



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Enseñar la explotación de la tierra, no la del hombre

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL**

**RELACIÓN ENTRE *Dendroctonus* spp. Y SUS INSECTOS
DEPREDADORES ASOCIADOS EN *Pinus cembroides***

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS**

Presenta:

SANDRA FLORES ESCOBAR

Bajo la dirección de: **M.C. DAVID CIBRIÁN TOVAR**



COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
COMISIÓN DE EXÁMENES PROFESIONALES



CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, MAYO DE 2019

**RELACIÓN ENTRE *Dendroctonus* spp. Y SUS INSECTOS
DEPREDADORES ASOCIADOS EN *Pinus cembroides***

Tesis realizada por **SANDRA FLORES ESCOBAR** bajo la supervisión del Comité
Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para
obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



Dr. David Cibrián Tovar

ASESOR



Dr. Samuel Ramírez Alarcón

ASESOR:



M.C. Luis Emilio Castillo Márquez

CHAPINGO, EDO. DE MÉXICO, MAYO DE 2019

CONTENIDO GENERAL

ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	V
LISTA DE CUADROS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
AGRADECIMIENTOS.....	IX
DATOS BIOGRÁFICOS	X
RESUMEN GENERAL.....	1
GENERAL ABSTRACT	2
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL	3
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
HIPOTESIS	5
CAPITULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
LITERATURA CITADA.....	16
CAPITULO III. IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL DESCORTEZADOR Y SUS DEPREDADORES	20
RESUMEN	20
INTRODUCCIÓN	21
MATERIALES Y METODOS	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
CONCLUSIONES	29
LITERATURA CITADA.....	30
CAPITULO IV. MONITOREO DEL DESCORTEZADOR Y SUS DEPREDADORES EN BOSQUE DE <i>PINUS CEMBROIDES</i> EN EL EJIDO DE LA FLORIDA, CARDONAL, HIDALGO.....	32

RESUMEN	32
INTRODUCCIÓN	33
MATERIALES Y MÉTODOS	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
CONCLUSIONES	46
LIRERATURA CITADA	47
APÉNDICE	48

ABREVIATURAS Y SIGLAS

ANOVA	Analysis of variance
C.M.	Cuadrados medios
et al.	Y otros
Fc	F calculada
G.L.	Grados de libertad
Ha	Hectárea
i.a.	Ingrediente activo
KOH	Hidróxido de Potasio
M	Metro
MASL	Meters Above Sea Level
Mm	Milímetros
Msnm	Metros sobre el nivel del mar
Pr>F*	Probabilidad F exacta
SAS	Statistical Analysis System
S.C.	Suma de cuadrados
Spp	Plural del epíteto específico
$\bar{X}$	Media estadística

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Plagas presentes en <i>Pinus cembroides</i>	6
Cuadro 2. Enfermedades presentes en <i>Pinus cembroides</i>	7
Cuadro 3. Sitios donde se colocaron las trampas, La Florida, Cardonal, Hidalgo.	35
Cuadro 4. Diseño factorial: los factores, niveles, tratamientos.	39
Cuadro 5. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) del número de insectos capturados de <i>D. frontalis</i> en las trampas ubicadas en La Florida, El Cardonal, Hidalgo.	42
Cuadro 6. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) del número de insectos capturados de <i>T. chlorodia</i> en las trampas ubicadas en La Florida, El Cardonal, Hidalgo.	44
Cuadro 7. Prueba de Tukey de las medias del número de insectos capturados de <i>E. ablusus</i> en las trampas ubicadas en La Florida, El Cardonal, Hidalgo.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Insectos atrapados en vaso colector	23
Figura 2. Adulto de <i>D. frontalis</i>	26
Figura 3. Genitalia de macho de <i>D. frontalis</i> : a) cápsula; b) varilla seminal	26
Figura 4. <i>Enoclerus ablusus</i> a) Morfotipo variante de <i>E. ablusus</i> ; b) morfotipo negro típico de <i>E. ablusus</i>	27
Figura 5. <i>Temnoscheila chlorodia</i> a) insecto adulto b) genitalia de una hembra	28
Figura 6. Ubicación del área de estudio, El Cardonal, Hidalgo.	34
Figura 7. Mapa de la ubicación de los sitios de monitoreo La Florida, El Cardonal, Hgo.	36
Figura 8. a) Trampa multiembudo: b) Altura a la que se colocó la trampa; c) Insecticida utilizado en el vaso colector.....	37
Figura 9. Número de insectos capturados de <i>D. frontalis</i> en bosque de <i>Pinus cembroides</i> en la Florida, El Cardonal, Hidalgo, determinado mediante 9 trampas multirimbudo cebadas con atrayente.	41
Figura 10. Número de insectos capturados de <i>T. chlorodia</i> y <i>E. ablusus</i> en bosque de <i>Pinus cembroides</i> en La Florida, El Cardonal, Hidalgo, determinado mediante 9 trampas multiembudo cebadas con atrayente.	43
Figura 11. Proporción depredadores <i>T. chlorodia</i> y <i>E. ablusus</i> del 1 de enero al 31 de diciembre de 2014.	43

DEDICATORIA

A mí amado esposo por su gran apoyo en esta etapa de mi vida, por los desvelos compartidos y amor incondicional

A mis padres por su amor y ser mi más grande ejemplo para seguir

A mis hermanos y sobrinos por su cariño y la felicidad compartida.

Sandra Flores Escobar

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por la beca otorgada para llevar a cabo mis estudios de posgrado.

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, por brindarme la oportunidad de crecer tanto personal, profesional y científicamente.

Al **Departamento de Parasitología Agrícola y Departamento de Ciencias Forestales**, especialmente al programa de posgrado en **Protección Vegetal y al Laboratorio de Parasitología Forestal**, y cada uno de los doctores, maestros, técnicos y secretarías que lo conforman, por todas las enseñanzas y apoyo otorgado durante mi formación académica y profesional.

Al **Dr. David Cibrián** por el interés en la realización de este trabajo y por la confianza que me otorgó al abrir las puertas de su laboratorio a cargo; por su asesoramiento y compartir sus amplios conocimientos en la Sanidad Forestal.

Al **Dr. Samuel Ramírez Alarcón** por su amistad y el apoyo en la realización del presente trabajo.

Al **M. en C. Emilio Castillo Márquez** por su amistad y apoyo, así como sus asesorías en la realización de la presente investigación.

Al **Ing. Jesús Morales Bautista** e **Ing. Sergio Arturo Quiñonez Favila** por su trabajo en campo, apoyo y consejos durante la realización de este trabajo.

Al **Ing. Oscar Trejo Ramírez** e **Ing. Arnulfo Ruíz González** por su amistad y valiosos consejos en el tema forestal.

Al **M. en C. José Manuel Gutiérrez Ruelas** por su valioso apoyo para poder concluir este proceso de titulación.

A mis **compañeros y amigos de la Generación 59** del Posgrado de Protección Vegetal, por compartir muy buenos momentos juntos y por su amistad.

Sandra Flores Escobar

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre	Sandra Flores Escobar
Lugar de Nacimiento	Texcoco, Estado de México
Desarrollo Académico	Centro Escolar Nezahualcóyotl Escuela Secundaria Federalizada “Ignacio Ramírez” Escuela Preparatoria Texcoco Universidad Autónoma Chapingo: Ingeniera Agrónoma Especialista en Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo: Maestría en Ciencias en Protección Vegetal.
Desarrollo Profesional	Signatario y Gerente Técnico en Laboratorio Fitosanitario de GISENA S.A. de C.V. 2004-2011 Jefe de Departamento. Laboratorio de Análisis y Referencia en Sanidad Forestal. SEMARNAT. 2011-2015

*Es importante cosechar algo dentro de ti
mismo para darlo a los demás*

Richard Carlson

RESUMEN GENERAL

RELACIÓN ENTRE *Dendroctonus frontalis* Y SUS INSECTOS DEPREDADORES ASOCIADOS EN *Pinus cembroides*.

Se identificaron el descortezador *Dendroctonus frontalis* Zimmermann y sus depredadores, capturados mediante atrayentes de agregación (frontalina+alfapineno y alfapineno) en el Ejido de la Florida, El Cardonal, Hidalgo. En esta investigación, también se evaluó la respuesta de atracción de los depredadores a los semioquímicos comerciales y se determinó su fluctuación poblacional a lo largo de un ciclo anual. El descortezador problema identificado fue *D. frontalis* y los insectos depredadores fueron *Enoclerus ablusus* Barr (Coleóptera: Cleridae) y *Temnoscheila chlorodia* Mannerheim (Coleoptera: Trogositidae). En 2014 *D. frontalis* estuvo en el ambiente externo todo el año y presentó su vuelo máximo en los meses de julio a noviembre *T. chlorodia* también presentó vuelos durante todo el año, y la mayor presencia fue en el mes de julio y *E. ablusus* se presentó en bajas poblaciones, pero prácticamente todo el año. El diseño utilizado para el análisis estadístico fue un Factorial completamente al azar, las unidades experimentales fueron trampas individuales y la variable respuesta fue el número total de insectos descortezadores y depredadores capturados por tratamiento. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Hubo diferencias entre tratamientos. Se obtuvo mayor captura de *D. frontalis* a una altura media de 2037 m.s.n.m. y frontalina + Alfa pineno fue el mejor atrayente. Para *T. chlorodia* y *E. ablusus* no hubo diferencia en atracción para las diferentes alturas, pero si para los diferentes atrayentes, siendo el mejor frontalina +Alfapineno.

Palabras clave: *Dendroctonus frontalis*, *Temnoscheila chlorodia*, *Enoclerus ablusus*, Frontalina, Alfa pineno, Descortezador, semioquímicos.

Tesis de Maestría en Ciencias, Protección Vegetal, Universidad Autónoma Chapingo.
Autora: Sandra Flores Escobar
Director de tesis: David Cibrián Tovar

GENERAL ABSTRACT

RELATIONSHIP BETWEEN *Dendroctonus frontalis* AND ITS ASSOCIATED PREDATOR INSECTS IN *Pinus cembroides*.

The bark beetle *Dendroctonus frontalis* Zimmermann and its predators were identified, captured through aggregation attractants (frontalin + alphapinene and alphapinene) in the Ejido la Florida, El Cardonal, Hidalgo. In this investigation, it was also evaluated the attraction response of predators to commercial semi-chemicals, and their population fluctuation was determined over an annual cycle. The identified bark beetle was *D. frontalis* and the predators insects were *Enoclerus ablusus* Barr (Coleoptera: Cleridae) and *Temnoscheila chlorodia* Mannerheim (Coleoptera: Trogositidae). In 2014 *D. frontalis* was in the external environment all year and presented its maximum flight in the months from July to November. *T. chlorodia* also had flights throughout the year, and the maximum presence was in the month of July and *E. ablusus* occurred in low populations, but practically all year. The design used for the statistical analysis was a completely randomized Factorial, the experimental units were individual traps and the response variable was the total number of bark beetles and predators captured by treatment. The data were analyzed by Analysis of Variance (ANOVA) and a Tukey test ($\alpha = 0.05$). There were differences between treatments. Greater capture of *D. frontalis* was obtained at an average height of 2037 MASL and frontalin + Alfa pinene was the best attractant. For *T. chlorodia* and *E. ablusus* there was no difference in attraction for the different heights, but for the different attractants, the best was frontalin + Alfapineno.

Key words: *Dendroctonus frontalis*, *Temnoscheila chlorodia*, *Enoclerus ablusus*, Frontalin, Alfa pinene, bark beetle, semi-chemicals.

Thesis, Universidad Autónoma Chapingo.
Author: Sandra Flores Escobar
Advisor David Cibrián Tovar

Capítulo I. INTRODUCCIÓN GENERAL

Los pinos piñoneros son coníferas que tienen importancia ecológica y socioeconómica. Ecológica porque a través del tiempo se han adaptado a ecosistemas caracterizados por sequía extrema y condiciones edáficas muy pobres. Socioeconómica por el aprovechamiento de la semilla, madera, árboles de navidad y otros usos que son de importancia (Caballero y Avila, 1989). En México existen once especies de pinos piñoneros (García, 1985). *Pinus cembroides* es la especie piñonera más importante de México por su distribución y producción de piñón (Zavala y García, 1991).

Los descortezadores de los géneros *Dendroctonus* son los insectos más importantes económicamente hablando de los bosques de coníferas y se extienden desde Canadá hasta Nicaragua. *Dendroctonus frontalis* Zimm. es una de las plagas más dañinas (Billings, 1990).

Los descortezadores son agentes importantes en la sucesión, estructura y composición forestal, sin embargo, bajo condiciones favorables atacan árboles vigorosos, aumentan su densidad poblacional y se convierten en plagas. *D. frontalis*, *D. mexicanus* y *D. adjunctus* son consideradas como las plagas primarias más importantes del país, ya que pueden ocasionar la muerte de miles de árboles provocando un desequilibrio ecológico y pérdidas económicas de gran importancia (Díaz, *et al*, 2005).

Los descortezadores superan las defensas del árbol, a través de un ataque masivo, para lo cual son atraídos al árbol por un conjunto de feromonas y kairomonas que consiste en sustancias volátiles producidos por la plaga y el huésped respectivamente. La comunicación química es importante entre los insectos, y los descortezadores no son la excepción, y está relacionada con la localización de hospedero, búsqueda de pareja y reproducción, mediante la atracción a semioquímicos, que juegan un papel importante (Wood, 1982a). Las trampas cebadas con atrayente atraen a las especies que responden a éste

particularmente, es decir los descortezadores objetivo y sus depredadores (Billings, 1985).

Un monitoreo de descortezadores con uso de semioquímicos o atrayentes, puede tener dos propósitos: Detectar las especies de descortezadores objetivo y algunos de sus insectos asociados (principalmente depredadores) o determinar los tiempos en que se presenta la mayor población en dispersión de descortezadores y sus depredadores. El conocer las especies presentes y su fluctuación permite tener bases para el control de la plaga, estudios de biodiversidad o distribución de especies e incluso la redistribución de especies que vienen ocurriendo con el cambio climático (Macías y Niño, 2016).

En el presente estudio se tuvo como objetivo identificar taxonómicamente el descortezador problema y sus depredadores, capturados mediante el uso de semioquímicos comerciales, así como evaluar la respuesta de atracción y determinar su fluctuación poblacional en el ejido de la Florida, Cardonal, Hidalgo, ya que para este sitio no se ha realizado un estudio similar, y es importante conocer la fluctuación poblacional del descortezador y sus depredadores porque permitirá realizar las actividades de manejo de plagas de una manera más eficiente.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta de atracción a semioquímicos, de *Dendroctonus* spp. y sus principales depredadores, capturados en trampas cebadas con feromona de agregación (Frontalina) y kairomona (Alfa pineno) para conocer su distribución espacial y temporal en bosque de *Pinus cembroides* en el ejido La Florida, municipio Cardonal, Hidalgo; así como la relación que existe entre el descortezador y sus depredadores, capturados durante un año de muestreo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la especie presente de *Dendroctonus* atraída a las trampas.
- Identificar los principales depredadores asociados a *Dendroctonus* spp. mediante claves taxonómicas y revisión por parte de los especialistas.
- Determinar el pico de vuelo (mayor población en dispersión) de *Dendroctonus* spp. y sus depredadores.
- Analizar la atracción de *Dendroctonus* spp y sus depredadores hacia alguno de los factores empleados altura/atrayente y a la combinación de estos.
- Determinar la relación que existe entre los insectos descortezadores y los principales depredadores capturados.

HIPOTESIS

El presente trabajo plantea las siguientes hipótesis:

1. Existe diferencia de atracción al menos en unos de los atrayentes empleados, lo que influye en la captura de *Dendroctonus* spp y sus principales depredadores.
2. Existe diferencia en la colecta de *Dendroctonus* spp y sus depredadores, en al menos uno de los sitios.

CAPITULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

El piñonero (*Pinus cembroides* Zucc.) en México.

Pinus cembroides Zucc. pertenece al grupo de los pinos conocidos como piñoneros, los cuales son muy parecidos entre ellos, cuya característica principal es su semilla comestible conocida como piñón, aportando un importante beneficio económico, debido a su valor por sus características nutritivas (Velasco, 2000; Farjon et al., 1997). Su área de distribución abarca desde el oeste de Estados Unidos de América hasta México, donde está presente en Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo (Perry, 1991). Esta especie crece sobre laderas de montañas, con pendientes secas y rocosas; prefiere climas de templado seco a templado subhúmedo y tolerancia a sequía de siete a ocho meses. Los suelos por lo general son pobres en nutrientes, secos, pedregosos y calizos, calcáreos, con pH de neutro a alcalino (Constante, 2014).

Plagas y Enfermedades en *Pinus cembroides* Zucc.

Cuadro 1. Plagas presentes en *Pinus cembroides*

Chupadores de savia	Carpófagos	Descortezadores	Barrenadores de yemas y brotes
<i>Pineus sp.</i>	<i>Conophthorus edulis</i>	<i>Dendroctonus mexicanus</i>	<i>Dioryctria pinicolella</i>
	<i>Leptoglossus occidentalis</i>	<i>D. frontalis</i>	
	<i>Eucosma bobana</i>		

Fuente: Cibrián et al, 1986; Cibrián, et al. 1995; Hedlin et al, 1980.

Cuadro 2. Enfermedades presentes en *Pinus cembroides*

Roya en conos	Roya de acículas	Cancro resinoso
<i>Cronartium conigenum</i>	<i>Coleosporium sp.</i>	<i>Fusarium circinatum</i>

Fuente: Cibrián, et. al. 2007.

Generalidades de los descortezadores

Los escarabajos descortezadores son coleópteros que pertenecen a la familia Curculionidae, subfamilia Scolytinae, la mayoría de las especies de esta subfamilia no son de importancia económica, ya que coexisten con sus hospedantes en ramas, troncos caídos o árboles debilitados; son de tamaño muy pequeño, oscila entre los 0.1 y 0.6 cm. Las larvas y los adultos son de hábitos alimenticios fitófagos; varias especies se reproducen bajo la corteza en coníferas, árboles muertos o caídos y arbustos leñosos. Muchos atacan árboles muertos recientemente o debilitados pero algunas especies tienen la capacidad de atacar y de matar árboles sanos y vigorosos (Stehr, 1987; Farrel et al., 2001). Los insectos descortezadores son especies que se alimentan del floema, debajo de la corteza de las plantas leñosas (Atkinson, 2017). Cada especie de descortezador deja un patrón de galerías diferente en la madera del árbol (Wood, 1982b). Scolytinae, es un grupo relativamente grande con un número aproximado de 6000 especies descritas en el mundo, agrupadas en 250 géneros (Wood, 1986). Los géneros *Conophthorus* Hopkins, *Dendroctonus* Erichson, *Hypothenemus* Ferrari, *Ips* De Geer, *Scolytus* Geoffroy y *Tomicus* Latreille son de importancia económica (Raffa et al., 2008). El género *Dendroctonus* incluye especies plaga importantes para México (Cibrián et al., 1995), las especies más importantes en altitudes medianas y bajas son *D. frontalis* Zimmermann y *D. mexicanus* Hopkins (Atkinson, 2017).

***Dendroctonus* spp Erichson**

El género *Dendroctonus* Erichson es un taxón compuesto por 19 especies, distribuidas desde Alaska hasta Nicaragua y en toda la región boreal de Europa y Asia (Wood, 1982). Actualmente, el género *Dendroctonus* incluye 20 especies válidas (Wood 1982; Armendáriz Toledano et al., 2015). En México, *Dendroctonus* presenta trece especies reportadas, *D. adjunctus* Blandford, *D. approximatus* Dietz, *D. brevicomis* LeConte, *D. frontalis* Zimmermann, *D. jeffreyi* Hopkins, *D. mesoamericanus* Arméndariz-Toledano and Sullivan, *D. mexicanus* Hopkins, *D. parallelcollis* Chapuis, *D. ponderosae* Hopkins, *D. pseudotsugae barragani* Furnnis, *D. rhizophagus* Thomas and Brigh, *D. valens* LeConte and *D. vitei* Wood (Salinas-Moreno et al. 2004; Armendáriz Toledano et al., 2015). *Dendroctonus* ataca a 24 de las 47 especies de *Pinus* distribuidas en México (Salinas-Moreno, 2004).

Las especies del género *Dendroctonus* Erichson, se encuentran entre los agentes más importantes que afectan la ecología y la salud de los bosques de coníferas. En general, estas especies colonizan y matan solo árboles debilitados por edad, sequías, fuego, daño mecánico o enfermedades, lo que favorece la regeneración y sucesión de bosques (Wood 1982a). Sin embargo, los factores ambientales y biológicos pueden favorecer los brotes de ciertas especies que pueden matar árboles sanos en especies de los géneros *Larix* Mill., *Picea* A. Dietr., *Pseudotsuga* Carrière y *Pinus* L. (Coulson y Klepzig 2011). *Dendroctonus* se extiende desde el Oeste de Canadá hasta Nicaragua (Wood,1982b)

De las trece especies presentes en México, *D. mexicanus*, *D. frontalis*, *D. rhizophagus* y *D. adjunctus* pueden tornarse en plagas importantes de los bosques de pino en México, debido a su comportamiento durante la colonización de sus huéspedes, ya que estas últimas cuatro especies se denominan primarias por ser las primeras que llegan a colonizar árboles

debilitados y al resto de las especies se le consideran secundarias por llegar después que han sido colonizados los árboles por un descortezador primario y estas raramente provocan la muerte. (Cibrián et al. 1995).

En Hidalgo las especies presentes de *Dendroctonus* reportadas son: *D. adjunctus* Blandford, *D. approximatus* Dietz, *D. frontalis* Zimmermann, *D. mexicanus* Hopkins, *D. parallellocollis* Chapuis y *D. valens* LeConte (Cibrián, et al., 1995). Dos de las especies de descortezadores con mayor presencia en el Estado de Hidalgo son *Dendroctonus frontalis* Zimmermann, 1868 y *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, 1905 (Salinas-Moreno et al., 2004).

Los bosques de pino (en particular de *Pinus cembroides*) se menciona que fueron seriamente afectados por el descortezador *Dendroctonus mexicanus*. (SERFORH, 2010).

***Dendroctonus frontalis* Zimmerman**

El descortezador de *D. frontalis* Zimmerman se distribuye desde el este y suroeste de Estados Unidos hasta Honduras. En México los registros de esta especie provienen de Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Estado de México, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro y San Luis Potosí. Su distribución altitudinal se encuentra entre los 311 y 2612 m.s.n.m. (Armendáriz-Toledano et al., 2018). Los descortezadores son parte de la sucesión natural de los bosques, sin embargo, bajo condiciones óptimas, aumentan su densidad, llegando atacar árboles vigorosos. *D. frontalis* es considerada una de las plagas primarias del país junto a *D. mexicanus*.

La longitud del cuerpo es similar entre hembras y machos, va de 2.2 a 3.8 mm, con promedio de 3.0 mm., es 2.4 veces más largo que ancho. Los insectos maduros son de color café oscuro, casi negros (Wood, 1983). Cabeza en la parte frontal es convexa, con dos elevaciones laterales, en la parte media, justo por abajo del nivel superior de los ojos, los cuales están separados por un surco (Wood, 1983; Cibrián, et al., 1995). Los machos presentan en la región frontal,

gránulos prominentes y tubérculos agrupados, a cada lado del surco medio. El pronoto presenta superficie lisa, con puntuaciones laterales poco abundantes y profundas. Declive elital con pendiente moderada; pubescencia en el declive de dos tamaños: cortas muy abundantes y largas con acomodo en las interestrías (Armendáriz-Toledano et al., 2018).

***D. mexicanus* Hopkins.**

Los adultos miden de 2.3 a 4.5 de longitud, con un promedio de 3.3 mm. Coloración café oscuro, casi negra y brillante. Parte frontal de la cabeza convexa, con dos elevaciones separadas por un surco en la parte media de la cabeza, en las cuales se presentan tubérculos frontales, los cuales son más evidentes en machos que en las hembras, también presentan puntuaciones frontales profundas y gránulos grandes. El declive elital es convexo, con estrías fuertemente marcadas, poco profundas, presenta crenulaciones, granulaciones y puntuaciones dispersas, sin tubérculos; la pubescencia del declive, son de longitud variable (cortas, medianas y largas) (Armendáriz-Toledano et al., 2018).

Importancia de las genitalias en la identificación de *Dendroctonus* Erichson.

El estudio de la variación morfológica entre las especies de *Dendroctonus* han revelado nuevas características importantes para su identificación (antenas y genitales masculinos) (Armendáriz-Toledano et al., 2014). Las genitalias masculinas se utilizan con propósitos de identificación, debido a que las femeninas en su mayoría no se han estudiado. Los testículos, tres pares de estructuras glandulares, ductos seminales, ducto eyaculador y el órgano genital, este último está constituido por tres estructuras esclerosadas, el edeago, la espícula y el tegmen. El edeago contiene a la varilla seminal y el ancla, los cuales son los atributos de importancia para la identificación de las especies del género *Dendroctonus* (Armendáriz-Toledano, 2018).

Genitalias de *D. frontalis* Zimmermann y *D. mexicanus* Hopkins.

***D. frontalis* Zimmermann**

Varilla seminal bifurcada en proceso ventral y dorsal; ventral en forma de espina y dorsal es semicircular o lobulado, con margen dorsal convexo; el ancla está formada por dos brazos laterales fusionados en la parte distal, en forma de herradura, sin lóbulos laterales en la porción distal (Armendáriz-Toledano, 2018).

***D. mexicanus* Hopkins.**

Varilla seminal bifurcada en proceso ventral y dorsal; ventral con forma de espina robusta y dorsal en vista lateral es ovado y similar en longitud al ventral; el ancla con lóbulos desarrollados conspicuos y brazos laterales que se ensanchan distalmente (Armendáriz-Toledano, 2018).

Situación de descortezadores en el estado de Hidalgo.

Hidalgo es una de las entidades federativas con mayor número de especies de Pino (Sánchez-González, 2008). Los descortezadores atacan esencialmente a especies del género *Pinus*, y en comparación con el muérdago, éstos afectan en mucha menor superficie. Sin embargo, los daños ocasionados son mayores, llegando a provocar la muerte del arbolado. Los municipios más afectados en el estado de Hidalgo son: Cardonal, Zimapán y Nicolás Flores. Afectando principalmente al bosque de pino piñonero (*Pinus cembroides*). En el 2010 en el Estado de Hidalgo los brotes por descortezador *Dendroctonus*, presentes en los bosques de pinos fueron una causa de gran mortalidad en los árboles. Implementando así el control de las áreas infestadas por descortezadores, en los ejidos y comunidades de los municipios más afectados. El municipio de Cardonal tuvo 2800 ha tratadas (SERFORH, 2010).

Monitoreo de insectos descortezadores.

El monitoreo de los descortezadores es una práctica importante en el manejo de esta plaga, la cual nos permite medir algunos atributos como: la abundancia, la diversidad, los estados de desarrollo, la distribución en el espacio a través del tiempo, entre otros. Con los cual se puede inferir su abundancia poblacional y tomar medidas de control o de conservación de especies benéficas (Turchin y Odendaal, 1996; Sánchez et al., 2007).

Semioquímicos relación *Dendroctonus*-Depredadores.

Los semioquímicos son compuestos químicos producidos con una función fisiológica y comportamental para una determinada especie de insecto, de nulo impacto ambiental. Algunos tipos de semioquímicos son: las feromonas (producidas por los insectos descortezadores) y kairomonas (producidas por los árboles, el alimento de este grupo de insectos) (Macías y Niño, 2016).

Las feromonas son sustancias químicas secretadas por un individuo, las cuales influyen en el comportamiento de otro individuo de la misma especie. Estas sustancias están relacionadas con el comportamiento sexual, oviposición, defensa, atracción hacia el hospedero, formando agregaciones de poblaciones de insectos, entre otros comportamientos menos conocidos (Coulson y Witter, 1990; Billings, 1985).

Las trampas cebadas con semioquímicos es uno de los métodos más utilizados para el muestreo de insectos, debido a que las feromonas de agregación inducen el desplazamiento dirigido de insectos hacia las trampas con feromonas, estas pueden atraer insectos a largas distancias, por lo tanto, se puede muestrear poblaciones insipientes de insectos (Turchin y Odendaal, 1996). Las feromonas se han utilizado con el propósito de efectuar técnicas de monitoreo de insectos descortezadores, como parte de un manejo integral orientado a la prevención de una posible infestación, para así tomar la mejor decisión de manejo y evitar que aumenten los niveles de la plaga y

causen grandes daños (Vázquez et al., 2007). Una ventaja adicional del uso de feromonas y kairomonas es que suelen ser muy específicas para atraer a la plaga objetivo (y posiblemente a especies cercanas, así como a ciertos enemigos naturales), por lo cual poblaciones de plaga y sus depredadores pueden ser monitoreadas en forma simultánea (Turchin y Odendaal 1996).

Los cebos se colocan en trampas, las cuales consisten de una serie de embudos ensamblados de manera vertical. Los insectos al llegar a la trampa, chocan con el embudo y caen a un contenedor que se encuentra al final de la trampa donde quedan atrapados. Al fondo del contenedor se coloca una pastilla de insecticida, para evitar que los insectos escapen, y sufran daños (Sánchez-Martínez et al., 2007).

Para atraer especies del género *Dendroctonus* se utilizan una o varias feromonas de atracción con uno o varios compuestos volátiles del hospedero. La frontalina en combinación con el alfapineno, atrae a *D. frontalis*, esta combinación se utiliza en el monitoreo que se realiza en Estados Unidos. (Turchin y Odendaal, 1996).

***Dendroctonus* Erichson y sus depredadores.**

Las poblaciones de descortezadores llegan a presentar fluctuaciones importantes y son a menudo plagas de importancia económica en los bosques de coníferas. La dinámica poblacional, podría ser debido principalmente a factores que afectan la resistencia del árbol hospedante hacia la plaga, mientras que a los enemigos naturales generalmente se les asigna un papel menos importante (Reeve, 1997).

Los depredadores de importantes descortezadores en ecosistemas forestales, son especímenes de la familia Cleridae (Barr, 1975). Los cléridos están filogenéticamente cercanos a las familias Dasytidae, Malachidae, Melyridae y Trogositidae (Burke, 2017a). Varias especies de la familia Cleridae, dentro de los géneros *Thanasimus* Latreille y *Enoclerus*, Gahan, son importantes

depredadores de una amplia gama de descortezadores en bosques de coníferas (Burke, 2017a; Wegensteiner et al., 2015). *Enoclerus* es uno de los géneros dominantes en el continente americano, con un amplio número de especies conocidas (Barr, 1976).

La familia Trogositidae en su mayoría está conformada por especies predominantemente depredadoras (Burke, 2017b), es una familia pequeña, con poco más de 600 especies descritas (Kolibác, 2013). Algunas especies de la familia Trogositidae, reportadas como depredadores de descortezadores son, *Temnoscheila virescens* y *T. chlorodia*, especies que se encuentran frecuentemente en bosques de coníferas afectados por *Dendroctonus* e *Ips* (Wegensteiner et al., 2015).

Especímenes de las familias Cleridae y Trogositidae se alimentan de descortezadores que arriban a un nuevo hospedante, ovipositando en las grietas de la corteza e introduciéndose a las galerías para alimentarse de sus presas, atraídos por las feromonas de agregación (Schroeder, 1999).

Familia Cleridae Latreille

Los miembros de la familia Cleridae se caracterizan por tener el cuerpo cubierto de setas, el pronoto es tan ancho o más angosto que los élitros, y la coloración va desde colores brillantes y metálicos hasta oscuros o negro. Presentan hábitos predominantemente depredadores (Burke, 2017a).

***Enoclerus* Gahan**

Adultos: Cuerpo delgado a robusto, de 5 a 18 mm de largo, fuertemente pubescentes; coloración dvariable, desde unicoloreados hasta con tres o más tonos presentes, colores vivos y llamativos a oscuros y apagados; cavidades procoxales abiertas posteriormente; antena capitada, moderadamente corta, 11 segmentos con mazo antenal compacto; pronoto subesférico, márgenes laterales fuertemente redondeados (Burke et.al, 2011). Los miembros del

género *Enoclerus* juegan un papel importante en la regulación de población de insectos plaga importantes en los ecosistemas forestales (Burke, 2017a)

Familia Trogositidae Latreille

Los especímenes que conforman esta familia fácilmente pueden ser distinguidos de otras familias por las siguientes características: cuerpo glabro a muy escasamente pubescente, cuerpo aplanado, de oval a alargada y posición de la cabeza en su mayoría prognata (Burke, 2017b; Kolibác, 2013).

***Temnoscheila* Westwood**

Adultos: Forma de cuerpo alargada, de 9.0 a 26.0 mm de largo; coloraciones metálicas, verde, azul oscuro; cabeza subconvexa, casi tan ancha como el pronoto con surco longitudinal medio o depresión presente en la mayoría de las especies, ojos no prominentes; antenas de 11 segmentos. Protórax con márgenes laterales claramente marcados. Cavidades coxales delanteras cerrada y las medias abiertas; tibia frontal con espinas a lo largo del costado. La cabeza, el pronoto y élitros densamente punteados. (Barron, 1971; Kolibác, 2013). Son depredadores. Los adultos se alimentan de escarabajos xilófagos en troncos y ramas de árboles y arbustos. Las larvas viven principalmente bajo la corteza, pero también se les puede encontrar en la superficie de la madera (Kolibác, 2013).

LITERATURA CITADA

- Armendáriz-Toledano, F., Niño, A., Sullivan, B. T., Macías-Sámano, J., Victor, J., Clarke, R. S. y Zúñiga, G. (2014).** Two species within *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae): Evidence from morphological, karyological, molecular and crossing studies. *Annals of the Entomological Society of America*. 107:11–27. doi:10.1603/AN13047
- Armendáriz-Toledano, F., Niño, A., Sullivan, B. T., Kirkendall, L. R. y Zúñiga, G. (2015).** A new species of bark beetle, *Dendroctonus mesoamericanus* sp. nov. (Curculionidae: Scolytinae) in Southern Mexico and Central America. *Annals of the Entomological Society of America* 108: 403–414.
- Armendáriz-Toledano, F. y Zúñiga, G. (2016).** Illustrated Key to Species of Genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae) Occurring in Mexico and Central America. *Journal of Insect Science*. 17(2):34; 1-15. doi: 10.1093/jisesa/iex009.
- Armendáriz-Toledano, F., Zúñiga, G., García-Román, L. J., Valerio-Mendoza, O., y García-Navarrete, P. G. (2018).** Guía ilustrada para identificar a las especies del género *Dendroctonus* presentes en México y Centroamérica. Ciudad de México, México. Instituto Politécnico Nacional.
- Atkinson, H. T. (2017).** Taxonomía de Insectos: Familia Curculionidae. Cibrián, T. D. *Fundamentos de Entomología Forestal* (pp. 300-315). Texcoco, México. Red de Salud Forestal.
- Barr, W. F. (1975).** Family Cleridae. R. H. Arnett. *Checklist of the beetles of North and Central America and the West Indies* (pp. 1-18). Florida, USA. Flora and Fauna Publications, Gainesville.
- Barr, W. F. (1976).** Descriptions and taxonomic notes of *Enoclerus* and some allied genera (Coleoptera: Cleridae). *Melanderia*, 24: 17-35.
- Barrón, J. R. (1971).** A revision of the trogositidae of America North of Mexico (Coleoptera: Cleroidea). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*. 103 (S75):1-143. DOI: 10.4039/entm10375fv.
- Billings, R.F. (1985)** Southern pine bark beetles and associated insects: effects of rapidly-released host volatiles on response to aggregation pheromones. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 99: 483–491.
- Billings, R. F., Pase, A. H. III y Flores, L. J. (1990).** Los escarabajos descortezadores del pino, con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Guía de campo para la inspección terrestre. *Texas Forest Service Publication* 146:19 p.
- Burke, R. A. F. (2017a).** Taxonomía de insectos: Familia Cleridae. Cibrián, T.D. *Fundamentos de Entomología Forestal* (pp.254-257). Texcoco, México. Red de Salud Forestal.
- Burke, R. A. F. (2017b).** Taxonomía de insectos: Familia Trogositidae. Cibrián, T.D. *Fundamentos de Entomología Forestal* (pp.251-253). Texcoco, México. Red de Salud Forestal.
- Burke, A. F., Cibrián, T. D., Llanderal, C. C., Plascencia, G. A. y López, P. I. (2011).** Adiciones y aportaciones para el género *Enoclerus* Gahan

(Coleoptera: Cleridae) en bosques de clima templado en México. *Acta Zool. Mex.* (n. s.), 27(1): 145-167.

- Caballero D., M. y R. Avila R. (1989).** Importancia actual y potencial de los pinos piñoneros en México. Mem III Simp. Nal. Pinos Piñoneros. UAAAN e INIFAP. 18-22 pp.
- Cibrián, T. D., Alvarado, R. D. y García, D. S. E. (2007).** Enfermedades Forestales en México. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo.
- Cibrián, T. D., Ebel, H. B.; Yates III, O. H. y Méndez, M. J. T. (1986).** Insectos de Conos y semillas de las Coníferas de México/Cone and Seed Insects of the Mexican Conifers. Chapingo. México. Universidad Autónoma Chapingo.
- Cibrián, T. D., Méndez, M. J. T., Campos, B. R., Yates III, O. H., Flores L. J. (1995).** Insectos Forestales de México. Chapingo, México. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Constante, G. V., Villanueva D. J., Cerano, P. J., Cornejo, O. E. H., y Valencia, M. S. (2014).** Dendrocronología de *Pinus cembroides* Zucc. y reconstrucción de precipitación estacional para el sureste de Coahuila. *Rev. Ciencia Forestal en México.* 34 (106): 17-39.
- Coulson, N. R. y Klepzig, D. K. (eds.). (2011).** Southern Pine Beetle II. Asheville, NC, USA. USDA Forest Service Southern Research Station Gen. Tech Rep.
- Coulson, R. N. y Witter, A. J. (1990).** Entomología Forestal: ecología y control. México. Ed. Limusa.
- Díaz, N. V. (2005).** Uso de semioquímicos para el manejo y monitoreo de escarabajos descortezadores (*Dendroctonus* spp.) del pino, en la Sierra Fría, Aguascalientes (Tesis de Maestría). Centro de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
- Farjon, A., J. A. Pérez de la R. and B. T. Styles. (1997)** A field guide to the pines of Mexico and Central America. The Royal Botanic Gardens. London, UK. Kew Publishing House.
- Farrel, B. D., Squeira, A. S., O'Meara, B. C., Normark, B. B., Chung, J. H. & Jordal, B. H. (2001).** The evolution of agriculture in beetles (Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae. *Evolution* 55:2011-2027. doi:10.1111/j.0014-3820.2001.tb01318.x
- García M., E. (1985).** Estado actual de conocimientos de piñoneros. Mem I Simp. Nal. Pinos Piñoneros. U. A. N. L. Fac. Silvicultura 1-18 pp.
- Hedlin, A. F., Yates, H.O. III, Cibrián, T. D., Ebel, H. B., Koerber, T. W. y Merkel, P. E. (1980).** Cone and seed insects of North American conifers. Chapingo México. Canadian Forestry Service, U. S. Forest Service. Secretaría de Agricultura Recursos Hidráulicos.
- Kolibáč, Jiří. (2013).** Trogositidae: A review of the beetle family, with a catalogue and keys. *Zookeys.* (366): 1–194. Doi: 10.3897/zookeys.366.6172.
- Macías, S. J. E. y Niño, D.A. (2016).** Protocolo para monitoreo de descortezadores de coníferas mediante el uso de atrayentes y

- semioquímicos. México. Colegio de la Frontera Sur-Servicio Forestal de los Estados Unidos.
- Perry, J. P. (1991)** The pines of Mexico and Central America. Portland, OR. USA. Timber Press. Inc.
- Raffa K.F., Aukema B.H., Bentz B.J., Carroll A.L., Hicke J.A., Turner M.G., Romme W.H. (2008).** Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: the dynamics of bark beetle eruptions. *BioScience* 58: 501–517.
- Reeve, J. D. (1997).** Predation and bark beetle dynamics. *Oecologia*. 112:48–54.
- Salinas-Moreno, Y., Mendoza, C. G., Barrios, M. A., Cisneros R., Macías-Sámamo, J. y Zúñiga, G. (2004).** Areography of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae) in Mexico. *Journal of Biogeography*. 31:1163-1177. doi: 10.1111/j.1365-2699.2004.01110.x
- Sánchez-González, A. (2008).** Una visión actual de la diversidad y distribución actual de los pinos en México. *Madera y Bosques*. 14(1):107:120.
- Sánchez Martínez G., Torres Espinoza L.M, Vázquez Collazo I., González Gaona E. y Narváez Flores R. (2007).** Monitoreo y manejo de insectos descortezadores de coníferas. Campo Experimental Pabellón de Arteaga. Aguascalientes, México. Libro Técnico No. 4, INIFAP, CIRNOC.
- Schroeder, L. M. (1999).** Population levels and flight phenology of bark beetle predators in stands with and without previous infestations of the bark beetle *Tomicus piniperda*. *Forest Ecology and Management*. 123:1 (31-40).
- S.E.F.O.R.H. (2010).** Estudio Regional Forestal de la Unidad de Manejo Forestal 1305 “Jacala – Tlahuiltepa”, Asociación de Silvicultores de la Región de Tlahuiltepa-Jacala, A. C.
- Stehr, F.W. (1987).** Immature insects. *Kendall/Hunt Publishing Company*.(2), 794.
- Turchin, P. y Odendaal, J. F. (1996).** Measuring the effective sampling area of a pheromone trap for monitoring population density of Southern Pine Beetle (Coleoptera: Scolytidae). *Environ. Entomol.* 25: 582-588.
- Vázquez, C. I., Sánchez, M. G., Madrigal, H. S. (2007).** Flutuación poblacional de *Dendroctonus mexicanus* Hopk. Bajo condiciones de manejo forestal en Michoacán, México. *Rev. Ciencia Forestal en México*. 32 (102): 57-77.
- Velasco M. H. A. (2000)** Sobrevivencia en los desiertos mexicanos. México. AGT Editor.
- Wegensteiner, R., Wermelinger, B., y Herrmann, M. (2015).** Natural Enemies of Bark Beetles: Predators, Parasitoids, Pathogens, and Nematodes. Vega, E. F. y Hofstetter, W. R. *Bark Beetles Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Academic Press.
- Wood, S. L. (1982).** The Bark Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae): a taxonomic monograph. *Great Basin Nat.* 6: 1–1359.
- Wood, S.L. (1982a).** The role of pheromones, kairomones, and allomones in the host selection and colonization behavior of bark beetles. *Annual Review of Entomology*, 27: 411–446.

- Wood, S. L. (1982b).** The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. *Great Basin Natural Memories* 6:1-1359.
- Wood, S.L. (1983).** A revision of the bark beetle genus *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae). *The Great Basin Naturalist*. Vol. 23(1): 1-116.
- Wood, S.L. (1986).** A reclassification of the genera of Scolytidae (Coleoptera). *Great Basin Nat. Mem.* 10:1-126.
- Zavala Ch., F. y E. García M. (1991).** Fenología y crecimiento del brote anual de *Pinus cembroides* Zucc. de San Luis Potosí, México. *Biotam*3 (2): 5-14 pp.

CAPITULO III. IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL DESCORTEZADOR Y SUS DEPRADADORES

RESUMEN

En el ejido la Florida, El Cardonal, Hidalgo, en bosque de *Pinus cembroides*, se identificaron morfológicamente un descortezador y sus enemigos naturales capturados en trampas multiembudo cebadas con atrayentes comerciales de agregación. La captura en trampas se llevó a cabo del 1 de enero al 31 de diciembre de 2014. La identificación taxonómica se realizó mediante la extracción y revisión de la morfología de la genitalia masculina del descortezador, el cual se identificó como *Dendroctonus frontalis* y de la genitalia femenina de su depredador *Temnoscheila chlorodia*. El otro depredador identificado fue un morfotipo de *Enoclerus ablusus*.

Palabras clave: *Dendroctonus frontalis*, *Temnoscheila chlorodia*. *Enoclerus ablusus*, enemigos naturales y genitalia

INTRODUCCIÓN

El orden Coleóptera es un numeroso grupo de insectos, que incluye más de 350.000 especies en aproximadamente 170 familias y diferentes hábitos alimenticios (Archangelsky, et al., 2009), entre ellos tenemos los descortezadores y los depredadores. Los bosques se ven afectados por insectos plaga, siendo de los más importantes los descortezadores, en un sentido taxonómico amplio se refiere a las especies de la subfamilia Scolytinae (Coleóptera: Curculionidae), y de los cuales dependen muchos insectos depredadores naturales (Armendáriz-Toledano et al., 2018; Jiménez et. al., 2005). En América del Norte, se reportan al menos 175 especies de Artrópodos asociados a *Dendroctonus frontalis* de las cuales del orden coleóptera están incluidas algunas especies depredadoras de las familias Cleridae, Colydiidae, Histeridae, Tenebrionidae y Trogositidae (Thatcher et al., 1981). Son reportados como depredadores algunos géneros de las siguientes familias: Cleridae (*Thanasimus* spp. y *Enoclerus* spp.), Colydiidae (*Aulonium* spp.), Histeridae (*Platysoma* spp y *Plegaderus* spp.), Tenebrionidae (*Corticeus* spp) y Trogositidae (*Temnoscheila* spp.) (Zhou et al., 2001; Thatcher et al., 1981).

El estudio de la morfología de los insectos nos permite entender de mejor manera su hábitat y biología, y también sirve como una herramienta para determinar las relaciones entre diferentes grupos (Castro y Valdez, 2017). En este trabajo se busca determinar la especie de *Dendroctonus* presente, así como de sus depredadores, a través de sus características morfológicas y mediante claves taxonómicas existentes.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área de estudio

Cardonal se localiza al noroeste del Estado de Hidalgo, entre los paralelos 20° 36" 48" de latitud norte y 99° 07" 01" longitud oeste, con una altitud de 2048 m.s.n.m.

Instalación de trampas

En el presente estudio se realizó dentro del ejido La Florida, en el municipio de Cardonal, se colocaron un total de nueve trampas multimebudo de 12 embudos cada una, en un bosque natural de pino piñonero (*Pinus cembroides*) de las cuales tres fueron cebadas con frontalina + Alfa pineno, tres con Alfa pineno y tres testigos, estos últimos no tenían atrayente. Se colocaron cada una de las trampas a diferentes alturas sobre el nivel del mar (1926, 1933, 1941, 1974, 1981, 1997, 2032, 2040 y 2047 m.s.n.m.). Los atrayentes se adquirieron en Sinergy Semiochemicals Corp. El monitoreo se presentó desde el 1 de enero a 31 de diciembre de 2014, para la cual se desarrollaron tres diferentes bloques. El cambio de atrayentes se realizó cada seis semanas.

Colección de muestras

El contenido del vaso de la trampa se colectó semanalmente. Los insectos se colocaron en frascos con alcohol al 96%. Cada frasco se etiquetó con datos referentes al sitio, tratamiento y fecha de colecta y se llevaron al Laboratorio.

Procesamiento de la muestra

Una vez colectados (**Figura 1**) los insectos se trasladaron al Laboratorio de Parasitología Forestal de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, para separar, contabilizar e identificar taxonómicamente el descortezador y sus insectos depredadores asociados.



Figura 1. Insectos atrapados en vaso colector

El contenido de cada frasco se vació en un tamiz para lavar y retirar impurezas, una vez limpios se agregó alcohol al 96% para ser separados e identificados.

Los insectos una vez pasados por el proceso de limpieza, se separaron por similitud morfológica con la ayuda de un microscopio estereoscópico (Leica Zoom 2000) para ser identificados taxonómicamente, primeramente, a nivel de familia, posteriormente a género y/o especie, para posteriormente, ser contabilizados.

La identificación a género y especie de *Dendroctonus* y de los principales depredadores capturados en las trampas se realizó mediante características morfológicas y siguiendo la información correspondiente: Barrón (1971) y Kolibác (2013) para Trogositidae; Burke *et al.*, (2011) para Cleridae, y para *Dendroctonus* (Armendáriz-Toledano, *et al.*, 2018; Armendáriz-Toledano y Zuñiga, 2016; Cibrián *et al.*, 1995).

Para determinar la especie de *Dendroctonus* y *Temnoscheila* se realizó extracción de genitalia, para ser identificados mediante la morfología de esta.

Identificación de *Dendroctonus* Erichson.

Extracción de genitalia

1. La genitalia que se ocupó para la identificación fue la del macho, por lo tanto, primero se tuvo que diferenciar entre hembras y machos.
2. Se tomó el ejemplar, ya una vez diferenciado el sexo y se acomodó ventralmente en una caja Petri con arena para poder manipularlo, se abrieron los élitros, para descubrir el abdomen.
3. Una vez que se tuvo el insecto con los élitros abiertos, se ubicó el 7°-8° segmento abdominal, en el cual se abrió para buscar la genitalia.
4. Ya encontrada la genitalia, se extrajo con ayuda de mini agujas.
5. Al extraerla, se limpió de grasa y otros residuos, y se colocó en una capsula de porcelana con KOH 5% por 48 horas.
6. Pasadas las 48 horas, se lava en ácido Acético 3% por 1 min., para después lavarse en Alcohol al 90% por 1 min.
7. Ya limpia la genitalia, se montó en un portaobjeto con Glicerol, para poder observar al microscopio compuesto las características que permitieron determinar la especie y tomar las fotografías pertinentes.
8. Esto se repitió para 30 ejemplares, con características morfológicas semejantes.

Identificación de *Temnoscheila* Westwood

Extracción de genitalia

1. Primero se colocó el espécimen en agua caliente durante varios minutos.
2. Posteriormente se hizo la disección en el 8° y 9° segmento abdominal de las hembras para obtener la genitalia; y en algunos casos como efecto del agua caliente, la genitalia fue expulsada, lo cual facilitaba la extracción de ésta.
3. Una vez extraída se colocó la genitalia femenina en KOH 5% durante algunos minutos para evitar se dañará.

4. Ya teniendo las genitales limpias, se montaron en un portaobjetos con Glicerol, y para tomar las fotos pertinentes (Barrón, 1971).
5. Esto se repitió para 30 ejemplares, con características morfológicas semejantes.

Identificación de *Enoclerus* Gahan

Para identificar la especie de *Enoclerus* se utilizó la información de Burke et al., (2011). Y al encontrar variaciones morfológicas se consultó la información de Curiel (2015), al observar una variación morfológica consistente, se contactó al especialista y se determinó que los ejemplares eran conespecíficos de *E. ablusus*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el monitoreo que se realizó por un año, en la Florida, el Cardonal, Hidalgo, el descortezador identificado fue *Dendroctonus frontalis* Zimmerman (Figura 2 y 3); y se encontraron presentes insectos de las familias Carabidae, Cerambycidae, Cleridae, Curculionidae, Tenebrionidae, Trogositidae, asociados a *D. frontalis*.



Figura 2. Adulto de *D. frontalis*

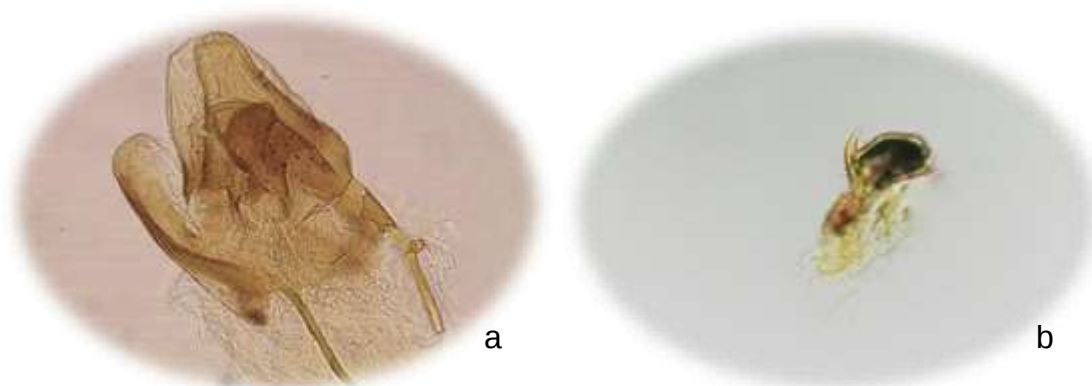


Figura 3. Genitalia de macho de *D. frontalis*: a) cápsula; b) varilla seminal

Los principales depredadores asociados al descortezador, según el número de insectos atrapados pertenecen a la familia Cleridae y Trogositidae. Los ejemplares de esta familia se identificaron a especie.

De la familia Cleridae, se identificó la especie *Enoclerus ablusus* Barr (Figura 4a). Al realizar la identificación se encontraron variaciones, por lo que se pudo inferir que era una especie no descrita para México en Burke (2011), sin embargo, se consultó al especialista y se determinó que era un morfotipo diferente al típico de *E. ablusus* (Figura 4b). La variación morfológica encontrada, fue la banda blanca presente en la parte media de los élitros, la cual no tiene el típico *E. ablusus* (Figura 4b).



Figura 4. *Enoclerus ablusus* a) Morfotipo variante de *E. ablusus*; b) morfotipo negro típico de *E. ablusus*

Y en cuanto a la familia Trogositidae se refiere, la especie identificada fue *Temnoscheila chlorodia* (Figura 5a) mediante las características morfológicas, incluyendo la genitalia femenina (Figura 5b), señaladas en Barrón (1971).



Figura 5. *Temnoscheila chlorodia* a) insecto adulto b) genitalia de una hembra

Domínguez (2008) menciona que en un estudio realizado en México se registraron un total de 14 especies del orden Coleóptera asociadas a *Dendroctonus*, las cuales correspondían a las familias Curculionidae, Trogositidae, Cleridae, Salpingidae, Cerambycidae, Histeridae, Tenebrionidae, Staphylinidae y Elateridae, y de las cuales solo dos especies *T. chlorodia* y *E. ablusus* resultaron ser de hábitos depredadores.

CONCLUSIONES

- Las especies de insectos depredadores encontradas son especies que se han reportado en otros lugares de México.
- La determinación de estas especies para la Florida, El cardonal, Hidalgo permite tener registros reportados para estudios posteriores.

LITERATURA CITADA

- Archangelsky, M., Manzo, V., Michat, M. C., y Torres, L. M. P. (2009).** Coleoptera. Domínguez, E. y Fernández, R. H. (Ed), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (411-468). Tucumán, Argentina. Fundación Miguel Lillo.
- Armendáriz-Toledano, F. y Zúñiga, G. (2016).** Illustrated Key to Species of Genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae) Occurring in Mexico and Central America. *Journal of Insect Science*. 17(2):34; 1-15. doi: 10.1093/jisesa/iex009.
- Armendáriz-Toledano, F., Zúñiga, G., García-Román, L. J., Valerio-Mendoza, O., y García-Navarrete, P. G. (2018).** Guía ilustrada para identificar a las especies del género *Dendroctonus* presentes en México y Centroamérica. Ciudad de México, México. Instituto Politécnico Nacional.
- Barrón, J. R. (1971).** A revision of the trogositidae of America North of Mexico (Coleoptera: Cleroidea). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*. 103 (S75):1-143. DOI: 10.4039/entm10375fv.
- Burke, A. F., Cibrián, T. D., Llanderal, C. C., Plascencia, G. A. y López, P. I. (2011).** Adiciones y aportaciones para el género *Enoclerus* Gahan (Coleoptera: Cleridae) en bosques de clima templado en México. *Acta Zool. Mex.* (n. s.), 27(1): 145-167.
- Castro, E. R., y Valdez, C. J. (2017).** Morfología de Insectos. Cibrián, T. D. Fundamentos de Entomología Forestal (pp. 3-30). Texcoco, México. Red de Salud Forestal.
- Cibrián, T. D., Méndez, M. J. T., Campos, B. R., Yates III, O. H., Flores L. J. (1995).** Insectos Forestales de México. Chapingo, México. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Curiel, G. A. M. (2015).** *Principales depredadores asociados a Dendroctonus spp. e Ips spp. en la reserve de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro.* Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Domínguez, S.B., Macías, S. J. E., Ramírez, M. N. y León, C. J.L. (2008).** Respuesta kairomonal de coleópteros asociados a *Dendroctonus frontalis* y dos especies de *Ips* (Coleoptera: Curculionidae) en bosques de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 175- 183.
- Jiménez, M. E., López, Z. L. B., Toledo, M. L. I., y Zelaya, O. M. (2005).** Identificación y fluctuación poblacional de depredadores de (*Dendroctonus frontalis* Zimm) y otros descortezadores de pino en Nueva Segovia. *La Calera*, 5 (6), 22-27. ISSN 1998-7846.
- Kolibáč, Jiří. (2013).** Trogositidae: A review of the beetle family, with a catalogue and keys. *Zookeys*. (366): 1–194. Doi: 10.3897/zookeys.366.6172.
- Thatcher, R.C., Searcy, J. L., Coster, J. E. y Hertel, G. D. (1981).** The Southern pine beetle. USDA, Expanded Southern Pine Beetle Research and Application Program, Forest Service, Science and Education Administration, Pineville, LA. Technical Bulletin 1631.
- Zhou, J., D. W. Ross y C.G. Niwa. (2001).** Kairomonal response of *Thanasimus undulatus*, *Enoclerus sphegeus* (Coleoptera: Cleridae),

and *Temnochila chlorodia* (Coleoptera: Trogositidae) to bark beetle Semiochemicals in Eastern Oregon. *Environmental Entomology* 30:993–998.

CAPITULO IV. MONITOREO DEL DESCORTEZADOR Y SUS DEPREDADORES EN BOSQUE DE *Pinus cembroides* EN EL EJIDO DE LA FLORIDA, CARDONAL, HIDALGO.

RESUMEN

En los años 2011 y 2012, se reportaron daños significativos ocasionados por una fuerte sequía en bosques de coníferas en el estado de Hidalgo, reportándose problemas graves de descortezadores en rodales naturales de *P. cembroides*. Derivado de esto se realizaron estudios para monitorear las poblaciones del insecto descortezador y sus depredadores naturales en un bosque natural de *Pinus cembroides*. El período de monitoreo en el Ejido de La Florida fue de enero a diciembre de 2014, se colocaron nueve trampas multiembudo a diferentes alturas, de las cuales tres trampas fueron cebadas con frontalina + Alfapineno, tres con Alfa pineno y tres testigo. Como resultado principal se encontró que *D. frontalis* está volando todo el año, con un aumento de julio a octubre, disminuyendo en noviembre; el depredador *Temnoscheila chlorodia* se presenta todo el año, teniendo su máximo vuelo en el mes de julio y el depredador *Enoclerus ablusus*, se presenta a muy bajas concentraciones todo el año, a excepción de diciembre que no hubo presencia. El diseño utilizado para el análisis estadístico fue un Factorial completamente al azar y los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Como resultado hubo diferencias entre tratamientos. Se obtuvo mayor captura de *D. frontalis* a una altura media de 2037 m.s.n.m., la mezcla frontalina + alfapineno fue el mejor atrayente. Para *T. chlorodia* y *E. ablusus* no hubo diferencia en atracción para las diferentes alturas, pero si para los diferentes atrayentes, siendo el mejor frontalina + alfapineno.

Palabras clave: *Dendroctonus frontalis*, *Temnoscheila chlorodia*, *Enoclerus ablusus*, semioquímicos, frontalina, alfapineno.

INTRODUCCIÓN

Los pinos piñoneros de la especie *Pinus cembroides* tienen importancia ecológica y socioeconómica, ya que su semilla abastece poco más del 90% del mercado (Martínez, 1948); es un árbol de alto potencial adaptativo, resistente a heladas, sequías y temperaturas elevadas.

La disminución de los bosques de pino piñonero ha sido ocasionada por diferentes factores ecológicos y económicos-sociales. Entre los factores más importantes figuran los insectos descortezadores, los cuales causan mortalidad natural en coníferas, sin embargo, bajo condiciones favorables atacan árboles sanos. Son consideradas una de las plagas primarias más importantes.

En los años 2011 y 2012, se reportaron daños significativos ocasionados por una fuerte sequía en bosques de coníferas en el estado de Hidalgo, como consecuencia hubo estrés en las áreas forestales más susceptibles de la parte interna de la Sierra Madre Oriental, principalmente en lo que se conoce como el Valle del Mezquital, aumentando la vulnerabilidad a insectos descortezadores, e incrementándose su presencia en varios municipios del estado. Las infestaciones por especies de los géneros *Dendroctonus* e *Ips* provocaron la muerte de miles de árboles, entre estos los de la especie *Pinus cembroides*, Destacando en el Estado de Hidalgo la presencia de las especies *Dendroctonus frontalis*, *D. mexicanus* y *D. adjunctus*.

Derivado de la magnitud e importancia que tomó este evento en la región se han realizado diferentes estudios de interés enfocados a este problema, entre éstos el conocer los insectos depredadores asociados a *D. frontalis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

Cardonal se localiza al noroeste del Estado de Hidalgo, entre los paralelos 20° 36' 48" de latitud norte y 99° 07' 01" longitud oeste, con una altitud de 2048 m.s.n.m. Sus colindancias son: al norte con los Municipios de Nicolás Flores y Tlahuiltepa, al sur con el Municipio de Santiago de Anaya, al este con los municipios de Eloxochitlán y Metztitlán y al oeste con los Municipios de Ixmiquilpan y Nicolás Flores (Figura 6). Se presenta un clima templado-subhúmedo, con una temperatura anual de 12°C a 14°C y una precipitación pluvial media de 700 a 800 milímetros (Sistema Integral de Información del Estado de Hidalgo, 2016). De acuerdo con el catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades (INEGI, 2015), el municipio cuenta con 81 localidades activas, entre ella La Florida.



Figura 6. Ubicación del área de estudio, El Cardonal, Hidalgo.

Instalación de trampas

El presente estudio se realizó dentro del ejido La Florida, en el municipio de Cardonal, se colocaron un total de nueve trampas multimebudo de 12 embudos, en un bosque natural de pino piñonero (*Pinus cembroides*) de las cuales tres fueron cebadas con frontalina + Alfa pineno, tres con Alfa pineno y tres testigos (Cuadro 3). El testigo es una trampa sin cebo atrayente. Se colocaron cada una los atrayentes de adquirieron en Sinergy Semiochemicals Corp. El cambio de atrayentes se realizó cada seis semanas.

Cuadro 3. Sitios donde se colocaron las trampas, La Florida, Cardonal, Hidalgo.

Bloque	Tratamiento	Norte	Oeste	Altitud (m.s.n.m.)	Altitud media (m.s.n.m.)
1	Alfa pineno	20°31'24.5"N	98°58'41.3"W	2032	2037
1	Frontalina + Alfapineno	20°31'28.6"N	98°58'41.9"W	2040	
1	Testigo	20°31'37.2"N	98°58'43.8"W	2047	
2	Alfa pineno	20°32'0"N	98°58'37.6"W	1974	1977
2	Frontalina +Alfapineno	20°31'55.8"N	98°58'36.5"W	1981	
2	Testigo	20°31'53.2"N	98°58'34.8"W	1997	
3	Alfa pineno	20°32'14.9"N	98°58'38.7"W	1926	1931
3	Frontalina + Alfapineno	20°32'10.8"N	98°58'37.8"W	1933	
3	Testigo	20°32'7.5"N	98°58'36.5"W	1941	

El monitoreo se realizó desde el 1 de enero a 31 de diciembre de 2014, para la cual se establecieron tres bloques en los cuales el bloque número uno (alto) representa el rango de altitud de los 2000 a 2050 m.s.n.m. con una altura media del bloque del 2037 m.s.n.m., el segundo bloque (medio) con una altura media de 1977 m.s.n.m. que representa la altitud de 1950 a 2000 m.s.n.m. y el tercero (bajo) con una altura media de 1931 m.s.n.m. representa el bloque tres de los 1900 a los 1950 m.s.n.m. (Figura 7).

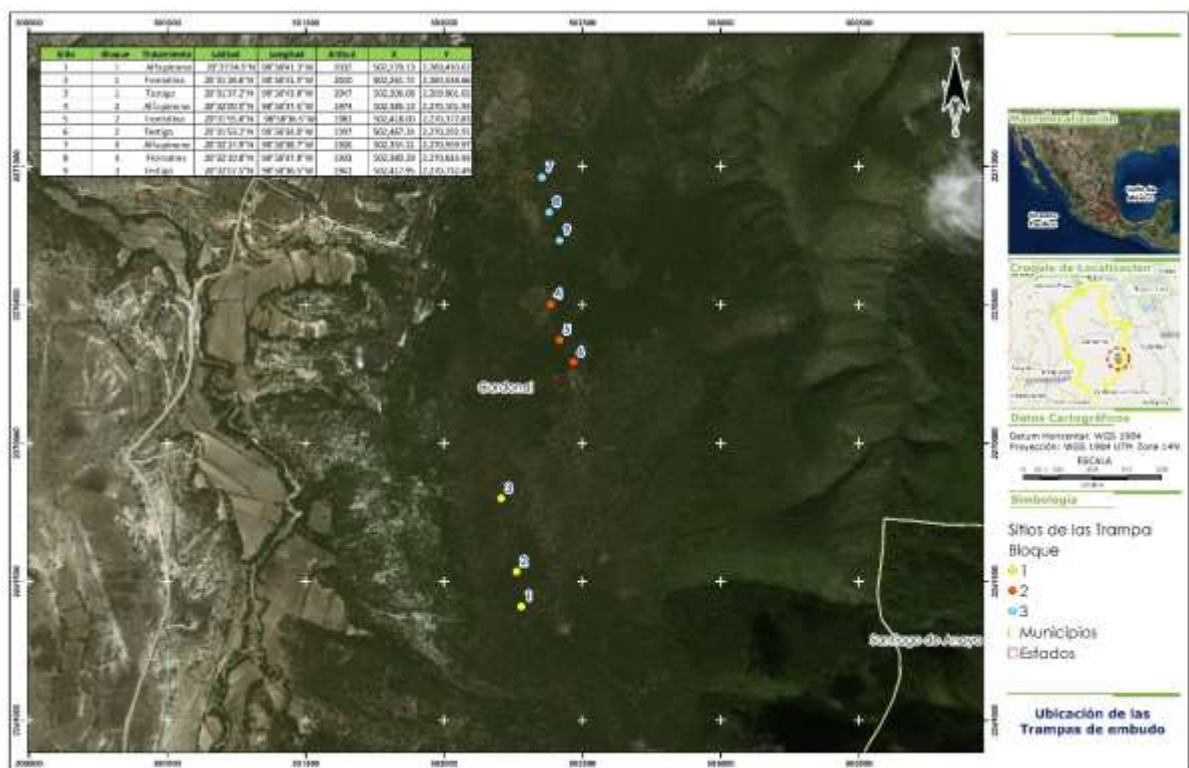


Figura 7. Mapa de la ubicación de los sitios de monitoreo La Florida, El Cardonal, Hgo.

En el vaso colector de las trampas se colocó una banda plástica con insecticida (i.a. tetraclorvinfos), para evitar que se deterioren los insectos una vez que caen al ser atrapados y conserven las características necesarias para la identificación; el vaso colector de las trampas de colocaron a 1.2 m de altura respecto al suelo (Figura 8b). El contenido del vaso de la trampa se colectó semanalmente. Los insectos se colocaron en frascos con alcohol al 96%. Cada

frasco se etiquetó con datos referentes al sitio, tratamiento y fecha de colecta. Para lo cual posteriormente se evaluó si existía diferencia en la captura de insectos entre las diferentes alturas y los diferentes tipos de cebo atrayente.



Figura 8. a) Trampa multiembudo: b) Altura a la que se colocó la trampa; c) Insecticida utilizado en el vaso colector.

Procesamiento de muestras en laboratorio

Los insectos posteriormente a ser identificados taxonómicamente se guardaron por especie en frascos DB vacutainer® en alcohol al 96%, etiquetados con los datos de sitio, fecha de colecta y en que atrayente fueron colectados. Una vez identificados se procedió a contabilizar el número de insectos por especie y se realizó el análisis numérico y estadístico.

Análisis Estadístico

Para conocer la cantidad de insectos de cada especie, se contabilizaron por tratamiento y mes.

Diseño experimental

El diseño utilizado para el análisis estadístico es un Factorial completamente al azar con 9 tratamientos y 12 repeticiones.

El modelo lineal correspondiente al Factorial completamente al azas es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = Variable respuesta

A_i = Efecto atribuido al i-ésimo nivel del factor A.

B_j = Efecto atribuido al j-ésimo nivel del factor B

$(AB)_{ij}$ = Efecto atribuido a la interacción entre el i-ésimo nivel del factor A y j-ésimo nivel del factor B.

Unidad experimental y Variable respuesta

La información obtenida se capturó en una base de datos y se analizó estadísticamente con el programa SAS. Las unidades experimentales fueron trampas individuales con diferentes atrayentes y la variable respuesta fue el número total de insectos descortezadores y depredadores capturados por tratamiento para cada una de las repeticiones.

Tratamientos

El factor A fue la altura y el factor B fue atrayente, con tres diferentes niveles para cada factor: altura (se tomó la altura media de 2037 (a1), 1977 (a2) y 1931(a3)) y atrayente (Frontalina + Alfapineno (b1), Alfapineno (b2) y Testigo (b3)). Por lo tanto, la combinación de niveles del factor A y B, dan como resultado nueve tratamientos (Cuadro 4). En los casos donde se tuvieron diferencias entre tratamientos, se compararon las medias mediante un análisis de varianza y una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Cuadro 4. Diseño factorial: los factores, niveles, tratamientos.

Factor		Niveles	Tratamientos	
Factor A	Altura	a ₁ 2037 m.s.n.m.	a ₁ b ₁	a ₁ b ₃
		a ₂ 1977 m.s.n.m.	a ₂ b ₁	a ₂ b ₃
		a ₃ 1931 m.s.n.m.	a ₃ b ₁	a ₃ b ₃
Factor B	Atrayente	b ₁ Frontalina + alfapineno	a ₁ b ₂	
		b ₂ Alfa pineno	a ₂ b ₂	
		b ₃ Testigo	a ₃ b ₂	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio, derivado del monitoreo se obtuvieron los siguientes datos, se puede observar que *D. frontalis* está presente todo el año presentando su máximo vuelo de julio a noviembre. En contraste tenemos que de marzo a junio son los meses que presentaron menor abundancia (Figura 9). En 2014 la mayor densidad poblacional ocurrió durante la estación de otoño y la menor densidad en primavera. Lo anterior es relativo, ya que la captura depende de la cantidad de árboles infestados en la vecindad de las trampas y obviamente de la cantidad de insectos que estén volando, para este caso se realizó una búsqueda de los árboles infestados más cercanos, encontrando que un brote activo estuvo en el ejido Fontezuelas, distante 4.5. km en línea recta, es posible que esta infestación fue la fuente de insectos que abasteció las trampas; para verificar esta fuente se hizo un barrido en las inmediaciones boscosas a las trampas; sin embargo, a pesar de búsquedas intensas no se lograron detectar árboles infestados en el periodo de estudio. Un dato importante derivado de este trabajo es la ausencia de *Dendroctonus mexicanus* en las capturas de las trampas; aunque la mezcla utilizada fue específica para *D. frontalis* es común que con este cebo se atrapen adultos de esta segunda especie. Un ejemplo notable fue la captura de *D. mexicanus* en bosques de *Pinus greggii* de la Sierra Gorda de Querétaro, utilizando esta misma mezcla se capturaron adultos de *D. mexicanus* en altitudes de 1700, 2000 y 2500 msnm (Comunicación personal DCT)

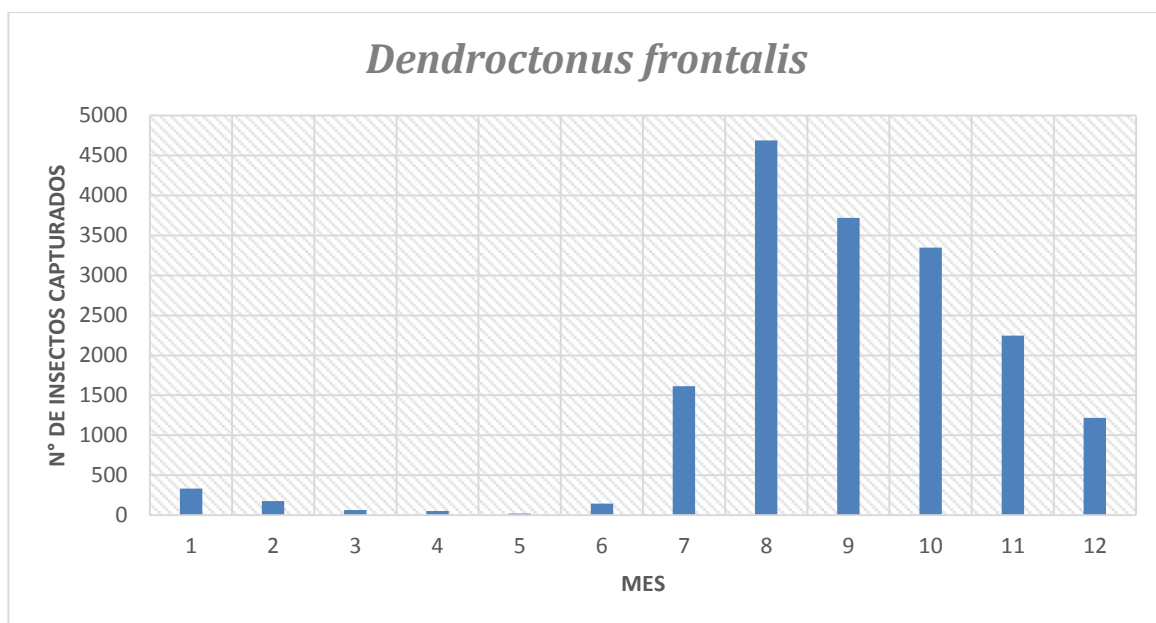


Figura 9. Número de insectos capturados de *D. frontalis* en bosque de *Pinus cembroides* en la Florida, El Cardonal, Hidalgo, determinado mediante 9 trampas multirimbudo cebadas con atrayente.

Para la evaluación de la plaga *D. frontalis*, en el análisis de varianza realizado se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, lo que indica que al menos un tratamiento es diferente (Apéndice, cuadro 1). La prueba de Tukey, señala diferencias y teniendo como resultado que el mejor tratamiento fue la trampa cebada con frontalina + alfapineno a una altura de 2037 m.s.n.m. (cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) del número de insectos capturados de *D. frontalis* en las trampas ubicadas en La Florida, El Cardonal, Hidalgo.

Tratamientos	Media $\bar{X}$ (N° de insectos capturados)	Tukey ($\alpha=0.05$)
2. 2037 m.s.n.m. + (frontalina+alfapineno)	847.8	A
5. 1977 m.s.n.m.+ (frontalina + alfapineno)	416.3	AB
8.1931 m.s.n.m. + (frontalina + alfapineno)	168.3	B
1. 2037 m.s.n.m. + alfapineno	21.6	B
7. 1931 m.s.n.m. + alfapineno	12.9	B
4. 1977 m.s.n.m. + alfapineno	2.3	B
3. 2037 m.s.n.m. + testigo	0.0	B
6. 1977 m.s.n.m. + testigo	0.0	B
9. 1931 m.s.n.m. + testigo	0.0	B

D. frontalis tiene una distribución altitudinal que se encuentra entre los 311 y 2,612 m.s.n.m., con un mayor número de registros reportados entre los 1,500 y 2,000 m.s.n.m. (Armendáriz-Toledano et al., 2018). La mejor altura para capturar insectos de *D. frontalis* en este estudio fue una altura media de 2037 m.s.n.m., lo cual nos puede hablar del desplazamiento de la especie a mayores alturas como resultado del aumento de temperatura.

En cuanto a los depredadores se refiere, en el mes de julio se observa el máximo vuelo del depredador *T. chlorodia*, disminuyendo para otoño su

presencia. *E. ablusus* prácticamente se presenta todo el año, pero en bajas proporciones, como se puede ver en la Figura 10.

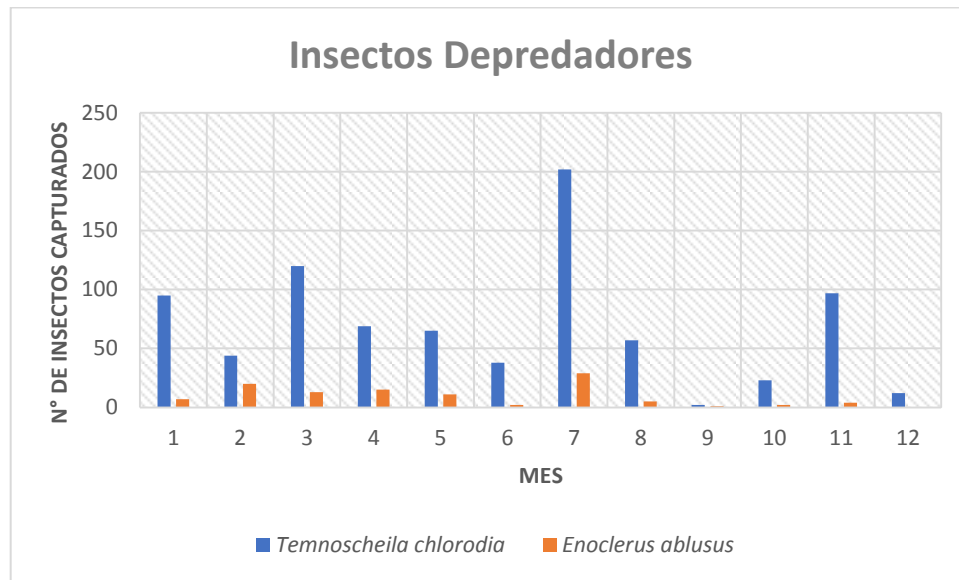


Figura 10. Número de insectos capturados de *T. chlorodia* y *E. ablusus* en bosque de *Pinus cembroides* en La Florida, El Cardonal, Hidalgo, determinado mediante 9 trampas multiembudo cebadas con atrayente.

De las dos especies de depredadores capturados el 88% fue *T. chlorodia* y el 12% *E. ablusus* (Figura 11).

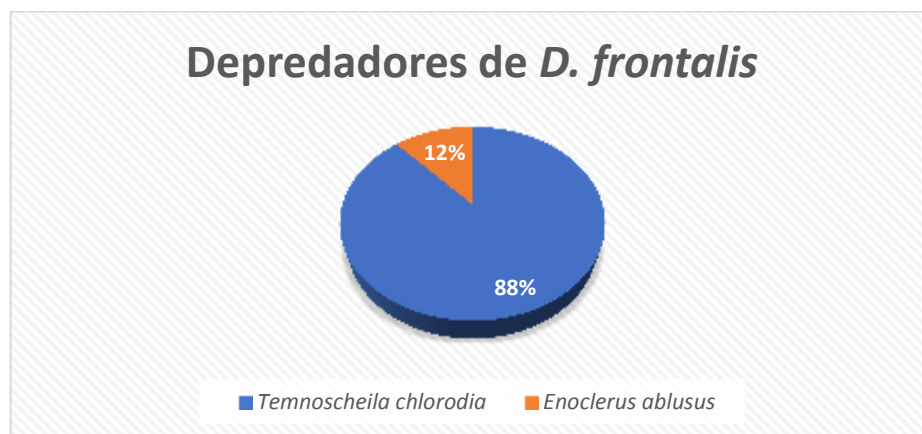


Figura 11. Proporción depredadores *T. chlorodia* y *E. ablusus* del 1 de enero al 31 de diciembre de 2014.

El análisis de varianza realizado para evaluar al depredador *T. chlorodia* (Apéndice, cuadro 2) y *E. ablusus* (Apéndice, cuadro 3), se observan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, en altura no hubo diferencia, pero si en atrayente, siendo mejor el de frontalina + alfapineno (Cuadro 6 y 7).

Cuadro 6. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) del número de insectos capturados de *T. chlorodia* en las trampas ubicadas en La Florida, El Cardonal, Hidalgo.

Tratamientos	Media $\bar{X}$ (N° de insectos capturados)	Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Frontalina+alfapineno	30.750	A
1. Alfapineno)	2.139	B
3. Testigo	0.00	B

Cuadro 7. Prueba de Tukey de las medias del número de insectos capturados de *E. ablusus* en las trampas ubicadas en La Florida, El Cardonal, Hidalgo.

Tratamientos	Media de número de insectos capturados	Tukey ($\alpha=0.05$)
2. Frontalina+alfapineno	2.722	A
1. Alfapineno)	0.3056	B
3. Testigo	0.00	B

Los enemigos naturales desempeñan un papel importante en la regulación de poblaciones de descortezadores (Reeve 1997). Williams et al., 2009, menciona que en general, el inicio de vuelo de los depredadores coincide o es muy cercano al inicio del vuelo del descortezador en la primavera, sin embargo, el vuelo del depredador termina antes de que finalice la actividad de vuelo para la

mayoría de los descortezadores en el otoño. Además, la proporción de plagas y depredadores es más baja en el verano y más alta en el otoño.

Domínguez (2008) y Rivera (2001), señalan que las especies depredadoras *T. chlorodia*, *E. ablusus* y *Elacatis* sp. respondieron en forma diferencial y significativa hacia los atrayentes evaluados (frontalina, ipsenol y ipsdienol). La atracción de *T. chlorodia* fue hacia las 3 feromonas utilizadas, mientras que *E. ablusus* y *Elacatis* sp. mostraron una mejor respuesta hacia las feromonas del género *Ips*, por lo tanto, para el presente estudio, esto podría explicar porque la densidad de *E. ablusus*, fue menor que la de *T. chlorodia*, lo cual podría ser por la poca atracción que tiene *E. ablusus* hacia los atrayentes frontalina+alfapineno y alfapineno. Por lo tanto, se podría decir que hay una respuesta de atracción específica y diferencial que es consistente con lo señalado en otras investigaciones. Es importante mencionar que *T. chlorodia*, ha sido reportada como el principal depredador de *D. frontalis* (Rubio-Ugalde, et al., 2017).

Reeve (1997) menciona que las poblaciones de descortezador tienden a disminuir cuando las densidades de depredadores son altas. En este caso, no se observó dicha relación entre ambas poblaciones, lo cual se podría inferir que es debido a las bajas densidades de depredadores en relación a la plaga.

Billings y Upton (2006), han utilizado un sistema para pronosticar *D. frontalis* en el sur de los EE.UU, colocando trampas con feromona de frontalina 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. frontalis* y sus depredadores *T. chlorodia* y *E. ablusus* y así, empezar a conocer la fluctuación poblacional de estos insectos y pronosticar la plaga.

CONCLUSIONES

- La presencia de *D. frontalis* es más alta en otoño y parte de verano que en primavera.
- Los depredadores se presentaron todo el año, pero en baja densidad, en comparación a la densidad de la plaga.
- Los atrayentes empleados en las trampas mostraron diferencia significativa en relación a la captura de *D. frontalis* y sus depredadores presentes ($\alpha=0.05$), siendo más atraídos a las trampas cebadas con frontalina+alfapineno.
- La atracción de *D. frontalis*, *T. chlorodia* y *E. ablsus* hacia la frontalina + alfapineno, está en función de los meses del año.
- No se encontró diferencia significativa en la colecta de los depredadores ($\alpha=0.05$), en relación a las diferentes altitudes donde se establecieron los sitios de monitoreo. Solo se mostró diferencia significativa para *D. frontalis* ($\alpha=0.05$), siendo el rango altitudinal 2032-2047 m.s.n.m. el que hay mayor abundancia de este.

LIRERATURA CITADA

- Armendáriz-Toledado, F., Zuñiga, G., García-Román, L. J., Valerio-Mendoza, O., y García-Navarrete, P. G. (2018).** Guía ilustrada para identificar a las especies del género *Dendroctonus* presentes en México y Centroamérica. Ciudad de México, México. Instituto Politécnico Nacional.
- Billings, R.F., y Upton, W.W. (2006).** A methodology for assessing annual risk of southern pine beetle outbreaks across the southern region using pheromone traps. In: Forestry Encyclopedia-Forestry-Threats. Recuperado en <http://www.forestencyclopedia.net/Encyclopedia/Threats>
- Domínguez, S.B., Macías, S. J. E., Ramírez, M. N. y León, C. J.L. (2008).** Respuesta kairomonal de coleópteros asociados a *Dendroctonus frontalis* y dos especies de *Ips* (Coleoptera: Curculionidae) en bosques de Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 175- 183.
- INEGI. (2015).** Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades. <http://geoweb.inegi.org.mx/mgn2k/catalogo.jsp>. Consultado el 22 de octubre de 2018.
- Martínez, M. (1948)** Los Pinos Mexicanos. México, D.F. 2ª Ed. Botas.
- Reeve, J. D. (1997).** Predation and bark beetle dynamics. *Oecologia*. 112:48–54.
- Rivera, L. J. E. (2001).** *Field response of Dendroctonus frontalis Zimmermann, Ips grandicollis (Eichoff) (Coleoptera: Scolytidae) and their predators to different semiochemicals in southern México.* Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, Chiapas.
- Rubio-U., D. J., Cambrón S., V.H., Vergara, P. S. (2017).** Coleópteros depredadores asociados al sistema de monitoreo de escarabajos descortezadores (Curculionidae: Scolytinae) en el Tepozán, Arroyo seco, Queretaro. *Entomología Mexicana*. 4: 186–191
- Sistema Integral de Información del Estado de Hidalgo. (2016).** Enciclopedia de los municipios de Hidalgo: Cardonal. Secretaría de Planeación Desarrollo Regional y Metropolitano. Gobierno del Estado de Hidalgo.
- Williams, K. K., McMillin D. J. y DeGomez E. T. (2009).** Relative and seasonal abundance of three bark beetle predators (Coleoptera: Trogositidae, Cleridae) across an elevation gradient in ponderosa pine forests of north central Arizona. *Western North American Naturalist*, 69(3): 351-363. doi: [org/10.3398/064.069.0309](https://doi.org/10.3398/064.069.0309) .

APÉNDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza de totales del descortezador *D. frontalis* capturados en las trampas multiemnudo, en el Cardonal, La Florida, Hgo.

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr>F*
Tratamiento	8	8173397.83	1021674.7	7.47	<.0001
Error	99	13534656.83	136713.71		
Total	107	21708054.67			

Si [Pr>F] < α existen diferencias significativas entre tratamientos. En este caso $\alpha = 0.05$

Cuadro 2. Análisis de varianza de totales del depredador *T. chlorodia* capturados en las trampas multiemnudo, en el Cardonal, La Florida, Hgo.

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr>F*
Tratamiento	8	9842.51852	1230.31481	7.64	<.0001
Error	99	15948.66667	161.09764		
Total	107	25791.18519			

Si [Pr>F] < α existen diferencias significativas entre tratamientos. En este caso $\alpha = 0.05$

Cuadro 3. Análisis de varianza de totales del depredador *E. ablusus* capturados en las trampas multiembudo, en el Cardonal, La Florida, Hgo.

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr>F*
Tratamiento	8	174.9074074	21.8634259	5.13	<.0001
Error	99	422.0833333	4.2634680		
Total	107	596.9907407			

Si [Pr>F] < α existen diferencias significativas entre tratamientos. En este caso $\alpha = 0.05$