

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**DIVERSIDAD DE INSECTOS DE IMPORTANCIA FORESTAL EN SITIOS CON  
DIFERENTES ETAPAS SERALES EN EL PARQUE ECOLÓGICO CHIPINQUE**

**TESIS DE MAESTRÍA**

COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

**MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**PRESENTA:**

**BIÓL. ERIK IVAN MELÉNDEZ LÓPEZ**

**Linares, Nuevo León, México**

**AGOSTO DEL 2011**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGÍA FORESTAL**

**DIVERSIDAD DE INSECTOS DE IMPORTANCIA FORESTAL EN SITIOS CON  
DIFERENTES ETAPAS SERALES EN EL PARQUE ECOLÓGICO CHIPINQUE**

**TESIS  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:**

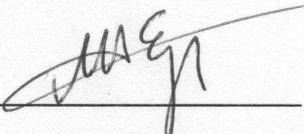
**MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

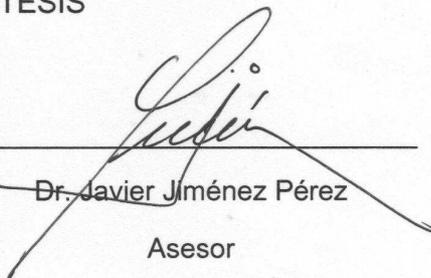
**PRESENTA:**

**BIÓL. ERIK IVAN MELÉNDEZ LÓPEZ**

**COMISIÓN DE TESIS**

  
\_\_\_\_\_  
MC. Luis Gerardo Cuellar Rodríguez  
Director de tesis

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Marco A. González Tagle  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Javier Jiménez Pérez  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Eduardo Alanís Rodríguez  
Asesor externo

**Linares, Nuevo León, México**

**Agosto del 2011**

Manifiesto que la presente investigación es original y fue desarrollada para obtener el grado de Maestría en Ciencias Forestales, donde se utiliza información de otros autores se otorgan los créditos correspondientes.

Biól. Erik Ivan Meléndez López

Agosto del 2011

## **DEDICATORIA**

A mis padres María Dominga Meléndez López y Pedro Medina Martínez por su firme apoyo en mi trayectoria científica-académica, siempre dispuestos a motivarme y apoyarme en los momentos más difíciles.

Al Maestro en Ciencias Gerardo Cuéllar Rodríguez, Dr. Javier Jiménez Pérez y Dr. Marco Aurelio González Tagle por sus comentarios y correcciones durante el desarrollo de la presente investigación.

Gracias al apoyo del Dr. Eduardo Alanís Rodríguez y su esposa Lupita Villarreal en los momentos difíciles de mi estancia durante este viaje.

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta etapa en mi formación profesional ha sido altamente satisfactoria en lo profesional y personal, tanto por los conocimientos y habilidades adquiridos, como por la oportunidad que he tenido de conocer y trabajar con un grupo de investigadores de alta calidad. Esta tesis no hubiera sido posible sin la colaboración de numerosas instancias y personas, espero que nadie se sienta omitido en las siguientes líneas. En todo caso, vayan de antemano mis disculpas si ello ocurre.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por otorgarme la beca para realizar los estudios de maestría.

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y en especial al cuerpo de profesores-investigadores que forjaron mi perfil profesional con sus conocimientos y experiencia.

Al laboratorio de Entomología Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales por el apoyo brindado para el establecimiento y desarrollo de esta investigación.

Al comité de tesis, donde todos los integrantes de manera honesta, capaz y respetuosa crearon un ambiente de confianza y responsabilidad en el desarrollo de esta investigación.

No se podría entender el desarrollo de este trabajo sin la implicación directa y respaldo del MC. Gerardo Cuéllar Rodríguez guía en el largo proceso de aprendizaje que constituye una tesis de maestría. Gracias por sus acertadas recomendaciones científico-técnicas, laborales y personales a lo largo de todo este tiempo.

Al Dr. Javier Jiménez Pérez, por el tiempo empleado en mi formación, gracias por estar siempre dispuesto al análisis y mejoramiento de los capítulos, por tus acertadas sugerencias en la elaboración de la presentación.

Al Dr. Marco Aurelio González Tagle por su participación activa, propositiva y entusiasta en la elaboración de la investigación, gracias por sus comentarios, sugerencias y acertadas observaciones.

Al Dr. Eduardo Alanís Rodríguez por sus acertadas recomendaciones en el ámbito científico, gracias por siempre estar dispuesto a conversar sobre la estructura de la tesis, además de sus comentarios y sugerencias que mejoraron el escrito, por su amistad incondicional y sus consejos tanto laborales como de experiencias personales y por darme el impulso para terminar satisfactoriamente esta etapa como profesionista y como persona.

Al Dr. Andrés Eduardo Estrada Castellón por el apoyo durante el desarrollo de los capítulos del presente trabajo, por aportar ideas sobre la metodología del muestreo en campo y por su amistad.

Al Parque Ecológico Chipinque A.C. de B.P. y muy especialmente a la Lic. Lillian Belle Willcockson Directora General por todas las facilidades otorgadas para el desarrollo y establecimiento de esta investigación. A la Ing. Silvia Rivera por su apoyo en campo, gracias por la información técnica. También les agradezco a los compañeros del Parque Ecológico Chipinque., Don Rosendo, Rosalba, Moisés, Jesús, Crisanto y Enrique por compartir parte de su experiencia y conocimiento sobre los sitios de interés de la presente investigación.

A todas las personas que participaron en la realización del trabajo de campo y gabinete y muy en especial al: Dr. Eduardo Alanís Rodríguez, Biol. Perla Cecilia García Galindo, M.C. Pamela Anabel Canizales Velázquez, M.C. Esmeralda Méndez Vasconcelos, Biol. Daniel Espinoza Vizcarra, Biol. Esaú Ian Moreno, Dra. Margarita García Bastida.

A todos mis compañeros y amigos de la facultad, por su amistad desinteresada y por compartir momentos tan agradables durante estos dos años, sobre todo a M.C. Cristian A. Martínez Adriano, M.C. María Esmeralda Méndez Vasconcelos, Dr. Eduardo Alanís Rodríguez, Dr. Diana Yemilet Ávila Flores y M.C. Elisa Paulina Quintana, mil gracias.

A la familia Villarreal Rodríguez en especial a Lupita Villarreal, por todo su apoyo e interés ofrecido durante los dos años de maestría, gracias por abrirme las puertas de su casa y apoyarme desinteresadamente en todo momento.

Para todas las personas antes mencionadas y para aquellas que contribuyeron de una u otra forma a mi desarrollo profesional, expreso un sincero agradecimiento.

## CONTENIDO

<b>LISTA DE TABLAS</b>	I
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	II
<b>RESUMEN</b>	III
<b>ABSTRACT</b>	IV
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. ANTECEDENTES</b>	3
2.1 Pérdida de vegetación e incendios	3
2.2 Incendios en la Sierra Madre Oriental e instalaciones del PECh	5
2.2.1 Incendio del año 1998	6
2.2.2 Incendio del año 2006	7
2.3 Importancia de los insectos en los ecosistemas	7
2.4 Características generales del orden coleóptera (Escarabajos)	9
2.4.1 Familias de importancia forestal del presente estudio	10
2.4.1.1 Familia Cerambycidae (Longicornios)	10
2.4.1.2 Familia Curculionidae (Picudos, gorgojos)	11
2.4.1.3 Familia Curculionidae: subfamilia scolytinae	11
2.4.1.4 Familia Curculionidae: subfamilia platypodinae	13
2.5 Insectos de importancia forestal e incendios forestales	14

2.6	Comunicación por medio de feromonas	15
2.7	Tipo de trampa utilizado en el presente estudio	16
2.8	Investigaciones sobre insectos de importancia forestal	16
2.9	Diversidad y gradientes serales	20
<b>3.</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>22</b>
<b>4.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>23</b>
4.1	Objetivos específicos	23
<b>5.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>24</b>
5.1	Descripción del área de estudio	24
5.1.1	Localización	24
5.1.2	Clima	25
5.1.3	Geología	26
5.1.4	Suelo	26
5.1.5	Vegetación	27
5.1.5.1	Bosque mixto pino-encino	27
5.2	Selección de los sitios	28
5.2.1	Descripción de los sitios de estudio	28
5.3	Metodología de la investigación	29
5.3.1	Características de las trampas	30
5.3.1.1	Tratamiento 1: Trampa con anticongelante	31

5.3.1.2 Tratamiento 2: Trampa con Anticongelante+Feromona	32
5.4 Recolección de los insectos capturados	32
5.5 Identificación de los ejemplares	33
5.6 Parámetros dendrométricos	33
5.6.1 Evaluación de la vegetación leñosa	33
5.7 Densidad y factores ambientales temperatura y precipitación	34
5.8. Índices de riqueza de especies	35
5.8.1 Riqueza específica	35
5.9 Estimación de índices de diversidad de especies (Diversidad alfa)	35
5.9.1 Índice de Shannon ( $H'$ )	35
5.10 Captura de imágenes	36
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>37</b>
6.1 Identificación de los insectos	37
6.2 Familias representativas del estudio	40
6.3 Análisis de densidad y riqueza específica de insectos en tres etapas serales	41
6.4 Efectividad de los tipos de tratamiento	43
6.5 Densidad de insectos de importancia forestal en las tres etapas serales	47
6.5.1 Densidad de la familia cerambycidae	47
6.5.2 Densidad de la familia curculionidae	49

6.5.3	Densidad de la subfamilia scolytinae (Coleóptera: curculionidae)	51
6.5.4	Densidad de la subfamilia platypodinae (Coleóptera: curculionidae)	53
6.6	Comportamiento general de los insectos de importancia forestal a través del tiempo	56
6.7	Relación de insectos de importancia forestal con la temperatura y precipitación	57
6.7.1	Relación densidad-temperatura	58
6.7.2	Relación densidad-precipitación	59
6.8	Correlación de los factores ambientales temperatura y precipitación comparados con la densidad	60
6.9	Evaluación de la vegetación leñosa	61
6.10	Diversidad de insectos de importancia forestal y plantas leñosas	65
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>68</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>70</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXO I: DESCRIPCIÓN DE LAS FAMILIAS IDENTIFICADAS</b>	<b>83</b>

## I LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas, altitud y exposición de los sitios de muestreo	29
Tabla 2. Insectos identificados a nivel de familia	38
Tabla 3. Resultados del análisis de varianza familia cerambycidae	48
Tabla 4. Resultados del análisis de varianza familia curculionidae	50
Tabla 5. Resultados del análisis de varianza subfamilia scolytinae	52
Tabla 6. Resultados del análisis de varianza subfamilia platypodinae	54
Tabla 7. Resultados de correlación densidad, temperatura y precipitación	60
Tabla 8. Resultados del análisis de la vegetación leñosa sitio CONTROL	62
Tabla 9. Resultados del análisis de la vegetación leñosa sitio INC 1998	63
Tabla 10. Resultados del análisis de la vegetación leñosa sitio INC 2006	63

## II LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cronología de incendios para el PECh	6
Figura 2. Localización del Parque Ecológico Chipinque	25
Figura 3. Representación de los sitios de muestreo	29
Figura 4. Representación del diseño utilizado para los sitios de muestreo	30
Figura 5. Trampa con anticongelante tipo de corte del recipiente	31
Figura 6. Colocación de las trampas en las especies arbóreas	31
Figura 7. Características de la trampa con el tratamiento 2	32
Figura 8. Recipiente de frontalina en el interior de la trampa	32

Figura 9. Identificación de familias por observación directa	33
Figura 10. Manejo del estereoscopio	33
Figura 11. Trabajo de campo, evaluación del diámetro	34
Figura 12. Evaluación de la cobertura vegetal	34
Figura 13. Porcentaje de familias obtenidas para cada orden	39
Figura 14. Familias con mayor número de morfoespecies	40
Figura 15. Densidad de insectos capturados por sitio y error típico	41
Figura 16. Morfoespecies por sitio y error típico	42
Figura 17. Densidad y error típico de insectos por tratamiento	43
Figura 18. Morfoespecies por tratamiento y error típico	44
Figura 19. Densidad media de la familia cerambycidae	48
Figura 20. Densidad media de la familia curculionidae	50
Figura 21. Densidad media de la subfamilia scolytinae	52
Figura 22. Densidad media de la subfamilia platypodinae	54
Figura 23. Densidad promedio de las familias de importancia forestal	57
Figura 24. Relación densidad media insectos de importancia-temperatura	58
Figura 25. Relación densidad media insectos de importancia-precipitación	59
Figura 26. Representación vegetal por sitio en diferentes etapas serales	64
Figura 27. Resultados índice de diversidad de Shannon plantas e insectos	65

### III RESUMEN

Se estimó la densidad y riqueza de morfoespecies de insectos de tres familias de importancia forestal (cerambycidae, curculionidae y subfamilias scolytinae y platypodinae) en sitios con diferentes etapas serales post-incendio (CONTROL, Incendio 1998 e Incendio 2006) en el Parque Ecológico Chipinque, por medio de un tipo de trampa artesanal utilizando dos tipos de tratamiento: 1) Anticongelante y 2) Anticongelante + Feromona, comprobando su efectividad. Los datos se analizaron con el índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ). Se separaron 103 ejemplares identificando 44 familias, pertenecientes a 9 ordenes. Siendo el orden coleoptera el más representativo (50%) con un total de 22 familias, seguido de hymenoptera (5), hemiptera y homoptera (4). El sitio con mayor densidad y riqueza de morfoespecies fue el incendio de 2006, debido aparentemente al historial de incendios, el temprano avance de la etapa seral, la abundancia de las plantas herbáceas y la creación de espacios abiertos generados por los disturbios los cuales alteran las condiciones de temperatura y humedad, modificando la presencia de los insectos. Los tipos de tratamiento utilizados no presentaron diferencias significativas para la captura de insectos ( $p=$ ), incluyendo los insectos de importancia forestal. Las familias cerambycidae, curculionidae y la subfamilia scolytinae, fueron las que presentaron el mayor número de morfoespecies con 15, 10 y 8 respectivamente. La especie leñosa más representativa fue *Quercus rysophylla* en los tres sitios de muestreo con abundancias que van de 0.35 a 0.57 ind/ha. En lo referente al índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) para plantas leñosas el sitio que presentó el valor más elevado fue el CONTROL(1.86), seguido del Incendio del 2006 (1.1) y posteriormente el Incendio de 1998 (0.96). Y para el grupo de los insectos de importancia forestal fue el sitio del Incendio del 2006 (3.26), seguido del sitio de CONTROL (2.95) y finalmente el sitio del Incendio de 1998 (2.35). El uso de la trampa con el tratamiento de anticongelante sin feromona resultó ser efectivo para cuestiones de monitoreo para el presente estudio. Se encontró que la temperatura tiene una correlación con la densidad de insectos de importancia forestal de acuerdo a los resultados del análisis de Pearson.

#### IV ABSTRACT

We estimated the density and richness of morphospecies of insects of three families of forestry importance (Cerambycidae, Curculionidae and subfamilies scolytinae and platypodinae) in sites with different post-fire seral stages (CONTROL, Fire 1998 and 2006) in the Ecological Park Chipinque through a traditional type of trap using two types of treatment: 1) Antifreeze and 2) Antifreeze & Pheromone, proving its effectiveness. The data were analyzed using the Shannon diversity index ( $H'$ ). 103 copies were separated by identifying 44 families, belonging to 9 orders. As the order Coleoptera is the most representative (50%) with a total of 22 families, followed by Hymenoptera (5), Hemiptera and Homoptera (4). The site with higher density and richness of morphospecies was a fire in 2006, apparently due to the history of fire, early seral stage development, the abundance of herbaceous plants and the creation of open space generated by the disturbances which alter the temperature and humidity conditions, modifying the presence of insects. The types of treatment did not differ significantly used for capturing insects ( $p =$ ), including major forest insects. The families Cerambycidae, Curculionidae and the subfamily scolytinae, were those that had the highest number of morphospecies with 15, 10 and 8 respectively. The most representative woody species was *Quercus rysophylla* in the three sampling sites with abundances ranging from 0.35 to 0.57 ind / ha. As for the Shannon diversity index ( $H'$ ) for woody plants that presented the site the highest value was Control (1.86), followed by the Fire of 2006 (1.1) and then the Fire of 1998 (0.96). And the group of forest insects of importance was the site of Fire 2006 (3.26), followed by the Control site (2.95) and finally the site of the Fire 1998 (2.35). The use of the trap with antifreeze treatment without pheromone was effective for monitoring issues for the present study. It was found that temperature has a correlation with the density of forest insects of importance according to the results of the analysis of Pearson.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito mundial, México ocupa el lugar 14 en extensión territorial, en él habita la cuarta biota más rica del mundo, la cual contribuye, en promedio, con el 10% de la riqueza global en cada taxón. Su diversidad de ecosistemas y su riqueza genética, lo ubican en un lugar privilegiado en el mundo. Esta elevada biodiversidad se explica por su gran complejidad fisiográfica y por su intrincada historia geológica y climática (CONABIO, 2008; Rzedowski, 1992).

Cuando se habla de la diversidad de México, se hace énfasis en las plantas vasculares y vertebrados; sin embargo, poco se habla de los invertebrados, como es el caso de los artrópodos. Los cuales constituyen un grupo taxonómico muy exitoso. Dentro de este grupo se encuentran los insectos, con estimaciones que van hasta cerca de 30 millones o más (CONABIO, 2008). Estos componen el grupo de seres vivos más grande del mundo, ganando en número de especies a todos los demás organismos (Ross, 2000). De acuerdo a datos de la IUCN (2004), en el mundo se tienen 925,000 especies de insectos y una cifra más reciente cita 950,000 especies descritas (Grimaldi y Engel, 2005).

Los insectos están presentes en todos los ecosistemas terrestres y son esenciales para la vida de numerosas especies. Estos poseen una diversidad muy elevada y eso hace que sus funciones ecológicas dentro de los ecosistemas en los que habitan, sean también muy variadas. Estas funciones están relacionadas de forma directa con el tipo de alimentación de cada especie (Triplehorn y Johnson, 2005). Dentro de los insectos, el grupo de mayor diversidad son los coleópteros (escarabajos y gorgojos), con cifras que van de 350,000 a 375,000 especies (CONABIO, 2008). Dentro de este grupo se encuentran los escarabajos descortezadores, los cuales son atraídos por los pinos dañados, débiles, viejos ó enfermos. Varias especies de coleópteros son atraídas por los compuestos volátiles que desprenden los tejidos de los árboles afectados. Algunos insectos dependen de los incendios para su supervivencia debido

a que los árboles sometidos a estos eventos proveen el sustrato adecuado para su reproducción y ofrecen menor resistencia al ataque por tener menor presión osmótica (Fonseca *et al.* 2009). Estos escarabajos han desarrollado sistemas de comunicación química mediada por feromonas que promueven la agregación de individuos, lo que les permite colonizar y evitar las defensas de los árboles que atacan. Un hospedero que ha sido atacado por escarabajos descortezadores puede contener una comunidad diversa de insectos, algunos compitiendo por el mismo recurso, otros parasitando o depredando a los consumidores primarios (Byers, 1989). Esto puede ser expresado en términos de diversidad dentro de una comunidad, ya que durante el desarrollo de los gradientes serales no solo cambia la fisionomía, diversidad y estructura de la vegetación, sino que también se modifica la diversidad de la fauna (Dorado y Arias, 1998).

La falta de inventarios faunísticos de las especies mexicanas de escarabajos descortezadores y ambrosiales, adquiere relevancia debido a su importancia e impacto ecológico y económico. La presente investigación aporta información relevante sobre el comportamiento de insectos de importancia forestal y un método de captura artesanal, dentro de las instalaciones del Parque Ecológico Chipinque, en una fracción de la Sierra Madre Oriental, México.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Pérdida de vegetación e incendios

A lo largo de la historia, los bosques han sido uno de los recursos naturales fundamentales, los cuales proporcionan madera y son clave en el aporte de lo que hoy se denomina bienes y servicios ambientales. Las consecuencias de la pérdida de vegetación son cada vez más obvias y en ocasiones desastrosas. Ante esta perspectiva se hace urgente definir estrategias encaminadas a reducir la pérdida de los bosques y el potencial genético que albergan (CONABIO, 2002).

En México, la superficie bajo riesgo por plagas (descortezadores, barrenadores) y enfermedades nativas se calcula en 10 millones de hectáreas, lo que hace necesario considerar la salud forestal como parte del manejo sustentable de los recursos forestales (CONAFOR, 2001). Millones de hectáreas de pinares nativos (*Pinus* spp.) de América central han estado sometidos por largo tiempo a las amenazas de diversos agentes destructivos como huracanes, sequías, incendios, actividades humanas y plagas forestales. La combinación de estos factores ha producido en años recientes efectos negativos sobre los recursos forestales (Billings *et al.* 2004). La composición y abundancia de las especies leñosas en áreas post-fuego depende de un conjunto de factores ambientales, siendo este uno de los disturbios más importantes (González *et al.* 2008). Convirtiéndolo en un factor determinante en los planes de manejo forestal (González *et al.* 2005).

Las causas de los incendios son diversas, estos ocurren de forma natural o debido a las actividades antropogénicas, ya sea accidentales, por negligencia o intencionales (Bautista *et al.* 2005). En México, el 97% de los incendios forestales son provocados por el hombre (Capulín *et al.*, 2009; Cortés y Chuvieco, 2005). Dentro de los daños que ocasionan se pueden mencionar los efectos sobre la atmósfera, la vegetación, la

fauna, el ciclo hidrológico, inundaciones, erosión, deslizamiento de laderas, reducción o desaparición de la cobertura vegetal y la pérdida de biodiversidad entre otras. Además, la pérdida de vegetación por diversos sucesos tales como los incendios, da lugar a espacios abiertos al interior del bosque por donde penetra una mayor cantidad de luz, aumentando la fotosíntesis (Barrio *et al.* 2007; CONABIO, 2002; Esquin *et al.* 2002). Estos cambios en las condiciones de temperatura y humedad pueden modificar la presencia de cierto tipo de invertebrados (Morón, 2005).

Respecto al manejo de los incendios se cuenta con dos vertientes bien definidas; la primera hace referencia a realizar incendios planificados y por otro lado se encuentra la tendencia conservacionista, donde no se permite ninguna actividad antropogénica (Myers, 2006). Algunos beneficios que la literatura menciona sobre los incendios adecuadamente planificados pueden ser: reducir la densidad, composición y nivel de combustible, por ende disminuye los riesgos de ocurrencia de incendios de gran intensidad; eliminar vegetación indeseable; estimular el crecimiento de pastos de interés ganadero y proveer rebrotes nutritivos para el ganado; contribuir al control de plagas y enfermedades y a la preparación del suelo para sembrar o plantar (Afif y Oliveira, 2006; Ruiz *et al.* 2007). Por otro lado se encuentra la tendencia conservacionista, como ejemplo tenemos que en el siglo XX, el fuego se percibió principalmente como una amenaza a la gente ó los recursos naturales. En muchos países han desarrollado programas sofisticados de prevención y supresión a fin de proteger tanto a las personas, como a los recursos naturales. En algunos casos, estos programas y organizaciones fueron tan eficaces y preponderantes en la prevención y supresión de incendios que la sociedad perdió la noción del fuego como una herramienta útil y como un proceso importante en la formación y el mantenimiento de ecosistemas. El resultado fue una vegetación cambiada que proveyó combustible a incendios más intensos en años excepcionalmente secos, junto con la pérdida de especies que habían prosperado en paisajes más abiertos que se incendiaban frecuentemente y con menos intensidad (Myers, 2006).

## 2.2 Incendios en la Sierra Madre Oriental e instalaciones del PECh

En la Sierra Madre Oriental (SMO), especialmente en los ecosistemas de bosques mixtos de pino-encino los incendios forestales tienen diversos efectos sobre la vegetación como consecuencia de la gran complejidad que presentan las comunidades vegetales. Aunque también debido a las diferentes respuestas de la vegetación, la estación del año y la frecuencia del evento (González *et al.* 2007).

El fuego, al igual que otros disturbios (e. g. viento, agua), es un factor que se encuentra presente de manera natural en muchos ecosistemas a lo largo del mundo (Whelan, 1995). Sin embargo, su aparición dentro de los ecosistemas forestales es vista de manera controversial en áreas de manejo y conservación biológica (Morrison *et al.* 1990), como es el caso del Parque Ecológico Chipinque "PECh", el cual tiene como objetivo la conservación de los recursos naturales.

González *et al.* (2007), presentan la cronosecuencia de los incendios ocurridos en el PECh en el periodo 1868-2002 (Figura 1), obtenidos mediante el análisis de los anillos de crecimiento en virutas, mencionando que diferentes especies vegetales resultan claramente favorecidas en rodales con diferente topografía e historial post-fuego y que los incendios forestales no necesariamente afectan la biodiversidad sino que contribuyen a la misma, promueven la heterogeneidad del ecosistema y que al momento de ocurrir algún evento de esta naturaleza, existen importantes diferencias entre los cohortes post-incendio en términos de riqueza de especies, índice de importancia, coeficiente de variación y estructura.

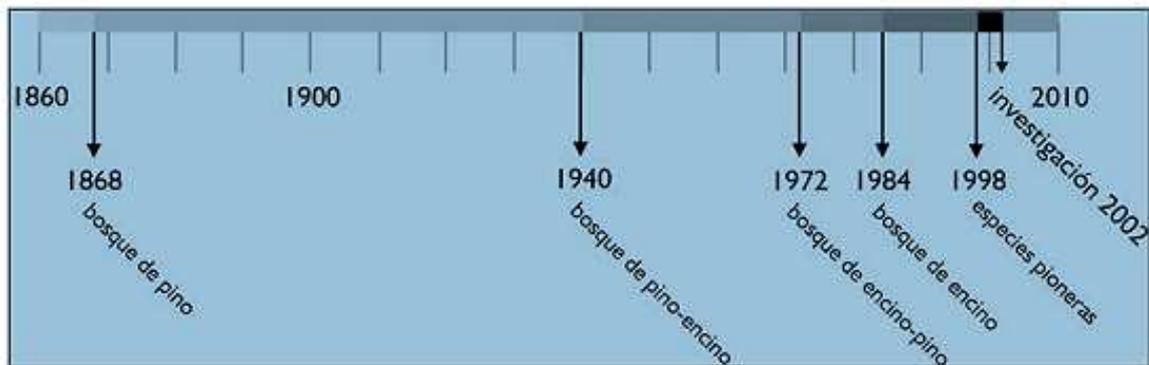


Figura 1.- Cronología de incendios para el PECh, periodo 1868-2002 (González, et al. 2007).

### 2.2.1 Incendio del año 1998

El fenómeno climático llamado “El Niño” en los 90’s produjo condiciones de sequía y acumulación de combustible, con los consiguientes incendios forestales graves en México y América Central en 1998 (Billings *et al.* 2004). Las condiciones climáticas que prevalecieron ese año no dejaron exento de incendios forestales al PECh. Uno de ellos afectó con diferente grado de severidad una superficie aproximada de 500 ha. Cien hectáreas se clasificaron como de severidad alta con eliminación total de la cobertura vegetal y de la materia orgánica que cubría el suelo, dejándolo expuesto a la erosión. Otras 150 hectáreas se clasificaron como de severidad media, afectando el estrato arbóreo pero sin causar la muerte de todo el arbolado. Finalmente, 250 hectáreas fueron clasificadas de severidad baja, con afectación de los estratos arbustivo y herbáceo con pocas consecuencias sobre el arbolado (Miranda, 2004). Alanís *et al.* (2008), mencionan que dentro de las especies leñosas más abundantes post-incendio dentro de esta fracción de la Sierra Madre Oriental se tiene al género *Quercus* ya que éste tiene como estrategia evolutiva regenerar asexualmente por medio de rebrotes Alanís *et al.* (2008). En el mismo estudio se generó un listado en los sitios del incendio del año 1998, mencionando a las especies *Q. polymorpha*, *Q. rysophylla* y *Cercis canadiensis* con los valores de índice de valor de importancia (IVI) y frecuencia más elevados. Además, en un segundo estudio, se menciona como una

especie representativa a *C. canadiensis* (Alanís *et al.* 2010). En cambio, González *et al.* (2007), obtuvo el IVI más representativo para *Q. rysophylla* seguido de *Q. canbyi* como los valores más representativos.

### **2.2.2 Incendio del año 2006**

En el incendio ocurrido en las instalaciones del PECh a mediados del mes de junio del 2006 en el cual resultaron afectadas 30 ha; de las cuales, 15 ha presentaron la eliminación total de la cobertura vegetal, 15 ha presentaron daños en el estrato arbustivo y herbáceo sin consecuencias sobre el arbolado <http://www.jornada.unam.mx> (información no confirmada por una fuente científica), la vegetación es del tipo herbáceo, la cual es pionera en los primeros años post-incendio, además de ayudar a la fijación del nitrógeno, gracias a la simbiosis que establece con cierto tipo de bacterias y hongos (Martínez y Herranz, 1999; Rivera *et al.* 2005).

### **2.3 Importancia de los insectos en los ecosistemas**

La importancia biológica de los insectos radica en el sinnúmero de tareas que realizan favoreciendo el buen funcionamiento de los ecosistemas potenciadas por su condición de grupo animal más numeroso (Rivero, 2006). Los insectos son importantes polinizadores, tienen importancia económica por la posibilidad de constituirse en plagas de cultivos o bosques, controladores biológicos de plagas, vectores de enfermedades y por la utilización que hace el hombre de algunos de sus productos. Muchas especies de insectos pertenecientes a diferentes órdenes como: Díptera, Coleóptera, Hemíptera, Hymenóptera y Neuróptera se caracterizan por ser controladores biológicos de plagas agronómicas convirtiéndose en los mejores aliados de los cultivos (Reinel y Ospina, 2008). Además de que la tasa de dispersión es muy alta gracias a su capacidad de volar (Mestre *et al.* 2006). En este grupo como otros organismos ectotérmicos, la temperatura influye directamente en su actividad y

tasa de desarrollo. Zalom y Wilson (1982) la cual se basa en la acumulación de unidades calóricas, por lo que se mide en tiempo fisiológico y no cronológico. De acuerdo a Chiang (1985), el rango óptimo de temperatura para insectos se encuentra entre la temperatura umbral inferior y superior; fuera de este rango la actividad disminuye hasta casi detenerse, sin que necesariamente cause la muerte. El mismo autor señala que la temperatura efectiva es la que se encuentra dentro de este rango y que la constante térmica (K), expresada en grados día ( $^{\circ}\text{D}$ ), es la cantidad de calor que cada especie requiere para completar su ciclo o parte de él, independientemente de la temperatura a que sea expuesto. El conocimiento de los grados días provee una valiosa herramienta para el manejo de plagas tanto para predecir infestaciones, programar medidas de manejo o realizar monitoreos (Zalom *et al.* 1983).

El conocimiento de los aspectos fundamentales de la biología, ecología y etología de la Clase Hexápoda proporciona elementos de gran valor para elaborar programas de defensa fitosanitaria que reduzcan las posibilidades nocivas de las especies causales de plagas y garanticen la conservación e interrelación adecuada de otras que son enemigos naturales de las primeras. Sin embargo, es necesario en primer lugar, determinar la composición de la entomofauna. Sin duda los insectos casi siempre son mayoritarios y tienen gran importancia en las complejas relaciones que se establecen en las comunidades bióticas, las que fundamentan diferentes procesos naturales que, en definitiva, tienen su impacto en la sociedad (Méndez, 2008). De ahí que resulta muy importante establecer inventarios biológicos en áreas de conservación como es el caso del PECh.

A nivel mundial existen estudios sobre escarabajos de importancia forestal relacionados a su biología (Hulcr *et al.* 2007; Delalibera *et al.* 2005; Coyle *et al.* 2005); así mismo se han desarrollado estudios sobre la simbiosis existente de los descortezadores con el reino fungi (Bentz *et al.* 2006; Aukema *et al.* 2005), la interacción existente entre los incendios forestales y la colonización por insectos

descortezadores, a través de los daños ocasionados por el fuego (Fonseca *et al.* 2008); Estos representan una herramienta para el conocimiento de las especies de importancia forestal, sus relaciones, comportamiento y su biología. Además a nivel nacional se cuenta con los lineamientos técnicos para el combate y control de insectos descortezadores dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-019 (SEMARNAT, 2006).

#### **2.4 Características generales del orden coleóptera (Escarabajos)**

Este es el orden más abundante dentro del grupo de los insectos, con alrededor del 40% de las especies conocidas dentro de la Clase Hexápoda. Estos insectos varían en tamaño desde unos pequeños milímetros hasta alrededor de 75 mm. Algunas especies tropicales pueden llegar a medir alrededor de 125 mm. Los escarabajos varían considerablemente en hábitos y son encontrados casi en cualquier sitio. Muchas especies son de importancia económica.

Una de las características más importantes de los coleópteros es la estructura de sus alas. Muchos escarabajos tienen cuatro alas, con el primer par de estas esclerotizado o endurecido llamados “*élitros*”. Este par de alas le sirven para cubrir el otro par de alas membranosas, las cuales son usualmente más largas que los *élitros*. El aparato bucal puede ser de diferentes tipos predominando el masticador con diversas modificaciones y sus mandíbulas están bien desarrolladas. Los escarabajos tienen una metamorfosis completa o bien pueden ser hipermetábolos. La larva varía considerablemente en forma para las diferentes familias.

Los escarabajos pueden ser encontrados casi en cualquier tipo de hábitat que puede ser habitado por un insecto y se pueden alimentar de los fluidos de las plantas, material animal o vegetal. Muchos son fitófagos, depredadores o fungívoros, aunque existen algunas especies que son excavadoras y algunas parasíticas. Algunas

pueden ser de hábitos subterráneos y muchas de ellas son acuáticas o semiacuáticas; pocas especies viven como comensales en los nidos de los insectos sociales o mamíferos. Algunas de las especies fitófagas son de alimentación libre sobre el follaje y otras atacan las raíces o comen polen de las flores. Muchos de estos se alimentan de productos animales o vegetales almacenados, incluyendo muchos tipos de alimentos, ropa y otros materiales orgánicos.

El ciclo de vida en este orden varía en tiempo de acuerdo a las generaciones incluso por algunos años. Muchas especies tienen una sola generación por año. El invierno puede ser pasado en varias generaciones dependiendo de la especie (Triplehorn y Johnson, 2005).

#### **2.4.1 Familias de importancia forestal del presente estudio**

##### **2.4.1.1 Familia Cerambycidae (Longicornios)**

Sus miembros son fitófagos. Muchos de ellos son alargados y cilíndricos, poseen antenas más largas que la longitud del cuerpo, los ojos son parcial o totalmente divididos, muchos de estos escarabajos poseen colores brillantes. Su tamaño varía de 3 a 60 mm de largo. Los tarsos aparecen con el tercer tarsómero bilobulado, aunque poseen 5 de estos; el cuarto es pequeño, encajado en el tercero y puede ser muy difícil de observar. Pueden alimentarse de flores, algunos son nocturnos y permanecen ocultos en la corteza de los árboles durante el día o descansando en los troncos de los árboles, algunos de estos producen sonidos cuando son molestados. Su larva es muy destructiva para algunas especies vegetales de importancia forestal, ya que suele alojarse dentro de la madera o bajo la corteza de los árboles, realizando túneles, de formas circulares u ovals. Diferentes especies atacan diferentes tipos de árboles. Esta familia es popular entre los colectores, ya que poseen una variedad de formas al igual que sus coloraciones, es una familia numerosa y algunas de las especies son muy comunes (Toledo *et al.* 2007; Triplehorn y Johnson, 2005).

#### **2.4.1.2 Familia Curculionidae (picudos, gorgojos)**

Esta familia incluye a las subfamilias scolytinae y platypodinae. Sus miembros muestran una considerable variación en tamaño, forma del cuerpo y del pico. Este puede estar bien desarrollado en algunas especies. Las antenas surgen alrededor del mismo.

La larva se alimenta de los tejidos de la planta y los adultos de los frutos y semillas. Existen muchos ejemplares muy coloridos y otros poseen la coloración que le sirve como camuflaje confundiendo con el sustrato siendo difíciles de observar. Los adultos frecuentemente se entierran al verse amenazados (Adams y Six, 2007; Triplehorn y Johnson, 2005).

#### **2.4.1.3 Familia Curculionidae: subfamilia scolytinae**

Estos pequeños insectos son cilíndricos y compactos, tienen patas cortas y parecen unas pequeñas balas con ambos extremos redondeados. La cabeza está cubierta por el pronotum; el pico está ausente; las antenas son cortas, geniculadas y regularmente poseen una larga clava. Miden regularmente de 6-8 mm de largo y tienen combinaciones de coloraciones cafés a negras. La subfamilia contiene dos grupos: los escarabajos de la corteza, los cuales se alimentan de los árboles debilitados y los escarabajos llamados “ambrosiales”, los cuales llevan a cabo su alimentación gracias a los cultivos de este tipo de hongos en el interior de los árboles que infestan.

Los escarabajos de la corteza viven dentro de la misma, se alimentan del tejido succulento del floema. Algunas especies, especialmente en los géneros *Ips* y *Scolytus* infestan a las coníferas perforando profundamente su corteza. Aunque algunas

especies infestan a los árboles vivos, especialmente en las coníferas y tienen la capacidad de matarlos, lo cual les confiere una gran importancia económica.

En los escolítidos del tipo ambrosial, la muerte de los árboles es causada por la introducción de los hongos los cuales son esparcidos por sus larvas. Tanto adultos como las larvas interrumpen el fluido de nutrientes debido a su alimentación y la creación de sus galerías.

Estos insectos muestran una coordinación entre su vuelo y su ataque masivo hacia las especies vegetales que atacan dejándolas sin defensa, ya que atacan en gran número. Hembras y machos responden a una combinación de olores de la resina del árbol hospedero y señales químicas (feromonas de agregación) de los primeros colonizadores. Como resultado, cientos de escarabajos pueden infestar simultáneamente.

En especies monógamas como *Dendroctonus pseudotsugae* (Hopkins), las hembras barrenan la galería, liberando feromonas, aceptando solo a un macho como compañero. En especies polígamas como *Ips pini* (Say), el macho realiza una cavidad inicial construyendo una cámara nupcial en la cual éste copulará con varias hembras. Posteriormente cada una de las hembras realizará su propia galería o cámara nupcial para colocar sus huevecillos. Y el macho ayuda a la limpieza de la misma removiendo el aserrín y el polvo acumulado. Al momento de la eclosión las larvas se alimentan del floema existente a los lados de la galería, la cual adquiere formas características o patrones. Cuando la larva completa su crecimiento, esta pupa al final de la galería y los adultos emergen por hoyos redondos realizados sobre la madera (Jacobi y Koski, 2007; Triplehorn y Johnson, 2005).

Los escarabajos de la corteza tienen un gran impacto económico. La mayor parte de la mortalidad de los árboles está relacionada con cinco especies del género *Dendroctonus*: *D. frontalis* (Zimmerman), *D. pseudotsugae*, *D. brevicornis* (LeConte); *D. ponderosae* (Hopkins) y *D. obesus* (Mannerheim). Las infestaciones ocasionadas por estos escarabajos pueden ser reconocidas por la caída de follaje, enrojecimiento de sus hojas y pequeños orificios en la corteza.

Los escarabajos ambrosiales realizan galerías en la madera de los árboles, formando galerías tanto las larvas como adultos. Estos solo viven en árboles muertos con gran contenido de humedad, los hongos cultivados manchan la madera reduciendo su valor, lo cual causa el rechazo de toneladas de madera. La larva de estos escarabajos se desarrolla en pequeños lugares adjuntos a las galerías principales y en muchas especies los adultos se alimentan de las larvas. Cada especie usualmente se alimenta de un particular tipo de hongo. Cuando las hembras emergen y vuelan a otro árbol, ellas cargan el conidio del hongo natal transfiriéndolo al nuevo hospedero. Después que los huevos son incubados, las hembras cuidan de las larvas hasta que éstas adquieren un tamaño suficiente para pupar, manteniendo los nichos larvales con suficientes provisiones de hongos ambrosiales frescos previendo que colapsen por falta de humedad o exceso de crecimiento (Jacobi y Koski, 2007; Triplehorn y Johnson, 2005).

#### **2.4.1.4 Familia Curculionidae: subfamilia platypodinae**

Los escarabajos de este grupo son alargados y cilíndricos, tienen la cabeza tan amplia como el pronotum. Una coloración café y miden de 2-8 mm de largo. La fórmula tarsal es 5-5-5 con el primer tarsómero largo como los demás tarsómeros combinados. La antena es corta y geniculada y tiene una clava no segmentada.

Estos escarabajos son perforadores y viven en el interior de los árboles atacando a las coníferas, las larvas se alimentan de hongos los cuales son cultivados en sus galerías (Bumrungsri *et al.* 2008; Triplehorn y Johnson, 2005).

## **2.5 Insectos de importancia forestal e incendios forestales**

Los coleópteros descortezadores y ambrosiales de las familias cerambycidae y curculionidae, infestan una amplia variedad de árboles, arbustos y hierbas; estos escarabajos aprovechan el debilitamiento de las plantas provocado por enfermedades, estrés hídrico o factores ambientales, lo que deriva en casos extremos en la muerte de los árboles. La secuencia post-incendio genera un incremento en las poblaciones de este tipo de insectos. La persistencia de árboles, en el interior de zonas quemadas o su perímetro, aparentemente sanos pero sometidos a un brutal estrés (parte inferior de la copa quemada, troncos dañados por acción del fuego o del calor, sistema radicular fino superficial afectado por las temperaturas, etc.), los convierte en emisores de una serie de señales de estrés (aceites esenciales) que son captados por las poblaciones de insectos de importancia forestal, las cuales se dirigen a estos árboles para colonizarlos. Varias especies de coleópteros son atraídas hacia los pinos dañados por incendios forestales, debido a que desprenden compuestos volátiles a través de los tejidos afectados. De hecho, algunos de estos insectos dependen de los incendios para su supervivencia debido a que los árboles sometidos a esos eventos proveen el sustrato adecuado para su reproducción y ofrecen menos resistencia a su ataque por tener menor presión osmótica (Fonseca *et al.*, 2008). El estado de debilidad del árbol afectado hace que sus mecanismos de defensa no resulten efectivos, pronto sea totalmente colonizado y se convierta a su vez en una fuente de infestación del entorno (Sánchez *et al.* 2008). Dentro de los hábitos de este tipo de escarabajos (familias: cerambycidae, subfamilias platypodinae y scolytinae) se encuentra el penetrar por la corteza hasta la zona del cambium, en donde realizan sus galerías (Cibrián *et al.* 1995) y su prevalencia en las especies que infestan puede tener un lapso de hasta 15 años (Werner, 2002).

Podemos mencionar que de acuerdo a la intensidad del incendio la diversidad de la vegetación se reduce o desaparece al propiciar la apertura de espacios que son ocupados posteriormente por los árboles. Existen básicamente dos mecanismos por los que el bosque se regenera después de un incendio: la diseminación y germinación de semillas (resistentes al fuego) y la formación de rebrotes. Este último ha sido desarrollado ampliamente por el género *Quercus* (López *et al.* 2005). La entrada de nuevas especies después del incendio depende en gran medida del banco de semillas latentes en el área afectada (Capulín *et al.* 2009).

## **2.6 Comunicación por medio de feromonas**

Los escarabajos descortezadores han desarrollado sistemas de comunicación química mediante feromonas y relacionados con feromonas (Miller *et al.* 2005; Gaylord *et al.* 2006; Díaz *et al.* 2006; Hernández *et al.* 2007; Sánchez *et al.* 2008; Barrera *et al.* 2006), la cual es una mezcla de sustancias secretadas y liberadas al ambiente por un individuo, la cual provoca una reacción específica en otro miembro de la misma especie, dicha mezcla de sustancias puede producirse en un epitelio glandular específico (Romero *et al.* 2005). Estas sustancias promueven la agregación de individuos (Pureswaran *et al.* 2006; Villalobos y Blanco. 2006) y son captadas por medio del olfato, el cual juega un papel determinante en la supervivencia de los insectos ya que está involucrado en los patrones de comportamiento más importantes como son la alimentación, la oviposición y la búsqueda de pareja, entre otros (López y Rincón, 2006). Existen estudios relacionados con este tipo de compuestos químicos los cuales pueden ser la frontalina, para el caso del género *Dendroctonus* (Coleóptera), utilizada comúnmente en contenedores plásticos denominados trampas de lindgren (Domínguez *et al.* 2008).

Dada la necesidad de disminuir el uso de insecticidas, su elevado costo de aplicación y su repercusión ecológica; el uso de semioquímicos representa una alternativa viable para monitorear las poblaciones de este tipo de insectos (Díaz *et al.* 2006; Villalobos y Blanco, 2006).

## **2.7 Tipo de trampa utilizado en el presente estudio**

Se cuenta con información sobre los tipos de trampa artesanal utilizada para la captura de este tipo de insectos; trabajos como el de Fernández y Cordero (2005); García *et al.* (2005), quienes han utilizado materiales reciclados como pueden ser botellas plásticas de refresco, buscando con esto la eficiencia de captura al menor costo. Respecto a la conservación de los insectos dentro de las trampas utilizando anticongelante comercial para vehículo Monzo *et al.* (2005) y Márquez (2005) mencionan una efectividad de más de 15 días. Y en lo que concierne al uso de feromona (frontalina) como atrayente en sitios con vegetación predominante de los géneros *Pinus* y *Quercus*, se cuenta con los trabajos de Pureswaran (2006); Gaylord (2006) y Díaz *et al.* (2006). En los cuales se han obtenido resultados positivos ante el uso de este tipo de semioquímico, propiciando la agregación de los individuos.

## **2.8 Investigaciones sobre insectos de importancia forestal**

En el trabajo presentado por Kaynas y Gurkan, (2008). En el cual se monitorearon áreas incendiadas de: 1, 5, 21 años de sucesión post-fuego y un control en donde no había ocurrido ningún incendio en los últimos 45 años, de un bosque en donde los géneros arbóreos dominantes son *Quercus* y *Phillyrea*; el método de captura de los insectos fue la red entomológica, encontrando a los ordenes: Coleóptera, Hemíptera, Homóptera, Hymenóptera, Lepidóptera, Neuróptera, Odonata y Orthóptera como resultado se obtuvo que la densidad y riqueza específica decreció con la etapa post-fuego, sin encontrar diferencia entre los sitios en cuanto a riqueza de especies, resaltando la importancia de los componentes estructurales de la vegetación. Además

durante los primeros años post-fuego se incrementó la riqueza de especies vegetales con la colonización de plantas oportunistas causando el incremento en la densidad y riqueza de especies en las etapas tempranas de la sucesión.

Fonseca *et al.* 2008. Mencionan la secuencia de arribo de coleópteros en árboles de *Pinus montezumae* dañados por incendios forestales, los datos que se tomaron a cada árbol fueron, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, altura de la quemadura y daño de la copa, obteniendo como resultado algún nivel de daño de copa, pero principalmente en el tronco. Los patrones de las galerías grabadas en las muestras de corteza indicaron la presencia de los escolítidos de los géneros *Ips*, *Hylurgops*, *Hylastes* y *Pityophthorus*, así como insectos pertenecientes a las familias buprestidae y cerambycidae.

Podemos mencionar la investigación realizada por Hulcr *et al.* 2008, en la cual compararon escarabajos descortezadores y ambrosiales en dos tipos de bosque (Coleóptera: curculionidae: scolytinae y platypodinae). Dentro de un parque nacional, utilizando trampas de etanol, el tipo de trampa son 1).- 24 botes cilíndricos transparentes, 2).- 10 trampas interceptoras de vuelo; contando con dos tipos de tratamiento a): 150 ml de alcohol al 95% y b): 150 ml con una mezcla de una solución de 95% de etanol y etilen glicol en una mezcla de 3:1. Donde las subfamilias platypodinae y scolytinae presentaron diferente porcentaje de captura en los dos tipos de tratamiento.

En el trabajo realizado por Fierke y Stephen (2007), llevado a cabo en el norte de Arkansas se analizó la fluctuación del barrenador del encino rojo *Enaphalodea rufulus* (Coleoptera: cerambycidae) por medio de trampas de intercepción con dimensiones de 60 x 60 cm con propilen glicol y agua en una concentración de 3:1 como conservador de las muestras durante los años 2001 y 2003, obteniendo como

resultado para el año 2001 un número promedio de individuos de 2.7 a 3.1 para las fechas 22 de junio a 6 de julio lo que representó las densidades más elevadas de ese año y por otro lado en el año 2003 se obtuvieron las mayores densidades para las fechas 8 y 15 de julio.

Burgos, 2007. Presenta una revisión de las especies de las subfamilias scolytinae y platypodinae (Coleóptera) para el Estado de Jalisco, México. Resultando ser scolytinae la que cuenta con mayor número de especies (181) incluidos en 43 géneros, seguido de los platipódidos con 6 especies incluidos en 4 géneros. Dentro de las especies vegetales con mayor número de insectos asociados destacan: *Quercus* sp. (Fabaceae), Moraceae, Sapindaceae, Euphorbiaceae, (*Pinus* sp.) Pinaceae y Anacardiaceae.

En el trabajo titulado diversidad de escolítidos asociados al agroecosistema de cacao en Tabasco, México, realizado por Pérez *et al.* 2009., en el cual se utilizaron dos tipos de trampas 1) de embudo cebadas con alcohol etílico al 70% con octa-acetato de sacarosa 0.03 g y 2) trampas de luz fluorescente utilizando una lámpara de 20 watts; Los géneros con mayor riqueza de especies fueron *Xyleborus* (6) e *Hypothenemus* (6), siendo la trampa cebada con alcohol etílico el método de captura que obtuvo mayor diversidad (31 especies) y abundancia (1,712 organismos), seguido de la trampa de luz con 14 especies y abundancia de 681 organismos.

En la investigación realizada por Flores (1999), en la cual se revisó las poblaciones de insectos fitófagos de los bosques de coníferas de la Sierra Plegada de Coahuila, se manejaron 3 tipos de rodales predominando los géneros *Pinus*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Pseudotsuga*, *Abies*, *Picea*, llevando a cabo la colecta de ramas, estróbilos y follaje de las especies arbóreas. Preservando a los insectos de importancia forestal en alcohol etílico. Detectando a los géneros *Pityophthorus*, *Gnathotrichus*, *Hylurgops*,

*Phleosinus*, *Conophthorus*, *Dendroctonus*, *Ips*, *Scolytus*, *Pseudohylesinus* pertenecientes al orden Coleóptera, subfamilia scolytinae; además del orden Lepidóptera a las familias Tortricidae, Olethreutidae, Pyralidae, Arctiidae; del orden Homóptera la familia Coccidae, Diaspididae, Adelgidae; del orden Díptera las familias Cecidomyiidae, Lonchaeidae, Anthomyiidae; del orden Thysanoptera la familia Thripidae; y del orden Hymenoptera a la familia Torymidae. En donde fue analizada la distribución poblacional de cada uno de los rodales los cuales muestran una distribución homogénea, considerándose como comunidades estables. Encontrando a los géneros *Picea*, *Juniperus* y *Cupressus* con la menor representación de insectos. El orden Coleóptera fue el que más especies representativas presentó, ya que un total de 20 morfoespecies de la subfamilia scolytinae afectaron a las coníferas examinadas.

En la Sierra Madre Oriental se han llevado a cabo estudios sobre este tipo de insectos como el presentado por Cuéllar (2007) para el estado de Nuevo León, reportando a los géneros de importancia forestal *Dendroctonus*, *Ips*, *Stenodontes*, *Chrysobotris*, *Amphicerus* y *Scolytus* (Coleóptera) pertenecientes a la subfamilia scolytinae los cuales utilizan como hospederos a especies vegetales pertenecientes a los géneros *Prosopis*, *Pinus* y *Abies*. Algunos de estos géneros como *Dendroctonus* y *Scolytus* los cuales son considerados plagas graves por su capacidad de atacar árboles vigorosos y por su alta capacidad de dispersión.

González, (1986) Revisó a las subfamilias scolytinae y platypodinae en una fracción de la Sierra Madre Oriental en el municipio de Iturbide Nuevo León, por medio de dos métodos de colecta: 1) colecta directa y 2) uso de árbol trampa, registrando un total de 43 especies de insectos. 42 de ellos de la subfamilia scolytinae y una de la subfamilia platypodinae.

Dentro de las instalaciones del PECh se cuenta con el trabajo realizado por Flores (1977), donde se evaluó al género *Dendroctonus* (Coleóptera: Scolytidae) utilizando mallas metálicas suspendidas, con pequeños contenedores de frontalina encontrando a las especies *D. frontalis*, *D. mexicanus* y *D. vitei*. Las cuales tuvieron preferencia hacia la especies vegetales *Pinus pseudostrobus* y *P. teocote*, mencionando que las poblaciones de este género se redujeron en invierno, llegando a un nivel endémico. Además menciona como factor limitante a la gran cantidad de precipitación y la frecuencia de los vientos presentes durante el periodo de septiembre a febrero, factores que modificaron las lecturas de temperatura y humedad relativa. Las máximas poblaciones de *D. frontalis* y *D. mexicanus* (Scolytinae) se observaron durante el mes de octubre, aunque para el final del mismo mes las poblaciones se redujeron. Los niveles más bajos de densidad para *D. mexicanus* se presentaron durante los meses de diciembre y enero, esto debido a las temperaturas características de la temporada de invierno las cuales en algunos días se presentaron entre los 0 y -2°C.

## **2.9 Diversidad y gradientes serales**

La diversidad de una comunidad debe explicarse no sólo como resultado de procesos de ámbito regional (e. g. migración, especiación y extinción), sino también de interacciones ecológicas locales (exclusión competitiva, aclimatación, depredación y variación debida a eventos estocásticos), Quintana *et al.* (1993). Tomando en cuenta que la dinámica de los procesos dentro de un ecosistema es producto de la confluencia de múltiples factores, es decir, de la relación entre la flora y la fauna, los factores abióticos y la acción del hombre en un determinado espacio y tiempo (Granados *et al.* 2004). Esto es particularmente relevante cuando se estudian los gradientes serales, dentro de los cuales podemos encontrar diferencias no solo en la temperatura, humedad, cobertura y estructura de la vegetación, sino que también se modifica la diversidad de fauna (dispersores de semillas, polinizadores, descomponedores, herbívoros, carnívoros) y otras formas de vida (Dorado y Arias,

1998). Como es el caso de la entomofauna al encontrarse en sitios con diferentes tipos de requerimientos para su supervivencia (Paleólogos *et al.* 2008).

Por otro lado, algunos autores como Kint *et al.* (2000) afirman que la diversidad estructural es un buen indicador de la biodiversidad que alberga un ecosistema determinado. Así, un bosque que presente un arbolado de similar tamaño y edad, un número reducido de especies, o una distribución espacial regular, previsiblemente ofrece un menor número de nichos ecológicos que un bosque con una estructura más diversa (Ruíz *et al.* 2007).

El presente estudio realizado en el noreste de México sobre los insectos de importancia forestal dentro de un área de conservación, representa un importante punto de partida para todo el personal científico o técnico que tiene a su cargo la toma de decisiones adecuada, además de contribuir con la información existente sobre la riqueza y densidad “ $\alpha$ ” de este tipo de insectos en sitios con diferente etapa seral.

### **3. HIPÓTESIS**

Hipótesis 1: Existen diferencias entre la densidad y riqueza específica de morfoespecies en sitios con diferentes etapas serales post-incendio.

Hipótesis 2: Las trampas de anticongelante con feromona poseen mayor efectividad de captura para insectos de importancia forestal, que la trampa con anticongelante.

Hipótesis 3: Existe diferencia entre la densidad de insectos de importancia forestal pertenecientes a las familias: cerambycidae, curculionidae, subfamilias scolytinae y platypodinae (Coleóptera) en sitios con diferentes etapas serales post-incendio.

#### **4. OBJETIVO GENERAL**

Estimar la riqueza de insectos de importancia forestal pertenecientes a las familias cerambycidae, curculionidae y las subfamilias scolytinae y platypodinae en sitios con diferentes etapas serales en el Parque Ecológico Chipinque.

#### **4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Estimar la densidad y riqueza específica de morfoespecies en tres sitios con diferentes etapas serales post-incendio.
2. Analizar la efectividad de los tipos de tratamiento utilizado en las trampas (anticongelante o anticongelante con feromona).
3. Estimar la densidad de insectos de importancia forestal pertenecientes a las familias cerambycidae, curculionidae y las subfamilias scolytinae y platypodinae en tres sitios con diferentes etapas serales post-incendio.
4. Determinar la relación entre la densidad de insectos de importancia forestal pertenecientes a las familias cerambycidae, curculionidae y las subfamilias scolytinae y platypodinae ante los factores ambientales temperatura y precipitación.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Descripción del área de estudio**

#### **5.1.1 Localización**

El Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM) se localiza entre las coordenadas geográficas  $100^{\circ} 00' 45''$  y  $100^{\circ} 45' 20''$  de longitud Oeste y  $25^{\circ} 15'$  y  $25^{\circ} 45' 50''$  de latitud Norte. En particular, el PECh se encuentra entre las coordenadas geográficas  $100^{\circ} 22' 11.3''$  y  $100^{\circ} 20' 46''$  de longitud Oeste y los  $25^{\circ} 37' 24.1''$  y  $25^{\circ} 36' 53.2''$  de latitud Norte (Figura 2). El PECh forma parte del PNCM, posee una extensión de 1,815 ha, localizadas en los municipios de San Pedro Garza García y colinda con el área metropolitana de la ciudad de Monterrey presentando altitudes que varían de los 750 a los 2,200 msnm y limita al sur con el parteaguas del macizo montañoso de la Sierra Madre Oriental.

El PECh cuenta con una topografía muy abrupta además de características biofísicas particulares; por lo tanto representa un área idónea para la protección y conservación de los recursos naturales, a través de los programas de Investigación científica, protección, mantenimiento, educación ambiental, interpretación, recreación, desarrollo y administración. Lo cual forma parte de los objetivos establecidos dentro de su plan de manejo.



Figura 2. Localización del Parque Ecológico Chipinque.

### 5.1.2 Clima

Los climas de la Sierra Madre Oriental (SMO) son muy diversos, la diferencia de temperaturas se debe a la existencia de la cadena montañosa, la cual produce un efecto de condensación, generando lluvias que se concentran en la vertiente este de la sierra, mientras que en la vertiente oeste, se desarrolla un fenómeno llamado “sombra orográfica”, dando lugar a llanos o bolsones con clima seco o semiseco.

El PECh se encuentra localizado dentro de la zona subtropical de alta presión; esta posición de latitud y su altitud sobre el nivel del mar intervienen en el comportamiento climático influido por masas de aire marino continental y de circulación superior que dan lugar a un solo máximo térmico, típico de las zonas subtropicales, así como un amplio rango térmico, también característico de éstas regiones (PECh, 2009).

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1973) para la República Mexicana, el PECh presenta un clima tipo BS1(h')hw(e)''w'', (Semiseco,

con lluvias marcadas en verano); con un porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10% de la lluvia anual. La temperatura promedio anual es de 20.5° C, y una precipitación promedio anual de 595 mm.

### **5.1.3 Geología**

La SMO está compuesta por una potente serie de rocas sedimentarias que varían en edad desde el Triásico hasta el Terciario, las cuales fueron depositadas sobre un basamento Paleozoico y Precámbrico. Litológicamente, las rocas sedimentarias consisten en calizas, margas, areniscas, lutitas, fosforitas, rocas evaporíticas (yeso, anhidrita, halita) y conglomerados (INEGI, 1986). El PECh se localiza en el Flanco Norte del Anticlinal “Los Muertos” del frente norte de la SMO, en la famosa curvatura de Monterrey. Las rocas más antiguas que se han reportado en el PECh, son de la edad del Jurásico, es decir, tienen una historia de aproximadamente de 200 millones de años, las cuales consisten de una secuencia evaporítica constituida por anhidrita, yeso y halita, con intercalaciones de calizas, lutitas y areniscas. Las rocas del Terciario están representadas por brechas sedimentarias cementadas por carbonato de calcio, además de brechas tectónicas, terrazas de sedimentos fluviales, sedimentos de talud ó abanicos aluviales constituidos por coluvión, derrubio, proluviación, sedimentos fluviales recientes y caliche (PECh, 2009).

### **5.1.4 Suelo**

Los suelos presentes en el PECh, se describen de acuerdo al Sistema de Clasificación de Suelos FAO/UNESCO, modificado por la Dirección General de Geografía (DGG) del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), información contenida en la carta edafológica escala 1:1´000,000 del estado de Nuevo León. La mayor parte de los suelos son delgados y de texturas gruesas o con subsuelos duros y poco permeables, presentando, una morfología de perfiles variada, donde los horizontes o capas que los constituyen se han formado en el

medio actual o bien, son relictos de un régimen anterior más húmedo. En su gran mayoría son litosoles y rendzinas que generalmente son muy someros, aunque en ocasiones llegan a formar asociaciones con otro tipo de suelos. Así resulta que en las áreas más agrestes o más abruptas de la SMO se encuentran asociaciones de litosoles con regosol calcáricos poco desarrollados, rendzinas de color oscuro, luvisoles crómicos y xerosoles hápico de color claro y suelos más desarrollados como el feozemcalcárico y vertisol-crómico, las rendzinas se encuentran en fase petrocalcicas. Los litosoles y las rendzinas, se encuentran alternados con abundantes afloramientos rocosos sobre calizas que constituyen los principales macizos serranos que desarrollan la vegetación como matorral, pastizal y de bosques en zonas con pendiente moderada (INEGI, 1986).

### **5.1.5 Vegetación**

La Sierra Madre Oriental tiene una amplia distribución altitudinal encontrándose desde los 800 hasta los 2,800 msnm (Rojas, 1965 y Rzedowski, 1978), sus comunidades vegetales pueden incluir especies abiertas y de baja densidad, que van de 6-8 metros de altura llegando a tener también comunidades de zonas altas las cuales son de gran porte y densas (Alanís *et al.* 1995).

#### **5.1.5.1 Bosque mixto pino-encino**

Dentro de las especies representativas de los sitios de muestreo, podemos encontrar dos especies de pinos: *Pinus teocote* y *P. pseudostrobus*, ambas especies llegan a alcanzar alturas que varían de los 10 a los 20 metros, además este tipo de vegetación por lo regular se encuentra en asociación con especies del género *Quercus* el cual se caracteriza por presentar hojas rígidas, como una adaptación a las condiciones climáticas, como representantes tenemos a las especies *Q. rysophylla* (Weath), *Q. laeta* (Liemb), *Q. polymorpha* (Schltdl. & Cham), *Q. laceyi* (Small) y *Q. canbyi* (Trel.) (Jiménez *et al.* 2001; Alanís *et al.* 2008). (Alanís *et al.* 1995; Nájera, 1997).

## **5.2 Selección de sitios**

Se efectuaron recorridos preliminares en el área de estudio, para observar las condiciones generales de la comunidad con el fin de hacer una preselección, delimitando los sitios de muestreo con ayuda de un GPS y Sistemas de Información Geográfica con el programa Arc View versión 3.3. Se registró el número de especies arbóreas y arbustivas realizando un censo, utilizando cuadrantes de 10 X 10 m. Posteriormente, se realizó un muestreo aleatorio, estableciendo 3 sitios de muestreo; dos de ellos en zonas incendiadas y un testigo (Figura 3), los cuales presentan similitud de exposición (Noreste) y se ubican entre los 1200 y 1400 msnm (Tabla 1).

### **5.2.1 Descripción de los sitios de estudio**

#### **1. CONTROL**

Sitio en el cual no se ha reportado la presencia de incendios forestales.

#### **2. Sitio incendiado en el año 1998 (INC 1998)**

Tiene una superficie en la que se consumieron 500 hectáreas, los daños ocasionados fueron clasificados por su alta severidad, presentando la eliminación total de la cobertura vegetal, dejando el suelo desnudo y expuesto a la erosión.

#### **3. Sitio incendiado en el año 2006 (INC 2006)**

Tiene una superficie en el que resultaron afectadas 30 hectáreas, este sitio fue caracterizado por presentar la eliminación total de la cobertura vegetal, dejando el suelo desnudo y expuesto a la erosión.

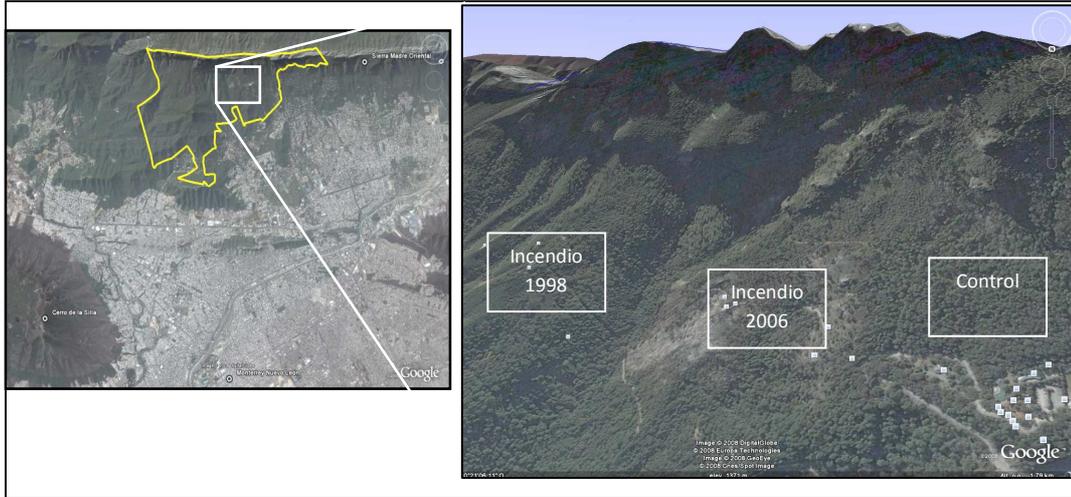


Figura 3. Representación de los sitios de muestreo dentro de las instalaciones del Parque Ecológico Chipinque.

Tabla 1.- Coordenadas, altitud y exposición de los sitios de muestreo.

Sitios	Coordenadas	Altitud	Exposición
CONTROL	25' 36' 25.04" N	1349 msnm	Noreste
	100' 21' 19.01" O		
INC 1998	25' 35' 57.62" N	1369 msnm	Noreste
	100' 20' 41.45" O		
INC 2006	25' 36' 14.11" N	1269 msnm	Noreste
	100' 20' 57.28" O		

### 5.3 Metodología de la investigación

Los sitios de muestreo están separados por una equidistancia de 2 km. En cada uno de ellos se colocaron 20 trampas; 10 de las cuales contenían anticongelante (tratamiento 1) y 10 de ellas anticongelante más un pequeño recipiente de feromona colgado en su interior "Anticongelante + Feromona" el cual sirve como atrayente específico de insectos de la subfamilia scolytinae (tratamiento 2). Para cada uno de

los tratamientos se trazaron cuadrantes de 20 X 20 m separados por una distancia de 50 m. En cada uno de los cuadrantes fueron colocadas 10 trampas por tratamiento, separadas de 5 a 10 m entre ellas (Figura 4).

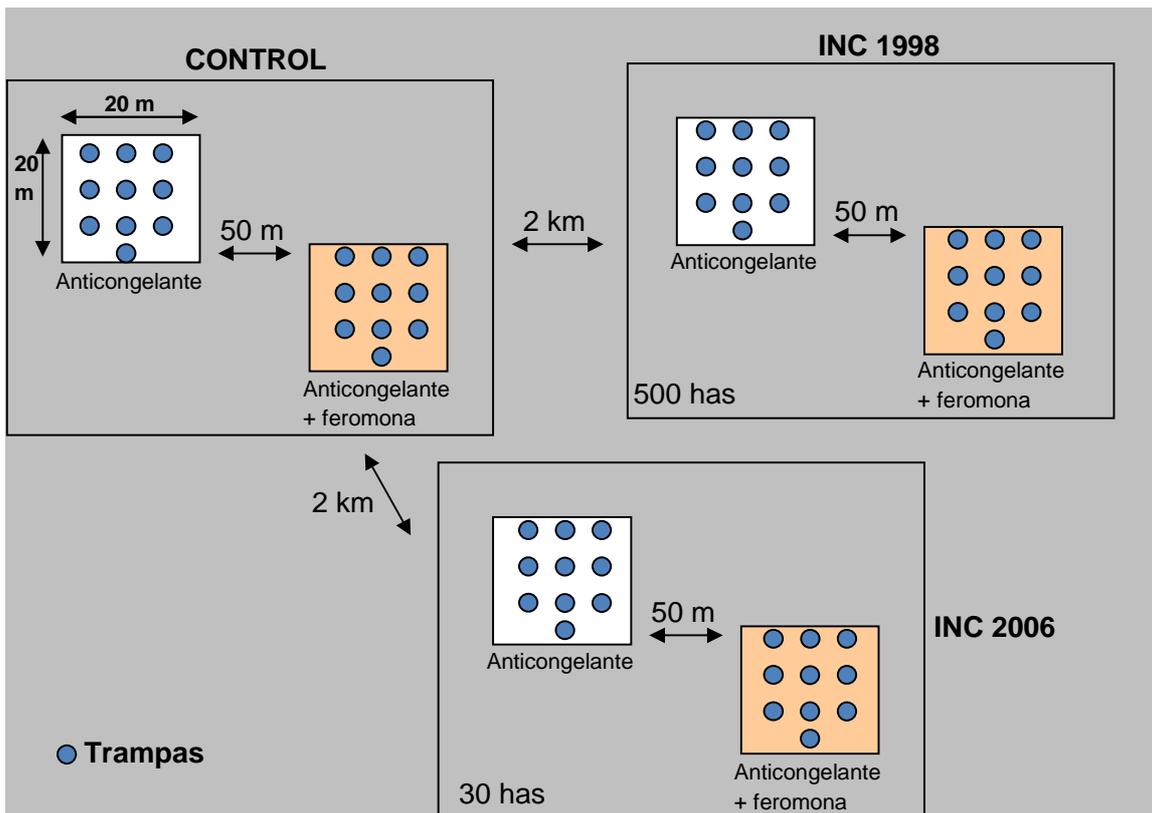


Figura 4.- Representación del diseño utilizado para los sitios de muestreo, CONTROL, incendio de 1998 (INC 1998) e incendio de 2006 (INC 2006).

### 5.3.1 Características de las trampas

El tipo de trampa utilizado en el presente estudio fue una modificación del modelo ECO-IAPAR propuesto por Fernández y Cordero (2005), García *et al.* (2005), Villalobos y Blanco (2006), las cuales son trampas elaboradas con botellas plásticas de refresco, buscando con esto la eficiencia de captura al menor costo (Díaz *et al.* 2006). El tipo de trampa artesanal utilizado en el presente estudio consiste en

recipientes plásticos cilíndricos de agua embotellada con una capacidad de 500 ml a los cuales se les realiza un corte de 5 cm<sup>2</sup> en un costado (figura 5), para el acceso de los insectos. Este tipo de trampa no es específica para los insectos de importancia forestal, por lo tanto en ella se encontraron diferentes órdenes de insectos, los cuales fueron registrados. En su interior se agregaron 150 ml de anticongelante comercial a base de etilenglicol de acuerdo al método utilizado por Monzo *et al.* (2005) y Márquez (2005). Los recipientes fueron etiquetados con un marcador indeleble con un número consecutivo, para su identificación y colgados del fuste de las especies arbóreas que no son hospedantes de la subfamilia scolytinae, con el fin de que no se potencie una infestación. La altura a la cual se colocaron las trampas fue 1 m con respecto al suelo de acuerdo a Fernández y Cordero (2005); Villalobos y Blanco (2006), (Figura 6).

#### 5.3.1.1 Tratamiento 1: Trampa con anticongelante

Recipientes cilíndricos de 500 ml de capacidad. En su interior se colocaron 150 ml de anticongelante comercial para vehículo como conservador (Figuras 5 y 6).



Figura 5.- Trampa con anticongelante (Ant), tipo de corte del recipiente y colocación en las especies arbóreas (Figura 6).

### 5.3.1.2 Tratamiento 2: Trampa con anticongelante + feromona (frontalina)

Recipientes cilíndricos de 500 ml de capacidad. En su interior se colocaron 150 ml de anticongelante comercial para vehículo como conservador (Figura 7). Dentro de cada una de las trampas se colocó colgado en su interior un pequeño contenedor de feromona (frontalina; PHEROTECH, Inc.), (Figura 8). La cual es utilizada para la colecta de escarabajos descortezadores de la subfamilia scolytinae (Pureswaran *et al.* 2006; Gaylord *et al.* 2006; Díaz *et al.* 2006; Domínguez *et al.* 2008).



Figura 7. Características de la trampa con el tratamiento 2 (Ant + Fer); recipiente de frontalina en su interior (Figura 8).

### 5.4 Recolección de los insectos capturados

Los insectos capturados fueron separados del anticongelante utilizando una criba con orificios de 0.5 mm una vez separados, fueron almacenados en recipientes plásticos de 200 ml conservándolos en alcohol desnaturalizado al 70%.

## 5.5 Identificación de los ejemplares

Las muestras colectadas fueron identificadas a nivel de familia (Figura 9), mediante claves de Triplehorn y Johnson (2005), en el Laboratorio de Entomología Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL por observación directa utilizando un estereoscopio con aumento de 25X (Figura 10). Se separaron los coleópteros de las familias: cerambycidae y curculionidae, las cuales son consideradas de importancia forestal.



Figura 9.- Identificación de familias por observación directa, utilizando el estereoscopio (Figura 10).

## 5.6 Parámetros dendrométricos

### 5.6.1 Evaluación de la vegetación leñosa

Se establecieron dos cuadrantes de 10 X 10 m en cada uno de los sitios de muestreo. Obteniendo de cada uno de ellos los parámetros dasométricos de altura total ( $h$ ), para lo cual, la medición de individuos menores a 3 m se realizó de forma directa y para individuos de porte alto se midió a través del método indirecto que se basa en el principio trigonométrico con el Hipsómetro Blume–Leiss (Jiménez, 2005). El diámetro a la Altura del Pecho (DAP), se evaluó a 1.3 m sobre la base, siendo una medida estándar empleada para las especies arbóreas y arbustivas del bosque mixto pino-

encino (Figura 11), incluyendo arbustos, árboles jóvenes y árboles maduros con diámetro  $\geq 5$  cm. (Leiva *et al.* 2009; Giraldo *et al.* 2006). En lo referente a la cobertura de copa (Figura 12), la orientación Norte-Sur, Este-Oeste, se obtuvo mediante una brújula o compás magnético (Ramos y Siebe, 2006). Los parámetros antes mencionados se obtuvieron utilizando cinta métrica y pértigas graduadas.



Figura 11. Trabajo de campo, evaluación del diámetro y la cobertura vegetal (Figura 12).

### **5.7 Determinación de la densidad de las familias de importancia forestal ante los factores ambientales temperatura y precipitación**

Los datos obtenidos para la densidad (DENS) de insectos de importancia forestal pertenecientes a las familias de importancia forestal cerambycidae, curculionidae y subfamilias scolytinae y platypodinae y los factores ambientales temperatura (TEMP) y precipitación (PRECIP) se analizaron por medio de una prueba de normalidad de Shapiro Wilks para posteriormente llevar a cabo una correlación de Pearson en el programa SPSS ver. 13.0.

## 5.8 Índices de riqueza de especies

### 5.8.1 Riqueza específica

La riqueza específica se define como el número total de especies obtenidas en un censo de la comunidad (Moreno, 2001). Debido a la imposibilidad técnica a averiguar la composición completa de una comunidad ecológica, la riqueza es frecuentemente medida como el número de especies en muestras de tamaño constante, arbitrariamente escogidas (Rodríguez, 1994).

## 5.9 Estimación de índices de diversidad de especies (Diversidad alfa “ $\alpha$ ”)

### 5.9.1 Índice de Shannon ( $H'$ )

El índice de Shannon toma en consideración los dos componentes de la diversidad: las especies y el número de individuos reflejando de mejor manera la diversidad florística de las poblaciones, por lo tanto, este índice de diversidad se determinó mediante la fórmula (Shannon y Weiner, 1948):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

Donde:

$H'$  = diversidad (bits/individuo)

$S$  = número de especies presentes

$\ln$  = logaritmo natural

$p_i$  = proporción de las especies  $p_i = n_i/N$

$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$

$N$  = número total de individuos

El valor del índice de Shannon se incrementa en dos sentidos, conforme un mayor número de especies y a una mayor uniformidad. El valor de  $H'$  adquiere valores cercanos al cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

### **5.10 Captura de imágenes**

Durante la identificación taxonómica se realizó la captura de las imágenes de los insectos con una cámara fotográfica de 8 megapíxeles, las cuales forman parte del “Anexo I” del presente documento.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 6.1 Identificación de los insectos

Tomando en consideración todos los insectos colectados en los tres sitios de estudio (CONTROL, INC1998 e INC 2006) utilizando los dos tipos de tratamiento (Ant y Ant + Fer), se registraron 202 morfoespecies, de las cuales se identificaron 103 ejemplares de 44 familias, pertenecientes a nueve ordenes: blattodea, coleóptera, díptera, hemíptera, homóptera, hymenóptera, lepidóptera, orthóptera y trichóptera (Tabla 2).

El orden coleóptera fue el más representativo, encontrando un total de 22 familias, seguido del orden hymenóptera con cinco familias, posteriormente se tiene a los ordenes hemíptera y homóptera con cuatro familias, díptera con tres familias, lepidóptera y orthóptera con dos familias; los ordenes trichóptera y blattodea con una familia respectivamente.

Esta información concuerda parcialmente con los resultados obtenidos por Keynas *et al.* (2008), ya que se observa en ambas investigaciones la presencia de los ordenes coleóptera, hemíptera, homóptera, hymenóptera y orthóptera (Figura 13), sin embargo difirieren para los ordenes neuróptera y odonata encontrados dentro de los presentes resultados. Una probable respuesta ante este comportamiento puede ser que el método de captura utilizado por Keynas *et al.* (2008) fue una red entomológica y en el presente trabajo se utilizaron trampas artesanales elaboradas con recipientes plásticos. Por otro lado dentro de los resultado de Flores (1999) se encontró en común a los ordenes coleóptera, lepidóptera, homóptera, díptera e hymenóptera, pero podemos mencionar como método de captura la colecta directa y separación del material entomológico obtenido de ramas, estróbilos y follaje.

Tabla 2. Relación de insectos identificados a nivel de familia.

No	Orden	Familia	Msp
1	Blattodea	Blattellidae	1
2	Coleoptera	Buprestidae	1
3	Coleoptera	Carabidae	2
4	Coleoptera	Cerambycidae	15
5	Coleoptera	Ceratocanthidae	1
6	Coleoptera	Claridae	2
7	Coleoptera	Coccinellidae	7
8	Coleoptera	Curculionidae	10
9	Coleoptera	Chrysomelidae	2
10	Coleoptera	Elateridae	3
11	Coleoptera	Erotylidae	1
12	Coleoptera	Lampyridae	1
13	Coleoptera	Languriidae	3
14	Coleoptera	Meloidae	1
15	Coleoptera	Mordellidae	1
16	Coleoptera	Nitidulidae	3
17	Coleoptera	Passalidae	1
18	Coleoptera	Phengodidae	1
19	Coleoptera	Subfam. Platypodinae	1
20	Coleoptera	Scarabeidae	1
21	Coleoptera	Subfam. Scolytinae	8
22	Coleoptera	Staphylinidae	3
23	Coleoptera	Tenebrionidae	1
24	Diptera	Sarcophagidae	2
25	Diptera	Syrphidae	1
26	Diptera	Tephritidae	1
27	Hemiptera	Cydnidae	1
28	Hemiptera	Miridae	1
29	Hemiptera	Pentatomidae	1
30	Hemiptera	Tingidae	1
31	Homoptera	Aphididae	1
32	Homoptera	Cercopidae	2
33	Homoptera	Cicadellidae	2
34	Homoptera	Cicadidae	1
35	Hymenoptera	Apidae	3
36	Hymenoptera	Cynipidae	1
37	Hymenoptera	Formicidae	5
38	Hymenoptera	Ichneumonidae	4
39	Hymenoptera	Vespidae	1
40	Lepidoptera	Noctuidae	1
41	Lepidoptera	Sessidae	1
42	Orthoptera	Acrididae	1
43	Orthoptera	Gryllacrididae	1
44	Trichoptera	Beraeidae	1

Msp: número de morfoespecies encontradas para cada una de las familias.

En la Figura 13, se muestra la relación de familias obtenidas para cada orden, los resultados se presentan en valores porcentuales. El orden coleóptera representa el 50% (22 familias) lo cual coincide con lo mencionado por la Comisión Nacional de la Biodiversidad quienes determinan a este orden como el orden más abundante en el planeta.

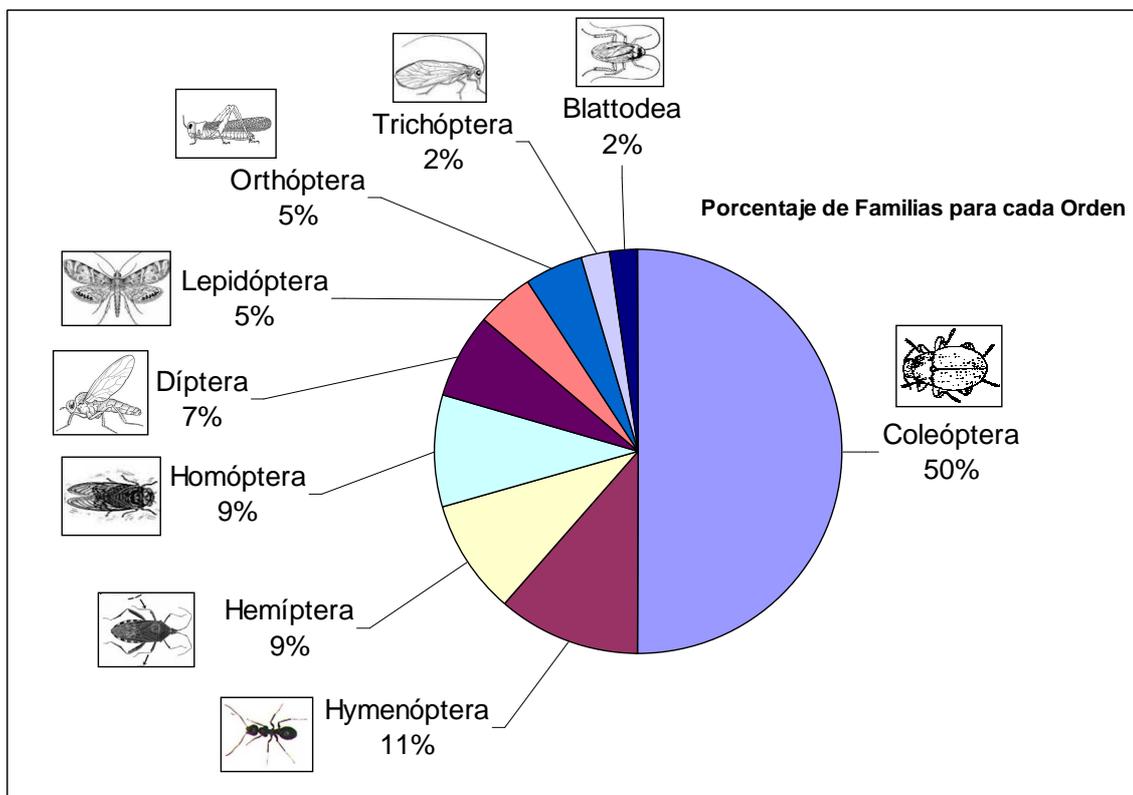


Figura 13. Porcentaje de familias obtenidas para cada orden en el presente estudio.

## 6.2 Familias representativas del estudio

De acuerdo a los resultados obtenidos, la familia que presentó un mayor número de morfoespecies fue cerambycidae con 15 morfoespecies, seguido de la familia curculionidae con 10 morfoespecies y posteriormente la subfamilia scolytinae con ocho morfoespecies, estos insectos pertenecen al orden coleóptera y son considerados insectos de importancia forestal (Figura 14).

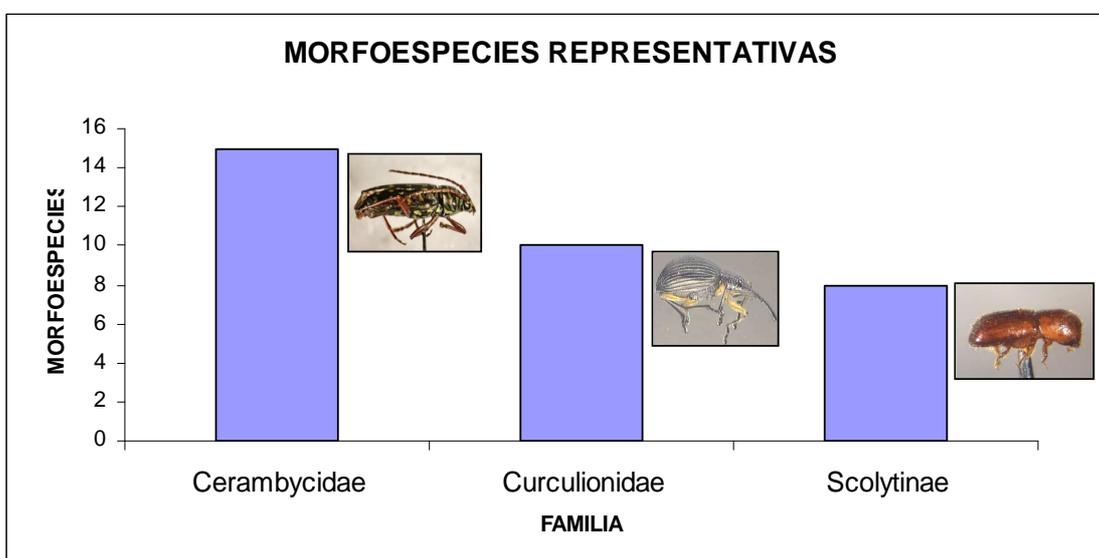


Figura 14. Familias con mayor número de morfoespecies del presente estudio.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por González *et al* (2008) quienes tuvieron una captura significativa para la subfamilia scolytinae. Esta familia resultó ser la tercera con mayor número de morfoespecies (8) de esta investigación, siendo superada por cerambycidae (15) y curculionidae (10), el método de captura utilizado por González fue el método del árbol trampa, en el cual se utilizan compuestos derivados de la resina de los pinos para atraer a los insectos de importancia forestal.

### 6.3 Análisis de densidad y riqueza específica de insectos en tres etapas serales

El objetivo específico uno menciona la estimación de la densidad y riqueza específica de morfoespecies en tres sitios con diferentes etapas serales post-incendio. Para ello se desarrolló un análisis de varianza con los valores promedios de las densidades de todas las morfoespecies capturadas en la etapa seral indistintamente del tipo de tratamiento. Los resultados muestran que las etapas serales presentan diferencias significativas en la densidad ( $p=0.000$ ). Aplicando la prueba de Tuckey se encontró que el INC 2006 es diferente significativamente del CONTROL ( $p=0.006$ ) e INC 1998 ( $p=0.000$ ). El sitio CONTROL e INC 1998 presentaron similitud estadística ( $p=0.133$ ). El INC 2006 presentó el valor promedio más alto (Figura 15).

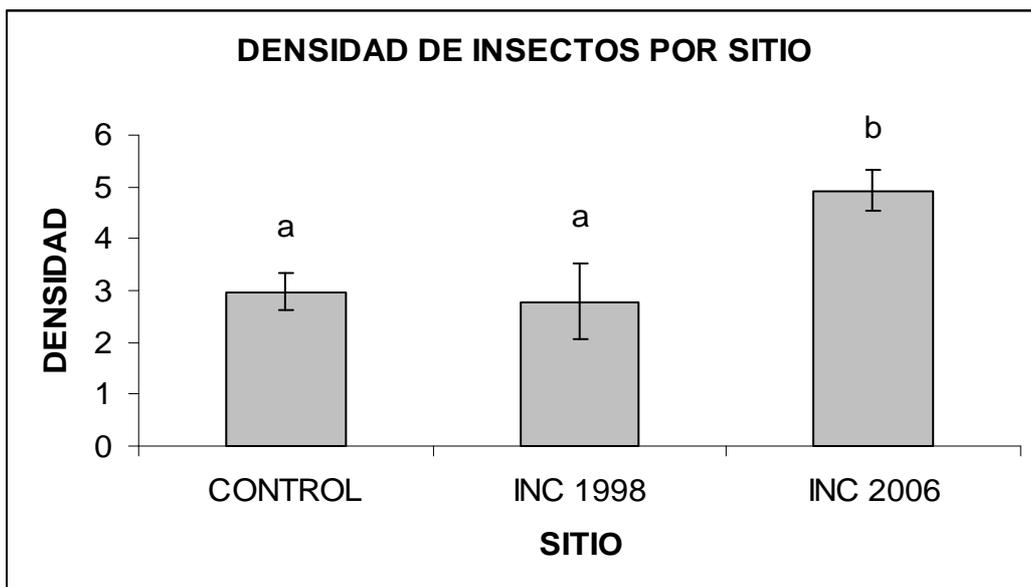


Figura 15. Densidad (insectos capturados por sitio)  $\pm$  error típico, letras diferentes indican una diferencia estadística para los sitios de muestreo.

Además de la densidad de todas las morfoespecies, también se consideró la riqueza de especies (cantidad de morfoespecies registradas) para comparar las diferentes etapas serales post-incendio. Para ello se desarrolló un análisis de varianza con los valores promedios de las densidades de todas las morfoespecies capturadas en la etapa seral indistintamente del tipo de tratamiento. Los resultados muestran que las etapas serales presentan diferencias significativas en la densidad. Aplicando la prueba de Tuckey se encontró que las tres etapas serales presentan diferencia significativa. El sitio CONTROL e INC 2006 presentan un valor de  $p=0.000$ , el sitio CONTROL e INC 1998 un valor de  $p=0.008$  (Figura 16).

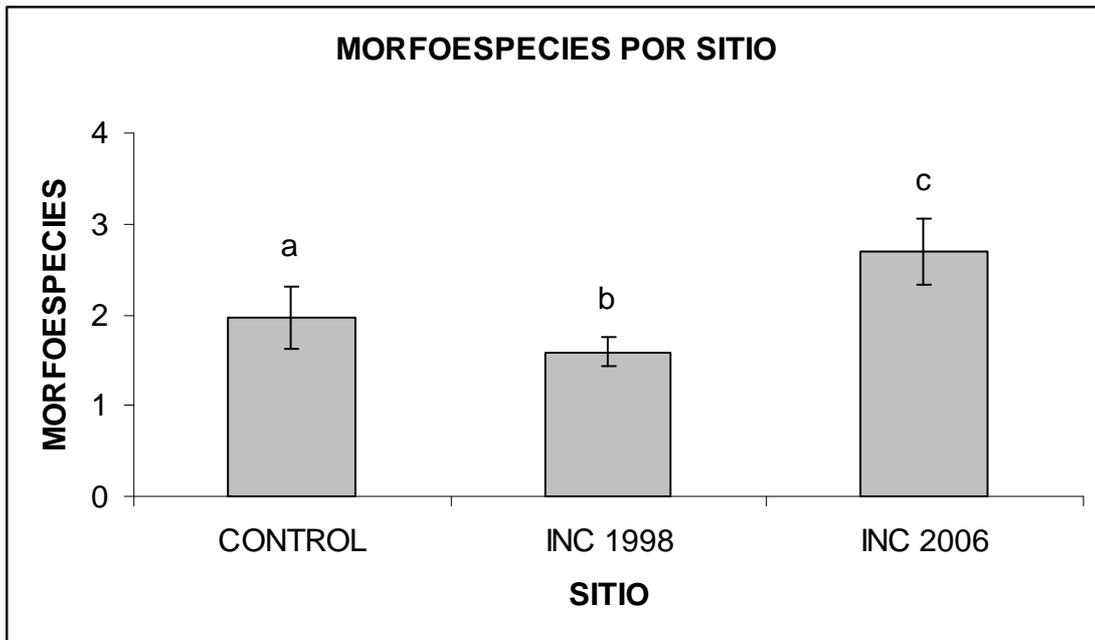


Figura 16. Morfoespecies por sitio, densidad  $\pm$  error típico de las etapas evaluadas, letras diferentes indican una diferencia estadística para los sitios de muestreo.

#### 6.4 Efectividad de los tipos de tratamiento

De acuerdo al objetivo específico dos; el cual es analizar la efectividad de los tipos de tratamiento utilizado (Ant vs. Ant + Fer) se desarrolló una análisis de varianza con los valores promedios de las densidades de todas las morfoespecies capturadas en las trampas de cada etapa seral. Los resultados muestran que no existe diferencia significativa por tipo de tratamiento. Los valores para cada etapa seral son: CONTROL ( $p=0.771$ ), INC 1998 ( $p=0.711$ ) e INC 2006 ( $p=0.889$ ) (Figura 17).

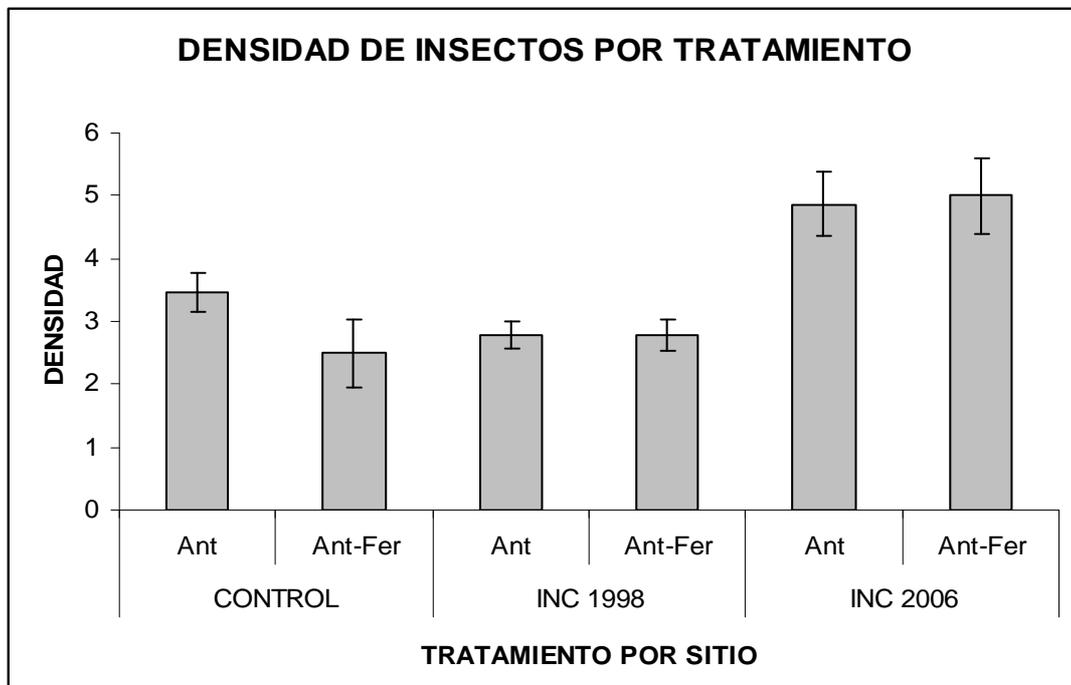


Figura 17. Densidad  $\pm$  error típico de insectos por tipo de tratamiento. Ant (Anticongelante) Ant-Fer (Anticongelante + Feromona).

Además de la densidad de todas las morfoespecies, también se consideró la riqueza de especies (cantidad de morfoespecies registradas) para analizar la efectividad de los tipos de tratamientos utilizados (Ant vs. Ant + Fer). Los resultados también muestran que no existen diferencias significativas en la eficiencia del tratamiento. Los

valores para cada etapa seral son: CONTROL ( $p=0.975$ ), INC 1998 ( $p=0.845$ ) e INC 2006 ( $p=0.904$ ) (Figura 18).

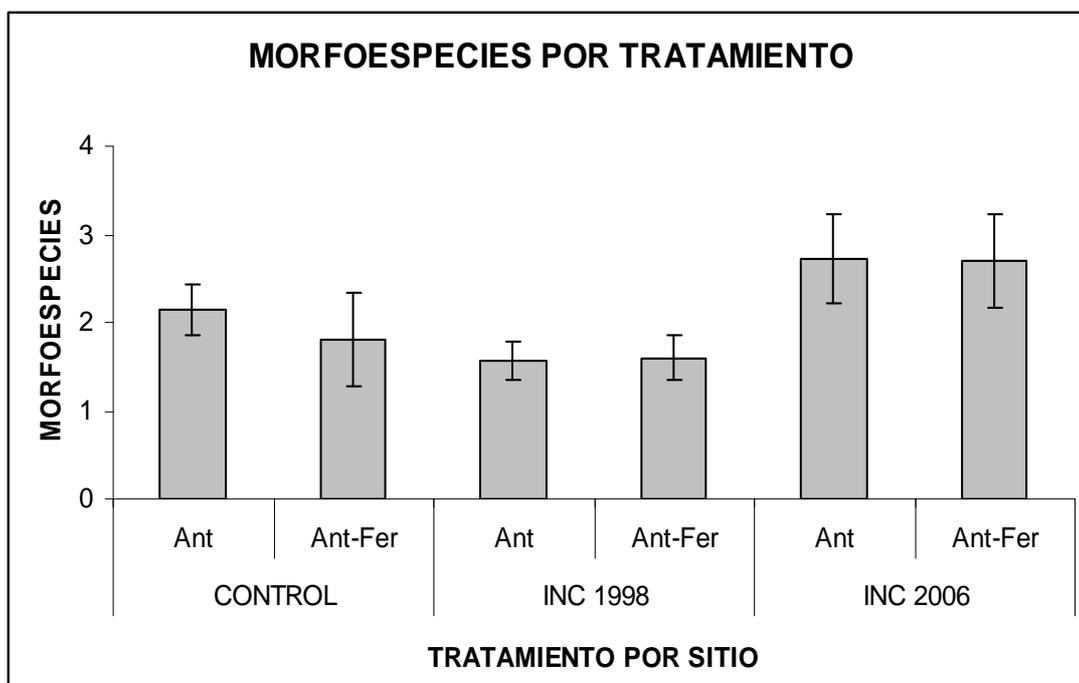


Figura 18. Morfoespecies capturadas por tratamiento  $\pm$  error típico. Ant (Anticongelante) Ant - Fer (Anticongelante + Feromona).

Fernández y Cordero (2005) y Villalobos y Blanco (2006) llevaron a cabo sus investigaciones utilizando trampas fabricadas con botellas plásticas de dos litros de capacidad a las cuales se les realizaron orificios rectangulares, utilizando como tratamiento combinaciones de alcoholes (metílico y etílico) para la captura de broca del café (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) resultando efectivas para el monitoreo de este tipo de insecto, al igual que las trampas utilizadas durante el presente estudio con una capacidad de 500 ml en donde se pudo observar la captura de las dos familias y dos subfamilias propuestas (cerambycidae, curculionidae, scolytinae y platypodinae) utilizando dos tipos de tratamiento (Ant y Ant + Fer).

Resultando como un método efectivo para el monitoreo para la presente investigación.

Monzó *et al.* 2005, utilizaron trampas de gravedad (pitfall-traps), utilizando alcohol etílico al 96% + anticongelante como tratamiento de captura, contrastando con el presente estudio en el cual se utilizó únicamente el anticongelante como método de captura y preservación, resultando efectivo por más de dos semanas, representando una excelente alternativa durante el desarrollo de la presente investigación. El autor menciona dentro de sus resultados al orden coleóptera con mayor porcentaje de captura, al igual que los resultados obtenidos para esta investigación, dentro de este orden se encuentran las familias de importancia forestal cerambycidae, curculionidae y la subfamilias scolytinae y platypodinae, siendo las tres primeras las mas representativas (Figura 14), en cuanto al número de morfoespecies encontrado.

Márquez (2005) utilizó una trampa de intercepción de vuelo con una mezcla de agua, jabón y anticongelante, obteniendo una efectividad por más de dos semanas; datos que concuerdan con los resultados obtenidos para la presente investigación obteniendo la misma efectividad pero utilizando únicamente el anticongelante, lo cual resultó ser una excelente alternativa en el presente estudio debido al ahorro de materiales de los tratamientos utilizados.

Hulkr *et al.* (2008) obtuvieron un número significativo de capturas para individuos de la subfamilia scolytinae utilizando un tratamiento a base de etanol. Estos datos concuerdan parcialmente con los resultados de la presente investigación, ya que se obtuvo un buen promedio de captura para esta subfamilia, con los tratamientos Ant y Ant + Fer, lo cual indica que el método de anticongelante (a base de etilen glicol) propuesto por Monzó *et al.* (2005) y Márquez (2005), fue efectivo para la captura de este tipo de insectos, sin embargo los resultados no mostraron diferencia significativa

para los parámetros de densidad y riqueza de morfoespecies durante la presente investigación (Figura 17 y 18).

En los resultados obtenidos por González (1986) se utilizó el método del árbol trampa y colecta directa, mencionando una efectividad de captura para las subfamilias scolytidae y platypodinae (Coleoptera: Curculionidae), las cuales son objeto de estudio de la presente investigación, esta última en una menor proporción, siendo la menos representada de las cuatro familias de importancia forestal analizadas, además de diferir en el método de colecta ya que en este estudio se utilizaron trampas fabricadas con botes plásticos de 500 ml de capacidad.

Hulcr *et al.* (2008) utilizaron trampas similares a las del presente estudio (botellas plásticas) con dos tipos de tratamiento 1) ETOH al 95% y 2) ETOH al 95% + etilenglicol en una proporción de 3:1, en las cuales la subfamilia platypodinae tuvo mayor atracción en las trampas con el tratamiento 1, datos que difieren considerablemente con los resultados de la presente investigación, en la cual esta subfamilia se presentó con las densidad menos representativas con respecto a las demás familias analizadas (cerambycidae, curculionidae y scolytinae). Una probable explicación ante los resultados obtenidos puede ser la diferencia en el tipo de tratamiento utilizado en la presente investigación el cual es a base únicamente de etilen-glicol.

Durante investigaciones realizadas por Pureswaran *et al.* 2006; Gaylord *et al.* 2006; Díaz *et al.* 2006 y Domínguez *et al.* 2008 se utilizó la feromona “frontalina” la cual promueve la agregación de individuos de la especie *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae, scolytinae) y otros insectos pertenecientes a este género. Durante la presente investigación se reportó la presencia de la subfamilia scolytinae dentro de las trampas con ambos tipos de tratamiento (Ant y Ant + Fer), sin embargo los datos no presentaron diferencia significativa (Figuras 17 y 18). Una probable

explicación a este comportamiento puede ser que el número de trampas utilizadas por sitio no haya sido significativo.

## **6.5 Densidad de insectos de importancia forestal en las tres etapas serales**

De acuerdo al objetivo específico tres el cual es estimar la densidad de insectos de importancia forestal pertenecientes a las familias cerambycidae, curculionidae, subfamilias scolytinae y platypodinae en tres sitios con diferentes etapas serales post-incendio (CONTROL, INC 1998 e INC 2006), se presentan las siguientes figuras con los promedios por fecha de muestreo, además se realizó un análisis de varianza con los valores promedios de las densidades para cada familia y subfamilia.

### **6.5.1 Densidad de la Familia cerambycidae**

La familia cerambycidae (Figura 19) presenta una incipiente densidad durante todo el año. En la figura se aprecia que el número de individuos presentó valores que oscilan entre 0.1 a 0.2 individuos promedio durante los meses de marzo a agosto del 2010 en los 3 sitios de estudio siendo INC 2006 el que presentó mayor densidad. De septiembre del 2010 a febrero 2011 no se presentaron capturas. De acuerdo al análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas durante las fechas de muestreo (Tabla 3).

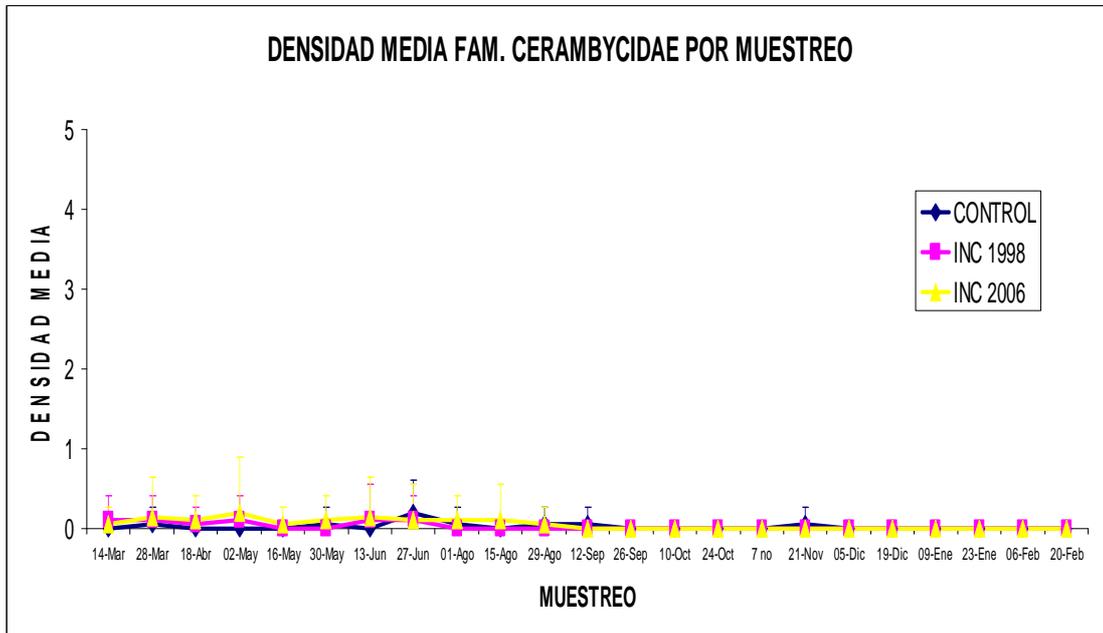


Figura 19.- Densidad media de la familia cerambycidae en los tres sitios de muestreo.

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza Familia cerambycidae, sitios de muestreo por fecha (SPSS ver. 13.0).

MUESTREO	CONTROL	INC 1998	INC 2006	<i>p</i>
14-Mar	a	a	a	0.335
28-Mar	a	a	a	0.653
18-Abr	a	a	a	0.335
02-May	a	a	a	0.335
16-May	a	a	a	0.586
30-May	a	a	a	0.335
13-Jun	a	a	a	0.335
27-Jun	a	a	a	0.336
01-Ago	a	a	a	0.335
15-Ago	a	a	a	0.586
29-Ago	a	a	a	0.609

12-Sep	a	a	a	0.586
26-Sep	a	a	a	AE
10-Oct	a	a	a	AE
26-Oct	a	a	a	AE
07-Nov	a	a	a	AE
21-Nov	a	a	a	0.586
05-Dic	a	a	a	AE
19-Dic	a	a	a	AE
09-Ene	a	a	a	AE
23-Ene	a	a	a	AE
06-Feb	a	a	a	AE
20-Feb	a	a	a	AE

AE: Ausencia de escarabajos.

Los resultados obtenidos durante los muestreos difieren del trabajo presentado por Fierke y Stephen (2007), en el cual se revisó la fluctuación del barrenador del encino rojo (Cerambycidae) obteniendo las mayores densidades para los meses de junio a julio y concuerda con los resultados de la presente investigación debido a que se obtuvo mayor número de capturas en el mes de junio de 2010 aunque con menores densidades (0.1 a 0.2 individuos promedio), esto puede deberse a que Fierke y Stephen utilizaron un diferente método de captura el cual es por medio de trampas de intercepción y como conservador propilén glicol y esta metodología favorezca la captura de los integrantes de esta familia.

### **6.5.2 Densidad de la Familia curculionidae**

Referente a la densidad de la familia curculionidae (Figura 20) se puede observar que el número de individuos durante los meses de abril a mayo del 2010 presentó una densidad promedio de 0.3 a 0.5 individuos para los tres sitios de estudio, para posteriormente presentar densidades que van de 0.05 a 0.1 individuos para los

meses de junio de 2010 a enero 2011. Los resultados de la prueba de Tuckey indican una diferencia significativa para la fecha de muestreo 30 de mayo (Tabla 4).

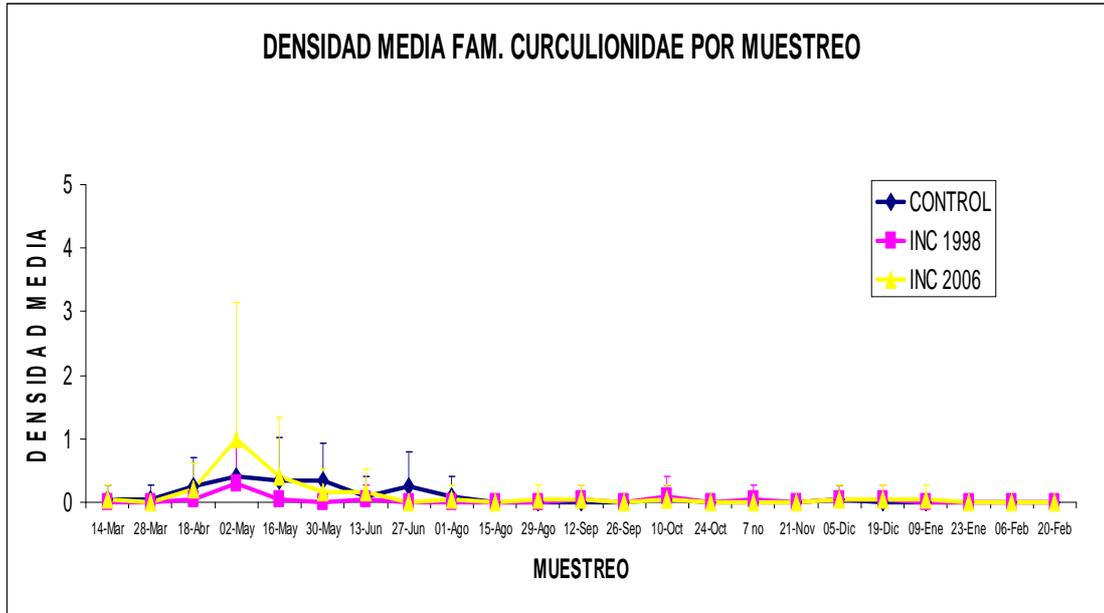


Figura 20.- Densidad media de la familia curculionidae en los tres sitios de muestreo.

Tabla 4. Resultados del análisis de varianza y prueba de Tuckey para la Familia curculionidae, sitios de muestreo por fecha (SPSS ver. 13.0).

MUESTREO	CONTROL	INC 1998	INC 2006	<i>p</i>
14-Mar	a	a	a	1
28-Mar	a	a	a	0.586
18-Abr	a	a	a	0.189
02-May	a	a	a	0.598
16-May	a	a	a	1.62
30-May *	b	a	b	0.026

13-Jun	a	a	a	0.587
27-Jun	a	a	a	0.101
01-Ago	a	a	a	0.335
15-Ago	a	a	a	AE
29-Ago	a	a	a	0.586
12-Sep	a	a	a	0.609
26-Sep	a	a	a	AE
10-Oct	a	a	a	0.774
26-Oct	a	a	a	AE
07-Nov	a	a	a	0.586
21-Nov	a	a	a	AE
05-Dic	a	a	a	1
19-Dic	a	a	a	0.609
09-Ene	a	a	a	0.586
23-Ene	a	a	a	AE
06-Feb	a	a	a	AE
20-Feb	a	a	a	AE

\*Letras diferentes indican una diferencia estadística para los sitios de muestreo. AE: Ausencia de escarabajos.

### 6.5.3 Densidad de la subfamilia scolytinae (Coleoptera: Curculionidae)

Referente a la densidad de la subfamilia scolytinae (Figura 21) se puede observar que el número de individuos presentó promedios que oscilan entre los 0.1 a 0.3 durante los meses de marzo a mayo del 2010, presentando un incremento en la densidad de 0.2 a 0.6 individuos durante los meses de junio a agosto del 2010, sin embargo este incremento resultó mas notorio en el sitio INC 2006, los resultados de la prueba de Tuckey indican diferencias significativas en las fechas 13 de junio, 1º y 15 de agosto (Tabla 5).

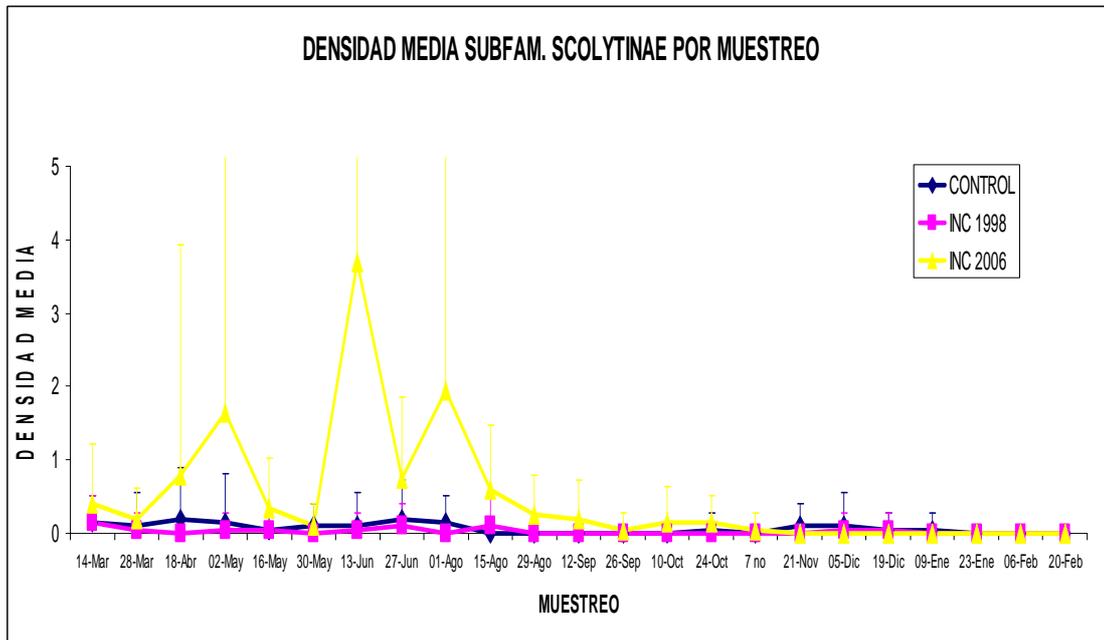


Figura 21.- Densidad media de la subfamilia scolytinae en los tres sitios de estudio durante las fechas de muestreo.

Tabla 5. Resultados del análisis de varianza y prueba de Tuckey para la subfamilia scolytinae, sitios de muestreo por fecha (SPSS ver. 13.0).

MUESTREO	CONTROL	INC 1998	INC 2006	<i>p</i>
14-Mar	a	a	a	0.474
28-Mar	a	a	a	0.438
18-Abr	a	a	a	0.186
02-May	a	a	a	0.099
16-May	a	a	a	0.189
30-May	a	a	a	0.335
13-Jun *	a	a	b	0.002
27-Jun	a	a	a	0.071
01-Ago *	a	a	b	0.002
15-Ago *	a	a	b	0.028
29-Ago	a	a	a	0.101

12-Sep	a	a	a	0.186
26-Sep	a	a	a	0.586
10-Oct	a	a	a	0.335
26-Oct	a	a	a	0.186
07-Nov	a	a	a	0.586
21-Nov	a	a	a	0.335
05-Dic	a	a	a	0.609
19-Dic	a	a	a	0.609
09-Ene	a	a	a	0.586
23-Ene	a	a	a	AE
06-Feb	a	a	a	AE
20-Feb	a	a	a	AE

\*Letras diferentes indican una diferencia estadística para los sitios de muestreo. AE: Ausencia de escarabajos.

Flores (1977), menciona que existe una disminución en las poblaciones del género *Dendroctonus* debido probablemente a la abundante precipitación de los meses de septiembre de 1976 a febrero de 1977 y las máximas poblaciones para el mes de octubre lo cual concuerda parcialmente con los resultados obtenidos para el presente estudio en el cual las poblaciones de coleópteros se redujeron durante los meses de lluvia (septiembre-octubre) y difieren en el punto en que las poblaciones más representativas para este género (subfamilia scolytinae) se obtuvieron para los meses de junio a agosto del 2010 (Figura 21); una probable explicación para este comportamiento puede ser que el presente estudio no llevó a cabo la identificación a nivel de género por lo tanto no podemos comprobar que las especies mencionadas por Flores sean las mismas.

#### **6.5.4 Densidad de la subfamilia platypodinae (Coleoptera: Curculionidae)**

La densidad de la subfamilia platypodinae (Figura 22) presentó valores que oscilan de 0.05 a 1 individuos promedio durante los meses de noviembre de 2010 a febrero del

2011. Y en lo que respecta al análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas (Tabla 6).

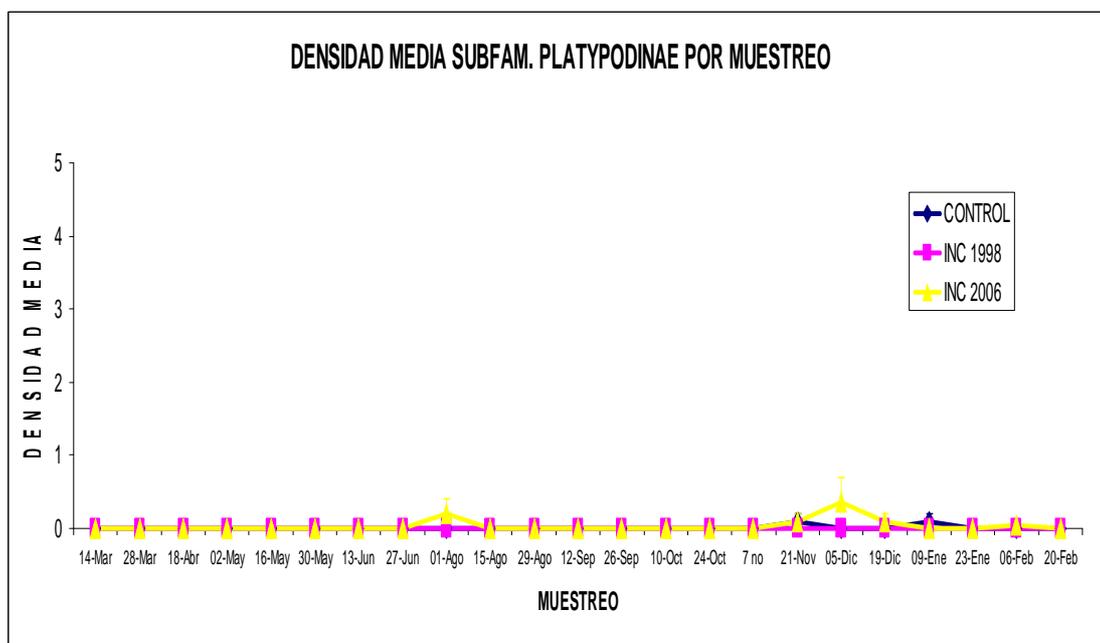


Figura 22.- Densidad media de la subfamilia platypodinae en los tres sitios de estudio durante las fechas de muestreo.

Tabla 6. Resultados del análisis de varianza subfamilia platypodinae, sitios de muestreo por fecha (SPSS ver. 13.0).

MUESTREO	CONTROL	INC 1998	INC 2006	<i>p</i>
14-Mar	a	a	a	AE
28-Mar	a	a	a	AE
18-Abr	a	a	a	AE
02-May	a	a	a	AE
16-May	a	a	a	AE
30-May	a	a	a	AE
13-Jun	a	a	a	AE

27-Jun	a	a	a	AE
01-Ago	a	a	a	0.586
15-Ago	a	a	a	AE
29-Ago	a	a	a	AE
12-Sep	a	a	a	AE
26-Sep	a	a	a	AE
10-Oct	a	a	a	AE
26-Oct	a	a	a	AE
07-Nov	a	a	a	AE
21-Nov	a	a	a	0.609
05-Dic	a	a	a	0.586
19-Dic	a	a	a	0.586
09-Ene	a	a	a	0.335
23-Ene	a	a	a	AE
06-Feb	a	a	a	0.586
20-Feb	a	a	a	AE

\*Letras diferentes indican una diferencia estadística para los sitios de muestreo. AE: Ausencia de escarabajos.

En el trabajo realizado por Flores (1999), al igual que el de Burgos (2007) en los cuales se presenta una revisión de las subfamilias scolytinae y platypodinae (Coleóptera: Curculionidae), el grupo de insectos con menor representación fue la subfamilia platypodinae; datos que concuerdan con los resultados del presente estudio, encontrando la misma morfoespecie para los meses de agosto, noviembre, diciembre y febrero, en el sitio INC 2006, por otro lado en el sitio de CONTROL solo fueron encontrados ejemplares en el mes de noviembre y enero (Figura 22). Una probable respuesta a este comportamiento puede ser la especificidad que presenta la feromona (frontalina) utilizada en las trampas del presente estudio, la cual solo tiene efectividad en representantes de la subfamilia scolytinae o sus depredadores, como lo mencionado por Domínguez *et al.* 2008; Pureswaran *et al.* 2005; Miller *et al.* 2005; Gaylord *et al.* 2006; Díaz *et al.* 2006.

Hulcr *et al.* (2008) mencionan una alta proporción de la subfamilia platypodinae con un número de especies (15) y una densidad superior a los 22,000 individuos, en trampas con alto contenido de etanol (95%), datos que difieren con los resultados del presente estudio al encontrar solo una morfoespecie durante seis fechas de muestreo con bajas densidades que van de 0.05 a 1 individuos promedio durante los meses de noviembre de 2010 a febrero del 2011 (Figura 22). Una probable respuesta a esta elevada densidad puede ser la diferencia en el método de captura utilizado ya que en la presente investigación (Ant y Ant + Fer).

## **6.6 Comportamiento general de los insectos de importancia forestal a través del muestreo**

Para tener una percepción del comportamiento general de la densidad de insectos de importancia forestal a través de los muestreos, a continuación se muestra la densidad promedio de las familias cerambycidae, curculionidae subfamilias scolytinae y platypodinae (Figura 23). En el gráfico se aprecian dos fechas en las que la densidad se incrementó considerablemente, 2 de mayo y 13 de junio, para posteriormente decrecer.

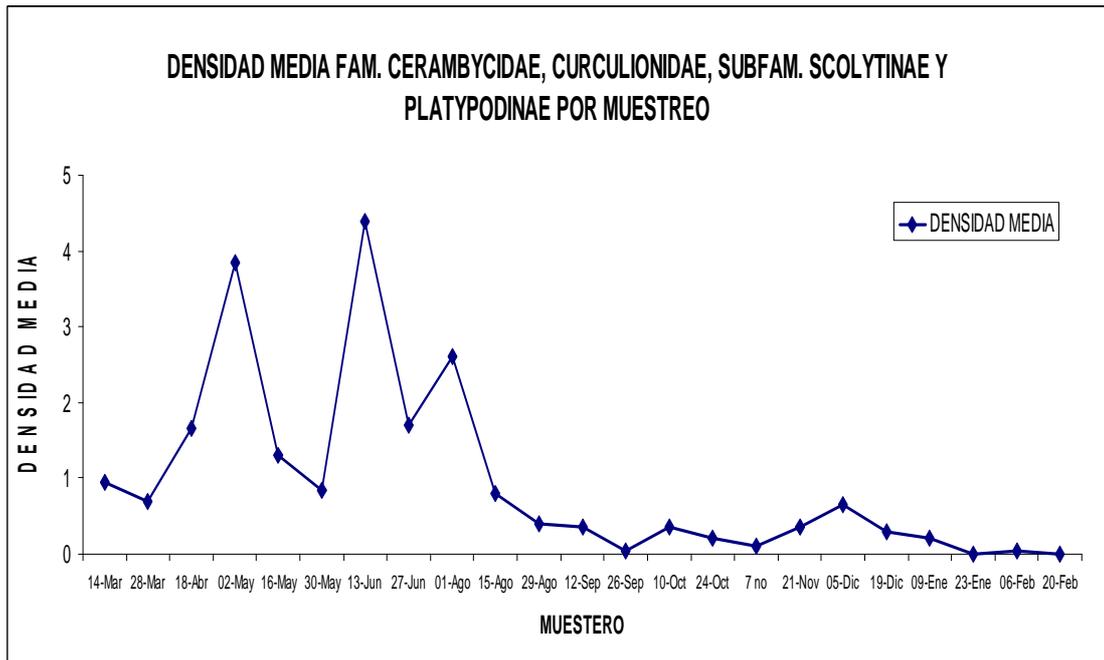


Figura 23. Densidad promedio de las familias cerambycidae, curculionidae subfamilias scolytinae y platypodinae para los tres sitios de muestreo (CONTROL, INC 1998 e INC 2006) por muestreo.

### 6.7 Relación de insectos de importancia forestal con la temperatura y precipitación

De acuerdo al objetivo específico cuatro, el cual es determinar la relación entre la densidad de insectos de importancia forestal pertenecientes a las familias cerambycidae, curculionidae y las subfamilias scolytinae y platypodinae ante los factores ambientales, temperatura y precipitación se tienen las Figuras 24 y 25. Se utilizaron los promedios mensuales para posteriormente realizar una correlación por medio del programa SPSS ver 13.0. Cabe mencionar que no se cuenta con información del mes de julio de 2010 debido a la presencia del huracán Alex el cual causó serios estragos en el PECh, motivo por el cual fue cerrado al público en general.

### 6.7.1 Relación densidad-temperatura

En la Figura 24 se presenta la relación densidad media mensual de las cuatro familias de importancia forestal del presente estudio cerambycidae, curculionidae y subfamilias scolytinae y platypodinae ante el factor ambiental temperatura, para los municipios de Monterrey y San Pedro Garza García, NL. durante los meses de muestreo marzo 2010 - febrero 2011 (CONAGUA, 2011). En la figura se puede observar el incremento de este tipo de artrópodos durante el mes de junio, para posteriormente disminuir sus densidades durante los meses de septiembre 2010 – febrero 2011.

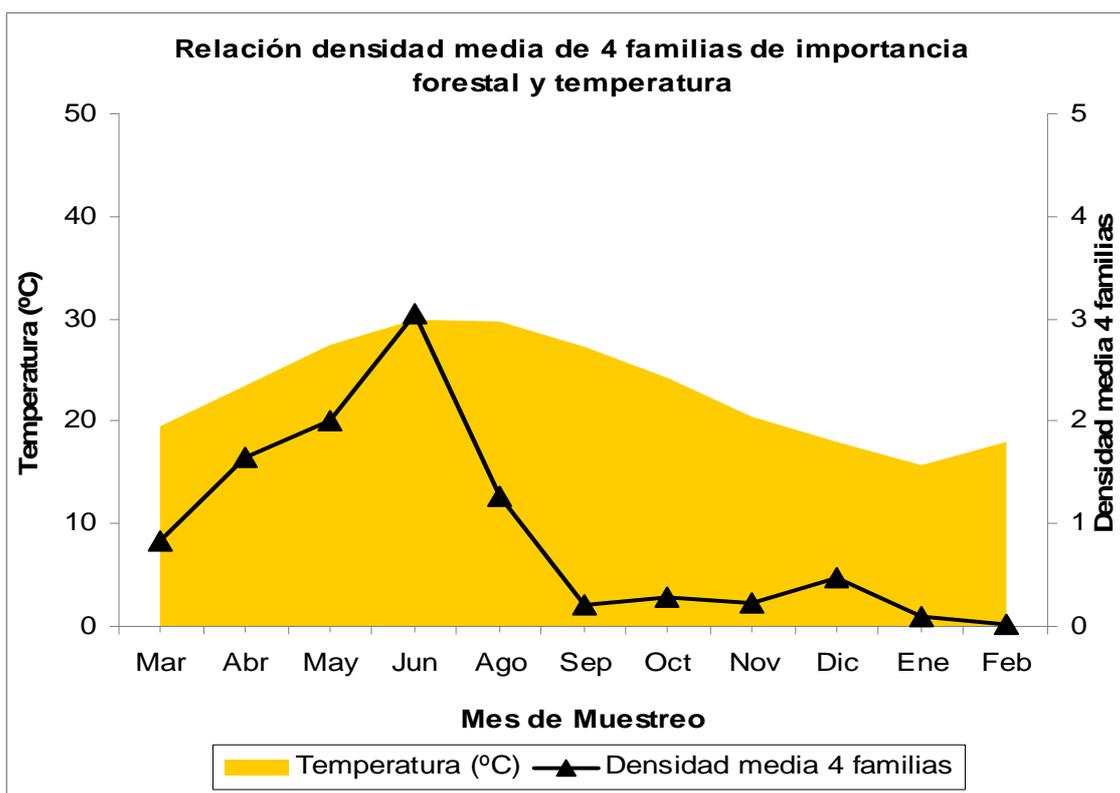


Figura 24. Relación densidad media de cuatro familias de importancia forestal y temperatura durante los meses de muestreo.

### 6.7.2 Relación densidad-precipitación

En la Figura 25 se puede observar la relación densidad media de las cuatro familias de importancia forestal del presente estudio cerambycidae, curculionidae y subfamilias scolytinae y platypodinae ante el factor ambiental precipitación, para los municipios de Monterrey y San Pedro Garza García, NL. durante los meses de muestreo marzo 2010 – febrero 2011 (CONAGUA, 2011). En donde se aprecia una disminución en la densidad de este tipo de artrópodos durante los meses de agosto-septiembre 2010 y mantiene densidades promedio entre 0.2 – 0.5 individuos hasta el mes de enero 2011.

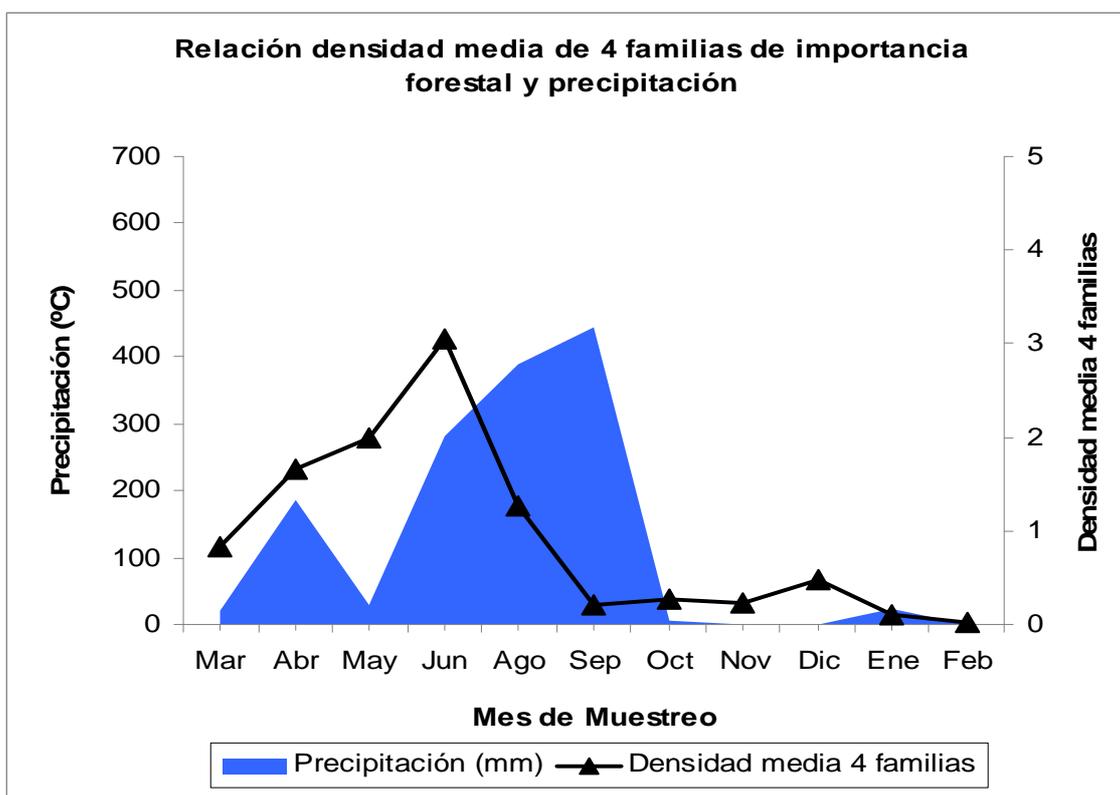


Figura 25. Relación densidad media de cuatro familias de importancia forestal y precipitación, durante los meses de muestreo.

Se analizaron los datos registrados de densidad (DENS) temperatura (TEMP) y precipitación (PRECIP) por medio de la prueba de normalidad Shapiro Wilks, al no cumplir con este requisito se procedió a realizar una normalización de los datos por medio del logaritmo natural, para posteriormente llevar a cabo la correlación de Pearson con el programa SPSS ver 13.0 (Tabla 7).

### 6.8 Correlación de los factores ambientales temperatura y precipitación comparados con la densidad de insectos de importancia forestal

Tabla 7. Resultados de la correlación de los factores ambientales temperatura (TEMP) y precipitación (PRECIP) comparados con la densidad (DENS).

		DENS	TEMP	PRECIP
<b>DENS</b>	<b>Correlación Pearson (r)</b>	1	<b>0.664*</b>	<b>0.567</b>
	<b>p</b>		<b>0.026</b>	<b>0.069</b>
	<b>n</b>	11	11	11
<b>TEMP</b>	<b>Correlación Pearson (r)</b>	<b>0.664*</b>	1	<b>0.712*</b>
	<b>p</b>	<b>0.026</b>		<b>0.014</b>
	<b>n</b>	11	11	11
<b>PRECIP</b>	<b>Correlación Pearson (r)</b>	<b>0.567</b>	<b>0.712*</b>	1
	<b>p</b>	<b>0.069</b>	<b>0.014</b>	
	<b>n</b>	11	11	11

\*. La correlación es significativa al nivel 0.05

Valores de (r) cercanos a 1 indican un grado de asociación alto.

De acuerdo a los datos obtenidos al comparar las variables densidad (DENS) y temperatura (TEMP), se obtuvo un valor de  $r = 0.664$ , con  $p < 0.05$ , lo cual representa un grado de asociación medio resultando ser el factor ambiental que tiene una correlación ante la presencia de este grupo de invertebrados. Esto puede deberse a que tanto en los insectos como otros organismos ectotérmicos, la temperatura influye

directamente en su actividad y tasa de desarrollo, la cual se basa en la acumulación de unidades calóricas como lo indicado por Zalom y Wilson (1982). Además de acuerdo a lo mencionado por Chiang (1985), el rango óptimo de temperatura para un organismo se encuentra entre la temperatura umbral inferior y superior; fuera de este rango la actividad disminuye hasta casi detenerse, sin que necesariamente cause la muerte. El conocimiento de esta información provee una valiosa herramienta para el manejo de plagas, predecir infestaciones y llevar a cabo programas de manejo o monitoreos (Zalom *et al.*, 1983). Por otro lado al llevar a cabo la correlación de la densidad (DENS) y el factor ambiental precipitación (PREC) estos no presentaron asociación.

## **6.9 Evaluación de la vegetación leñosa**

Con el objetivo de tener una perspectiva general de las características principales de la vegetación en las tres etapas serales, se realizó una evaluación de la comunidad leñosa. En la Tabla 8, se presentan los resultados del análisis de la vegetación leñosa del sitio de CONTROL (abundancia, diámetro, altura y área de copa), encontrando 10 especies representativas, dentro de las cuales las que presentaron mayor abundancia son *Quercus rysophylla*, *Chiococca pachyphylla* y *Cercis canadiensis* con valores de abundancia que van de 0.15 a 0.35 ind/ha; alturas promedio que van de los 3.8 a 5.9 metros de altura y áreas de copa de 2.3 a 2.65 metros respectivamente. Observando que la especie más abundante es *Q. rysophylla*.

Tabla 8. Resultados del análisis de la vegetación leñosa, sitio CONTROL.

SITIO CONTROL					
Especie	Abundancia		Diámetro (cm).	Altura (m).	Área de copa (m).
	Rel	n/ha			
<i>Quercus rysophylla</i>	0.359	700	31.5 ± 27.91	5.31 ± 2.97	2.65 ± 0.97
<i>Chiococca pachyphylla</i>	0.205	400	31.6 ± 28.1	5.96 ± 2.75	3.46 ± 2.06
<i>Cercis canadiensis</i>	0.154	300	13.91 ± 8.31	3.80 ± 1.31	2.33 ± 1.16
<i>Quercus canbyi</i>	0.077	150	48 ± 39.66	10.1 ± 3.40	4.07 ± 1.47
<i>Garrya ovata</i>	0.051	100	15 ± 8.48	3.2	2.4 ± 1.13
<i>Rhus trilobata</i>	0.051	100	5.25 ± 0.35	1.82 ± 0.60	1.33 ± 0.32
<i>Colubrina greggii</i>	0.026	50	15	5.1	2.45
<i>Quercus laeta</i>	0.026	50	9	2.3	1.47
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	0.026	50	7.5	2	1.24
<i>Juniperus flaccida</i>	0.026	50	5.5	2	1.24

\* Las especies que no presentan desviación estándar se debe a la presencia de un solo individuo en los sitios de muestreo.

En la tabla 9, se presentan los resultados del análisis de la vegetación leñosa del sitio INC 1998, encontrando que las especies de mayor abundancia son *Quercus rysophylla*, *Pinus pseudostrobus* y *Cercis canadiensis* con valores de abundancia que van de 0.57 a 0.91 ind/ha; y alturas promedio que van de los 1.93 a 2.38 metros de altura y áreas de copa de 1.93 a 2.38 metros respectivamente. En este sitio podemos observar a *Q. rysophylla* como la especie más abundante seguida de la especie *Pinus pseudostrobus*.

Tabla 9. Resultados del análisis de la vegetación leñosa, sitio INC 1998.

SITIO INC 1998					
Especie	Abundancia		Diámetro (cm).	Altura (m).	Área de copa (m).
	Rel	n/ha			
<i>Quercus rysophylla</i>	0.576	1900	22.97 ± 9.12	7.76 ± 1.85	2.37 ± 0.55
<i>Pinus pseudostrobus</i>	0.318	1050	26.14 ± 11.83	7.36 ± 2.30	2.38 ± 0.72
<i>Cercis canadiensis</i>	0.091	300	19.41 ± 9.71	5.7 ± 2.01	1.93 ± 0.66
<i>Cedrum sp.</i>	0.015	50	6	2.5	0.9 ± 0.95

\* Las especies que no presentan desviación estándar se debe a la presencia de un solo individuo en los sitios de muestreo.

En la Tabla 10, se presentan los resultados del análisis de la vegetación leñosa del sitio de INC 2006, encontrando dentro de las especies de mayor abundancia a *Quercus rysophylla*, *Cercis canadiensis* y *Pinus pseudostrobus* con valores en diámetro que van de 5.66 a 25.36 cm, alturas promedio que van de los 0.91 a 4.29 metros y áreas de copa de 0.56 a 1.25 metros respectivamente.

Tabla 10. Resultados del análisis de la vegetación leñosa, sitio INC 2006.

SITIO INC 2006					
Especie	Abundancia		Diámetro (cm).	Altura (m).	Área de copa (m).
	Rel	n/ha			
<i>Quercus rysophylla</i>	0.423	550	25.36 ± 29.20	4.29 ± 3.58	1.25 ± 0.55
<i>Cercis canadiensis</i>	0.423	550	10.86 ± 4.64	3.11 ± 1.33	0.79 ± 0.37
<i>Pinus pseudostrobus</i>	0.115	150	5.66 ± 0.57	0.91 ± 0.12	0.56 ± 0.20
<i>Garrya ovata</i>	0.038	50	6	2	0.35

\* Las especies que no presentan desviación estándar se debe a la presencia de un solo individuo en los sitios de muestreo.

Con el objetivo de dar una interpretación a los valores de las tablas anteriores se generó una representación de la estructura vegetal de los sitios de muestreo con diferentes etapas serales (Figura 26). El sitio CONTROL cuenta con espacios abiertos para la entrada de luz solar, especies vegetales de gran porte y la presencia de cierta cantidad de herbáceas y arbustivas, en el sitio INC 1998 se tiene la presencia de encinos de la especie *Quercus rysophylla* como la especie con mayor abundancia, los cuales tienen la capacidad de rebrotar después de los incendios (Alanis *et al*, 2008), estos pertenecen a un mismo cohorte por lo tanto se encuentran compitiendo por los recursos naturales, sus copas se solapan evitando la entrada de los rayos solares impidiendo que las herbáceas se desarrollen adecuadamente. Por último tenemos al sitio INC 2006 que presenta gran abundancia de especies herbáceas, además los troncos de algunos individuos chamuscados los cuales liberan sustancias que pueden atraer a los escarabajos de importancia forestal.

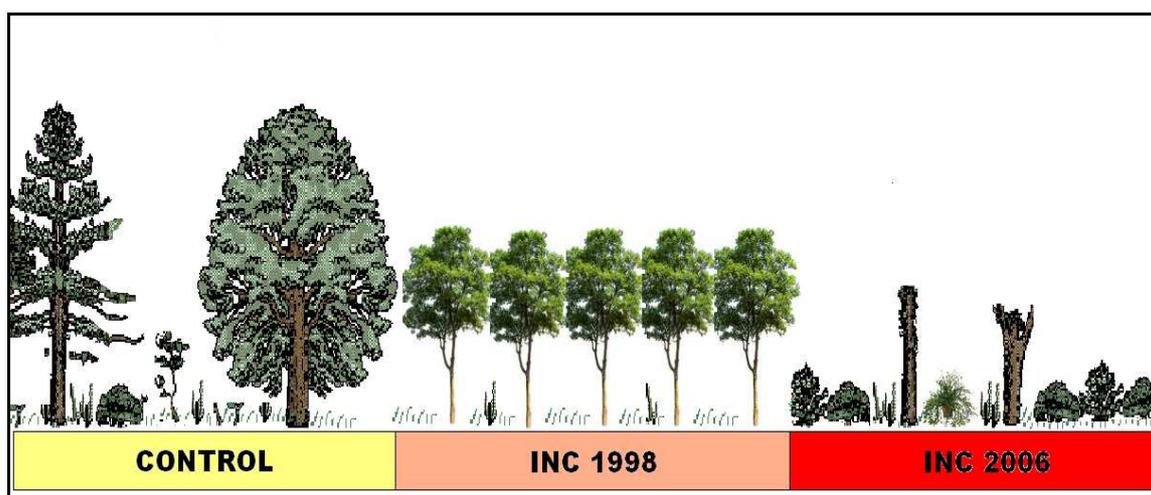


Figura 26. Representación de la estructura vegetal los sitios de muestreo en diferentes etapas serales (CONTROL, INC 1998 e INC 2006).

## 6.10 Diversidad de insectos de importancia forestal y plantas leñosas

A continuación se presenta los resultados de diversidad obtenidos mediante el índice de Shannon para los insectos de importancia forestal (familias cerambycidae y curculionidae) y las plantas leñosas (Figura 27).

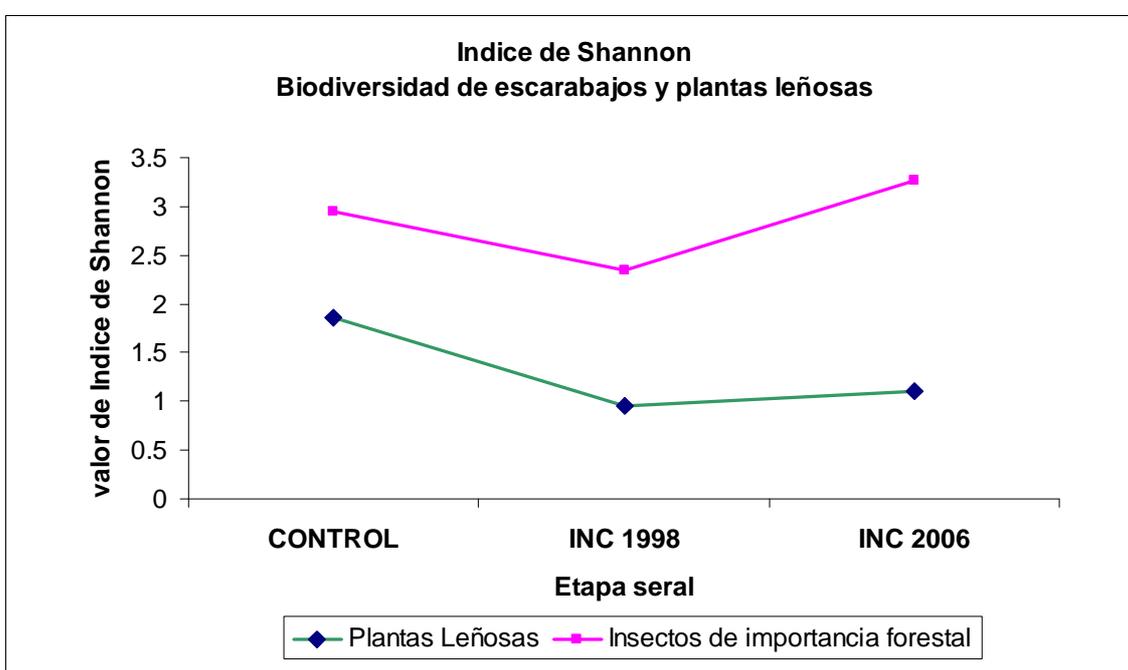


Figura 27. Resultados del índice de diversidad de Shannon; Plantas leñosas e insectos del orden coleóptera, en los tres sitios de estudio.

Los insectos de importancia forestal presentaron su mayor diversidad en el sitio INC 2006 ( $H' = 3.26$ ) ya que posiblemente les favorezca la presencia de espacios abiertos por donde penetra mayor cantidad de luz, esto puede ser causado por los componentes estructurales de la vegetación, ya que durante los primeros años post-incendio se incrementa la riqueza de especies vegetales con la colonización de plantas oportunistas como pueden ser las plantas herbáceas las cuales se

encuentran en mayor proporción en este sitio, estas suelen encontrarse en las primeras fases de la sucesión vegetal y ayudan a la fijación del nitrógeno gracias a la simbiosis que establecen con cierto tipo de bacterias y hongos (Martínez y Herranz, 1999; Rivera *et al.* 2005). Por otro lado Keynas y Gurlan, (2008), encontraron dentro de sus resultados en áreas incendiadas con 1, 5 y 21 años, que la densidad y riqueza de insectos decreció de acuerdo al avance de la etapa seral como los resultados obtenidos para los sitios CONTROL ( $H' = 2.95$ ) e INC 1998 ( $H' = 2.35$ ) debido a que es un sitio donde los elementos leñosos presentan una alta densidad (3,300 n/ha) y la copa se solapa dejando poca entrada a los rayos solares lo cual limita la presencia de herbáceas e insectos asociados a ellas.

Finalmente se presenta el sitio CONTROL con el valor de diversidad vegetal más elevado ( $H' = 2.95$ ). Una explicación de la alta diversidad es que el bosque presenta menor densidad de árboles (1950 n/ha) que el incendiado en 1998 (3,300 n/ha) lo cual permite la entrada de rayos solares y la presencia de espacios aprovechados por diversas especies vegetales lo que genera un sitio en el cual el sotobosque se puede desarrollar adecuadamente. Esta información concuerda con lo mencionado por Dorado y Arias (1998) quienes mencionan que existen cambios significativos en la diversidad de fauna (dispersores de semillas, polinizadores, descomponedores, herbívoros, carnívoros y otras formas de vida) durante el avance de los gradientes serales.

De acuerdo a la vegetación, se tiene que los sitios incendiados INC 1998 ( $H' = 0.96$ ) e INC 2006 ( $H' = 1.1$ ) presentan menor diversidad que el sitio de referencia CONTROL ( $H' = 1.86$ ). Una posible explicación sería que no todas las especies vegetales tienen la capacidad de resistir la acción del fuego, o bien, no tienen la capacidad de rebrotar después de éste. Así que solo persisten pocas especies (*Quercus rysophylla*) principalmente como lo mencionado por Alanís *et al.* (2008) quienes mencionan que el género *Quercus* tiene como estrategia evolutiva regenerar asexualmente por medio

de rebrotes. Además podemos mencionar que la diversidad estructural es un buen indicador de la biodiversidad que alberga un ecosistema determinado (Kint *et al.* 2000). Así, un bosque que presente un arbolado de similar tamaño y edad, un número reducido de especies, o una distribución espacial regular, previsiblemente ofrece un menor número de nichos ecológicos que un bosque con una estructura más diversa (Ruíz *et al.* 2007), como es el caso del sitio INC 1998 (3,300 n/ha) el cual cuenta solo con cuatro especies representativas presentando el valor menos significativo en cuanto refiere a biodiversidad ( $H' = 0.96$ ) con respecto a las dos etapas serales evaluadas CONTROL (1,950 n/ha) e INC 2006 (1,300 n/ha).

Las variaciones en las condiciones de temperatura y humedad que ocurren en sitios post-incendio pueden modificar la presencia de cierto tipo de invertebrados (Morón, 2005). Debido a que la diversidad de una comunidad depende también de interacciones ecológicas locales (Quintana *et al.* 1993). Esto es particularmente relevante cuando se estudian los gradientes serales, durante los cuales no solo cambia la fisionomía, diversidad, cobertura y estructura de la vegetación, sino que también se modifica la diversidad de la fauna (Dorado y Arias, 1998). Como es el caso de la entomofauna al encontrarse en sitios con diferentes tipos de requerimientos para su supervivencia (Paleólogos *et al.* 2008).

## 7. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación, mostraron similitud con otros estudios respecto a los órdenes, familias y subfamilias de insectos registrados durante las fechas de muestreo. Siendo el orden coleóptera el más representado.

Los dos tipos de tratamiento utilizados, no presentaron diferencia significativa para la captura de insectos incluyendo las familias de importancia forestal cerambycidae, curculionidae, scolytinae y platypodinae (Coleóptera). Por lo tanto se recomienda el uso de la trampa con tratamiento de anticongelante para investigaciones bajo condiciones similares ya que tiene la misma efectividad y representa un menor costo. Además el anticongelante comercial utilizado en las trampas artesanales tiene la capacidad de conservar las muestras entomológicas por más de dos semanas.

Las familias cerambycidae, curculionidae y la subfamilia scolytinae (Coleóptera) fueron los insectos más representativos del estudio y son considerados de importancia forestal. Las densidades de estos insectos presentaron diferencia en su distribución temporal a través del año evaluado. Las mayores densidades se registraron en los meses de mayo y junio y después de septiembre tuvieron una incipiente presencia.

El factor ambiental que presenta una correlación con la presencia del grupo de los coleópteros de importancia forestal de las familias cerambycidae, curculionidae y las subfamilias scolytinae y platypodinae es la temperatura de acuerdo a la fluctuación de las densidades durante los meses del muestreo. El conocimiento de la biología de este tipo de artrópodos provee una valiosa herramienta para el manejo de plagas

tanto para predecir infestaciones, programar medidas de manejo o llevar a cabo monitoreo efectivos.

La vegetación leñosa juega un rol determinante en la presencia de la diversidad de insectos. Cuando existe escasa vegetación leñosa de porte alto, las especies herbáceas y sotobosque dominan el paisaje, generando condiciones lumínicas de nicho y alimento para la alta presencia de insectos (CONTROL e INC 2006). Por el contrario, en áreas de alta densidad de árboles donde el área foliar se solapa, existe escasa presencia de herbáceas y sotobosque, lo que da condiciones desfavorables para la presencia de insectos (INC 1998).

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Adams A. S., Six D. L., 2007. Temporal variation in mycophagy and prevalence of fungi associated with developmental stages of *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology* 36(1): 64-72.
- Afif K. E., Oliveira P. J., 2006. Efectos del fuego prescrito sobre matorral en las propiedades del suelo. *Invest. Agrar: Sist Recur For* 15 (3): 262-270.
- Alanís F. G., González Á. M., Guzmán L. M., Cano C. G. 1995, Flora representativa de Chipinque, Parque Chipinque, Monterrey NL. México.
- Alanís R. E. Jiménez P. J., Espinoza V. D., Jurado Y. E., Aguirre C. O., González T. M., 2008. Evaluación del estrato arbóreo en un área restaurada post-incendio en el Parque Ecológico Chipinque. Chapingo, México. Vol. XIV. núm. 2.
- Alanís R. E., Aguirre C. O., Jiménez P. J., Pando M. M., Treviño G. E., Aranda Ramos R., Canizales V. P., 2010. Efecto de la severidad del fuego sobre la regeneración asexual de especies leñosas de un ecosistema mixto (*Pinus-Quercus*) en el Parque Ecológico Chipinque, México, *Interciencia* (35) núm. 9, Sept. pp. 690-695.
- Aukema, B. H., Werner, R., Haberkern A., Illman B. L., Clayton M. K., Raffa K. F. 2005. Quantifying sources of variation in the frequency of fungi associated with spruce beetles: Implications for hypothesis testing and sampling methodology in bark beetle–symbiont relationships Department of Entomology, Madison, Forest Ecology and Management. 217: 187-202.

- Barrera J. F., Montoya P., Rojas J., 2006. Bases para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. ISBN 970-9712-28-4 pp. 1-16.
- Barrio M., Loureiro M., Chas M. L., 2007. Aproximación a las pérdidas económicas ocasionadas a corto plazo por los incendios forestales en Galicia en 2006, Economía Agraria y Recursos Naturales, ISSN: 1578-0732. Vol. 7, 14, pp. 45-64.
- Bautista R. J., Treviño Garza E., Návar C. J., Aguirre C., Cantú S. I. 2005. Caracterización de combustibles leñosos en el ejido Pueblo Nuevo, Durango. Revista Chapingo. año/vol. 11 núm 001.
- Bentz, B. J., Six D. L., 2006. Ergosterol content of fungi associated with *Dendroctonus ponderosae* and *D. rufipennis*, USDA. Ann. Entomol. Soc. Am. 99(2): 189-194.
- Billings R. F., Clarke S. R., Espino M. V., Córdón C. P., Meléndez F. B., Ramón C. J., Baeza G. 2004. Gorgojo descortezador e incendios: una combinación devastadora para los pinares de América Latina, UNYSALVIA núm. 217, Vol. 55, 2004.
- Bumrungsri S., Beaver R., Phongpaichi S., Sittichaya W., 2008. The infestation by an exotic ambrosia beetle, *Euplatypus parallelus* of Angsana trees in Southern Thailand. Songklanakarin Journal. 30(5): 579-582, Sept-Oct.
- Burgos S., A., Equihua M., A. 2007. Platypodidae y Scolytidae de Jalisco, México, Universidad Autónoma de Morelos. Dugesiana 14(2): 59-82.
- Byers, J. A. 1989. Chemical ecology of bark beetles. Experientia 45:271-283.

- Capulín G. J., Mohedano C. L., Razo Z. R., 2009. Cambios en el suelo y vegetación de un bosque de pino afectado por incendio, *Terra Latinoamericana*: 28: 79-87.
- Chiang H., 1985. Insects and their environment. Pp. 128-161. En: Pfadt R. E. *Fundamentals of Applied Entomology*. MacMillan Publishing Company, NY, USA.
- Cibrián D., Méndez T., Campos R., Yates III H.O., Flores J.E. 1995. *Insectos forestales de México* Universidad Autónoma de Chapingo.
- Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, CONABIO, 2002. Estado actual y dinámica de los recursos forestales de México, *Biodiversitas* 41: 8-15.
- Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, CONABIO, 2008. *Capital natural de México*, Compiladores: Sarukhán J., Soberón J., Halffter G., Llorente J. Ejecutivo Federal, México.
- Comisión Nacional Forestal, CONAFOR, 2001. Programa Estratégico Forestal para México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Cortés O. A., Chuvieco S., E. 2005. Cartografía de tipos de combustible en una región del Durango, México, mediante imágenes de satélite, *GeoFocus* 5, núm. 5, pp. 129-155. ISSN: 1578-5157.
- Coyle, D. R., Booth, D. C., Wallace, M. S., 2005. Ambrosia beetle species, flight and attack on living Eastern Cottonwood trees, Wisconsin, *J. Econ. Entomol.* 98(6): 2049-2057.

- Cuéllar R. L., Treviño G. E., Aguirre C. O., Jiménez P. J. 2007. Distribución de los principales insectos de importancia forestal en el estado de Nuevo León, UANL, México, UMSNH.
- Delalibera I., Handelsman, J., Raffa K. F., 2005. Contrasts in Cellulolytic activities of gut microorganisms between the wood borer, *Saperda vestita* and the bark beetles, *Ips pini* and *Dendroctonus frontalis*. Wisconsin, Environ. Entomol. 34(3): 541-547.
- Díaz N. V., Sánchez M. G., Gillette N., 2006. Respuesta de *Dendroctonus mexicanus* a dos isómeros ópticos de verbenona. Agrociencia 40: 349-354.
- Domínguez S., B., Macías S., J. E., Ramírez M., N., León C., J. L. 2008. Respuesta Kairomonal de coleópteros asociados a *Dendroctonus frontalis*. Revista Mexicana de Biodiversidad 79:175-183.
- Dorado O., Arias D. M., 1998. Reforestar o restaurar para la recuperación ambiental, Inventio pp 39.
- Escuin S., Fernández P., Navarro R. M., 2002. Aplicación de escenas Landsat a la asignación de grados de afectación producidos por incendios forestales, Revista de Teledetección 17: 77-87.
- Fernández S., Cordero J., 2005. Evaluación de atrayentes alcohólicos en trampas artesanales para el monitoreo y control de la broca del café, Bioagro 17(3): 143-148.
- Fierke M. K., Stephen F. M., 2007, Red oak bores (Coleoptera: Cerambycidae) flight trapping in the Ozark National Forest, Arkansas, Florida Entomologist 90(3) pp. 488.

- Flores L. J., 1977. Estudio de la fluctuación de poblaciones del complejo de escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* en la Sierra Madre Oriental. Tesis inédita, "ITESM".
- Flores Á. J., 1999. Contribución al diagnóstico de los insectos fitófagos de los bosques de coníferas de la subprovincia fisiográfica Sierra Plegada Coahuila, México. UANL, tesis inédita.
- Fonseca G. J., Llanderal C., Cibrián T. D., Eqihua M. A., De los Santos P. H., 2009. Secuencia de arribo de coleópteros en árboles de *Pinus montezumae* dañados por incendios. Rev. Ciencia Forestal en México, Vol. 34 núm. 106.
- Fonseca G. J., De Los Santos P. H., Llanderal C. C., Cibrián T. D., Rodríguez T. D., Várgas H. J, 2008. *Ips* e insectos barrenadores en árboles de *Pinus montezumae* dañados por incendios forestales. Madera y Bosques 14(1): 69-80.
- García, E., 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- García R., Riera R., Rondón J., Contreras M., Moncada N., Rojas E., 2005. Evaluación de alternativas como atrayentes alcohólicos de la broca del café. Agroalimentación y Desarrollo Sustentable. Núm. 7 Art. 3 pp. 23-31.
- Gaylord, M. L., Kolb, T. E., Wallin, K. F., Wagner, M. R., 2006. Seasonality and Lure preference of Bark Beetles and Associates in a Northern Arizona Ponderosa Pine Forest. Arizona U., Community and Ecosystem Ecology 35(1):37-47.
- Giraldo L. A., Zapata M., Montoya E., 2006. Estimación de la captura y flujo de carbono en sivopastoreo de *Acacia mangium* asociada con *Brachiaria dyctioneura* en Colombia. Pastos y Forrajes, Vol. 29, núm. 5.

- González C. J., 1986. Revisión taxonómica y notas ecológicas de Scolytidae y Platypodidae (Coleóptera) en el municipio de Iturbide NL. México, Facultad de Ciencias Biológicas UANL. Tesis inédita.
- González T. M.; Himmelsbach, W.; Jiménez, J.; Müller, B., 2005. Reconstruction of fire history in pine-oak forests in the Sierra Madre Oriental, Mexico. *Forestarchiv* 76: 138-143.
- González T. M., Schwendenmann L., Jiménez P. J., Himmelsbach W., 2007. Reconstrucción del historial de incendios y estructura forestal en bosques mixtos de pino-encino en la Sierra Madre Oriental. *Madera y Bosques* 13(2): 51-63.
- González T., M. A., Schwendenmann, L., Jiménez P. J., Schulz, R., 2008. Forest structure and woody plant species composition along a fire chronosequence in mixed pine-oak forest in Sierra Madre Oriental, Göttingen, Germany. *Forest Ecol. and Management* 256: 161-167.
- Granados S. D., López R. G., Hernández G. M., Sánchez G. A., 2004. Ecología de la fauna silvestre de la Sierra nevada y la Sierra del Ajusco. *Revista Chapingo* año/vol. 10, núm. 002.
- Grimaldi, D. A., Engel M. S., 2005. *The evolution of insects*, Cambridge University Press, Cambridge.

Hernández A. R., Pérez F. V., Sánchez P. G., Castellá S. J., Palencia A. J., Gil B. J., Ortiz S. A., 2007. Ensayos de trapeo de escolítidos perforadores subcorticales en pinares mediante el uso de feromonas. *Ecología*, núm. 21: 43-56.

Hulcr, J., Mogia, M., Isua, B., Novotny, V., 2007. Host specificity of ambrosia and bark beetles in a New Guinea rainforest. *Michigan, Ecological Entomology* 32: 762-772.

Hulcr J., Beaver R. A., Puranasakul W., Dole S. A., Sonthichai S., 2008. A comparison of bark and ambrosia beetle communities in two forest types in northern Thailand (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae. *Environ. Entomol.* 37(6): 1461-1470.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI, 1986. Síntesis Geográfica del Estado de Nuevo León. pp. 170.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI 1986. Carta edafológica escala 1:1'000,000 del estado de Nuevo León.

Jacobi W. R., Koski R. D., 2007. Association of *Ophistoma novo-ulmi* with *Scolytus schvyrewi* (Scolytidae) in Colorado, *Plant Disease/ March*, pp. 245.

Jiménez J., Aguirre O., Kramer H., 2001. Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino-encino en el norte de México. *Investigación Agraria Vol. 10(2)*: 359.

- Jiménez, J., 2005. Manual de Dendrometría. Facultad de Ciencias Forestales, UANL.
- Kaynas B. Y., Gurkan B., 2008. Species richness and abundance of insects during post-fire succession of a *Pinus brutia* forest in Mediterranean region, Polish Journal of Ecology núm. 56(1): 165–172.
- Kint, V., Lust N., Ferris, R., Olsthoorn, A. F., 2000. Quantification of forest stand structure applied to Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Forests. Invest Agrar: Sist Recur For. Fuera de Serie núm. 1: 147-167.
- Leiva J. A., Rocha O. J., Mata R., Gutierrez S. M., 2009. Cronología de la regeneración del bosque tropical seco en Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, II. La vegetación en la relación con el suelo. Rev. Biól. Trop. Vol. 57(3): 817-836, Sept.
- López A. A., Rincón D., F., 2006. Diseño de un olfatómetro de flujo de aire para medir respuestas olfativas de insectos de tamaño mediano y pequeño. Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria 7(1): 61-65.
- López S. F., De las Heras J., González O. A. I., García M. F. A., Moya N. D., 2005. Los claros tempranos realizados en masas procedentes de la regeneración natural post incendio mejoran el crecimiento como una consecuencia de una mayor disponibilidad de nitrógeno. Depto. de producción vegetal y tecnología agraria. Universidad de Castilla, La mancha.
- Márquez L. J., 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos, Universidad Autónoma de Hidalgo, Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa Núm. 37: 385-408.

- Martínez S. J., Herranz J. M., 1999. Importancia de las leguminosas en las primeras etapas de la sucesión vegetal en un pinar quemado de la provincia de Albacete, Invest. Agr: Sist. Recur. For. Dic.
- Méndez B. A., 2008. Lista preliminar de órdenes y familias de insectos en la cuenca hidrográfica de la Cana, Las Tunas, Fitosanidad, Vol. 12 núm 3, sept. pp. 135-142.
- Mestre N. N., Rodríguez V. D., Novoa F. N., Hidalgo G. M., Herrera O. P., 2006. Insectos de interés agrícola presentes en ecosistemas naturales de la Sierra de los órganos, Pinar del Río Cuba, Centro Agrícola, año 33, núm. 3 jul.-sept.
- Miller D. R., Asaro, C., Berisford, C. W., 2005. Attraction of southern pine engravers and associated bark beetles to Ipsenol, Ipsdienol, and Lanierone. USDA-Forest Service, J. Econ. Entomol 98(6): 2058-2066.
- Miranda R., 2004. Determinación de las áreas de riesgo a incendios forestales del Parque Ecológico Chipinque, Nuevo León. En: Villeres, L. y López, J. Incendios forestales en México, métodos de evaluación. Centro de Ciencias de la Atmosfera, Universidad Nacional Autónoma de México pp. 99-106.
- Monzó C., Vanaciocha P., Outerelo R., Ruíz T. I., Dorosa D., Pina T., Castañera P., Urbaneja A., 2005. Catalogación de especies de las familias Carabidae, Cicindelidae y Staphylinidae. España. Bol. San. Veg. Plagas, 31: 483-492.
- Moreno C., 2001. Diversidad de quirópteros en un paisaje del centro de Veracruz, México. Tesis profesional de Doctorado. Instituto de ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México pp. 150.
- Morón R. A., 2005. Los efectos del manejo forestal en la fauna de invertebrados del suelo, Ciencia y Tecnología en la frontera, Año II, núm 3, jul.-dic.

Morrison P. H., Swanson F. J., 1990. Fire history and pattern in a Cascade Range landscape. USDA Forest Service General Technical Report PNW-CTR, 25.1. Pacific Northwest Research Station. Portland, Oregon.

Myers R. L., 2006. Convivir con el fuego, The nature conservancy.

Nájera R., 1997. Caracterización ecológica del Parque Ecológico Chipinque ubicado en los municipios de San Pedro Garza García y Monterrey Nuevo León, México. Tesis inédita, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT-2006.

Paleólogos M. F., Flores, C. C. Sarandón S. J., Stupino S. A., Bonicatto M. M., 2008. Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina, *Rev. Bras. de Agroecología*. 3(1): 28-40.

PECh; Parque Ecológico Chipinque, 2009. Caracterización biótica y abiótica del Parque Ecológico Chipinque. PECh.

Pérez de la Cruz M., Equihua M. A., Romero N. J., Sánchez S. S., García L. E., Bravo M. H., 2009. Escolítidos asociados al agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Neotropical Entomology*. Sept-Oct.

Pureswaran D. S., Sullivan, B. T., Ayres, M. P., 2006. Fitness consequences of pheromone production and host selection strategies in a tree-killing bark beetle. *USDA Forest Service. Ecology* 148: 720-728.

- Quintana A. P., González E. M., 1993. Afinidad fitogeográfica y papel sucesional de la flora leñosa de los bosques de pino-encino de los altos de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana*, 21: 43-57.
- Ramos A. Y., Siebe G. Ch., 2006. Estrategia para identificar jales con potencial de riesgo ambiental en un distrito minero: estudio de caso en el Distrito de Guanajuato, México. Facultad de Ingeniería en Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* Vol. 23, núm. 1, pp. 54-74.
- Reinel H. E., Ospina A. K., 2008. Insectos benéficos asociados a cultivos de heliconias en el eje cafetero colombiano, *Bol.Cient.mus.hist.nat.* Vol. 12 pp. 157-166.
- Rivera C. M., Trujillo N. A., Miranda de la Cruz A., Maldonado Ch. E., 2005, Evaluación toxicológica de suelos contaminados con petróleos nuevo e intemperizado mediante ensayos con leguminosas, *Interciencia*, Vol. 30 núm. 6.
- Rivero A., 2006. Estudios de diversidad de insectos en la región Jibacoa Hanabanilla. *Macizo Guamuhaya, Centro Agrícola*, año 33, núm. 2, abr-jun.
- Rodríguez R. 1994. Análisis de la fitodiversidad (Sinusias: arbórea y arbustiva) de dos comunidades de matorral espinoso tamaulipeco en Linares, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL. pp. 113.
- .
- Rojas M. P., 1965. Generalidades sobre la vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora, México, D. F.
- Romero L. Angel A., Arzuffi R., Morón M. A., 2005. Feromonas y atrayentes sexuales de coleópteros de importancia agrícola, *Folia entomológica Mexicana*, Año/Vol 44, núm. 002.

- Ross A. H., 2000. American insects: a handbook of the insects of America north of Mexico, 2<sup>nd</sup> Edition.
- Ruíz M. J., Andrés C. J., Varela E., Ramos E., Robles A., González R. J., 2007. Los clareos en áreas cortafuegos: una herramienta para incrementar la biodiversidad. Wildfire.
- Rzedowski J., 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
- Rzedowski J., 1992. Diversidad y orígenes de la flora fanerógamica de México. Ciencias, Nov.
- Sánchez P. G., Dieste O. J., Revenga F. G., Vela L. A., Chavarría S. A., García O. C., González R. E., 2008. Modelización mediante GIS y uso de feromonas en explosiones poblacionales de escolítidos perforadores de coníferas. Aplicación al postincendio de Guadalajara, Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 26: 51-58.
- Shannon C., 1948. The mathematical theory of communication. En C. E. Shannon; W. Weaver (Ed). Univ. of Illinois. Press, pp. 134-154.
- SPSS, Statistical Analysis Software Predictive Versión. 13.0.
- Toledo V. H., Corona A. M., Morrone J. J., 2007. Track análisis of the Mexican species of Cerambycidae (Insecta: Coleóptera), Revista Brasileira de Entomología. 51(2): 131-137.
- Triplehorn Ch. A., Johnson N. F., 2005. Borror and Belong's Introduction to the Study of Insects, Thomson Books/Cole, USA.

International Union for Conservation of Nature, IUCN, 2004. The 2004 IUCN red list of threatened species.

Villalobos E., Blanco M. H., 2006. Uso de trampas con kairomona para el manejo de broca de la areca en la palmera *Crhysalidocarpus* sp. Manejo integrado de plagas y agroecología Costa Rica núm. 78.

Whelan R. 1995. The ecology of fire, Cambridge University Press pp 346.

Werner R. A., 2002. Effect of ecosistema disturbance on Diversity of bark and wood-boring Beetles in White spruce ecosystems of Alaska, USDA.

Zalom F., Wilson T., 1982. Degree days in relation to an integrated pest management program. Division of Agricultural Sciences, University of California, Davis, CA, USA. pp 2.

Zalom F., Goodell P., Wilson L., Barnett W., Bentley W., 1983. Degree-days: the calculation and use of heat unit in pest management. Division of Agricultural and Natural Resources, University of California, Davis, CA. USA pp. 10.

Recursos Electrónicos

Comisión Nacional del Agua "CONAGUA" 2011: <http://www.cna.gob.mx/>

Jornada, 2006, UICN. [www.iucn.org/themes/ssc/red\\_list\\_2004/main:EN.htm](http://www.iucn.org/themes/ssc/red_list_2004/main:EN.htm).

PHEROTECH, Inc. <http://www.contech-inc.com/>

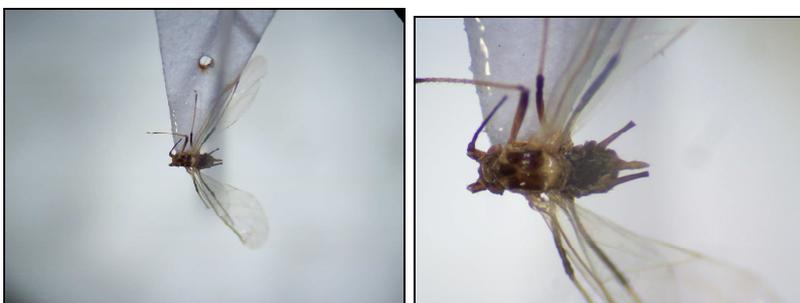
## 9. ANEXO I: DESCRIPCIÓN DE LAS FAMILIAS IDENTIFICADAS

### Familia Acrididae (Saltamontes) Orden Orthóptera



Esta familia incluye la mayoría de los saltamontes es muy común a los lados de los caminos. Las antenas son usualmente mas cortas que el cuerpo, los tímpanos se encuentran en los lados del primer segmento abdominal, los tarsos tienen tres segmentos y el ovipositor es corto. Muchos son de color gris o café incluso algunos tienen colores brillantes en las alas. Estos insectos comen de las plantas causándoles grandes daños. Muchas especies pasan el invierno en sus huevos ocultos dentro de la vegetación. Muchos machos en este grupo “cantan” durante el día rozando su fémur trasero debajo de la parte baja de las alas.

### Familia Aphididae (Áfidos) Orden Homóptera



Los áfidos constituyen un gran grupo de pequeños insectos de cuerpo suave, los cuales son encontrados comúnmente en gran número, se alimentan extrayendo la savia de las hojas de las plantas. Forman grupos, en los cuales pueden ser encontrados todos los estados de desarrollo. Los miembros de esta familia pueden usualmente ser reconocidos por su forma característica y además por un par de cornículos en la parte posterior del abdomen, y un largo par de antenas. Las formas aladas pueden ser reconocidas por la venación y el tamaño relativo de las alas delanteras y traseras. Las alas del resto se encuentran generalmente de forma vertical sobre el cuerpo. Los cornículos de los áfidos le sirven para secretar un fluido de defensa en caso de sentirse amenazados. Además secretan azúcares por el ano la cual se vuelve una sustancia pegajosa, este es un alimento muy consumido por muchas hormigas y otras especies de insectos. Los principales predadores de áfidos son las catarinas y las larvas de algunos sírfidos. Los áfidos son vectores de un número importante de enfermedades de las plantas de frijol, pepinos, azúcar de caña y papa entre otras.

#### **Familia Apidae (abejorros) Orden Hymenóptera**



Estos pueden ser reconocidos por su cuerpo robusto y su coloración negra y amarilla algunos tienen tonalidades naranjas y blancas. Son insectos relativamente grandes de más de 20 mm o más de largo. Los abejorros son insectos muy comunes, además son importantes polinizadores. Muchos de estos insectos tienen sus nidos en la tierra,

las generaciones se presentan de forma anual. En sus nidos colectan alimento, cera y polen siendo utilizados para el cuidado de sus larvas.

### **Familia Beraeidae Orden Trichóptera**

Estos insectos son similares a las palomillas en su apariencia, poseen antenas largas y delgadas muchas especies tienen colores cafés, algunas poseen patrones definidos. Las larvas se pueden alimentar de tejido vegetal vivo o muerto, la importancia de estos insectos radica en el hecho de que son una parte importante de la alimentación de muchos peces u otros animales acuáticos. Esta familia contiene solo tres especies en Norteamérica, en el género *Beraea*, el cual se encuentra en el Noreste y en Georgia. Los adultos son cafés y alrededor de 5 mm de largo. Las larvas tienen forma curvada.

### **Familia Blattellidae (Cucarachas) Orden Blattodea**



Este es un gran grupo de pequeñas cucarachas, muchas de las cuales miden 12 mm de largo o menos. Varias especies invaden las casas. Una de las más importantes es la cucaracha germánica *Blattella germanica*, la cual es café brillante con dos barras longitudinales sobre el pronotum. Otra es la *Supella longipalpa*. Un gran número de

estas especies se encuentra al aire libre; la más común de estas es *Parcoblatta* spp. La cual vive en troncos en descomposición.

### **Familia Buprestidae Orden Coleóptera**



Los adultos de este grupo van de 3 -100 mm (Usualmente menos de 20 mm.) de largo algunos tienen colores metálicos verde, azul o negro, especialmente en el lado ventral. Tienen un cuerpo rígido y compacto. Muchos de estos insectos son atraídos por árboles y ramas muertas, otros viven en el follaje. Estos escarabajos corren o vuelan rápidamente siendo difíciles de atrapar. Muchos de los insectos de mayor tamaño son observados en días soleados. Muchas larvas de los buprestidos viven debajo de la corteza atacando a los árboles vivos, causándoles grandes daños de la siguiente forma: los huevecillos son colocados en el interior de la corteza, donde la larva cava un túnel dañando sus tejidos, las galerías que podemos encontrar en la madera poseen una forma oval.

## Familia Carabidae Orden Coleóptera



Esta es la tercera familia con mayor número de ejemplares de escarabajos de Norteamérica (Staphylinidae y Curculionidae son mas grandes), con más de 2,600 especies agrupadas en 189 generos. Sus miembros poseen considerables variaciones en tamaño, forma y color. Muchas especies son oscuras y algunas otras manchadas, con élitros estriados.

Los escarabajos de la tierra son comúnmente encontrados bajo las piedras, hojas, corteza o corriendo sobre el suelo. Cuando son molestados corren rápidamente, o incluso vuelan. Muchas especies se ocultan durante el día y se alimentan en la noche. Otras especies son atraídas por las luces. Otras son predadoras de otros insectos, aunque muchos pueden llegar a ser benéficos.

Aunque pocos carabidos se alimentan de las plantas, algunos pueden ocasionar daños ocasionales a árboles, arbustos y semillas.

## Familia Cerambycidae “Longicornios” Orden Coleóptera



Esta familia contiene alrededor de 900 especies en 300 géneros en Estados Unidos y Canadá sus miembros son fitófagos. Muchos de ellos son alargados y cilíndricos, poseen unas grandes antenas, los ojos son parcial o totalmente divididos, muchos de estos escarabajos poseen colores brillantes. Su tamaño varía de 3 a 60 mm de largo. Los tarsos aparecen con el tercer tarsómero bilobulado, aunque poseen 5 de estos, el cuarto tarsómero es pequeño y encajado en el tercero y puede ser muy difícil de observar.

Se alimentan de flores, algunos son nocturnos y permanecen ocultos en la corteza de los árboles durante el día o descansando en los troncos de los árboles, algunos de estos producen sonidos cuando son molestados. Su larva es muy destructiva para las superficies forestales, ya que suele alojarse dentro de la corteza de los árboles, realizando túneles, los cuales son circulares o de forma oval. Diferentes especies atacan diferentes tipos de árboles.

Esta familia es popular entre los colectores, ya que poseen una variedad de formas al igual que sus coloraciones, es una familia numerosa y algunas de las especies son muy comunes. Cuentan con una variedad de actividades como pueden ser voladores, corredores, algunos pueden realizar un sonido al momento de ser molestados.

### **Familia Ceratocanthidae Orden Coleóptera**



Estos escarabajos son redondos, de colores oscuros, y miden de 5-6 mm de largo, su tibia media y trasera se encuentra grandemente dilatada. Cuando son molestados, estos escarabajos encojen sus patas y antenas formando una masa esférica, y este tipo de posición le permite su desplazamiento. Viven bajo la corteza, en ramas rotas y troncos, y ocasionalmente en las flores.

### **Familia Cercópidae Orden Homóptera**



Son insectos no mayores a 13 mm de largo. Son distinguidos por poseer algunas espinas en la tibia de las patas traseras, son usualmente de color café o gris. Aunque algunas especies poseen un patrón de colores característico. Estos insectos se alimentan de pasto, árboles y plantas herbáceas. Las ninfas forman grandes masas

de espuma en las cuales se encuentran de uno o más cercópidos, esta espuma esta hecha de fluidos excretados por el ano los cuales contienen una sustancia mucilaginosa. Muchas especies de cercópidos atacan a los pastos y herbáceas pero pocas atacan a los árboles.

### **Familia Cicadellidae (Chicharritas) Orden Homóptera**



Las chicharritas constituyen un gran grupo, pueden ser de varias formas, colores y tamaños. Son similares a otros grupos pero estos tienen la peculiaridad de tener una o dos hileras de pequeñas espinas extendiéndose a lo largo de la tibia posterior. Los representantes de este grupo raramente exceden los 13 mm de longitud y la mayoría miden pocos milímetros, algunos poseen brillantes colores y patrones. Las chicharritas viven en casi todo tipo de plantas, se alimentan principalmente de las hojas, el alimento puede ser específico de cada especie al igual que su hábitat.

Muchas chicharritas tienen una sola generación por año pero algunas pocas tienen dos o tres. Pasan el invierno regularmente como adulto o como etapa de huevecillo, dependiendo de cada especie. Este es un grupo importante de plagas el cual causa cinco diferentes tipos de daños: 1) Perforan las hojas causando el amarillamiento o pudrición de las mismas, 2) Interfieren con la fisiología normal de la planta, obstruyendo el transporte de material del xilema y el floema. 3) Realizan la oviposición dentro de las ramas de los árboles causándoles daños. 4) Algunas

especies son vectores de enfermedades hacia las plantas. 5) Muchas especies dañan a las plantas resultando en la inhibición del crecimiento.

### **Familia Cicadidae (Chicharras) Orden Homóptera**



Los miembros de esta familia pueden ser reconocidos por su forma característica, su gran tamaño, y por poseer tres ocelos. Este grupo contiene muchos de los más grandes hemípteros los cuales pueden llegar a los 50 mm y las pequeñas alcanzan los 25 mm de largo. Una notoria característica de las chicharras es su habilidad para producir sonido, el cual es un poco ruidoso. Este sonido es producido por los machos y cada especie posee una secuencia sonora característica. Los sonidos son producidos en un par de timbales localizados dorsalmente a los lados del segmento abdominal en los machos. Muchas chicharras insertan sus huevecillos en las ramas o en los arbustos, el daño principal que ocasionan las chicharras es cuando emerge una gran cantidad de estas al mismo tiempo en una determinada zona, ocasionando daños en la estructura física de las plantas.

### **Familia Cleridae Orden Coleóptera**



Estos escarabajos son de forma alargada y con pubescencias, miden de 3 a 24 mm de largo, y muchos de ellos son muy coloridos. El pronotum es usualmente estrecho como la base de los élitros y algunas veces tan estrecho como la cabeza. Los tarsos son de cinco segmentos pero en muchas especies el primero de los cuatro tarsómeros es muy pequeño y difícil de observar, la antena es usualmente clavada, pero en ocasiones serrada, pectinada o raramente filiforme.

Muchos de estos escarabajos son predadores tanto en su forma de adulto como larva, muchos son comúnmente observados sobre los troncos o ramas. Otros viven en flores o follaje y se alimentan del polen de las flores.

### **Familia Coccinellidae (Catarinas) Orden Coleóptera**



Este es un grupo bien conocido de tamaño pequeño 0.8 a 10 mm de largo, ovales, convexos y coloridos. La cabeza es visible por arriba sobre la expansión del pronotum. Pueden distinguirse de los crisomelidos, aunque ambos tiene formas similares por los tres tarsomeros distintivos. Muchas catarinas son predadoras, tanto en su forma larval como el adulto, se alimentan regularmente de áfidos. Son insectos de poco movimiento y pueden ser observados en grandes agregaciones sobre las hojas de las plantas y árboles.

### **Familia Curculionidae (picudos, gorgojos) Orden Coleóptera**



Los miembros de esta familia se pueden encontrar casi donde sea, existen aproximadamente 3,000 especies en 500 géneros en Norteamérica. Muestran una considerable variación en tamaño, forma y la forma del pico. Este puede estar bien desarrollado en algunas especies. La antena surge alrededor de la mitad del mismo. Todos los miembros de esta familia se alimentan de plantas muertas o vivas siendo considerándos como plagas severas, la larva se alimenta de los tejidos de la planta y los adultos de los frutos y semillas. Existen muchos ejemplares muy coloridos y otros poseen la coloración que le sirve como camuflaje confundiendo con el sustrato siendo difíciles de observar.

El pico es usualmente largo y curvado el cual posee una ranura longitudinal en donde es colocada la antena. Los picudos pueden ser encontrados en flores atacando

las hojas, frutos y cualquier otro lugar de las plantas. Los adultos frecuentemente se entierran en la tierra al verse amenazados.

### **Familia Chrysomelidae Orden Coleóptera**



Estos escarabajos tienen relación con la familia cerambycidae, ambos grupos poseen una estructura tarsal similar y ambos son fitófagos. Los miembros de esta familia usualmente tienen una antena más corta y de forma más oval que los ejemplares de la familia cerambycidae. Los chrysomelidos en el continente americano tienen un tamaño no mayor a los 12 mm. Los adultos se alimentan principalmente de flores y follaje, La larva es fitófaga, alimentándose sobre el follaje, algunas son mineras, otras se alimentan sobre las raíces de las plantas, algunas de las semillas o las ramas. Muchos miembros de la familia representan serias plagas en los cultivos.

### **Familia Cydnidae Orden Hemíptera**

Estos insectos son un grupo de chinches un poco apestosas, con una apariencia general más alargada que el resto de las formas del grupo. Poseen tibias espinosas, son de colores negros o rojizos y menores a 8 mm de largo. Usualmente pueden ser encontrados bajo rocas o raíces. Ya que aparentemente se alimentan de raíces y pastos. La forma más sencilla de colectarlas es colocando atrayentes de luz

artificiales en la noche y colocandolas posteriormente en alcohol para su conservación.

### **Familia Cynipidae Orden Hymenóptera**



Sus miembros pertenecen a un gran grupo de avispas y algunos de ellos son algo comunes. Muchas especies de esta familia atacan a los encinos (*Quercus*) o miembros de la familia Rosaceae. Las hembras ovipositan dentro del tejido meristemático. La larva causa una reacción en el tejido de la planta hospedera la cual forma una gran ampolla, mientras esta se alimenta del tejido y pupa dentro del mismo para posteriormente realiza un hoyo para emerger. Estas ampollas suelen ser de un gran número de formas, las cuales son determinadas por la especie que la habita. Es importante mencionar que muchas de estas agallas siguen creciendo hasta un metro dependiendo del número de oviposiciones causándole gran deterioro físico a los árboles.

Los ciclos de vida son muy complejos, los miembros de esta familia son bisexuales, tanto machos como hembras. Algunos alternan generaciones sexuales y asexuales. Este tipo de insectos tienen la posibilidad de ovipositar dentro de las galerías realizadas por otro tipo de especies, y su larva se alimenta dentro del tejido que se encuentra en el sitio.

## Familia Elateridae Orden Coleóptera



Estos escarabajos constituyen un gran grupo, muchas especies son muy comunes. Tienen la habilidad de realizar un “Click” y saltar. Esto gracias a una espina ubicada en la unión del protorax y mesotorax en la cual se realiza un pequeño movimiento que hace posible el sonido.

Estos escarabajos son usualmente reconocidos por su forma característica. El cuerpo es alargado, usualmente paralelo y redondo en cada extremo. Además las esquinas del pronotum son prolongadas hacia atrás en forma de pico o espina. La antena es usualmente serrada y ocasionalmente filiforme o pectinada. Muchos de estos escarabajos miden de 12 a 30 mm de largo.

Los adultos son fitófagos y viven sobre las flores, bajo la corteza o sobre la vegetación. La larva es muy destructiva se alimenta de semillas y raíces, algodón, cereales. Pero también se pueden alimentar de otros insectos. Se pueden encontrar en la tierra, bajo la corteza o en madera muerta.

### **Familia Erotilidae Orden Coleóptera**



Estos insectos son de forma oval y usualmente son escarabajos brillantes los cuales son encontrados sobre los hongos o la savia. Aunque también pueden ser encontrados sobre la corteza o troncos muertos especialmente cuando esta es invadida por hongos. Muchos de estos insectos poseen patrones brillantes con líneas naranjas, rojas o negras. Las especies mas grandes miden alrededor de 20 mm.

### **Familia Formicidae (hormigas) Orden Hymenóptera**



Este es un grupo muy común y amplio bien conocido por todos. Las hormigas son probablemente los insectos más exitosos. Estos se encuentran prácticamente en cualquier ambiente terrestre. Son fácilmente reconocibles gracias a una distintiva estructura como pedicelio ubicada en el metastoma, que puede ser de uno o dos segmentos formando un lóbulo. La antena es usualmente acodada con el primer

segmento antenal muy largo. Todas las hormigas pertenecen a grupos sociales formando las siguientes castas distinguibles: reina, machos, y trabajadoras. Los hábitos alimenticios son variados. Muchas son carnívoras, alimentándose de la carne de otros animales vivos o muertos, algunas se alimentan de plantas, de hongos, de néctar, miel, y sustancias similares.

### **Familia Gryllacrididae Orden Orthóptera**



Este grupo de insectos es nocturno y se alimenta principalmente de áfidos. El grupo es muy conocido, muchos se alimentan de plantas siendo plagas de las mismas, el cuerpo es alargado y la antena es relativamente larga.

### **Familia Ichneumonidae (icneumónidos) Orden Hymenóptera**



Esta familia es una de las más grandes dentro de la Clase Insecta, con más de 3,300 especies descritas en Norteamérica, y sus miembros están casi donde en cualquier parte. Los adultos tienen un tamaño variable, forma y color, pero la mayoría son muy similares a las avispas. Estas tienen la antena más larga y usualmente más de 16 segmentos y en los icneumónidos solo son de 12 o 13 y carecen de la celda costal en las alas frontales. En muchos icneumónidos el ovipositor es largo, tan largo como el cuerpo y este surge anterior al mesostoma.

Muchos icneumónidos son parasitoides; la larva se refugia en cualquier tipo de cavidades pudiendo alimentarse de los huevecillos de otras especies de insectos pertenecientes a los Ordenes: Coleóptera, Hymenóptera, Díptera, Neuróptera, Mecóptera y también de los sacos de huevecillos de las arañas. Los adultos ovipositan sobre la corteza de los árboles en la cual las larvas realizan su galería y se comporta como ectoparásito o endoparásito dependiendo de la situación, muchos icneumónidos son de especies gregarias.

La familia Icneumonidae está dividida en 24 subfamilias.

### **Familia Lampyridae (Luciérnagas) Orden Coleóptera**



Muchos miembros de este común y bien conocido grupo, poseen luz en los segmentos terminales del abdomen, el color que emiten es verde amarillento.

Regularmente se les puede observar durante las tardes del verano. Son insectos alargados y de cuerpo muy suave, miden de 5 a 20 mm de largo en los cuales el pronotum se extiende sobre la cabeza. Los elitros son suaves y flexibles. La luz es producida por la oxidación de una sustancia llamada luciferina, producida por el insecto. La larva posee hábitos predatorios y se alimenta de varios insectos de pequeño tamaño.

#### **Familia Languriidae Orden Coleóptera**



Estos escarabajos son delgados y alargados, de 2 a 10 mm de largo y usualmente tienen un pronotum enrojecido y élitros negros. La fórmula tarsal es 5-5-5, con el cuarto tarsómero muy pequeño y el tarsómero 1 a 3 densamente pubescente. La antena tiene 11 segmentos con una clava de 3 a 6 segmentos. Los adultos se alimentan de las hojas y del polen de muchas plantas. La larva puede ser nociva para muchas especies de plantas.

### **Familia Meloidae Orden Coleóptera**



Estos escarabajos son usualmente delgados y alargados; los élitros son suaves y flexibles; y el pronotum es estrecho como la cabeza o los élitros. Este grupo tiene la capacidad de expulsar fluidos los cuales contienen cantharadin, una sustancia que puede ocasionar cierto tipo de ampolla sobre la piel.

Muchas especies de estos escarabajos son plagas importantes de la papa, tomate y otras plantas. La larva de muchas especies es considerada benéfica ya que se alimenta de los huevecillos de los saltamontes.

### **Familia Miridae Orden Hemíptera**



Esta es la familia más numerosa del orden Hemíptera, sus miembros se pueden encontrar sobre la vegetación casi en cualquier lugar. Muchas especies se alimentan de las plantas

### **Familia Mordellidae Orden Coleóptera**



Estos escarabajos tienen una forma característica, el cuerpo es algo reducido anterior a posterior la cabeza es localizada en forma ventral y el abdomen posee una forma punteada al final de los élitros. Muchos mordélidos son negros o gris moteado y el cuerpo está cubierto por una densa pubescencia. La mayoría mide de 3 a 7 mm de largo pero hay algunas especies de 14 mm. Estos insectos son comunes en flores, especialmente las compósitas. Son muy activos y corren o vuelan rápidamente cuando son molestados. La larva vive en madera debilitada y en las plantas, algunas son predadoras.

### **Familia Nitidulidae Orden Coleóptera**



Los miembros de esta familia varían considerablemente en tamaño, forma y hábitos. Muchos son pequeños de 12 mm de largo o menos, y cuerpo oval a alargado, en muchos ejemplares los élitros son cortos dejando al descubierto el segmento terminal del abdomen. La antena usualmente tiene una clava de 3 segmentos aparentando ser de cuatro. Muchos nitidúlidos son encontrados en los fluidos fermentados de las plantas o frutos en descomposición. Aunque en ocasiones pueden ser observados en la corteza de las ramas muertas.

### **Familia Noctuidae Orden Lepidóptera**



Esta es la familia más numerosa dentro del orden lepidóptera, con más de 2,900 especies en los Estados Unidos y Canadá. Estas palomillas son principalmente nocturnas y muchas de estas son atraídas por las luces. Son de cuerpo duro con las alas frontales en forma de flecha y las traseras en forma redondeada. Los palpos

labiales son usualmente largos, la antena generalmente plumosa y algunas especies tienen escamas sobre el dorso. La larva se alimenta del follaje o los frutos.

Los noctuidos poseen un par de tímpanos auditivos localizados en la base del metatorax los cuales pueden detectar frecuencias de los 3 a los 100 khz, y su aparente función es para evadir a los murciélagos por la noche.

### **Familia Passalidae Orden Coleóptera**



Esta familia esta relacionada con la familia Lucaenidae, pero difiere en que el mentum del labium es profundamente notado. Los miembros de esta familia son escarabajos sociales y realizan sus colonias en galerías construídas dentro de ramas muertas. Los adultos pueden producir sonidos provenientes de la parte dorsal del abdomen. La larva es estridulada. Los adultos preparan la comida con sus excreciones salivales y alimentan a los jóvenes.

### **Familia Pentatomidae (Chinches apestosas) Orden Hemíptera**



Este es un gran grupo bien conocido y sus miembros son fácilmente reconocidos por su redondeada forma oval, antena de 5 segmentos. Este grupo puede ser separado los demás insectos por tener este tipo de antena. Las chinches apestosas son las más abundantes de las chinches, producen un desagradable olor y muchas de estas especies son de colores llamativos. Esta familia es dividida dentro de 5 subfamilias. Algunas de las especies de esta familia se alimentan de las plantas, otras son predadoras. Sus huevecillos usualmente están armados con espinas colocados en grupos, algunos de estos tienen colores llamativos.

### **Familia Phengodidae Orden Coleóptera**



Este es un pequeño grupo de insectos poco común, cercanamente relacionados con la familia Lampyridae. Muchos son de forma ancha y delgada, con élitros cortos y punteados en la parte posterior del abdomen cubierta únicamente por la membrana.

Miden de 10 a 30 mm y son encontrados sobre el follaje o la tierra. Las hembras adultas no poseen alas, son luminiscentes como la familia Lampyridae, y lucen como una larva, la cual posee hábitos predatorios.

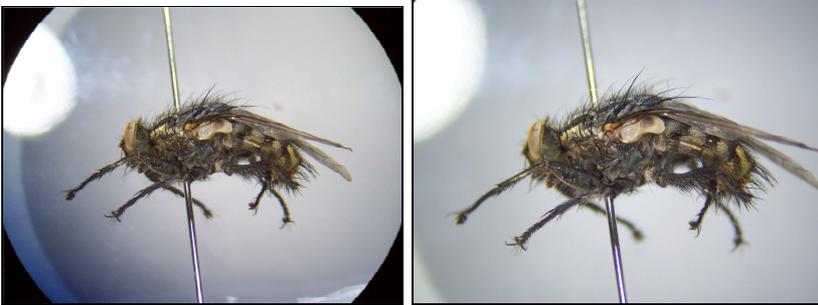
### **Subfamilia Platypodinae Orden Coleóptera**



Los escarabajos de este grupo son alargados, y cilíndricos, tienen la cabeza amplia como en pronotum. Tienen una coloración café y miden de 2 a 8 mm de largo. La fórmula tarsal es 5-5-5 con el primer tarsómero largo como los demás tarsómeros combinados. La antena es corta y geniculada y tiene una clava no segmentada.

Estos escarabajos son perforadores y viven en el interior de los árboles atacando a las coníferas, las larvas se alimentan de hongos los cuales son cultivados en sus galerías.

**Familia Sarcophagidae (Mosca de la carne) Orden Díptera**



Estas moscas son generalmente de una coloración negra-grisácea, con barras negras y grises en la parte torácica (nunca metálica) Los adultos son insectos comunes y se alimentan de varios materiales que contienen azúcar como el néctar, jugos de frutas y miel. La larva varía considerablemente en sus hábitos, pero en general todas se alimentan de material en descomposición. Muchas de estas moscas se alimentan de animales muertos, algunas son parásitos de otros insectos, especialmente de escarabajos y saltamontes. Algunas parasitan vertebrados usualmente desarrollándose en pústulas de la piel e infectan ocasionalmente al ser humano.

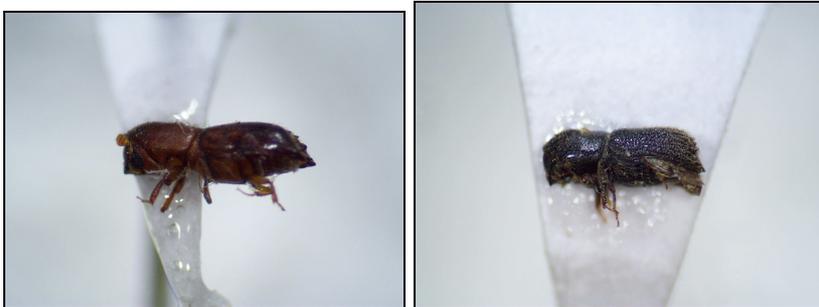
**Familia Scarabaeidae Orden Coleóptera**



Este grupo contiene alrededor de 1,400 especies en Norteamérica, sus miembros regularmente tienen gran tamaño, diferentes colores y hábitats. Estos escarabajos son de cuerpo duro, ovales, alargados, usualmente convexos, su antena tiene de 8 a 11 segmentos y es lamelada, en la cual los últimos tres antenómeros son expandidos en una variedad de estructuras o terminados en un conjunto antenal.

Tienen una considerable variedad de hábitats. Muchos se alimentan del estiércol o de materia en descomposición, algunos viven en nidos y guaridas de vertebrados o nidos de las termitas. Muchos se alimentan de material vegetal y suelen ser plagas en el follaje, frutos, pastos y flores, ocasionando grandes pérdidas, muchas tienen hábitos de predación sobre otros insectos. Son insectos de cuerpo suave de 4 a 10 mm de largo y de colores variados, regularmente tienen colores rojos, naranjas, verdes o blancos.

### **Subfamilia Scolytinae Orden Coleóptera**



Los escolítidos son escarabajos pequeños y cilíndricos miden regularmente de 6-8 mm de largo y tienen coloraciones cafés o negras. La antena es corta y geniculada y regularmente posee una larga clava. La subfamilia contiene dos grupos: los escarabajos de la corteza, los cuales se alimentan de los árboles debilitados y los escarabajos ambrosiales, los cuales llevan a cabo su alimentación gracias a los cultivo de hongos ambrosiales en el interior de los árboles que infestan. Los

escarabajos de la corteza difieren de los escarabajos ambrosiales por tener una larga espina o proyección en el ápice de la tibia frontal.

Los escarabajos de la corteza viven dentro de la corteza de los árboles, usualmente bajo la superficie de la madera, se alimentan del tejido succulento del floema. Algunas especies, especialmente en los géneros *Ips* y *Scolytus* infestan a las coníferas perforando profundamente la corteza. Todos los escarabajos pertenecientes a este grupo se alimentan de los árboles muertos, muchas especies infestan a los árboles vivos, especialmente en las coníferas y tienen la capacidad de matarlos. Tienen una gran importancia económica los Escolítidos pertenecen a tres géneros: *Dendroctonus*, *Ips* y *Scolytus*. La muerte de los árboles es causada por la introducción de los hongos los cuales son esparcidos por las larvas. Tanto adultos como las larvas interrumpen el fluido de nutrientes debido a su alimentación y la creación de las galerías. Estos insectos muestran una coordinación entre su vuelo y su ataque masivo hacia las especies vegetales que atacan dejándolas sin defensa ya que atacan en gran número.

Hembras y machos responden a una combinación de olores de la resina del árbol hospedero y señales químicas (feromonas de agregación) de los primeros colonizadores. Como resultado cientos de escarabajos pueden infestar simultáneamente.

En especies monógamas como *Dendroctonus pseudotsugae* (Hopkins), las hembras barrenan la galería, liberando feromona, aceptando solo a un macho como compañero. En especies polígamas como *Ips pini* (Say), el macho realiza una cavidad inicial construyendo una cámara nupcial en la cual el macho copulará con varias hembras. Cada una de las hembras realizará su propia galería o cámara nupcial para colocar sus huevecillos. Y el macho ayuda a la limpieza de la misma removiendo el

aserrín y el polvo acumulado. En el momento de la eclosión las larvas se alimentan del floema existente a los lados de la galería. La forma de la galería adquiere formas características o patrones. Cuando la larva completa su crecimiento, esta pupa al final de la galería. Posteriormente los adultos emergen por hoyos redondos realizados sobre la madera.

Los escarabajos de la corteza tienen un gran impacto económico tanto como otros grupos de insectos. La mayor parte de la mortalidad de los árboles esta relacionada con cinco especies de *Dendroctonus*: *D. frontalis* (Zimmerman), *D. pseudotsugae*, *D. brevicornis* (LeConte); *D. ponderosae* (Hopkins) y *D. obesus* (Mannerheim).

Las infestaciones ocasionadas por estos escarabajos pueden ser reconocidas por la caída de follaje, enrojecimiento de sus hojas, pequeños orificios en la corteza, la presencia a gran escala de pájaros carpinteros en el área.

Cada especie de escarabajo descortezador tiene un patrón definido en la forma de sus galerías para determinado tipo de árbol. Las especies destructivas inoculan a los árboles con diferentes hongos ambrosiales dependiendo del tipo de hospedero del hongo. La enfermedad "Dutch elm" transmitida por los escarabajos descortezadores es causada por *Scolytus multistriatus* (Marsham). Estos escarabajos se extendieron a lo largo de los Estados Unidos de Boston a Portland en 75 años, eliminando completamente al Olmo americano en muchas áreas urbanas.

Una especie de importancia en la agricultura es *Hylastinus obscurus* (Marsham), el cual regularmente causa serios daños. Su larva realiza un túnel através de la raíz matando a las plantas.

Los escarabajos ambrosiales realizan galerías en la madera de los árboles, formando galerías tanto las larvas como adultos. Estos solo viven en árboles muertos con gran contenido de humedad. Teniendo en claro que estos insectos no comen madera, los hongos cultivados manchan la madera reduciendo su valor. La presencia de estos insectos causa el rechazo de toneladas de madera de los puertos. La larva de estos escarabajos se desarrolla en pequeños lugares adjuntos a las galerías principales y en muchas especies los adultos se alimentan de las larvas. Cada especie usualmente se alimenta de un particular tipo de hongo. Cuando las hembras emergen y vuelan a otro árbol, ellas cargan el conidio de los hongos del hongo natal transfiriéndolo al nuevo hospedero e introduciendo al hongo dentro de la galería que excavan. Después que los huevos son incubados, las hembras cuidan de las larvas hasta que estas adquieren un tamaño suficiente para pupar, manteniendo los nichos larvales supliéndolos con hongos ambrosiales frescos previendo que este colapse por falta de humedad o un exceso en el crecimiento del hongo.

Estos pequeños insectos son cilíndricos y compactos, tienen patas cortas y parecen unas pequeñas balas con ambos extremos redondeados. La cabeza es cubierta por el pronotum; el pico esta ausente; la antena es geniculada.

### **Familia Sessidae (Palomillas de alas claras) Orden Lepidóptera**

Estas palomillas, carecen de escamas en gran parte de sus alas, muchas especies son parecidas a las avispas. Las alas frontales son largas y picudas con las venas anales reducidas y las alas posteriores son anchas con el área anal bien desarrollada. Poseen un vuelo nupcial similar al de los himenópteros. Muchas especies son coloridas y activas durante el día. La larva se posa sobre raíces, tejidos, troncos o corteza de las plantas o árboles y le ocasiona un considerable daño.

Se han sintetizado feromonas sexuales para la captura de los machos que pueden ser considerados como plaga.

### **Familia Staphylinidae Orden Coleóptera**



Estos escarabajos son delgados y alargados y usualmente pueden ser reconocidos por sus élitros muy cortos. Los cuales usualmente nos son más largos que anchos y una considerable porción del abdomen esta expuesta después de sus ápices. Tiene 6 o 7 segmentos abdominales visibles. Estos escarabajos son insectos activos y corren o vuelan rápidamente, cuando corren frecuentemente levantan la punta del abdomen como los escorpiones. Las mandíbulas son muy largas delgadas y brillantes y cruzan enfrente de la cabeza. Estos escarabajos viven en una variedad de hábitats pero probablemente sean más frecuentemente observados en materia putrefacta. También pueden ser observados viviendo bajo piedras y otros objetos sobre la tierra.

### **Familia Syrphidae Orden Díptera**



Este es un gran grupo (alrededor de 870 especies en Norteamérica) y existen muchas especies muy abundantes. Los sírfidos pueden ser encontrados casi en cualquier parte, aunque las diferentes especies viven en diferente hábitat. Los adultos pueden ser encontrados en flores. La larva tiene una variabilidad de hábitats. Muchas son predatoras de áfidos, otras viven en nidos sociales como los de hormigas o termitas o sobre la vegetación remanente, algunas viven en aguas contaminadas, madera en estado de putrefacción.

### **Familia Tenebrionidae Orden Coleóptera**

Este es un gran grupo, pueden ser distinguidos por su formula tarsal 5-5-4, la cavidad de la coxa frontal cerrada por detrás, la antena siempre tiene 11 antenómeros pudiendo ser filiforme o moniliforme; y tienen 5 esternitos abdominales visibles. Muchos tenebrionidos son de color negruzco o café, la forma del cuerpo es variable. Muchos tenebrionidos se alimentan de materiales de las plantas. Algunos de estos son plagas de los granos almacenados o harinas y pueden llegar a ser muy destructivos.

### **Familia Tephritidae (Moscas de la fruta) Orden Díptera**



Los miembros de este grupo son moscas de tamaño medio, las cuales usualmente tienen alas manchadas o bandeadas con atractivos patrones. Pueden ser reconocidos por la estructura de la subcosta, la cual se encuentra ubicada en ángulo recto y posteriormente desaparece. Los adultos son encontrados en flores sobre la vegetación. Algunas especies tienen el hábito de mover lentamente las alas abajo y arriba mientras descansan sobre la vegetación.

La larva de muchos tefritidos se alimenta sobre las plantas y algunos representan serias plagas y frecuentemente atacan a las plantas con frutos, realizando cavidades en los mismos hasta que emergen como adultos.

#### **Familia Tingidae Orden Hemiptera**



Este es un gran grupo (alrededor de 140 especies en Norte America) de pequeñas (menor a 5 mm) chinches que tienen la superficie dorsal cubierta por membranas esculpidas. Aunque esta apariencia solo la tienen los adultos; los inmaduros regularmente son espinosos. Estos insectos se alimentan de las plantas y muchas de estas especies se alimentan de plantas herbáceas o de algunos árboles. Su alimentación sobre los hospederos causa una mancha amarillenta en las hojas y si continúa el daño la mancha se torna de color café y la hoja cae. Algunas especies son consideradas de importancia forestal. Los huevecillos son colocados regularmente en la parte inferior de las hojas.

## **Familia Vespidae (Avispas) Orden Hymenóptera**



Este es un grupo relativamente grande y sus miembros son muy comunes y bien conocidos. Muchos son de color negro con amarillo o manchas brillantes. Algunas especies son sociales y los individuos de una colonia tienen 3 castas: reina, trabajadores y machos. Las reinas y trabajadoras tienen un aguijón característico. En algunas especies existe muy poca diferencia entre reinas y trabajadoras, pero la reina usualmente es más grande.

Las avispas sociales construyen un nido consistente en madera o follaje. Las colonias solo se establecen una vez por temporada. Solo las reinas pueden comenzar una nueva colonia y la construcción de un nuevo nido. Esta familia posee 5 Subfamilias.

### **BIBLIOGRAFÍA (ANEXO I)**

Triplehorn Ch. A., Johnson N. F., 2005. Borror and Belong's Introduction to the Study of Insects, Thomson Books/Cole, Printed in USA.

Dillon E. S. Dillon L. S., 1972. A manual of common Beetles of Eastern North America, Dover Publications Inc. New York.