *et al.* 2004).

En la mayoría de los casos, el trapeo en masa de plagas de insectos descortezadores debe combinarse con otras estrategias, como la remoción de árboles, trozas y residuos del hospedero de los insectos y tratando con pesticidas los árboles críticos que se necesitan proteger (Coulson, 1981).

1.4 Relación descortezador y hospedero

Macías (2001), menciona que en estudios de las relaciones entre varias especies de pinos y el descortezador pusieron al descubierto que la dinámica poblacional de ambos está relacionada con un desequilibrio entre la calidad nutricional de los árboles y la capacidad de defensa de los mismos. De igual forma, se ha propuesto una hipótesis general enmarcada en el concepto del balance crecimiento –diferenciación celular, que ocurre entre el crecimiento radial del fuste y la síntesis y producción de oleorresinas. Dichas hipótesis explican por qué la estación de primavera es parcialmente favorable para la colonización exitosa de pinos por parte de *D. frontalis*, debido a que en esta temporada existe una fuerte demanda de los fotosintatos disponibles para el crecimiento, en tanto que en el verano, el aumento de la presión de resina incrementa el potencial de resistencia del árbol hacia el insecto.

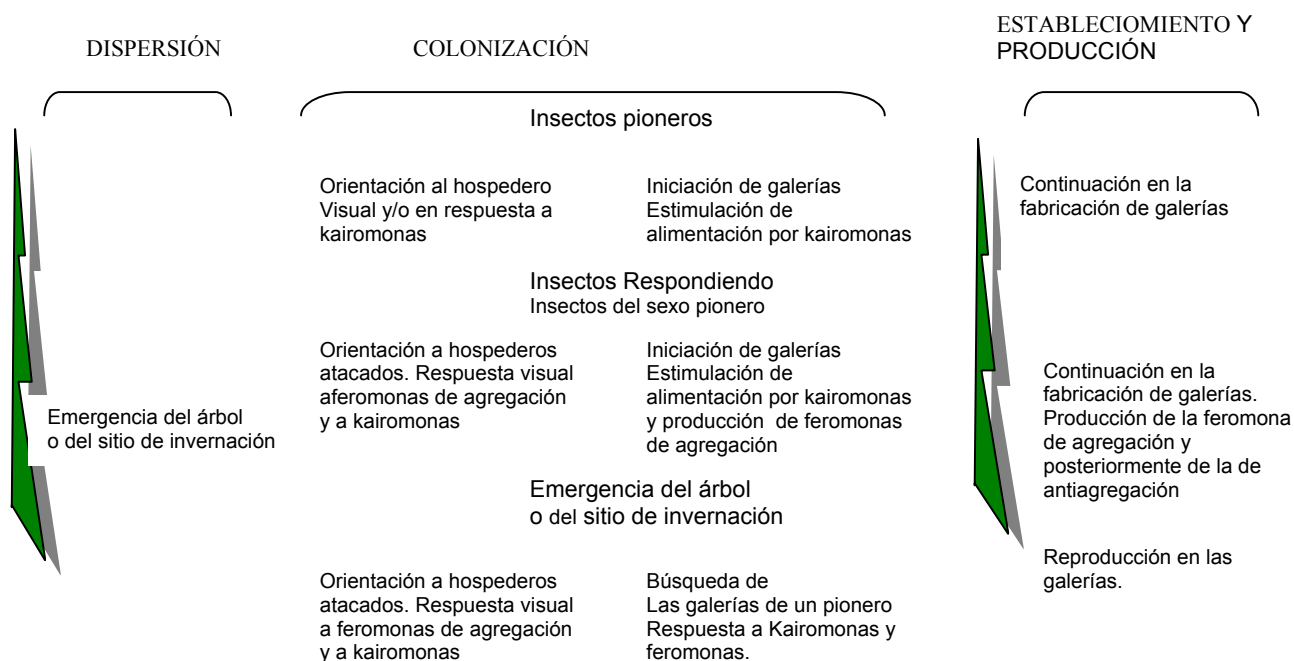


Figura 4. Esquema general de la secuencia de selección y ataque masivo por escarabajos descortezadores. Se identifican los semioquímicos y otros factores que influyen sobre ellos.

Los descortezadores barrenan la corteza de los árboles para llegar a la región del floema y en ese tejido se alimentan, se reproducen y se desarrolla su progenie. Para que el insecto sobreviva, debe matar al árbol o debilitarlo en forma tal que no presente resistencia a la colonización; el descortezador se debe en parte a que están asociados con microorganismos (principalmente hongos) que aceleran la muerte del tejido vegetal mediante la producción de sustancias tóxicas y/o mediante el taponamiento del sistema vascular del hospedero. Asimismo, la mayoría de estos insectos vencen las defensas del árbol utilizando un ataque coordinado, mediado por la producción de feromonas liberadas a medida que los insectos barrenan (Macías, 2001).

Considerando el tiempo que tardan los descortezadores en llegar al árbol que van a ser colonizado, y de acuerdo con el vigor de éste, se ha hecho una clasificación meramente artificial de estos insectos, la cual es útil desde el punto de vista del manejo. Se denominan “agresivos” o “primarios” los insectos que colonizan árboles vivos a los que ninguna otra especie de insecto ha llegado; “secundarios” o “no agresivos” a los que colonizan árboles débiles o caídos, a los cuales ya han llegado los descortezadores agresivos. Estas divisiones, si bien se observan en el bosque, no son categorías y en realidad existen como un continuo (Macías, 2001).

Los sistemas de población de los descortezadores pueden ser divididos en tres componentes básicos: dispersión, colonización del hospedero, establecimiento y producción (figura 4). La dispersión involucra la emergencia de los insectos de los árboles infestados hacia nuevos hospederos. La colonización comienza, en la mayoría de los descortezadores primarios, cuando las feromonas de agregación son liberadas por los insectos pioneros al barrenar el hospedero. La dinámica del consecuente ataque masivo depende de varios factores, como son la calidad y cantidad de las feromonas de agregación y de antiagregación, las kairomonas del hospedero y la densidad de los insectos volando en la vecindad de la fuente de feromonas. Una vez que los descortezadores han colonizado el árbol y se han apareado, su progenie se alimenta y desarrolla dentro del árbol infestado, por lo que la productividad de la población puede ser expresada en términos del número de insectos que emergen en relación con los que entraron (Macías, 2001).

1.5 Resistencia y mecanismo de defensa del hospedero

Macías (2001), menciona que la resistencia es definida como “una colección de características hereditarias, por medio de las cuales las especies de plantas, razas, clones o individuos pueden reducir la población de que sean utilizadas exitosamente como hospederos por una especie, raza, biotipo o individuo”, definición que describe la gran complejidad del fenómeno mismo.

Los desequilibrios en la relación insecto-árbol que influye sobre la resistencia del mismo pueden ser causados por variaciones en tres características básicas del hospedero: la producción de compuestos químicos repelentes y atrayentes, la morfología y anatomía, y el estado nutricional.

En cuanto a la producción de compuestos químicos, la resina juega un papel paradójico, puesto que representa una defensa contra los insectos y sus asociados, pero al mismo tiempo posee características atrayentes y algunos de sus componentes son utilizados por el insecto como precursores de sus feromonas de agregación. La resina de las coníferas están compuestas principalmente por ácidos diterpenoides (aproximadamente 70%), monoterpenos y pequeñas cantidades de sesquiterpenos, alcoholes terpénicos y ácidos grasos (Macías, 2001).

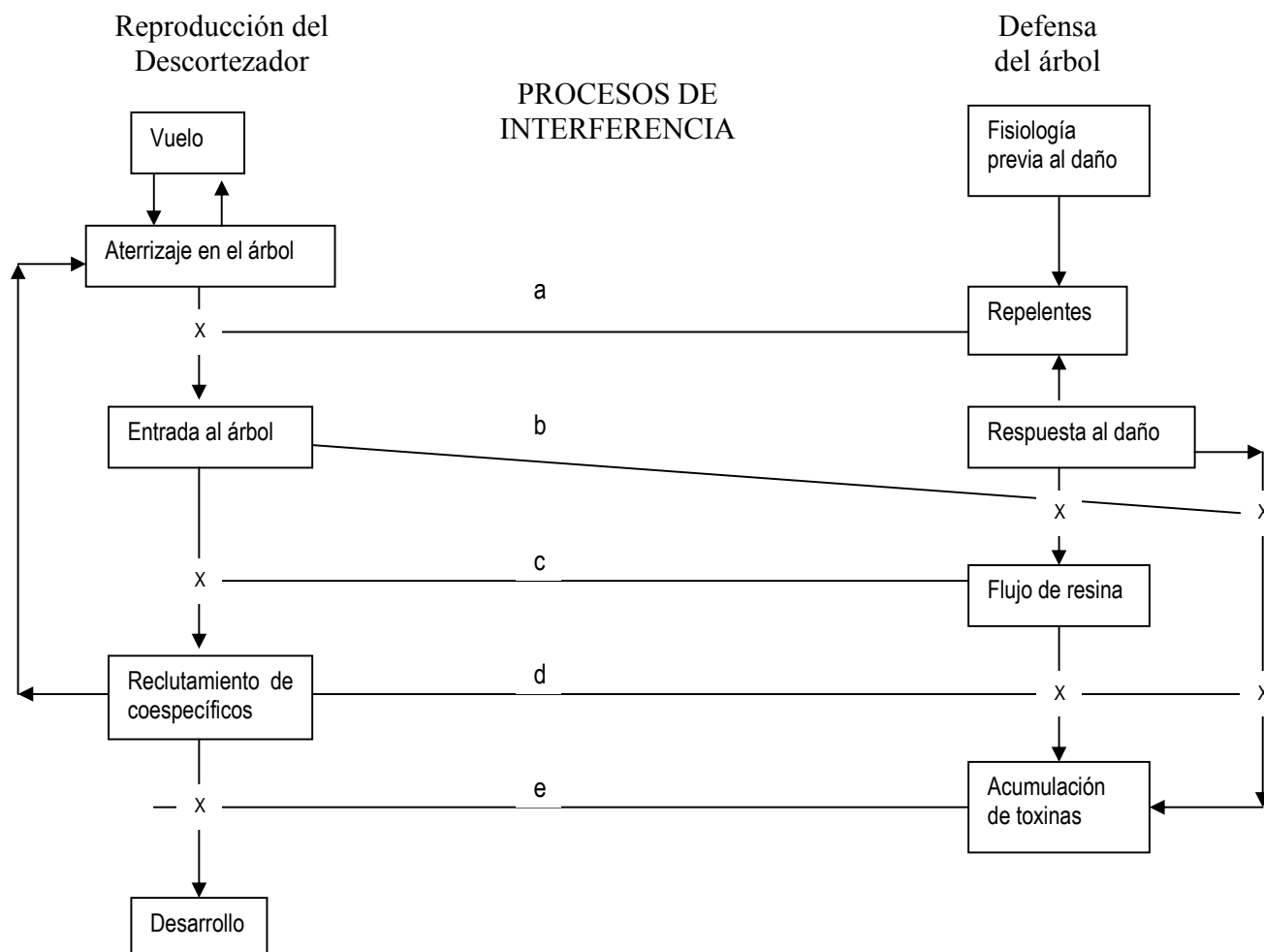


Figura 5. Esquema simplificado mostrando las defensas que las coníferas presentan contra los insectos descortezadores y sus hongos asociados. La secuencia de eventos que terminan con la colonización representativamente a la izquierda y derecha de la figura. Cada secuencia está conectada por una serie de líneas finas. Estas líneas se originan en un atributo o acción (dentro de rectángulo) del agente de interferencia y donde aparece una "X" el flujo se interrumpe.

Los ácidos diterpenoides están disueltos en monoterpenos y cuando estos se volatilizan, los primeros se endurecen formando las masas de resina cristalizada que tanto caracterizan a los ataques de descortezadores a lo largo del fuste de las coníferas, muy especialmente en pinos. Se cree que la resina es una defensa cuantitativa presente en grandes cantidades y que actúa de una forma dependiente de la dosis en los sistemas de herbívoros altamente coevolucionados. Es de

importancia fundamental en el mecanismo de defensa el hecho de que la resina tiene una amplia variación en cuanto a sus prioridades físicas y químicas, las que le confiere un carácter único a cada árbol. Puesto que los monoterpenos y ácidos diterpenoides están bajo un fuerte control genético, resulta de valor taxonómico y filogenético (figura 5).

La naturaleza y proporción de los compuestos volátiles en la resina, generan comportamientos específicos en el insecto. La resistencia de *Pinus ponderosa* Laws a la colonización por parte de *Dendroctonus brevicomis* LeConte esta correlacionada con un aumento del monoterpeno limoneno en la resina. La eclosión de huevecillos de *D. ponderosae* Hopkins se reduce fuertemente si existe un contacto directo con la resina de su hospedero *P. contorta* var *latifolia* Engelm. La resistencia del hospedero de *D. frontalis* Zimmermann ha sido relacionada con el flujo total de resina, intensidad de flujo, viscosidad y tiempo de cristalización. Así mismo, se han detectado cambios dramáticos en los niveles de α -pinenos, mirceno, camfeno, limoneno, β -felandreno y β -pineno en árboles dañados por rayos, lo que se relaciona con cambios en la susceptibilidad de los árboles a la colonización por parte de *D. frontalis* (Macías, 2001).

Los estudios de las relaciones entre varias especies de pinos y el descortezador *D. frontalis* pusieron al descubierto que la dinámica poblacional de ambos está relacionada con un desequilibrio entre la calidad nutricional de los árboles y la capacidad de defensa de los mismos. De igual forma, se ha propuesto una hipótesis general enmarcada en el concepto del balance crecimiento – diferenciación celular, que ocurre entre el crecimiento radial del fuste y la síntesis y producción de oleorresinas. Dichas hipótesis explican por qué la estación de primavera es parcialmente favorable para la colonización exitosa de pinos por parte de *D. frontalis*, debido a que en esta temporada existe una fuerte demanda de los fotosintatos disponibles para el crecimiento, en tanto que en el verano, el aumento de la presión de resina incrementa el potencial de resistencia del árbol hacia el insecto (Macías, 2001).

1.6 LITERATURA CITADA

- Billings, R. F.; Berisford, C. W.; Salom, S. M.; and T. L. Payne. 1995. Applications of semiochemical in the management of southern pine beetle infestation: current status of research. In: Salomon, S. M.; and K. R. Hobson. Eds. Application of semiochemical for management of bark beetle infestations. Proceedings of an informal conference. 1993. December 12-16; Indianapolis, In. Gen. Tech. Rep. Department of Agricultura, Forest Service. Intermountain research Station. Pp: 30-38.
- Cibrián T. D., Méndez M. J. T., Campos B. R., Yates III H. O. y Flores L. J. 1995. Insectos Forestales de México / Forest Insects of Mexico. Estado de México: México: Universidad Autónoma Chapingo. 453 p.
- Borden, J. H.; Chong, L. J. and B. S. Lindgren. 1990. Redundancy in the semiochemical message required to induce attack on lodgepole pines by the mountain pine beetles. *Dendroctonus ponderosae* Hopkins (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Ent.* 122: 769-777.
- Borden J., H. 1997. Disrupción of Semiochemical Mediated Aggregation in Bark Beetles. In: Cardé R: T: and Minks A. K. 1997. *Insect Pheromone Research New Directions*. Chapman and Hall. New York. pp. 421-438.
- Clarke, S. R. y R. F. Billings. 2000. La suppression de plagas de descortezadores de pino usando el repelente Verberone. 10^a. Conferencia de Estados Fronterizos México-E.U.A., sobre Recreación, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. Monterrey, N.L., México. pp. 49-50.
- Coulson R., N. 1981. Evolution of concepts of integrated pest management in forest. *J. Georgia. Entomol. Soc.* 16: 301-316.
- Coulson, R. N. y J. A. Witter. 1990. *Entomología Forestal: ecología y control*. Ed. Limusa. México. 622 p.

- Fabela L., S. 1998. Taxonomía de los pinos del noreste de México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Ecología, Laboratorio de Vida y Fauna Silvestre. 220 p.
- Flint, H. and C. C. Doane. 1994. Understanding Semiochemicals with Emphasis on insects sex pheromones in integrated pest management programs. In: E. B. Radcliffe and W. D. Hutchison (eds.), Radcliffe's IPM world textbook.
- Hayes, J. and B. Strom. 1994. 4-allyljasinole as an inhibitor of bark beetle (Coleoptera: Scolytidae) aggregation. *Journal of Economic Entomology*. 87:1586-1594.
- Islas Salas, F. 1980. Observaciones sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los pinos: *Dendroctonus adjunctus* Blf; *D. mexicanus* Hpl. y *D. frontalis* Zimm., en algunas regiones de la República Mexicana. SARH-INIF. Boletín Técnico No. 66. 38 p.
- Jones, D. A. and Lewis, W. J. 1981. semiochemicals: their role in pest control. Nordlund, (Eds.) John Wiley and Sons, Nueva York, NY. 306 .
- Macías, S. E. J. 2001. Mediación semioquímica entre insectos descortezadores y árboles de coníferas. In: Anaya, M. L.; Espinosa G. F. J. y Cruz O. R. 2001. Relaciones químicas entre organismos: aspectos básicos y perspectivas de su aplicación. Instituto de Ecología, UNAM, Ed. Plaza Valdés, México. 733 pp.
- Matthews, R. W. and Matthews, J. R. 1978. insect behavior. John Wiley and Sons, Inc. 507 p.
- Matthew R., E. Symonds and M. A. Elgar. 2004. The mode of pheromone evolution: evidence from bark beetles. *The Royal Society. Proc. R. Soc. Lond. B* (2004) 271, 839–846.
- Mayers, M. S. and J. R. McLaughlin. 1991. Handbook of insect pheromones and sex attractants. Boca Raton: CRC Press. 1096 p.

- Negrón, J. 1997. Estimating probabilities of infestation and extent of damage by the roundheaded pine beetle in ponderosa pine in the Sacramento Mountains, New Mexico. *Can. J. For. Res.* 27:1936-1945.
- Negrón J. F., J. L. Wilson and J. A. Anhold. 2000. Stand conditions associated with roundheaded pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) infestations in Arizona and Utah. *Environ. Entomol.* 29(1):20-27.
- O'Callaghan, D. P., Gallagher, E. M., and G. N. Lainer. 1980. Field evaluation of pheromone-baited trap trees to control elm bark beetles, vectors of Dutch elm disease. *Environ. Ent.* 9: 131-138.
- Payne, T. L., and J. V. Richerson. 1985. Pheromone mediated competitive displacement between two bark beetle populations: influence on infestation suppression. *Z. Angew. Entomol.* 99: 131-138.
- Piña, L. I. y R. V. Muñiz. 1981. Los escolítidos como plagas forestales. Monografía III. Publicada por los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. México. 117 p.
- Rankin, L. J., and J. H. Borden. 1991. Competitive interactions between the mountain pine beetle and the pine engraver. *Can. J. For Res.* 21: 1029-1036.
- Rodríguez, L. R. 1990. Plagas forestales y su control en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 217 p.
- Safranyik, L., and P. M. Hall. 1990. Strategies and tactics for mountain pine beetle management. Mountain Pine Beetle Task Force, B.C. Forest Service, Kamloops, B.C. pp:3-29.

- Salinas, M. Y., G. Ma. Mendoza., M. A. Barrios., R. Cisneros., S. J. Macías and G. Zúñiga. 2004. Areography of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Mexico. *Journal of Biogeography* (J. Biogeogr.) 31, 1163–1177.
- Sánchez Martínez. G., L. M. Torres Espinoza, I. Vázquez Collazo, E. González Gaona y R. Narváez Flores. 2007. Monitoreo y manejo de insectos descortezadores de coníferas. Aguascalientes, Méx., INIFAP., CIRNOC., Campo Experimental Pabellón. 105 p. (Libro técnico, Campo Experimental Pabellón No. 4) ISBN.
- Strom, B. L., R. A. Goyer and P. J. Shea. 2001. Visual and olfactory disruption by the western pine beetle to attractant baited traps. *Entomol. Experimentalis et Applicata* 100: 63-67.
- Torres Espinosa, L. M., J. A. Sánchez Salas, A. Cano Pineda y O. U. Martínez Burciaga. 2004. Uso de feromonas en el manejo integrado del descortezador de pinos *Dendroctonus adjunctus* Blandford. Folleto Técnico Núm. 13. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental Saltillo. 16 p.
- Turchin, P., Lorio, P. R. Jr., Taylor, A., y R. F. Billings. 1991. Why do populations of southern pine beetles (Coleóptero: Scolytidae) fluctuate. *Environ. Entomol.* 20: 401- 409.
- Verduzco, G. J. 1976. Protección forestal. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. Patena, A. C. 369 p.
- Villa C., J. 1992. Atrayentes químicos en escarabajos descortezadores *Dendroctonus mexicanus* y *Dendroctonus adjunctus* (Coleoptera: Scolytidae). *Rev. Ciencia Forestal.* INIFAP. México. Vol. 17. Núm. 71. pp: 103-121.

CAPITULO II

FLUCTUACIÓN DE *Dendroctonus adjunctus* BLANDFORD Y SUS DEPRADADORES ATRAÍDOS POR FRONTALINA + ALFA-PINENO, EN LOS PESCADOS, VERACRUZ, MÉXICO

RESUMEN

Se realizó un experimento de monitoreo en un ciclo anual, para conocer la fluctuación poblacional de *Dendroctonus adjunctus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) y sus depredadores atraídos por la feromona frontalina + alfa-pineno, en la región forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz, México. En el experimento se colocaron 20 trampas Lindgren de 15 embudos, de las cuales 19 trampas fueron cebadas con frontalina y una como testigo sin feromona, distribuidas a 100 metros de separación entre ellas. El monitoreo se realizó de mayo 2004 al mes de abril del 2005. Cada 15 días se recolectaban los insectos de las trampas, la frontalina se cambiaba cada mes y se reemplazaba también un trozo de caucho impregnado con insecticida en el vaso colector para matar los insectos. Los resultados indican que la mayor abundancia de *D. adjunctus* se presenta en primavera-verano entre los meses de marzo a junio, siendo abril el que representó la mayor captura con 3230 insectos. En contraste, en otoño-invierno se obtuvo menor registro siendo octubre el más bajo con 359 insectos. Los principales depredadores identificados fueron *Enoclerus arachnodes* (n=304), *Cymatodera* spp. (n=123) y *Temnochila virescens* (n=3). Este experimento prueba que la frontalina + alfa pineno atrae al descortezador y sus principales depredadores; y que además el esquema de monitoreo fue sensible a cambios estacionales en el periodo estudiado. Con el cambio de signo del coeficiente de correlación a lo largo del periodo anual estudiado se puede inferir que los depredadores presentan conducta cambiante con relación a *D. adjunctus*.

Palabras clave: *Cymatodera*, *Dendroctonus adjunctus*, *Enoclerus arachnodes*, frontalina, *Temnochila virescens*, trampa Lindgren.

ABSTRACT

A year round monitoring experiment was established in the forest region of Los Pescados, Veracruz, Mexico to determine the population fluctuation of *Dendroctonus adjunctus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) and its predators both attracted by the pheromone frontalin+alpha-pinene. Twenty traps were deployed 100 meters apart each other in the experimental site. Nineteen traps were lured with the pheromone and one was used as a control with no pheromone. The monitoring experiment was done from May year 2004 to April 2005. Collection of trapped insects was done every two weeks and the pheromone bait was replaced monthly as well a pice of vapona to kill the trapped insects. The results indicated that the greatest abundance of insects was in the spring-summer period of which April had the greatest number of catches with 3230 individuals. In contrast, the fall-winter period had the lowest record of catches with October counting only 359 individuals. *Enoclerus arachnodes* (n=304), *Cymatodera* spp. (n=123) y *Temnochila virescens* (n=3) were the predators found. This experiment demonstrates that frontalin+alpha-pinene elcitate attraction to *D. adjunctus* and its predators. I also shows that the monitoring scheme is sensitive to season fluctuations in the studied period. The different sign of the coeficient of correlation along the year period studied shows that predators may have switching behaviour in relation to *D. adjunctus*.

Key words: *Cymatodera*, *Dendroctonus adjunctus*, *Enoclerus arachnodes*, *Temnochila virescens*, frontaline, Lindgren trap.

2.1 INTRODUCCIÓN

Los insectos forestales causan grandes pérdidas de madera en los bosques de pino, en especial los insectos del género *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) a quienes se les conoce como insectos descortezadores, son uno de los principales factores de mortalidad durante el desarrollo y establecimiento de bosques y plantaciones (Verduzco, 1976; Macías *et al.*, 2004). Estos insectos provocan la muerte de miles de árboles anualmente provocando con esto un grave desequilibrio ecológico (Piña y Muñíz, 1981; Miller and Borden, 2000; Gillette *et al.*, 2001; Díaz *et al.*, 2006).

A nivel mundial se conocen 19 especies del género *Dendroctonus*, de las cuales 17 se encuentran de forma natural en bosques de coníferas en el Continente Americano y 11 de ellas en los bosques mexicanos formando parte de la biodiversidad forestal nativa. El comportamiento de estos insectos con frecuencia interfieren con los intereses humanos (Wood, 1982).

La especie *Dendroctonus adjunctus* (Blandford), es una de las especies sobre las que menos se ha realizado investigación en Norteamérica (Negrón, 1997). Se localiza desde el suroeste de los Estados Unidos hasta Guatemala y se le considera un descortezador de lugares altos de 3100 a 3500 m. También se puede encontrar desde 1600 a 3929 metros sobre el nivel del mar y sus principales hospederos son *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. rudis*, *P. ponderosa*, *P. chihuahuana*, *P. pseudostrobus*, *P. arizonica*, *P. ayacahuite*, *P. duranguensis*, *P. michoacana* y *P. lawsoni* (Piña y Muñíz, 1981; Salinas *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 2007).

En México durante la década de 1955-65, se desarrolló una fuerte invasión de este descortezador causando grandes daños a varias especies de pinos (Verduzco, 1976; Rodríguez, 1990). Ha sido monitoreado en el Estado de México (Islas, 1980); en el nevado de Colima (Villa, 1992), en la Sierra de Arteaga, Coahuila (Torres *et al.*, 2004) y en la Sierra La Raspadura de Namiquipa en Chihuahua (Sánchez, *et al.*, 2007). También en Arizona y Utah *D. adjunctus* es reportado atacando árboles estresados de *Pinus ponderosa* (Negrón, 2000).

El monitoreo de los descortezadores es un procedimiento primordial en el manejo de estos insectos, constantemente se mide un atributo que puede ser: la abundancia, la diversidad, los estados de desarrollo, la distribución en el espacio a través del tiempo, etc., con ello se puede inferir su abundancia poblacional y tomar medidas de control o de conservación de especies benéficas (Turchin *et al.*, 1999; Sánchez *et al.*, 2007). Se pueden utilizar sustancias químicas conductuales como feromonas y kairomonas, que son de alta especificidad, de nulo impacto al ambiente y pueden atraer a los insectos depredadores de los descortezadores, por lo cual ambas poblaciones pueden ser monitoreadas en forma simultánea (Turchin *et al.*, 1991; Reveal, 1997).

La frontalina ((1S, 5R)-1,5-dimethyl-6,8-dioxo-[3,2,1]-bicyclooctane) es una feromona de agregación producida por las hembras de *Dendroctonus frontalis*, *D. mexicanus* y *D. adjunctus* (Kinzer *et al.*, 1969). Para el monitoreo, estos insectos son atraídos y capturados por trampas cebadas con frontalina (Mayers and McLaughli, 1991 y Matthew *et al.*, 2004).

2.2 OBJETIVO

Con los estudios realizados se tiene cierto conocimiento del descortezador, sin embargo, se desconoce la posible respuesta de *D. adjunctus* a la frontalina + alfa-pineno en todo un ciclo anual. De igual forma se desconoce la fluctuación poblacional y el coeficiente de correlación entre el descortezador y sus principales depredadores que pudieran ser atraídos a trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno. Y se formula la hipótesis de que el número de insectos atrapados por las trampas es completamente aleatorio y que la respuesta hacia la feromona está en función de los meses del año, para el ejido forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz.

2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del sitio de monitoreo

La investigación se estableció en un bosque conformado por *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa*, predominando la primer especie, en donde se encontraron *P. hartwegii* Lindl., atacados por el descortezador *D. adjunctus* (Blandford), dentro del Ejido Forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz; ubicado a los 19° 31' 44" N y 97° 07' 24" W, con una altitud de 3,128 m. El experimento se condujo de mayo del 2004 a abril del 2005 (figura 6).

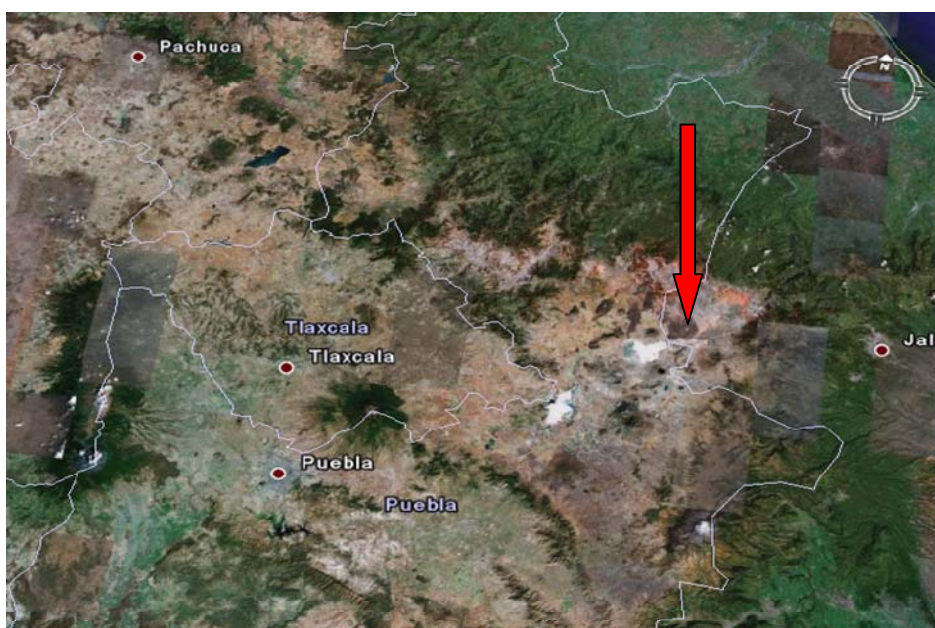


Figura 6. Ubicación del sitio Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz.

Colocación de trampas

En la zona dañada por el descortezador se colocaron 20 trampas Lindgren[®] de 15 unidades (PheroTech.), de las cuales 19 trampas contenían feromona frontalina + alfa-pineno (P152, Dendrocton frontales TrpB de ChemTica Internacional S. A.) y una trampa como testigo sin feromona, con una separación aproximada de 100 m entre ellas. Las trampas se colocaron en árboles no hospederos del insecto para evitar una infestación. El vaso colector de las trampas estuvo a una altura de 1.60 m sobre el nivel del suelo (figura 7).



Figura 7. Colocación de trampas tipo Lindgren cebadas con frontalina en Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz.

Recolección de insectos y cebado de trampas

Los insectos capturados se recolectaban dos veces por mes y la frontalina se cambiaba cada mes anexando al vaso colector un trozo de dos centímetros de banda plástica de collar antipulgas como insecticida (Tetraclorvinfos[®]), con esto se evitó que los insectos se maltrataran. Los insectos se colocaron en frascos de cristal con alcohol al 70% y se etiquetaron con los datos de campo correspondientes a la colecta. La identificación del descortezador se realizó en el Laboratorio de Entomología Forestal del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, utilizando las claves taxonómicas de Wood, (1982).

Análisis estadístico

La información obtenida se capturó en una base de datos y se analizó estadísticamente con el programa SAS, (1998). Las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Se aplicó un primer diseño estadístico completamente al azar para correr la hipótesis de que el número de

insectos atrapados por las trampas es completamente aleatorio. Los tratamientos fueron 2 (feromona y testigo) con 12 repeticiones (meses del año). Los datos de campo se transformaron con raíz cuadrada + 1 y para las observaciones del tratamiento con feromona se sacó un promedio mensual (descortezador y depredadores) de las 19 trampas.

Un segundo diseño completamente al azar se aplicó para la hipótesis de que la respuesta de *D. adjunctus* hacia la feromona está en función de los meses del año. Aquí se tuvieron 12 tratamientos (meses del año) con 19 repeticiones (datos mensuales transformados con raíz cuadrada + 1, del descortezador y sus depredadores de cada trampa).

Se usó el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde, Y_{ij} = es el valor observado de la variable respuesta correspondiente al tratamiento i en su repetición j ; con μ = media general; T_i = efecto del i -ésimo tratamiento; ε_{ij} = error asociado del i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

Calculo del coeficiente de correlación

El coeficiente de correlación mide el grado de asociación lineal entre dos variables (descortezador-depredador). Para calcular la correlación se tiene que obtener primero la covarianza de las poblaciones con la siguiente fórmula:

$$S_{x,y} = \sum (x_i - \bar{x}) (y_i - \bar{y}) / n - 1$$

El coeficiente de correlación se obtiene con el modelo siguiente:

$$r_{x,y} = S_{x,y} / (S_x S_y)$$

Donde, $r_{x,y}$ = es el coeficiente de correlación; $S_{x,y}$ = covarianza; S_x = es la desviación estándar de la variable x y, S_y = es la desviación estándar de la variable y (Sahagún, 1994).

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descortezador

Las capturas indican que hubo insectos de la especie *Dendroctonus adjunctus* volando durante todo el año de monitoreo (figura 8). Se determinó que los meses con mayor captura de insectos fueron mayo y junio del 2004 con una media de (70.74 ± 70.42) y (71.68 ± 51.44) respectivamente y para el 2005 se registró marzo con (54.16 ± 45.96) y abril con (170.00 ± 123.84) , siendo éste el mes que presenta la mayor abundancia poblacional. En contraste, octubre y diciembre de 2004 son los meses que presentaron la menor abundancia con tan solo (18.89 ± 19.10) y (19.53 ± 14.81) insectos en promedio.

Esto nos indica que *D. adjunctus*, bajo estas condiciones, presenta su mayor densidad poblacional durante la estación de primavera (Figura 8). Estos resultados son similares a los que reportan Villa y Villa (1996), con otro descortezador (*Dendroctonus mexicanus*) quienes obtuvieron la mayor captura durante los meses de mayo a junio en el sur de Jalisco. Lo mismo reportan Moser *et al.* (2005), quienes utilizando trampas cebadas con frontalina obtuvieron las mejores capturas de *D. mexicanus* en los meses de abril a junio.

Sánchez *et al.* (2007), reportan que en la Sierra de Arteaga, Coahuila, existe un pico mayor de dispersión de *D. adjunctus* durante los meses de octubre y noviembre y otro menor entre abril y julio, lo mismo ocurre en estudios realizados utilizando como señuelo (Frontalina + *exo-brevicomina* + alfa-pineno) en la Sierra La Raspadura, Colonia Oscar Soto Maynez, Namiquipa Chihuahua. De igual manera en el norte de Arizona *D. adjunctus* presenta un patrón similar con un pico de dispersión en el mes de octubre (Gaylord *et al.* 2006).

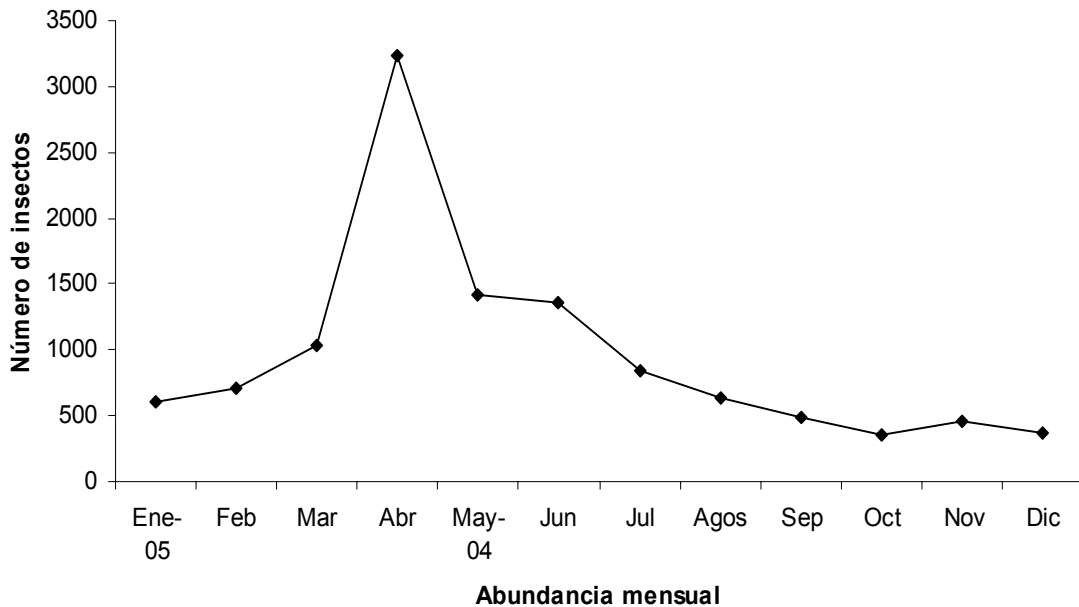


Figura 8. Patrón de dispersión estacional de *Dendroctonus adjunctus* en bosque de *Pinus hartwegii* del ejido forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz., determinado mediante 19 trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno, distribuidas en la zona con una separación aproximada de 100 metros.

En el Parque Nacional Nevado de Colima el patrón no es tan consistente, aquí *D. adjunctus* presenta un amplio periodo de dispersión desde julio hasta febrero, con pequeños picos intermitentes en algunos sitios en diciembre y marzo (Sánchez *et al.* 2007). Esto coincide con Villa (1993), quien observó árboles recién infestados a principios de agosto de 1983 en este Parque Nacional. En el Estado de México *D. adjunctus* emerge a partir de la última semana de agosto, concluyendo entre noviembre y diciembre (Islas, 1980). Esto nos indica que la abundancia poblacional de estos insectos está determinada por las condiciones climáticas de cada región forestal.

En Los Pescados, se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los promedios de *D. adjunctus* capturados en las trampas con feromona y los valores del testigo, con esto se concluye que el número de insectos capturados en las trampas con frontalina + alfa-pineno es significativamente diferente al capturado en las trampas testigo (6.14 ± 2.33) y (1.03 ± 0.11).

También se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los meses del año que duró el monitoreo, determinando que abril presenta la mayor densidad poblacional, seguido por los siguientes meses: junio, mayo, marzo, julio, febrero, enero, agosto, septiembre, noviembre, diciembre y agosto. Con esto determinamos que el patrón de vuelo y la respuesta de *D. adjunctus* hacia la frontalina está en función de los meses del año.

Finalmente se obtuvieron los totales de los descortezadores y sus depredadores capturados con la feromona durante la investigación siendo los siguientes: *D. adjunctus* (Blandford) (11, 500), *Dendroctonus mexicanus* (Hopkins) (527) y *Ips mexicanus* (Hopkins) (359), todos de la familia Scolytidae, en cuanto a depredadores se registraron *Enoclerus arachnodes* (Klug) (304), *Cymatodera* spp., (123) ambos de la familia Cleridae y *Temnochila virescens* (Fabricius) (3) de la familia Trogossitidae. Díaz *et al.* (2006), reportan capturas semejantes al utilizar trampas multiembudo cebadas con frontalina + alfa-pineno, en donde se obtuvo medias significativas de *D. mexicanus* e identificaron depredadores como *Enoclerus* spp. y *Temnochila* spp.

Depredadores

Los depredadores *E. arachnodes* (figura 9) y *Cymatodera* spp., (Cleridae), fueron capturados en todos los meses del año que duró el estudio (figura 11). En el mes de abril del 2005 se obtuvo el mayor registro de *E. arachnodes* con 78 insectos, mientras que el género *Cymatodera* presentó su mayor abundancia en el mes de diciembre del 2004 con 41 ejemplares y ambos géneros presentaron el menor registro en septiembre y octubre del 2004 (figura 11). Sin embargo, Gaylord *et al.* (2006), solo reportan capturas de *Enoclerus* spp., en los meses de junio y agosto. El depredador *Temnochila virescens* (figura 10) solo fue capturado en marzo y abril con 2 y 1 ejemplar respectivamente, esto nos indica que este insecto no es atraído por la frontalina y coincide con Zhou *et al.* (2001), quienes reportan que este género tiene mejor respuesta a la exobrevicomina. Por su parte Fettig *et al.* (2007), encontraron que *Temnochila chlorodia* es atraída por (-)- β -pineno, (+)-3-careno y (+)- α -pineno y que la adición de (-) verbenona incrementa significativamente su atracción.

Sánchez *et al.* (2007), recomiendan que al monitorear las poblaciones de insectos descortezadores, con los señuelos recomendados, se identifique y contabilice también sus

depredadores naturales, especialmente los de las familias Cleridae y Trogositidae. Estos datos sirven para determinar el papel de los depredadores en la fluctuación poblacional de los insectos descortezadores. También sugiere el monitoreo de insectos por muchos años, que es la forma en que se obtienen los modelos de predicción de riesgo de ataque.



Figura 9. Depredador *Enoclerus arachnodes* de la familia Cleridae, capturado en trampas Lindgren, cebadas con frontalita + alfapineno en Los Pescados, Veracruz.



Figura 10. Depredador del género *Temnochila* spp. de la familia Trogositidae, capturado en trampas Lindgren, cebadas con frontalita + alfapineno en Los Pescados, Veracruz .

Billings y Upton (2006), han aplicado un sistema para pronosticar *D. frontalis* en el sur de los EE.UU, colocando trampas con feromonas de *D. frontalis* en bosques de pino durante la

primavera (marzo y/o abril). Los resultados obtenidos han sido bastante buenos, dando pronósticos correctos. Este sistema de predicción se podría instalar en los bosques de pino en México para el descortezador *D. adjunctus* y su depredador *E. arachnodes* y así como, para otros descortezadores y empezar a conocer el historial de estos insectos y hacer la gráfica para pronosticar plagas ubicando los tipos de población baja, estática, creciente y severa.

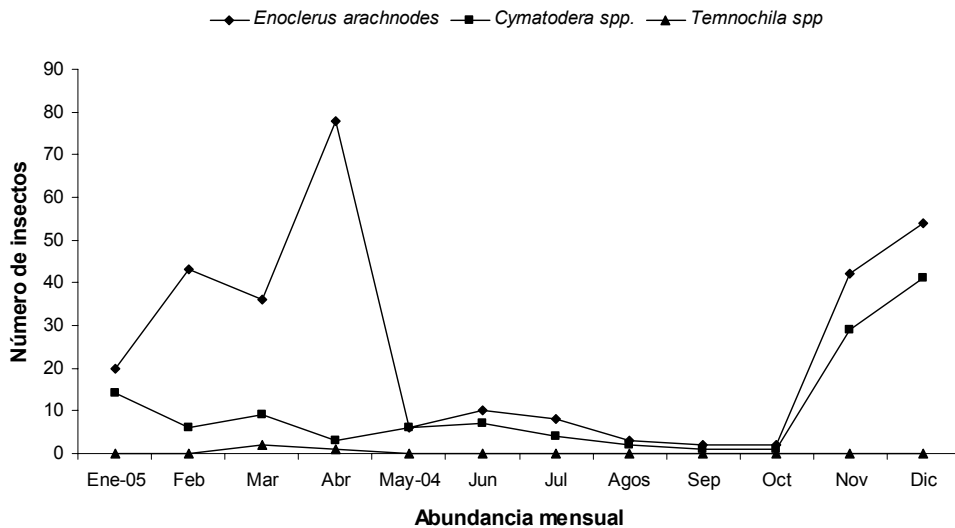


Figura 11. Patrón de dispersión estacional de los depredadores *Enoclerus arachnodes*, *Cymatodera spp.*, y *Temnochila virescens* en bosque de *Pinus hartwegii* del ejido forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz., determinado mediante 19 trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno, distribuidas en la zona con una separación aproximada de 100 metros.

Coefficiente de correlación

D. adjunctus y *E. arachnodes* presentaron una correlación inversa en los meses de mayo y diciembre de 2004, esto significa que la población del descortezador aumento mientras que el depredador disminuyó (figura 10). El resto de los meses del año la correlación fue directa y significa que ambas poblaciones incrementaban de manera positiva (Little y Hills, 1991). Para el caso de *D. adjunctus* y *Cymatodera spp.* los meses con correlación inversa fueron septiembre y diciembre del 2004 junto con enero, febrero y marzo del 2005, en el resto de los meses si aumentaba del descortezador también lo hacia su depredador (figura 12 y 13).

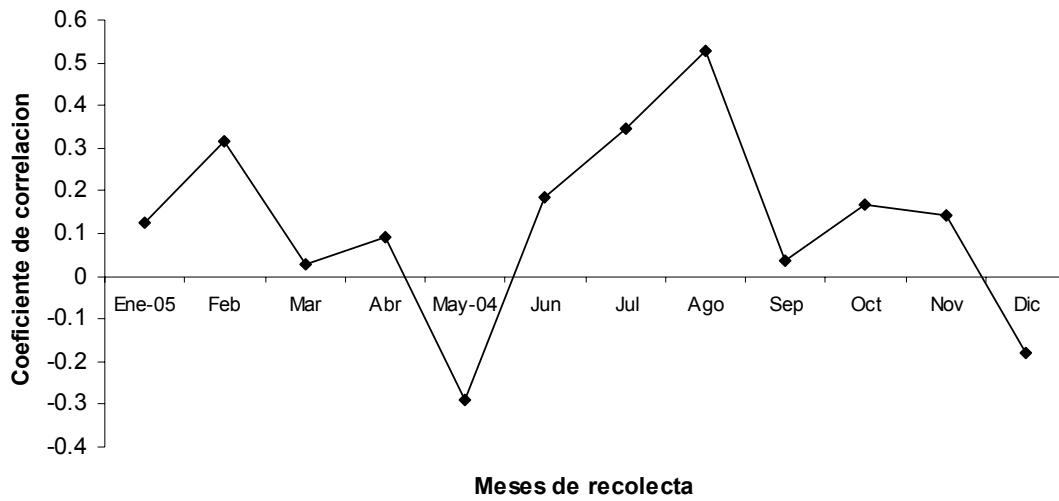


Figura 12. Coeficiente de correlación mensual entre el descortezador *D. adjunctus* y el depredador *E. arachnodes* en el ejido forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz, capturados en trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno.

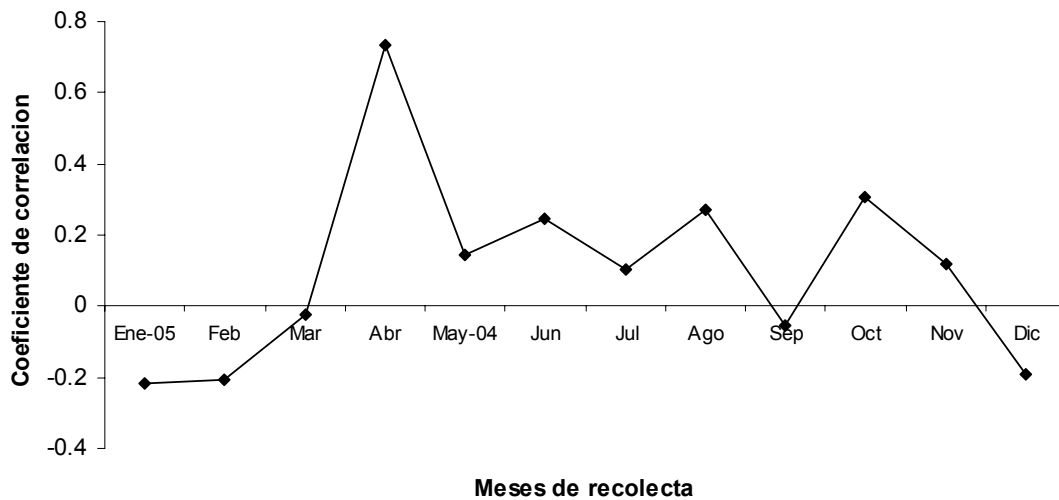


Figura 13. Coeficiente de correlación mensual entre el descortezador *D. adjunctus* y el depredador *Cymatodera* spp. en el ejido forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz, capturados en trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno.

Finalmente y con la información de la abundancia poblacional de *D. adjunctus* capturado en trampas cebadas con la feromona frontalina, con las condiciones climáticas y de salud del bosque, se pueden pronosticar las tendencias poblacionales de infestación. Por lo tanto, para este descortezador y en este sitio se detecto que marzo, abril, mayo y junio son los meses donde pueden dirigirse los diferentes métodos de captura y control, con lo cuál se evitará la formación de nuevos brotes activos mejorando la sanidad del bosque.

2.5 CONCLUSIONES

Se encontraron evidencias que *D. adjunctus* presenta un patrón de vuelo en todo el año, con un pico de emergencia en los meses de marzo, abril, mayo y junio coincidiendo con la estación de primavera, siendo el mes de abril en donde se presenta la mayor densidad poblacional.

Se reafirma que con la feromona frontalina + alfa pineno y trampas multiembudo tipo Lindgren se puede atraer y capturar este descortezador en cualquier época del año, al igual que sus depredadores *Enoclerus arachnodes* y *Cymatodera* spp.

Se encontraron dos tipos de correlación entre *D. adjunctus* y sus depredadores *E. arachnodes* y *Cymatodera* spp., la inversa o negativa y la directa o positiva, en donde ambos depredadores bajan su población en el mes de diciembre.

2.6 LITERATURA CITADA

- Billings, R.F., y W.W. Upton. 2006. A methodology for assessing annual risk of southern pine beetle outbreaks across the southern region using pheromone traps. *In*: Forestry Encyclopedia-Forestry-Threats-at <http://www.forestencyclopedia.net/Encyclopedia/Threats>.
- Díaz, N. V., M. G. Sánchez and N. E. Gillette. 2006. Response of *Dendroctonus mexicanus* (Hopkins) to two optical isomers of verbenone. *Agrociencia* 40: 349-354.
- Fetting, C. J., S. R. McKelvey., C. P. Dabney and R. R. Borys. 2007. The response of *Dendroctonus valens* and *Temnochila chlorodia* to *Ips paraconfusus* pheromone components and verbenone. *The Canadian Entomologist*. 139 (1): 141-145.
- Gaylord, M. L., T. E. Kolb., K. F. Wallin and M. R. Wagner. 2006. Seasonality and lure preference of bark beetles (Curculionidae: Scolytinae) and associates in a Northern Arizona ponderosa pine forest. *Environ. Entomol.* 35(1): 37 – 47.
- Gillette, N., D. R. Owen and J. H. Stein. 2001. Interruption of semiochemical mediated attraction of *Dendroctonus valens* (Coleoptera: Scolytidae) and selected nontarget insects by verberone. *Environ. Entomol.* 30: 837-841.
- Islas Salas, F. 1980. Observaciones sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los pinos: *Dendroctonus adjunctus* Blf; *D. mexicanus* Hpl. y *D. frontalis* Zimm., en algunas regiones de la República Mexicana. SARH-INIF. Boletín Técnico No. 66. 38 p.
- Kinzer, G. W., A.F. Fentiman, Jr., T.L. Page, R.L. Foltz, J.P. Vité, and G.B. Pitman. 1969. Bark beetle attractants: identification, synthesis and field bioassay of a compound isolated from *Dendroctonus*. *Nature* 221:447-478.

- Little, T. M. y Hills F. J. 1991. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas. México. pp. 145-155.
- Macías Sámano, J. E., A. Niño Domínguez, J. A. Cruz López y R. Altúzar Mérida. 2004. Monitoreo de descortezadores y sus depredadores mediante el uso de semioquímicos: Manual operativo. Ecosur-Conafor-Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas-USDA Forest Service. Tapachula, Chiapas, Méx. 26 p.
- Matthew R., E. Symonds and M. A. Elgar. 2004. The mode of pheromone evolution: evidence from bark beetles. The Royal Society. Proc. R. Soc. Lond. B (2004) 271, 839–846.
- Mayers, M. S. and J. R. McLaughlin. 1991. Handbook of insect pheromones and sex attractants. Boca Raton: CRC Press. 1096 p.
- Miller, D. R., and J. H. Borden. 2000. Dose dependent and species specific responses of pine bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) to monoterpenes in association with pheromones. Can. Entomol. 132: 183-195.
- Moser, J. C., B. A. Fitzgibbon and K. D. Klepzig. 2005. The Mexican pine beetle, *Dendroctonus mexicanus*: first record in the United States and co-occurrence with the southern pine beetle – *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae or Curculionidae: Scolytidae). Entomological News. 116(4):235-243.
- Negrón, J. 1997. Estimating probabilities of infestation and extent of damage by the roundheaded pine beetle in ponderosa pine in the Sacramento Mountains, New Mexico. Can. J. For. Res. 27:1936-1945.
- Negrón J. F., J. L. Wilson and J. A. Anhold. 2000. Stand conditions associated with roundheaded pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) infestations in Arizona and Utah. Environ. Entomol. 29(1):20-27.

- Piña, L. I. y R. V. Muñiz. 1981. Los escolítidos como plagas forestales. Monografía III. Publicada por los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. México. 117 p.
- Reeve, J. 1997. Predation and bark beetle dynamics. *Oecologia* 112: 4-54.
- Rodríguez, L. R. 1990. Plagas forestales y su control en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 217 p.
- Sahagún C. J. 1994. Estadística descriptiva y probabilidad: una perspectiva biológica. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp. 113-123.
- SAS Institute. 1998. SAS User's Guide: Statistics. Release 6.03 edition. SAS Institute, Inc. Cary, N. C. USA. 1028 p.
- Salinas, M. Y., G. Ma. Mendoza., M. A. Barrios., R. Cisneros., S. J. Macías and G. Zúñiga. 2004. Areography of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Mexico. *Journal of Biogeography* (J. Biogeogr.) 31, 1163–1177.
- Sánchez Martínez. G., L. M. Torres Espinoza, I. Vázquez Collazo, E. González Gaona y R. Narváez Flores. 2007. Monitoreo y manejo de insectos descortezadores de coníferas. Aguascalientes, Méx., INIFAP., CIRNOC., Campo Experimental Pabellón. 105 p. (Libro técnico, Campo Experimental Pabellón No. 4) ISBN.
- Torres Espinosa, L. M., J. A. Sánchez Salas, A. Cano Pineda y O. U. Martínez Burciaga. 2004. Uso de feromonas en el manejo integrado del descortezador de pinos *Dendroctonus adjunctus* Blandford. Folleto Técnico Núm. 13. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental Saltillo. 16 p.
- Turchin, P., P. R. Jr. Lorio., A. Taylor and R. F. Billings. 1991. Why do populations of southern pine beetles (Coleoptera: Scolytidae) fluctuate. *Environ. Entomol.* 20: 401- 409.

- Turchin, P., A. D. Taylor and J. D. Reeve. 1999. Dynamical role of predators in population cycles of a forest insect: An Experimental Test. *Science* 285: 1068-1070.
- Verduzco, G. J. 1976. Protección forestal. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. Patena, A. C. 369 p.
- Villa Castillo, J. 1992. Atrayentes químicos en escarabajos descortezadores *Dendroctonus mexicanus* y *D. adjunctus* (Col: Scolytidae). *Ciencia Forestal en México*. 17 (71): 103-122.
- Villa Castillo, J. 1993. Valoración del derribo y abandono como método de control para *Dendroctonus adjunctus* Blf. (Col.: Scolytidae) en el Parque Nacional Nevado de Colima. SARH-INIFAP-División Forestal. Boletín Técnico Núm. 110. 2a. Ed. 71 p.
- Villa, C. J. y C. J. Villa. 1996. La ubicación de trampas y factores climáticos afectan el monitoreo de descortezadores en el sur del estado de Jalisco. *Ciencia Forestal en México*. 21 (79): 87-100.
- Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae). A taxonomic monograph. Great Basin Naturalist Memoirs. Provo, Utah. 1359 p.
- Zhou J., W. R. Darrell and C. G. Niwa. 2001. Kairomonal response of *Thanasimus undatulus*, *Enoclerus spegeus* (Coleoptera: Cleridae), and *Temnochila chlorodia* (Coleoptera: Trogositidae) to bark beetle semiochemicals in eastern Oregon. *Environ. Entomol.* 30(6): 993-998.

CAPITULO III

FLUCTUACIÓN DE *Dendroctonus adjunctus* BLANDFORD Y SUS DEPRADORES ATRAÍDOS POR FRONTALINA + ALFA-PINENO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE ZOQUIAPAN, EDO. DE MÉXICO

RESUMEN

Durante un año se realizó un monitoreo para conocer la fluctuación poblacional de *Dendroctonus adjunctus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) y sus depredadores atraídos por la feromona frontalina + alfapineno, en la Estación Experimental Forestal de Zoquiapan, Estado de México. En el experimento se colocaron 20 trampas Lindgren de 15 unidades, de las cuales 19 trampas fueron cebadas con frontalina y una como testigo sin feromona, a una distancia de 100 metros de separación. El monitoreo se realizó de junio del 2005 al mes de mayo del 2006. La recolecta de insectos se realizó dos veces por mes (cada 15 días) y la frontalina se cambiaba cada mes, y se colocaba un trozo de insecticida en el vaso colector (collar antipulgas) para matar los insectos y evitar que se maltrataran. Los meses con mayor abundancia de *D. adjunctus* fueron septiembre de 2005, marzo y abril de 2006 con 124, 81 y 77 insectos respectivamente. En contraste, julio de 2005 presento el menor registro con solo un ejemplar. Los principales enemigos naturales identificados fueron 6 *Enoclerus arachnoides* y 15 *Cymatodera* spp., ambos de la familia Cleridae. Con el cambio de signo del coeficiente de correlación a lo largo del periodo anual estudiado se puede inferir que los depredadores presentan conducta cambiante con relación a *D. adjunctus*.

PALABRAS CLAVE: *Dendroctonus*, *Enoclerus arachnoides*, *Cymatodera*, frontalina, trampa Lindgren.

ABSTRACT

A year round monitoring experiment was established in the forest region of La Estacion Experimental de Zoquiapan, Estado de Mexico, to determine the population fluctuation of *Dendroctonus adjunctus* (Blandford) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) and its predators both attracted by the pheromone frontalin+alpha-pinene. Twenty traps were deployed 100 meters apart each other in the experimental site. Nineteen traps were lured with the pheromone and one was used as a control with no pheromone. The monitoring experiment was done from June year 2005 to May 2006. Collection of trapped insects was done every two weeks and the pheromone bait was replaced monthly as well a pice of vapona to kill the trapped insects. The results indicated that the months with bigger abundance of the insect *D. adjunctus* was September (n= 124), March (n= 81) and April (n= 77). In comparison, July 2005 obtained the minor record with solo an issue. *Enoclerus arachnodes* (n=6) and *Cymatodera* spp. (n=15) were the predators found of the family Cleridae. This experiment demonstrates that frontalin+alpha-pinene elcitate attraction to *D. adjunctus* and its predators. I also shows that the monitoring scheme is sensitive to season fluctuations in the studied period. The different sign of the coeficient of correlation along the year period studied shows that predators may have switching behaviour in relation to *D. adjunctus*.

Key words: *Cymatodera*, *Dendroctonus adjunctus*, *Enoclerus arachnodes*, frontaline, Lindgren trap.

3.1 INTRODUCCION

Los pinos abarcan grandes extensiones de la República Mexicana en diferentes medios ecológicos y van desde los 500 hasta los 4000 metros de altitud (Mirov, 1967). Piña y Muñiz (1981), consideran que en los últimos cuarenta años la superficie forestal ha disminuido cuatrocientas mil hectáreas por año, interviniendo diversos factores, de los cuales los insectos forestales son los más importantes.

Verduzco (1976) y Macías *et al.*, (2004), mencionan que las enfermedades y los insectos forestales causan grandes pérdidas de madera en los bosques de pino, en especial los insectos del género *Dendroctonus* a quienes se les conoce como insectos descortezadores, son uno de los principales factores de mortalidad durante el desarrollo y establecimiento de bosques y plantaciones. Estos insectos provocan la muerte de miles de árboles anualmente provocando con esto un grave desequilibrio ecológico (Piña y Muñiz, 1981; Miller and Borden, 2000; Gillette *et al.*, 2001; Díaz *et al.*, 2006).

Piña y Muñiz (1981) y Salinas *et al.*, (2004) coinciden que *Dendroctonus adjunctus* (Blandford) se localiza desde el suroeste de los Estados Unidos hasta Guatemala y se le considera un descortezador de lugares altos de 3100 a 3500 m. También se puede encontrar esta especie desde 1600 a 3929 metros sobre el nivel del mar y sus principales hospederos son *P. hartwegii*, *P. montezumae*, *P. rudis*, *P. ponderosa*, *P. chihuahuana*, *P. pseudostrobus* y *P. lawsoni*. Negrón (2000), encontró a *D. adjunctus* atacando árboles estresados en Arizona y Utah., por su parte Verduzco (1976) y Rodríguez (1990) reportan que en México durante la década de 1955-65, se desarrolló una fuerte invasión de este descortezador causando grandes daños a varias especies de pinos.

El monitoreo de los descortezadores es un procedimiento primordial en el manejo de estos insectos, con ello se puede inferir su abundancia poblacional y tomar medidas de control (Turchin *et al.*, 1999). Se pueden utilizar sustancias químicas conductuales como feromonas y kairomonas, que son de alta especificidad, de nulo impacto al ambiente y pueden atraer a los insectos depredadores de los descortezadores, por lo cual ambas poblaciones pueden ser monitoreadas en forma simultánea (Turchin *et al.*, 1991; Reeve 1997).

Mayers and McLaughli (1991) y Matthew *et al.*, (2004), comentan que la frontalina es una feromona de agregación para especies como *Dendroctonus frontalis*, *D. mexicanus* y *D. adjunctus*, estos insectos son atraídos a las trampas cebadas. Hobson *et al.*, (1993), reportan que *Dendroctonus valens* es un descortezador que no utiliza feromona de agregación para localizar a su hospedero, ya que se guía por algunos compuestos que contiene la resina de los árboles. Strom *et al.*, (2001); Sánchez and Wagner (2002), mencionan que la frontalina y exobrevicomina combinadas con mirceno se usan para atraer a *D. brevicomis*.

3.2 OBJETIVO

Con base a lo anterior expuesto se planteo como objetivo de este estudio el conocer la fluctuación poblacional de *D. adjunctus* y sus depredadores capturados en trampas Lindgren cebadas con frontalina, en la Estación Experimental de Zoquiapan, Edo., de México; así como, la correlación que existe entre el descortezador y sus depredadores capturados durante un año de muestreo. Y se formula la hipótesis de que el número de insectos atrapados por las trampas es completamente aleatorio y que la respuesta hacia la feromona está en función de los meses del año.

3.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del sitio de monitoreo

El monitoreo se estableció en un bosque con árboles de pino-abeto, en donde se encontraron *Pinus hartwegii* Lindl., atacados por el descortezador *D. adjunctus* (Blandford), dentro la Estación Experimental de Zoquiapan, Edo., de México. Se ubica en las siguientes coordenadas: paralelos 19° 12' 30" y 19° 20' 00" de latitud N y los meridianos 98° 42' 30" y 98° 30' 00" de longitud W (Blanco *et al.*, 1981). El clima de la zona es semifrío con verano fresco largo y fórmula climática: Cb'(w2)(w)igw (García, 1987). El experimento se condujo de junio del 2005 a mayo del 2006 (figura 14).



Figura 14. Ubicación del la Estación Experimental Forestal de Zoquiapan, Estado de México.

Colocación de trampas

En la zona forestal dañada por el descortezador se colocaron 20 trampas tipo Lindgren® de 15 unidades (PheroTech.), de las cuales 19 de ellas contenían feromona frontalina + alfa-pineno (P152, Dendrocton frontales TrpB de ChemTica Internacional S. A.) y una trampa como testigo sin feromona, con una separación aproximada de 100 m entre ellas. Las trampas se colocaron en árboles no hospederos del insecto para evitar una infestación. El vaso colector de las trampas estuvo a una altura de 1.60 m sobre el nivel del suelo (figura 15).



Figura 15. Colocación de trampas tipo Lindgren cebadas con frontalina en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México.

Recolección de insectos y cebado de trampas

Los insectos capturados se recolectaban dos veces por mes (cada quince días) y la frontalina se cambiaba cada mes anexando al vaso colector un trozo de dos centímetros de banda plástica de collar antipulgas como insecticida (Tetraclorvinfos[®]), con esto se evitó que los insectos se maltrataran. Posteriormente los insectos se colocaron en frascos de cristal con alcohol al 70% y se etiquetaron con los datos de campo correspondientes a la colecta. La identificación del descortezador se realizó en el Laboratorio de Entomología Forestal del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, utilizando las claves taxonómicas de Wood, (1982).

Análisis estadístico

La información obtenida se capturó en una base de datos y se analizó estadísticamente con el programa SAS, (1998). Las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Se aplicó un primer diseño estadístico completamente al azar para correr la hipótesis de que el número de insectos atrapados por las trampas es completamente aleatorio. Los tratamientos fueron 2 (feromona y testigo) con 12 repeticiones (meses del año). Los datos de campo se transformaron con raíz cuadrada + 1 y para las observaciones del tratamiento con feromona se sacó un promedio mensual (descortezador y depredadores) de las 19 trampas.

Un segundo diseño completamente al azar se aplicó para la hipótesis de que la respuesta de *D. adjunctus* hacia la feromona está en función de los meses del año. Aquí se tuvieron 12 tratamientos (meses del año) con 19 repeticiones (datos mensuales transformados con raíz cuadrada + 1, del descortezador y sus depredadores de cada trampa).

Se usó el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde, Y_{ij} = es el valor observado de la variable respuesta correspondiente al tratamiento i en su repetición j ; con μ = media general; T_i = efecto del i -ésimo tratamiento; ε_{ij} = error asociado del i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

Calculo del coeficiente correlación

El coeficiente de correlación mide el grado de asociación lineal entre dos variables (descortezador-depredador). Para calcular la correlación se tiene que obtener primero la covarianza de las poblaciones con la siguiente fórmula:

$$S_{x,y} = \sum (x_i - \bar{x}) (y_i - \bar{y}) / n - 1$$

El coeficiente de correlación se obtiene con el modelo siguiente:

$$r_{x,y} = S_{x,y} / (S_x S_y)$$

Donde, $r_{x,y}$ = es el coeficiente de correlación; $S_{x,y}$ = covarianza; S_x = es la desviación estándar de la variable x y, S_y = es la desviación estándar de la variable y (Sahagún, 1994).

3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descortezador

Se encontró que el descortezador *Dendroctonus adjunctus* se encuentra volando todo el año y puede ser capturado utilizando trampas tipo Lindgren cebadas con frontalina más alfa-pineno (figura 16). Se determinó que los meses con mayor captura de insectos fueron septiembre del 2005 y marzo del 2006 con una media de (6.53 ± 19.76) y (4.26 ± 5.70) respectivamente. En contraste, julio de 2004 es el mes que presentó la menor abundancia con tan solo (0.05 ± 0.23) .

Los datos anteriores nos indican que el descortezador de las alturas (*D. adjunctus*), bajo estas condiciones se presenta en mayor abundancia en las estaciones de primavera y en el otoño (figura 16). Resultados semejantes los reporta Villa y Villa (1996) y Moser *et al.* (2005), al estudiar *D. mexicanus* y obtener capturas abundantes en los meses de abril a junio.

Sánchez *et al.* (2007), reportan que en la Sierra de Arteaga, Coahuila, existe un pico mayor de dispersión de *D. adjunctus* durante los meses de octubre y noviembre y otro menor entre abril y julio, lo mismo ocurre en estudios realizados en la Sierra La Raspadura, Colonia Oscar Soto Maynez, Namiquipa Chihuahua. De igual manera en el norte de Arizona *D. adjunctus* presenta un patrón similar con un pico de dispersión en el mes de octubre (Gaylord *et al.* 2006).

Sánchez *et al.* (2007), reportan que en el Parque Nacional Nevado de Colima el patrón no es tan consistente, aquí *D. adjunctus* presenta un amplio periodo de dispersión desde julio hasta febrero, con pequeños picos intermitentes en algunos sitios en diciembre y marzo. Esto coincide con Villa (1993), quien observó árboles recién infestados a principios de agosto de 1983 en el mismo Parque. Por su parte Islas, (1980), en el Estado de México encontró que *D. adjunctus* emerge a partir de la última semana de agosto y concluye en los meses de noviembre y diciembre. Con estos resultados podemos decir que la abundancia poblacional del descortezador *D. adjunctus* está determinada por las condiciones climáticas de cada región forestal.

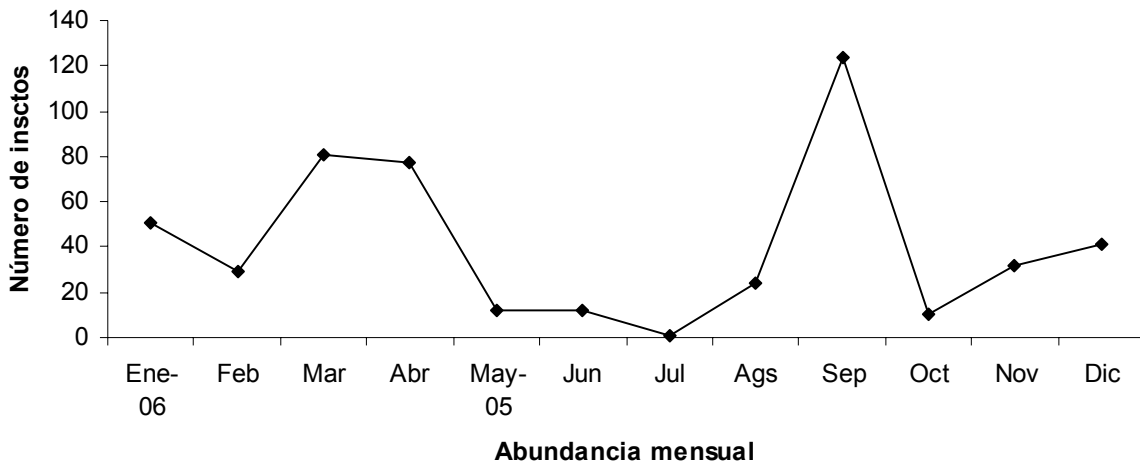


Figura 16. Patrón de dispersión estacional de *Dendroctonus adjunctus* en bosque de *Pinus hartwegii* de La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México. Determinado mediante 19 trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno, distribuidas en la zona con una separación aproximada de 100 metros.

En La Estación Experimental de Zoquiapan se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los promedios de *D. adjunctus* capturados en las trampas con feromona y los valores del testigo, con esto se confirma que el número de insectos capturados en las trampas con frontalina + alfa-pineno es significativamente diferente al capturado en las trampas testigo (1.51 ± 0.34) y (1.0 ± 0.0) respectivamente.

También se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las capturas de los meses del año, determinando que marzo del 2006 y septiembre del 2005 presenta la mayor densidad poblacional, seguido por los siguientes meses: abril, enero, diciembre, noviembre, febrero, agosto, mayo, junio, octubre y julio. Con esto determinamos que el patrón de vuelo y la respuesta de *D. adjunctus* hacia la frontalina está en función de los meses del año.

Los descortezadores capturados en este experimento fueron 494 *Dendroctonus adjunctus* (Blandford) de la familia Scolytidae, en cuanto a depredadores se registraron 6 *Enoclerus arachnodes* (Klug) y 15 *Cymatodera* spp., ambos de la familia Cleridae. Díaz *et al.* (2006), reportan capturas semejantes al utilizar trampas multiembudo cebadas con la feromona frontalina

mas alfapineno, capturaron *D. mexicanus* e identificaron depredadores como *Enoclerus* spp. y *Temnochila* spp.

Depredadores

Se capturó un total de 6 *Enoclerus arachnodes* (figura 17), 3 de ellos se recolectaron en febrero y el resto en enero, marzo y junio, en contraste Gaylord *et al.* (2006), reportan capturas del género *Enoclerus* spp., en los meses de junio y agosto. Del depredador *Cymatodera* spp. (figura 18) se capturaron 15 insectos, distribuidos de la siguiente manera: 5 en agosto, 4 en marzo, 2 en enero y noviembre y 1 para abril y julio. Ambos depredadores no fueron capturados en los meses de mayo, septiembre, octubre y diciembre. Sánchez *et al.* (2007), recomiendan que al monitorear las poblaciones de insectos descortezadores, con los señuelos recomendados, se identifique y contabilice también sus depredadores naturales, especialmente los de las familias Cleridae y Trogossitidae. Estos datos sirven para determinar el papel de los depredadores en la fluctuación poblacional de los insectos descortezadores.

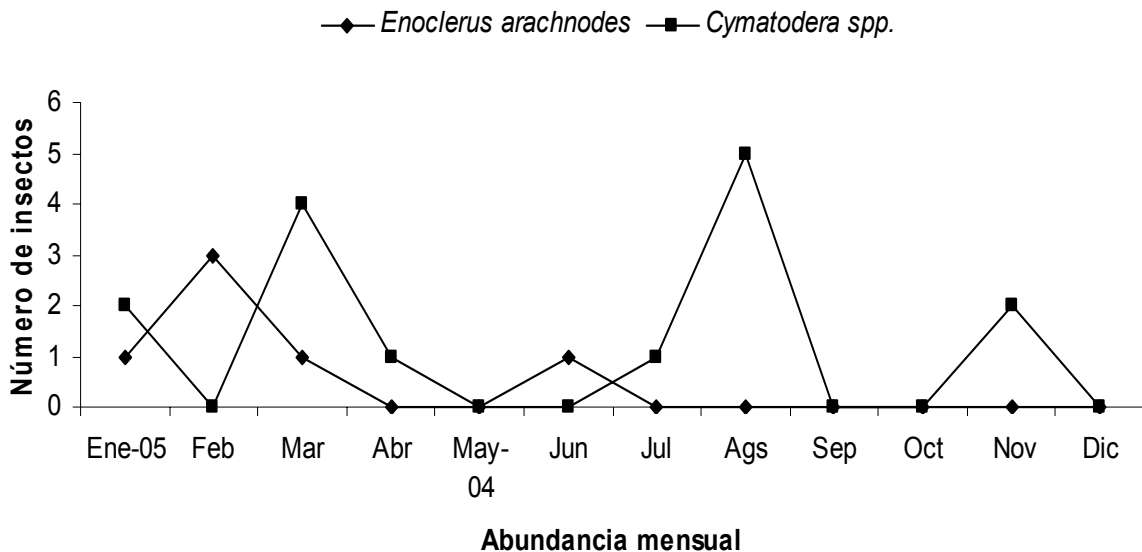


Figura 17. Patrón de dispersión estacional de los depredadores *Enoclerus arachnodes* y *Cymatodera* spp., en bosque de *Pinus hartwegii* de La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México. Determinado mediante 19 trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfapineno, distribuidas en la zona con una separación aproximada de 100 metros.



Figura 18. Depredador del género *Cymatodera* spp., de la familia Cleridae, capturado en trampas Lindgren, cebadas con frontalita + alfapineno en Los pescados, Veracruz y Zoquiapan, Estado de México.

Coefficiente de correlación

Las poblaciones del descortezador *D. adjunctus* y el depredador *E. arachnodes* presentaron una correlación inversa en los meses de junio, enero y marzo, esto significa que la población del descortezador aumento mientras que el depredador disminuyó (figura 19). Solo en febrero la correlación fue positiva ambas poblaciones incrementan (Little y Hills, 1991). El resto de los meses como abril, mayo, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre no existió correlación por no ser capturado este depredador.

Para el caso de la correlación entre la población de *D. adjunctus* y la población del género *Cymatodera* spp., los meses con correlación inversa fueron julio, agosto y marzo. Para los meses de noviembre y enero ambas poblaciones incrementaron su población, esto significa que la correlación fue positiva. En los meses de febrero, mayo, junio, septiembre, octubre y diciembre no existió correlación debido a que no se registraron capturas de este insecto (figura 20).

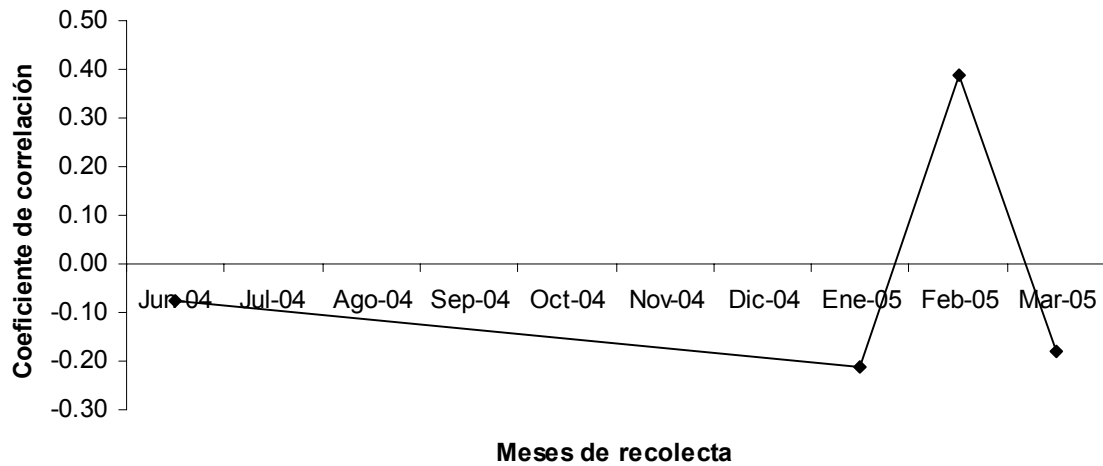


Figura 19. Coeficiente de correlación mensual entre el descortezador *D. adjunctus* y el depredador *E. arachnodes* en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México, capturados en trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno.

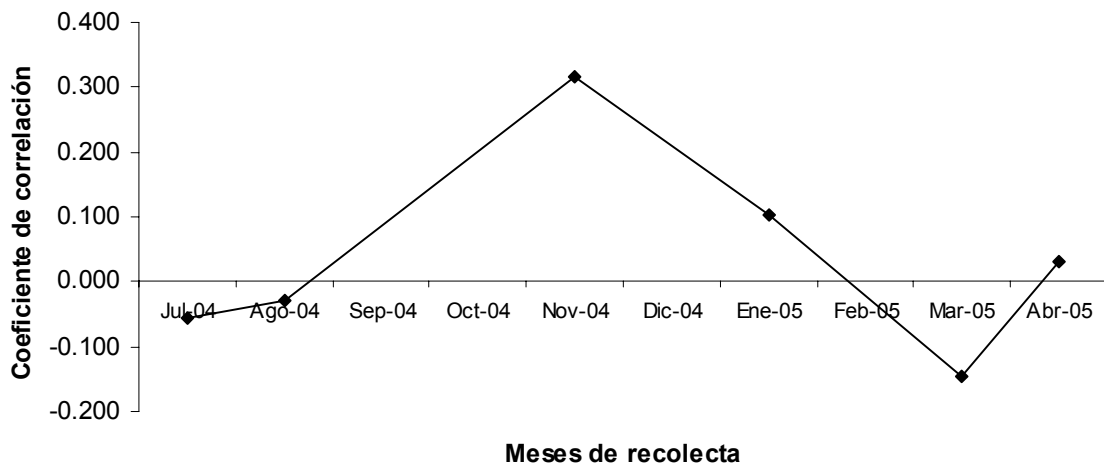


Figura 20. Coeficiente de correlación mensual entre el descortezador *D. adjunctus* y el depredador *Cymatodera* spp., en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México, capturados en trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno.

Estos datos nos sirven para determinar la importancia que tienen los enemigos naturales sobre la fluctuación poblacional del descortezador *D. adjunctus* y este tipo de monitoreo realizado por varios años, sirve para obtener modelos de predicción de riesgo de ataque. Por lo tanto, para este

descortezador y en este sitio se detecto que existen dos picos poblacionales, el primero se presenta en los meses de marzo y abril y el segundo en el mes de septiembre.

3.5 CONCLUSIONES

D. adjunctus en La Estación Experimental de Zoquiapan, presenta un patrón de vuelo en todo el año, con dos picos poblacionales, el primero se presenta en los meses de marzo y abril y el segundo en el mes de septiembre.

Con el uso de trampas multiembudo tipo Lindgren cebadas con feromona frontalina + alfa pineno se puede atraer y capturar este descortezador en cualquier época del año, al igual que sus depredadores *Enoclerus arachnodes* y *Cymatodera* spp.

Se encontraron dos tipos de correlación entre *D. adjunctus* y sus depredadores *E. arachnodes* y *Cymatodera* spp., la inversa o negativa y la directa o positiva, en donde ambos depredadores bajan su población en el mes de marzo.

Finalmente la abundancia poblacional del descortezador *D. adjunctus* está determinada por las condiciones climáticas de cada región forestal y que el número de insectos capturados en las trampas con frontalina + alfa-pineno es significativamente diferente al capturado en las trampas testigo

3.6 LITERATURA CITADA

- Díaz, N. V., M. G. Sánchez and N. E. Gillette. 2006. Response of *Dendroctonus mexicanus* (Hopkins) to two optical isomers of verbenone. *Agrociencia* 40: 349-354.
- García A., E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Adaptación a las Condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. México. 217 p.
- Gaylord, M. L., T. E. Kolb., K. F. Wallin and M. R. Wagner. 2006. Seasonality and lure preference of bark beetles (Curculionidae: Scolytinae) and associates in a Northern Arizona ponderosa pine forest. *Environ. Entomol.* 35(1): 37 – 47.
- Gillette, N., D. R. Owen and J. H. Stein. 2001. Interruption of semiochemical mediated attraction of *Dendroctonus valens* (Coleoptera: Scolytidae) and selected nontarget insects by verberone. *Environ. Entomol.* 30: 837-841.
- Hobson K., D. L. Wood., L. G. Cool., P. R. White., T. Ohtsuka., I. Kubo and E. Zavarin. 1993. Chiral specificity in responses by the bark beetle *Dendroctonus valens* to host kairomonas. *J. Chem. Ecol.* 9: 1837-1846.
- Islas Salas, F. 1980. Observaciones sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los pinos: *Dendroctonus adjunctus* Blf; *D. mexicanus* Hpl. y *D. frontalis* Zimm., en algunas regiones de la República Mexicana. SARH-INIF. Boletín Técnico No. 66. 38 p.
- Little, T. M. y Hills F. J. 1991. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas. México. pp. 145-155.

- Macías Sámano. J. E., A. Niño Domínguez., J. A. Cruz López. y R. Altúzar Mérida. 2004. Monitoreo de descortezadores y sus depredadores mediante el uso de semioquímicos. El Colegio de la Frontera Sur. pp. 1-5.
- Matthew R., E. Symonds and M. A. Elgar. 2004. The mode of pheromone evolution: evidence from bark beetles. The Royal Society. Proc. R. Soc. Lond. B (2004) 271, 839–846.
- Mayers, M. S. and J. R. McLaughlin. 1991. Handbook of insect pheromones and sex attractants. CRC Press. Boca Raton.
- Miller, D. R., and J. H. Borden. 2000. Dose dependent and species specific responses of pine bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) to monoterpenes in association with pheromones. Can. Entomol. 132: 183-195.
- Mirov, N. T. 1967. The genus *Pinus*. The Ronald Press Company. Nueva York. 602 p.
- Moser, J. C., B. A. Fitzgibbon and K. D. Klepzig. 2005. The Mexican pine beetle, *Dendroctonus mexicanus*: firs record in the United States and co-occurrence with the southern pine beetle – *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae or Curculionidae: Scolytidae). Entomological News. 116(4):235-243.
- Negrón J. F., J. L. Wilson and J. A. Anhold. 2000. Stand conditions associated with roundheaded pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) infestations in Arizona and Utah. Environ. Entomol. 29(1):20-27.
- Piña, L. I. y R. V. Muñíz. 1981. Los escolítidos como plagas forestales. Monografía III. Publicada por los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. México. 117 p.
- Reeve, J. 1997. Predation and bark beetle dynamics. Oecologia 112: 4-54.

- Rodríguez, L. R. 1990. Plagas forestales y su control en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 217 p.
- Sahagún C. J. 1994. Estadística descriptiva y probabilidad: una perspectiva biológica. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp. 113-123.
- Salinas, M. Y., G. Ma. Mendoza., M. A. Barrios., R. Cisneros., S. J. Macías and G. Zúñiga. 2004. Areography of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Mexico. *Journal of Biogeography* (J. Biogeogr.) 31, 1163–1177.
- Sánchez, M. G. and M. R. Wagner. 2002. Bark beetle community structure under four ponderosa pine forest stand conditions in northern Arizona. *Forest Ecol. Manag.* 170: 145-160.
- Sánchez Martínez. G., L. M. Torres Espinoza, I. Vázquez Collazo, E. González Gaona y R. Narváez Flores. 2007. Monitoreo y manejo de insectos descortezadores de coníferas. Aguascalientes, Méx., INIFAP., CIRNOC., Campo Experimental Pabellón. 105 p. (Libro técnico, Campo Experimental Pabellón No. 4) ISBN.
- SAS Institute. 1998. SAS User's Guide: Satatistics. Release 6.03 Edition. SAS Institute, Inc. Cary, N. C. USA. 1028 p.
- Strom, B. L., R. A. Goyer and P. J. Shea. 2001. Visual and olfactory disruption by the wester pine beetle to attractant baited traps. *Entomol. Experimentalis et Applicata* 100: 63-67.
- Turchin, P., P. R. Jr. Lorio., A. Taylor and R. F. Billings. 1991. Why do populations of southern pine beetles (Coleoptera: Scolytidae) fluctuate. *Environ. Entomol.* 20: 401- 409.
- Turchin, P., A. D. Taylor and J. D. Reeve. 1999. Dynamical role of predators in population cycles of a forest insect: An Experimental Test. *Science* 285: 1068-1070.

- Verduzco, G. J. 1976. Protección forestal. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. Patena, A. C. 369 p.
- Villa Castillo, J. 1993. Valoración del derribo y abandono como método de control para *Dendroctonus adjunctus* Blf. (Col.: Scolytidae) en el Parque Nacional Nevado de Colima. SARH-INIFAP-División Forestal. Boletín Técnico Núm. 110. 2a. Ed. 71 p.
- Villa, C. J. y C. J. Villa. 1996. La ubicación de trampas y factores climáticos afectan el monitoreo de descortezadores en el sur del estado de Jalisco. Rev. Cien. For. En México. 21 (79): 87-100.
- Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae). A taxonomic monograph. Great Basin Naturalist Memoirs 6: 1-1359.

CAPITULO IV

INSECTOS ASOCIADOS A *Dendroctonus adjunctus* BLANDFORD, ATRAÍDOS POR FRONTALINA + ALFA-PINENO, EN LOS PESCADOS, VERACRUZ Y EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE ZOQUIAPAN, EDO. DE MÉXICO

RESUMEN

La investigación se estableció en un bosque conformado por *Pinus hartwegii* atacado por el descortezador *D. adjunctus* (Blandford), en el Ejido Forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz; de mayo 2004 al mes de abril del 2005 y en la Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México de junio del 2005 a mayo del 2006. En el experimento se colocaron 20 trampas Lindgren de 15 unidades, de las cuales 19 trampas fueron cebadas con frontalina + alfapineno y una como testigo, a una distancia de 100 metros de separación. La recolecta de insectos se realizó dos veces por mes y la feromona se cambiaba cada 30 días adicionando un trozo de insecticida en el vaso colector (collar antipulgas). Los insectos que presentaron mayor abundancia en Los Pescados fueron los siguientes: *Gnathotrichus* spp. (1011), *D. mexicanus* (527), *Hylastes* spp. (485), *Ips mexicanus* (432), *Lasconotus* spp. (135) y *Elacatis* spp. (133). En la estación de Zoquiapan predominaron *Gnathotrichus* spp. (151), *I. mexicanus* (103), *Hylurgops* spp. (17), *Pityophthorus* spp. (9), *Lasconotus* spp. (44), *Elacatis* spp. (29) y *Cossonus* spp. (6). Finalmente se identificaron otros insectos a nivel de familia como Cerambicidae, Staphylinidae, Curculionidae, Silphidae, Scarabaeidae, Bostrichidae, Tettigoniidae, Elateridae y Chrysomelidae.

PALABRAS CLAVE: *Dendroctonus adjunctus*, Trampa Lindgren, insectos forestales, frontalina, feromona.

ABSTRAC

The investigation established in a forest shaped by *Pinus hartwegii* attacked by the descortezador *D. adjunctus* (Blandford), in the Forest common land of Los Pescados, Perote Municipality, Veracruz; from May, 2004 to April, 2005 and on Zoquiapan Experimental Station, State of Mexico from June, 2005 to May, 2006. In the experiment there were placed 20 traps Lindgren of 15 units, of which 19 traps were fed with frontaline + alfapineno and one as witness, to a distance of 100 meters of separation. It gathers it of insects two times were realized for month and the feromona was changing every 30 days adding a chunk of insecticide in the glass collector (necklace antifleas). The insects that presented major abundance in Los Pescados ones were the following ones: *Gnathotrichus* spp. (1011), *D. mexicanus* (527), *Hylastes* spp. (485), *Ips mexicanus* (432), *Lasconotus* spp. (135) and *Elacatis* spp. (133). On Zoquiapan station they predominated over *Gnathotrichus* spp. (151), *I. mexicanus* (103), *Hylurgops* spp. (17), *Pityophthorus* spp. (9), *Lasconotus* spp. (44), *Elacatis* spp. (29) and *Cossonus* spp. (6). Finally other insects were identified to family level as Cerambicidae, Staphylinadae, Curculionidae, Silphidae, Scarabaeidae, Bostrichidae, Tettigoniidae, Elateridae and Chrysomelidae.

KEY WORDS: *Dendroctonus adjunctus*, trap Lindgren, forest insects, frontaline, pheromone.

4.1 INTRODUCCIÓN

Las plagas forestales son insectos que ocasionan daños de tipo mecánico o fisiológico a los árboles, como deformaciones, disminución del crecimiento, debilitamiento o, incluso la muerte, con un impacto ecológico, económico y social muy importante. Son consideradas como una de las principales causas de disturbio en los bosques templados del país. Actualmente se tiene registro de alrededor de 250 especies de insectos y patógenos que afectan al arbolado en México, estimándose la superficie susceptible de ataque en cerca de 10 millones de hectáreas.

Dentro de los factores naturales que facilitan el ataque de plagas están los fenómenos meteorológicos como sequías, huracanes y nevadas, así como otras conflagraciones naturales, como los incendios. Sin embargo, las actividades humanas también facilitan el ataque (SEMARNAT, 2002).

Los escarabajos descortezadores (llamados gorgojos del pino) de los géneros *Dendroctonus* e *Ips* son los insectos de mayor importancia económica en los bosques de coníferas y se extienden desde Canadá y los Estados Unidos hasta Nicaragua.

Los insectos del género *Dendroctonus* son insectos descortezadores cuyos hospederos son principalmente varias especies de pino y son los principales factores de mortalidad durante el desarrollo y establecimiento de bosques y plantaciones de estas especies en México (Turchin *et al.*, 1991).

Las poblaciones de insectos del género *Dendroctonus* suelen estar asociados con otros coleopteros de la corteza, particularmente del género *Ips*, *Gnathotrichus*, *Hylastes*, *Hylurgops*, *Pityophthorus* y *Euplatypus*, así como, algunos géneros depredadores de los géneros *Elacatis* y *Lasconotus*.

Se ha encontrado que el daño que ocasionan los insectos de las familias Scolytidae y Platypodidae, consiste en que barrenan todo tipo de tejidos vegetales, y muchas especies dispersan e inoculan enfermedades fungosas. Estas familias son parecidas en cuanto a su morfología, ciclo biológico, hábitos alimenticios y sistemas de producción, se presentan principalmente especies floeófagas, xilófagas y xilomicetófagas (Wood, 1982).

Dendroctonus e Ips

Los escarabajos descortezadores son los más conocidos y estudiados por ser los que mayor impacto generan en un lapso corto de tiempo. Estos insectos barrenan la corteza de los árboles para llegar a la región del floema y en ese tejido se alimentan, se reproducen y se desarrolla su progenie. Para que el insecto sobreviva, debe matar al árbol o debilitarlo en forma tal que no presente resistencia a la colonización; el descortezador se debe en parte a que están asociados con microorganismos (principalmente hongos) que aceleran la muerte del tejido vegetal mediante la producción de sustancias tóxicas y/o mediante el taponamiento del sistema vascular del hospedero. Asimismo, la mayoría de estos insectos vencen las defensas del árbol utilizando un ataque coordinado, mediado por la producción de feromonas liberadas a medida que los insectos barrenan el árbol. Los insectos del género *Dendroctonus e Ips* a quienes se les conoce como insectos descortezadores, son uno de los principales factores de mortalidad durante el desarrollo y establecimiento de bosques y plantaciones forestales (Verduzco, 1976; Macías *et al.*, 2004 y Gillette *et al.*, 2001).

Uso de cebos químicos en el manejo de Descortezadores

Actualmente en Norteamérica y Europa se han desarrollado métodos alternativos de control y manejo de insectos descortezadores usando semioquímicos. Para atraer especies de los géneros *Dendroctonus e Ips* entre otros y usualmente se combinan una o varias feromonas de atracción con uno o varios compuestos volátiles del hospedero (cuadro 1). La frontalina, en combinación con el alfapineno, atrae a *D. frontalis* y se usa para el monitoreo de esta especie en los EE.UU (Billings, 2003).

Cuadro 1. Sustancias químicas utilizadas como atrayentes para capturar en el sistema de trapeo a especies de *Dendroctonus* y especies de *Ips*. Tomado de Salinas, *et al.*, 2004.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FEROMONA
<i>Dendroctonus adjunctus</i>	Descortezador de las alturas	Frontalina
<i>D. frontalis</i>	Descortezador del pino del sur	Frontalina
<i>D. mexicanus</i>	Descortezador menor del pino	Verbenona
<i>Ips mexicanus</i>	Descortezador	Ipsenol, Ipsdienol
<i>I. integer</i>	Descortezador	Ipsdienol, cis-verbenol
<i>I. grandicollis</i>	Descortezador	Ipsenol

Monitoreo y detección

Esta táctica es una derivación natural de la atracción y especificidad de las feromonas de agregación. Las trampas cebadas con feromonas son utilizadas comúnmente como una excelente herramienta para monitorear y detectar a los insectos. La información obtenida del monitoreo es útil no solo para la detección, sino para establecer umbrales y evaluar o estimar densidades. Esta estrategia ha sido especialmente importante en problemas de cuarentena, para la detección oportuna de insectos introducidos a través de puertos internacionales. En situaciones donde el insecto exótico ya está plenamente establecido, el monitoreo con base en feromonas es fundamentalmente para evaluar sus poblaciones y forma parte integral de su manejo (Macías, 2001).

Trapeo masivo de plagas endémicas

Es otro tipo de manejo que consiste en concentrar al insecto plaga en un área restringida, donde pueda ser fácilmente eliminado a un costo bajo y con el menor impacto posible al ambiente, caso contrario al que ocurriría si se utilizaran insecticidas. El éxito de ésta táctica, en relación con los insectos forestales, está limitado a los insectos barrenadores ambrosiales (Coleoptera: Scolytidae) en zonas bien definidas; por ejemplo en Columbia Británica, Canadá, el manejo de los trozos de madera en los patios de aserraderos depende en gran medida del uso de feromonas para monitorear y disminuir el impacto de estos escarabajos en la calidad de los productos (Macías, 2001).

Uso de trampas con feromonas

Es muy útil el manejo de trampas con feromonas en las masas forestales, especialmente cuando existe un riesgo de que se introduzca una plaga no endémica, en cuyo caso se emplean las trampas para la detección rápida de estas especies, y así poder identificar el foco de infección y tomar las medidas de control pertinentes (Macías, 2001).

También se usan las trampas para la supervisión de plagas y para determinar la necesidad de realizar los tratamientos oportunos. Es frecuente el uso de trampas para la supervisión cuando se trata de plagas cíclicas, ya que sólo se tratarán los bosques cuando los insectos alcanzan un gran número. En otros casos aparte de la supervisión, se utilizan para la captura masiva.

http://www.e-econex.com/gestion_bio_/gestion_bio_.html - confu En la mayoría de las especies de coleópteros y lepidópteros, la captura con trampas es mejor cuando se colocan éstas sobre un soporte, en las zonas claras del bosque. En cuanto a la densidad, suele colocarse una trampa cada 9 ó 18 Has., de bosque, para la supervisión de plagas (<http://www.e-econex.com/catalogo/cultivos12.htm>, consultada el 30 de abril de 2009).

El uso de semioquímicos como atrayentes son una alternativa para el manejo de insectos descortezadores en ciertas condiciones. También pueden funcionar como sustancias repelentes con las que se puede proteger árboles individuales o controlar brotes pequeños.

4.2 OBJETIVO

Determinar los insectos capturados en las trampas multiembudo cebadas con frontalina + alfa-pineno asociados a *Dendroctonus adjunctus* en un año de muestreo, en Los Pescados, Veracruz y en la Estación Experimental de Zoquiapan Estado de México.

4.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del primer sitio de monitoreo

La investigación se estableció en un bosque conformado por *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa*, predominando la primer especie, en donde se encontraron *P. hartwegii* Lindl., atacados por el descortezador *D. adjunctus* (Blandford), dentro del Ejido Forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz; ubicado a los 19° 31' 44" N y 97° 07' 24" W, con una altitud de 3,128 m. El experimento se condujo de mayo 2004 al mes de abril del 2005 (figura 21).

Ubicación del segundo sitio de monitoreo

Se estableció en un bosque con árboles de pino-abeto, en donde se encontraron *Pinus hartwegii* Lindl., atacados por el descortezador *D. adjunctus* (Blandford), dentro la Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México. Esta se ubica en las siguientes coordenadas: paralelos 19° 12' 30" y 19° 20' 00" de latitud N y los meridianos 98° 42' 30" y 98° 30' 00" de longitud W (Blanco *et al.* 1981). El clima de la zona es semifrío con verano fresco largo y fórmula climática: Cb'(w2)(w)igw (García, 1987). El experimento se condujo de junio del 2005 a mayo del 2006 (figura 21).



Figura 21. Ubicación de los sitios donde se realizó la investigación, en Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz (A) y en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México (B).

Colocación de trampas

En ambas zonas el descortezador se colocaron 20 trampas Lindgren® de 15 unidades (PheroTech.), de las cuales 19 trampas contenían feromona frontalina + alfa-pineno (P152, Dendrocton frontales TrpB de ChemTica Internacional S. A.) y una trampa como testigo sin feromona, con una separación aproximada de 100 m entre ellas. Las trampas se colocaron en árboles no hospederos del insecto para evitar una infestación. El vaso colector de las trampas estuvo a una altura de 1.60 m sobre el nivel del suelo (figura 22). El color negro de la trampa intenta imitar la silueta oscura y vertical de un fuste, en donde al llegar los insectos a la trampa chocan con el embudo y caen en un contenedor quedando atrapados (Lindgren, 1983).



Figura 22. Colocación de trampas tipo Lindgren en los trabajos de monitoreo, en Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz y en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México.

Recolección de insectos y cebado de trampas

Los insectos capturados se recolectaban dos veces por mes y la frontalina se cambiaba cada mes anexando al vaso colector un trozo de dos centímetros de banda plástica de collar antipulgas como insecticida (Tetraclorvinfos®), con esto se evitó que los insectos se maltrataran. Los insectos se colocaron en frascos de cristal con alcohol al 70% y se etiquetaron con los datos de campo correspondientes a la colecta. La identificación del descortezador y sus depredadores se realizó en el Laboratorio de Entomología Forestal del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo.

4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los escoltídos y platipódidos capturados en las trampas cebadas con frontalita se enumeran en el cuadro 2. Para el sitio uno que pertenece a Los Pescados, se observa que el género *Gnathotrichus* es el más sobresaliente con 1011 insectos, seguido por *D. mexicanus* e *Hylastes* con 527 y 485 especímenes respectivamente. Las especies menos capturados fueron *I. bonanseai* y *Euplatypus* spp. (Cuadro 2).

En el sitio dos que está representado por Zoquiapan también predomina el género *Gnathotrichus* spp. con 151 insectos, seguido por *I. mexicanus* con 103 especímenes. En contraste los insectos con Los Pescados, los insectos que no fueron capturados se encuentran *D. mexicanus*, *D. valens*, *I. integer* e *I. bonanseai* (Cuadro 2).

Sin embargo, en ambos sitios de estudio, fueron capturados insectos depredadores como *Elacatis* spp. y *Lasconotus* spp., lo que significa que son atraídos por la feromona frontalita y capturados en las trampas multiembudo.

Cuadro 2. Relación de insectos asociados al descortezador *D. adjunctus*, atrapados en las trampas cebadas con frontalita en Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz y en La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México.

Insecto	Sitio 1	Sitio 2
	Los Pescados, Veracruz.	Zoquiapan, Edo., de México.
<i>D. mexicanus</i>	527	0
<i>D. valens</i>	23	0
<i>Ips mexicanus</i>	432	103
<i>I. integer</i>	37	0
<i>I. bonanseai</i>	5	0
<i>Gnathotrichus</i> spp.	1011	151
<i>Hylastes</i> spp.	485	4
<i>Hylurgops</i> spp.	44	17
<i>Euplatypus</i> spp.	3	1
<i>Pityophthorus</i> spp.	41	9
<i>Elacatis</i> spp.	133	29
<i>Lasconotus</i> spp.	135	44
<i>Cossonus</i> spp.	24	6

Descripción de géneros

Gnathotrichus spp.

Especie de forma cilíndrica y estrecha, de 3,2 - 3,5 mm de longitud. Pronoto de color marrón oscuro, más largo que ancho y glabro excepto los márgenes. Bandas de espículas en su parte anterior, mientras que su parte posterior está finamente punteada. Antena compuesta por un funículo de 5 artejos y un mazo plano de 3 segmentos, con 2 digítulas de color negro. Las hembras tienen sedas de mayor longitud en el funículo y el mazo. Escutelo ancho y plano.

Presenta élitros de color pardo-rojizos, de aspecto liso y glabro, salvo en las interestrías del declive elitral donde se observan sedas largas y aisladas. La puntuación de las estrías es fina. presenta declive elitral liso y convexo, con 2 - 3 gránulos pilíferos en la 3ª interestría.

Hylastes spp.

Aspecto alargado, de color negro, con un tamaño entre 3,5 y 5 mm. El pronoto y los élitros son prácticamente glabros. Una línea lisa carente de puntuación recorre longitudinalmente el pronoto, el cual está finamente punteado. La antena consta de un funículo de 7 artejos y un mazo ovoide compuesto de 4 segmentos. Existe dimorfismo sexual: ventralmente, los machos presentan en el último segmento abdominal una depresión provista de sedas, mientras que en las hembras este último esternito es totalmente liso.

Hylurgops spp.

Tamaño de 2,5 - 3,4 mm con un aspecto robusto. Los adultos maduros adquieren un color marrón oscuro o pardo-rojizo. El pronoto es más ancho que largo, con una carena lisa longitudinal en su parte media. Presenta en el rostro una depresión semi-circular a nivel del clípeo. Funículo antenal de 7 artejos. Mazo ovoide de 4 segmentos. Márgenes basales de los élitros elevados. Estrías con puntos gruesos. Interestrías con una fila de sedas a lo largo, que se desdobra en 2 en la parte basal de los élitros.

Pityophthorus spp.

Son escolítidos cilíndricos, alargados de color café rojizo o negro; la cabeza más o menos escondida por el pronoto; ojos emarginados en su línea interna. El maso antenal es el doble largo que de ancho, con las suturas uno y dos septadas. Región oral posterior incluyendo la pregula, deprimida hacia debajo de la superficie rodeando la cabeza, o pregula angosta, reducida grandemente en tamaño; sus suturas extendiéndose anteriormente en una cavidad oral; pubescencia poco abundante, mazo antenal relativamente grande; el funículo de cinco segmentos.

***Euplatypus* spp.**

Es una plaga que pertenece al orden de los coleópteros cuyos adultos son insectos de color castaño oscuro de aproximadamente 7 a 8 mm de largo y de forma cuadrangular vistos dorsalmente. Las larvas son de color blanquecino, con la mandíbula color castaño oscuro y muy desarrollada, sin patas y de 4 a 11 mm de largo de acuerdo al grado de desarrollo.

http://www.nasdap.ejgv.euskadi.net/r59-738/eu/contenidos/nota_prensa/guia_plaga_coniferas/es_dapa/adjuntos/escolitidos.pdf.
Consultada el 30 de abril del 2009.



Figura 23. Escolítidos asociados a *D. adjunctus*: *Ips mexicanus* (A), *Gnathotrichus* spp. (B), *Hylurgops* spp. (C), e *Hylastes* spp. (D).



Figura 24. *Euplatypus* spp. (A), *Cossonus* spp. (B), *Elacatis* spp. (C) y *Lasconotus* spp. (D).

Descripción de familias

Familia: Elateridae

Antenas con 11 segmentos, filiforme o serriforme o pectiniforme o flabelada. Inserciones antenales expuestas o cubiertas. Porción visible de la procoxa globular con el trocántin cubierto. Cavidad procoxal externamente abierta e internamente abierta. Mesocoxas separadas por 0.4 a más de 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal abierta a cerrada. Fórmula tarsal 5-5-5. Número de ventritos 5 con 4 o raramente 3 connados. Longitud del cuerpo 2.5-55 mm. Alargados, delgados, generalmente puntiagudos posteriormente, con los ángulos posteriores pronotales salientes. Glabros a setosos. Labros libres. Proesterno generalmente muy largo y frecuentemente extendido bajo la cabeza como una barbilla.

Familia: Cerambycidae

Antenas con 11 segmentos, filiforme o moniliforme o pectiniforme o flabelada. Inserciones antenales expuestas. Porción visible de la procoxa transversa a proyectándose por debajo del proesterno con el trocántin cubierto a al menos parcialmente expuesto. Cavidad procoxal externamente abierta a cerrada e internamente abierta a cerrada. Mesocoxas separadas por menos de 0.4 veces el ancho coxal a 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal abierta a cerrada. Fórmula tarsal raramente 5-5-5 o 5-5-5 pero con tarsómero 4 reducido y tapado en la base del lóbulo del 3 (pseudotetrámero). Número de ventritos 5, sin ventritos connados. Longitud del cuerpo 2.5-80 mm. Alargados, generalmente delgados, glabros o pubescentes, con antenas largas y con inserciones antenales prominentes.

Familia: Scarabaeidae

Antenas con 7 a 10 segmentos y una maza de 3 a 7 segmentos. Inserciones antenales expuestas o cubiertas. Porción visible de la procoxa proyectándose por debajo del proesterno con el trocántin cubierto. Cavidad procoxal externamente cerrada e internamente abierta. Mesocoxas contiguas a separadas por más de 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal abierta. Fórmula

tarsal 5-5-5. Número de ventritos raramente 5 o 6, sin ventritos connados. Longitud del cuerpo 1.5-110 mm. Cuerpo variable, glabros o setosos. Maza antenal lamelada. Labro y mandíbulas cubiertas en muchos grupos. Tarsómeros raramente reducidos en número.

Familia: Silphidae

Antenas con 11 segmentos y una maza de 3 segmentos. Inserciones antenales expuestas. Porción visible de la procoxa proyectándose por debajo del proesterno con el trocántin al menos parcialmente expuesto. Cavity procoxal externamente abierta e internamente abierta. Mesocoxas separadas por 0.4 a 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavity mescoxal abierta. Fórmula tarsal 5-5-5. Número de ventritos 6 o 7, sin ventritos connados. Longitud del cuerpo 9-19 mm. Cuerpo oblongo a alargado y algo aplanado, casi glabros. Antenas con una maza pubescente de 3 segmentos precedida por 1 o 2 segmentos en forma de cúpula, dando la apariencia de ser de 4 o 5 segmentos.

Familia: Staphylinidae

Antenas con 11 o raramente 3 a 10 segmentos, filiforme o claviforme, o con una maza de 1 a 6 segmentos. Inserciones antenales expuestas o cubiertas. Porción visible de la procoxa transversa a proyectándose por debajo del proesterno con el trocántin cubierto o al menos parcialmente expuesto. Cavity procoxal externamente abierta a cerrada e internamente abierta a cerrada. Mesocoxas contiguas a separadas por 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavity mescoxal abierta a cerrada. Fórmula tarsal 5-5-5 o 4-5-5 o 4-4-4 o 4-4-5 o raramente 5-5-4 o 3-3-3 o raramente 2-2-2. Número de ventritos 6 o 7, sin ventritos connados. Longitud del cuerpo 0.5-40 mm. Cuerpo variable pero generalmente alargado, glabro o setoso. Elitros casi siempre truncados, generalmente exponiendo 3 o más tergitos, pero algunas veces sólo uno. Membrana abdominal generalmente con un patrón de microescleritos.

Familia: Rhysodidae

Antenas con 11 segmentos, moniliforme. Inserciones antenales expuestas o cubiertas. Porción visible de la procoxa globular con el trocánter cubierto. Cavidad procoxal externamente cerrada e internamente abierta. Mesocoxas separadas por 0.4 a 1 ancho coxal, con la parte lateral de la cavidad mesocoxal abierta. Fórmula tarsal 5-5-5. Número de ventritos 6 con 3 connados. Longitud del cuerpo 5-8 mm. Alargados, glabros. Surcos en la cabeza, pronoto y élitros, frecuentemente conteniendo pubescencia densa.

http://www.nasdap.ejgv.euskadi.net/r59-738/eu/contenidos/nota_prensa/guia_plaga_coniferas/es_dapa/adjuntos/escolitidos.pdf

Consultada el 30 de abril del 2009.



Figura 25. Familias capturadas en las trampas cebadas con frontalina + alfapineno: Silphidae (A), Staphylinidae (B), Cerambycidae (C), Elateridae (D), Scarabaeidae (E) y Rhysodiidae (F).

4.5 CONCLUSIONES

Los insectos del género *Gnathotrichus* spp., fueron los que más se capturaron en ambos sitios de estudio, lo que confirma que son atraídos por la feromona frontalina.

El género *Euplatypus* spp., es el que menos responde a la atracción de la feromona.

De las seis familias determinadas, los Cerambicidos mejor responden al poder de atracción de la frontalina.

Se tuvo una mayor captura de insectos asociados y atraídos por la feromona en Los Pescados, Ver., comparada con la poca abundancia que presento Zoquiapan.

4.6 LITERATURA CITADA

- Billings, R. F. 2003. Southern Pine Beetle South- Wide Trend Predictions for 2004. <http://texasforests.tamu.edu/>.
- García A., E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Adaptación a las Condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. UNAM. México. 217 p.
- Gillette, N., D. R. Owen and J. H. Stein. 2001. Interruption of semiochemical mediated attraction of *Dendroctonus valens* (Coleoptera: Scolytidae) and selected nontarget insects by verberone. *Environ. Entomol.* 30: 837-841.
- Macías Sámano, J. E., A. Niño Domínguez, J. A. Cruz López y R. Altúzar Mérida. 2004. Monitoreo de descortezadores y sus depredadores mediante el uso de semioquímicos: Manual operativo. Ecosur-Conafor-Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas-USDA Forest Service. Tapachula, Chiapas, Méx. 26 p.
- Macías Sámano, E. J. 2001. Mediación semioquímica entre insectos descortezadores y árboles de coníferas. In: Anaya, M. L.; Espinosa G. F. J. y Cruz O. R. 2001. Relaciones químicas entre organismos: aspectos básicos y perspectivas de su aplicación. Instituto de Ecología, UNAM, Ed. Plaza Valdés, México. 733 pp.
- Salinas, M. Y., G. Ma. Mendoza., M. A. Barrios., R. Cisneros., S. J. Macías and G. Zúñiga. 2004. Areography of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Mexico. *Journal of Biogeography (J. Biogeogr.)* 31, 1163–1177.
- SEMARNAT. 2002. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelos. México.

Lindgren, S. 1983. A multiple funnel trap for scolytid beetles. *Canadian Entomologist* 115: 299 – 302.

Turchin, P., P. R. Jr. Lorio., A. Taylor and Billings R. F. 1991. Why do populations of southern pine beetles (Coleoptera: Scolytidae) fluctuate. *Environ. Entomol.* 20: 401- 409.

Verduzco, G. J. 1976. Protección forestal. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. Patena, A. C. 369 p.

Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae). A taxonomic monograph. *Great Basin Naturalist Memoirs* 6: 1-1359.

<http://www.e-econex.com/catalogo/cultivos12.htm>, consultada el 30 de abril de 2009.

http://www.nasdap.ejgv.euskadi.net/r59-738/eu/contenidos/nota_prensa/guia_plaga_coniferas/es_dapa/adjuntos/escolitidos.pdf. Consultada el 30 de abril del 2009.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda que al monitorear las poblaciones de cualquier insecto descortezador, sea con los señuelos recomendados, se identifiquen y contabilicen también los depredadores naturales. También se sugiere el monitoreo de estos insectos por muchos años, ya que es la forma en que se obtiene el historial del descortezador y los modelos de predicción de riesgo de ataque.

VI. AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico otorgado para la realización de estudios de doctorado en el Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, a la CONAFOR y a los Ejidatarios forestales de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz y al personal de La Estación Experimental de Zoaquiapan Estado de México.

VII. ANEXOS

Cuadro 1. Concentrado de datos del patrón de dispersión estacional de *Dendroctonus adjunctus* en bosque de *Pinus hartwegii* del ejido forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz, determinado mediante 19 trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno, distribuidas en la zona con una separación aproximada de 100 metros.

Mes	<i>D. adjunctus</i>	<i>Enoclerus arachnodes</i>	<i>Cymatodera spp</i>	<i>Temnochila spp</i>
Enero - 05	599	20	14	0
Febrero	710	43	6	0
Marzo	1029	36	9	2
Abril	3230	78	3	1
Mayo - 04	1420	6	6	0
Junio	1362	10	7	0
Julio	844	8	4	0
Agosto	632	3	2	0
Septiembre	491	2	1	0
Octubre	359	2	1	0
Noviembre	453	42	29	0
Diciembre	371	54	41	0
Total	11500	304	123	3

Cuadro 2. Concentrado de datos transformados con raíz cuadrada mas uno para el patrón de dispersión estacional de *Dendroctonus adjunctus* en bosque de *Pinus hartwegii* del ejido forestal de Los Pescados, Municipio de Perote, Veracruz, determinado mediante 19 trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno, distribuidas en la zona con una separación aproximada de 100 metros.

TRAMPA	ENE 2005	FEB	MAR	ABR	MAY 2004	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
1	2.83	4.69	5.39	14.90	4.58	10.05	4.47	4.80	2.65	4.12	7.35	4.80
2	1.41	3.00	3.00	3.16	2.45	2.00	1.41	1.00	2.00	1.73	1.00	2.00
3	1.73	4.69	4.12	3.00	2.45	2.45	2.65	1.41	1.00	1.00	1.00	1.00
4	6.32	7.87	7.55	17.20	8.25	7.28	4.80	8.19	4.00	2.83	3.74	4.58
5	10.25	3.32	4.69	11.05	8.43	13.89	9.95	7.75	4.36	3.00	4.12	6.93
6	5.20	4.90	3.87	11.83	12.08	12.77	9.59	7.75	13.89	3.74	6.16	2.65
7	4.58	7.42	8.89	11.00	3.87	8.77	5.29	5.66	2.65	6.63	4.00	3.32
8	5.92	5.92	3.61	16.46	7.94	10.34	4.90	9.75	6.63	8.25	5.10	5.57
9	3.16	6.08	5.57	12.41	7.62	5.00	6.16	4.58	4.12	2.83	4.00	4.58
10	5.83	7.94	11.75	12.69	14.87	9.95	9.27	5.57	4.36	4.00	7.07	4.58
11	5.10	10.00	9.90	14.00	12.85	10.39	10.63	1.00	4.00	2.65	2.83	6.40
12	6.93	7.00	9.33	11.14	15.39	6.56	4.36	2.65	4.00	4.90	5.39	3.74
13	5.00	3.87	7.94	17.06	4.47	8.83	9.38	4.36	4.36	7.14	3.00	3.74
14	5.00	5.00	4.80	7.42	10.95	9.38	8.72	6.78	4.58	7.00	4.47	4.80
15	10.00	4.90	12.77	9.59	7.21	2.00	2.00	2.65	3.16	1.73	2.24	5.92
16	6.32	9.90	10.44	23.60	8.25	7.42	9.43	9.00	8.60	3.46	7.00	2.00
17	2.45	6.78	5.48	12.00	6.40	5.92	3.74	8.94	2.65	4.58	10.58	7.00
18	5.10	3.32	3.00	12.85	2.24	6.48	1.41	1.00	2.00	2.24	1.00	1.41
19	6.08	4.58	7.48	10.91	7.48	10.00	6.24	4.12	3.87	4.24	2.45	4.47
Testigo 20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.41	1.00	1.00	1.00

Cuadro 3. Concentrado de datos transformados con raíz cuadrada mas uno para del patrón de dispersión estacional de *Dendroctonus adjunctus* y sus depredadores en el bosque de *Pinus hartwegii* de La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México. Determinado mediante 19 trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno, distribuidas en la zona con una separación aproximada de 100 metros.

Fecha	<i>Dendroctonus adjunctus</i>	<i>Enoclerus arachnodes</i>	<i>Cymatodera spp</i>
Enero – 06	51	1	2
Febrero	29	3	0
Marzo	81	1	4
Abril	77	0	1
Mayo – 05	12	0	0
Junio	12	1	0
Julio	1	0	1
Agosto	24	0	5
Septiembre	124	0	0
Octubre	10	0	0
Noviembre	32	0	2
Diciembre	41	0	0
Total	494	6	15

Cuadro 4. Concentrado de datos del patrón de dispersión estacional de *Dendroctonus adjunctus* y sus depredadores en el bosque de *Pinus hartwegii* de La Estación Experimental de Zoquiapan, Estado de México. Determinado mediante 19 trampas Lindgren cebadas con frontalina + alfa-pineno, distribuidas en la zona con una separación aproximada de 100 metros.

TRAMPA	ENE		MAR	ABR	MAY		JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
	06	FEB			2005	JUN						
1	1.41	2.00	2.45	2.24	1.73	1.00	1.00	1.41	1.00	1.00	1.00	1.41
2	2.65	2.65	4.12	5.66	1.00	1.00	1.00	1.00	1.73	2.83	2.24	2.24
3	1.00	1.00	1.73	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.41	1.00	1.41	1.00	1.00	1.00	1.00	1.41	1.00
5	1.00	1.00	1.41	1.00	1.00	1.73	1.00	1.00	2.24	1.00	1.00	1.41
6	1.00	1.73	1.73	1.00	1.00	1.00	1.00	3.16	1.73	1.00	1.73	1.41
7	1.73	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.41	1.00	1.73	1.00
8	1.73	1.00	2.24	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.41	1.00	1.00	1.00
9	1.00	1.00	1.73	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.46	1.00	1.73	1.41
10	3.46	2.24	3.61	2.45	1.73	1.00	1.00	1.00	9.38	1.41	1.00	4.12
11	1.73	1.41	1.41	1.41	1.73	1.00	1.00	1.00	3.16	1.41	2.24	2.24
12	2.24	2.24	4.47	2.65	1.00	3.00	1.00	1.00	1.41	1.41	1.41	1.00
13	3.00	2.00	3.00	4.00	1.41	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.24
14	1.41	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.41	2.24	1.00	1.00	1.00	1.00
15	2.45	2.00	2.83	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16	2.24	1.41	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	2.24
17	2.24	1.00	1.41	1.73	1.00	1.00	1.00	3.16	2.65	1.00	3.00	2.45
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.41	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.41	1.73	1.41	1.00	1.73	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Testigo19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00