

BIOLOGIA Y COMPORTAMIENTO DEL  
DESCORTEZADOR *Pityophthorus* sp. EICHHOFF  
(COLEOPTERA : SCOLYTIDAE) EN *Pinus halepensis*  
MILLER

JUAN ANTONIO NIÑO MAZA

**TESIS**

*Presentada como Requisito Parcial para*

*Obtener el Grado de:*

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2003



BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

BIOLOGIA Y COMPORTAMIENTO DEL DESCORTEZADOR *Pityophthorus* sp.  
EICHHOFF (COLEOPTERA : SCOLYTIDAE) EN *Pinus halepensis* MILLER

TESIS

POR

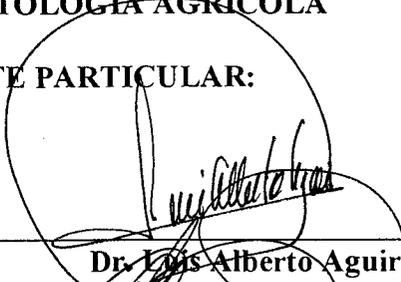
JUAN ANTONIO NIÑO MAZA

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como  
requisito parcial, para optar al grado de:

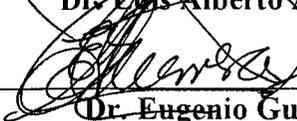
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

COMITE PARTICULAR:

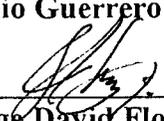
Asesor principal:

  
Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe

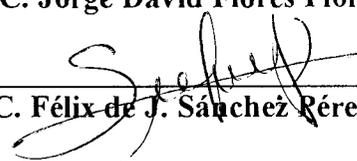
Asesor:

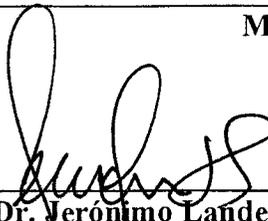
  
Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez

Asesor:

  
MC. Jorge David Flores Flores

Asesor:

  
MC. Félix de J. Sánchez Pérez

  
Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mayo de 2003



BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

## AGRADECIMIENTOS

Con toda fe y confianza en **DIOS**, por brindarme la oportunidad de estar en donde estoy, además de haber logrado la terminación de esta otra carrera en mi vida.

A mis padres **Mario y Elizabeth**, por darme la vida y por sus sabios consejos al dirigirme por el camino correcto.

A mis mejores amigos **Fernando y Lupita**, por el apoyo incondicional brindado, ya que ellos me apoyaron para que pudiera terminar mi estudios de postgrado.

Mi gratitud al **Dr. Luis A. Aguirre Uribe**, por que tuvo la amabilidad de asesorarme y darme las directrices para la tesis. Gracias por su ayuda.

Con respeto y admiración al **Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez**, por su amistad, así como su gran participación y sugerencias durante y después de la realización de este trabajo gracias.

Gracias al **MC. JORGE D. FLORES FLORES**, por su valiosa colaboración y cariño de amigo que me ha brindado en la realización de este y otros trabajos y por haberme recomendado en que realizara este estudio de postgrado.

Al **MC. Félix de J. Sánchez Pérez**, por su colaboración y sugerencia en el presente trabajo de investigación.

Por el apoyo brindado al **MC. Víctor M. Sánchez Valdés**, por su amistad, participación y sugerencias aportada en la realización del presente trabajo.

Gracias **Dr. Víctor M. Zamora Villa** por todo el apoyo brindado durante las clases y por la asesoría brindada en el presente trabajo.

Al personal académico del Departamento de Parasitología Agrícola por sus enseñanzas y a todas las personas que intervinieron de alguna u otra manera para llevarse a cabo la realización de esta investigación.

## **DEDICATORIA**

**A mi esposa:**

**Rosa  
María  
Vásquez**

Especialmente a ella, a quien amo, en la que me inspiro en mi vida y me fortalezo para mi superación personal. Ella que me ha brindado siempre todo su apoyo y comprensión durante la realización de esta investigación para terminar mi estudio de maestría. Gracias amor por todo el apoyo brindado en el ayer, hoy y siempre .

**A mis hijos:**

**Iván  
y  
Erik**

Con todo mi cariño y amor a mi par de bichos, los que me motivan a seguir adelante, además de que me apoyaron en las labores de campo. Gracias hijos.

## COMPENDIO

**BIOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO DEL DESCORTEZADOR *Pityophthorus* sp.  
EICHHOFF (COLEOPTERA : SCOLYTIDAE) EN *Pinus halepensis* MILLER**

**POR**

**Juan Antonio Niño Maza**

**MAESTRIA**

**PARASITOLOGIA AGRICOLA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAYO 2003.**

**Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe - Asesor-**

**Palabras clave: Plaga de pino, Plaga de corteza, Barrenador del floema.**

Se describe el ciclo biológico de una especie de descortezador polígamo y de hábito de floefagia de *Pityophthorus* sp. presente en Saltillo, Coahuila, México. Se observó que a partir de 187 huevecillos eclosionaron 106 (56.68 por ciento), los que fueron ovipositados por 12 hembras. Los estados se desarrollaron utilizando el método de “emparedado”, que consiste en colocar los insectos en una placa de corteza del árbol ubicada entre dos cubiertas, una de vidrio y otra de mica colocados en una cámara húmeda. El ciclo biológico fue desarrollado en laboratorio a una temperatura promedio

de  $23 \pm 3$  °C durante seis meses. El huevecillo requirió de 6.74 días para su eclosión, el primer estadio larval tuvo una duración de 6.10 días, el segundo de 7.73 días y el tercer estadio requirió 10.40 días en promedio, la pupa requiere 7.77 días, el preimago necesitó de 21.10 días para su desarrollo y los adultos vivieron 27.85 días en promedio; por lo anterior se determinó que para alcanzar el estado de adulto *Pityophthorus* sp. requiere acumular 59.84 días por lo que en laboratorio puede alcanzar alrededor de seis generaciones al año y el ciclo biológico desde huevecillo hasta la muerte del adulto es de 87.69 días. La hembra vivió 2.05 días más que el macho. De la cría observada nacieron 22 machos y 11 hembras, el promedio de huevecillos ovipositados por cada hembra fue de 15.68 correspondiendo a 1.30 huevecillos por día.

En general el ciclo biológico de *Pityophthorus* sp. en campo es de aproximadamente cinco meses, presenta ligero traslape en cada estado de desarrollo, lo cual es normal, coincidiendo sus poblaciones más altas de huevecillo, larvas, pupa, preimago y adultos por ser individuos de la misma generación. Los adultos están presentes todo el año dentro de la corteza, observándose cuatro picos notorios, siendo mayor el del mes de enero.

Se debe señalar además que la feromona de agregación sintética frontalina que se utilizó sola y en mezcla con aguarrás como sustituto de alfa-pineno a una proporción de 2:1, no ejercieron atracción alguna sobre los adultos de *Pityophthorus* sp. por lo que no se recomienda su uso para este insecto.

En base a las correlaciones realizadas se encontró significancia con un coeficiente de correlación (R) de 0.7628 entre los factores del medio ambiente (Temperatura máxima y humedad relativa) y los estados de desarrollo de *Pityophthorus* sp. a excepción del 2° estadio larval y el adulto.

## ABSTRACT

**BIOLOGY AND BEHAVIOR OF THE BARK BEETLE *Pityophthorus* sp.  
EICHHOFF (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) IN *Pinus halepensis* MILLER**

BY

**Juan Antonio Niño Maza**

MASTER OF SCIENCE

AGRICULTURAL PARASITOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAY 2003.

**Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe - Advisor-**

**Key words: Pine pest, bark pest, phloem bark beetle.**

The life cycle of a specie polygamous and phloem feeding bark Beatle, *Pityophthorus* sp. collected in Saltillo, Coahuila, is described. From a cohort of 187 eggs, 106 hatched (per cent). The larval instars were reared using de “sandwich” method using consisting in a piece of bark placed between two glass shields inside a hummed chambers. The life cycle was observed during six months in the laboratory under an average temperature of  $23 \pm 3$  °C. Eggs took an average of 6.74 day to hatch; there are three larval instars taking an average of 6.10, 7.73 and 10.40 days for first, second and

third larval instars to develop respectively. Pupal stage lasted 7.77 days who passed to a pre-adult stage during 21.10 days to develop and mature adults lived an average of 27.85 days; in summary, the total life cycle from egg to adult lasted an average of 87.69 days with generations for years. From the 106 eggs only 33 reached the adult stage (22 females and 11 males) and females laid 15.68 eggs in average corresponding to 1.30 eggs per day.

The life cycle of *Pityophthorus* sp. In the field it is of approximately five months, presented a light overlap of the developmental stages a chide is normal. Adults can be found all year under the bark, and 4 population peaks is the year having the highest in January.

The aggregation pheromone, frontal in used alone and mixed with paint thinner was not efficient in attracting the pest. for what their use is not recommended for this insect.

Based on the correlations carried out was detected statistical significance with a correlation coefficient (R) of 0.7628 among the factors of the environment (Maximum temperature and relative humidity) with the states of development of *Pityophthorus* sp.; excepted for 2° larval stadium and adult.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	xii
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	4
Generalidades de la Familia Scolytidae .....	4
Importancia económica .....	4
Taxonomía y distribución .....	6
Biología y hábitos .....	8
Mecanismos de colonización .....	12
Microorganismos asociados .....	15
Ciclo biológico .....	17
Generalidades de <i>Pityophthorus</i> spp. ....	18
Distribución .....	18
Daños .....	19
Huéspedes .....	20
Biología y hábitos .....	20
Caracteres Taxonómicos del Género <i>Pityophthorus</i> .....	21
La frente .....	22
La antena .....	22
El pronotum .....	22
Los élitros .....	23
El declive .....	23
El abdomen .....	23
Descripción General de <i>Pinus halepensis</i> Mill. ....	24

<b>MATERIALES Y METODOS</b> .....	26
Descripción General del Area de Estudio .....	26
Ciclo Biológico de <i>Pityophthorus</i> sp. en Laboratorio .....	27
Ciclo Biológico de <i>Pityophthorus</i> sp. en campo .....	29
Fluctuación poblacional de <i>Pityophthorus</i> sp. ....	31
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	32
Descripción y Morfología de los Estados de <i>Pityophthorus</i> sp. ....	32
Biología y Comportamiento de los Estados de <i>Pityophthorus</i> sp. ....	36
Ciclo Biológico de <i>Pityophthorus</i> sp. en Laboratorio .....	41
Ciclo Biológico de <i>Pityophthorus</i> sp. en campo .....	42
Análisis de correlaciones de <i>Pityophthorus</i> sp. con factores ambientales.	48
<b>CONCLUSIONES</b> .....	50
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	52
<b>APENDICE</b> .....	56

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
4.1	Tamaño promedio en mm de huevecillos del descortezador <i>Pityophthorus</i> sp. colectados del fuste de <i>Pinus halepensis</i> en la Sierra de Zapalinamé .....	32
4.2	Tamaño promedio en mm de larvas del descortezador <i>Pityophthorus</i> sp. colectados del fuste de <i>Pinus halepensis</i> en la Sierra de Zapalinamé .....	33
4.3	Tamaño promedio en mm de pupas del descortezador <i>Pityophthorus</i> sp. colectados del fuste de <i>Pinus halepensis</i> en la Sierra de Zapalinamé .....	34
4.4	Tamaño promedio en mm de adultos del descortezador <i>Pityophthorus</i> sp. colectados del fuste de <i>Pinus halepensis</i> en la Sierra de Zapalinamé .....	35
4.5	Ciclo biológico de <i>Pityophthorus</i> sp. determinado por el método de emparedado en laboratorio a una temperatura promedio de $23 \pm 3$ °C	42
4.6	Resultados de los análisis canónicos de los datos de colecta en campo de los estados de desarrollo de <i>Pityophthorus</i> sp. en las placas de corteza en comparación con los datos de las condiciones ambientales	49
A.1	Datos de emparedados y desarrollo en días de cada estado biológico de <i>Pityophthorus</i> sp. proveniente de campo, a una temperatura promedio de $23 \pm 3$ °C .....	57
A.2	Datos de emparedados y desarrollo en días de cada estado biológico de <i>Pityophthorus</i> sp. en laboratorio, a una temperatura promedio de $23 \pm 3$ °C .....	59
A.3	Ciclo biológico de <i>Pityophthorus</i> sp. determinado por el método de emparedado con individuos provenientes de campo y con individuos de laboratorio a una temperatura promedio de $23 \pm 3$ °C .....	61

A.4	Huevecillos ovipositados por 12 hembras de <i>Pityophthorus</i> sp. en los emparedados en laboratorio a una temperatura promedio de $23 \pm 3$ °C	62
A.5	Tamaño promedio en cm de galerías larvales de diferentes estadios del descortezador <i>Pityophthorus</i> sp. en emparedados en laboratorio a una temperatura promedio de $23 \pm 3$ °C .....	63
A.6	Datos de colecta de los estados de desarrollo de <i>Pityophthorus</i> sp. de huevecillo hasta adulto en placas de corteza infestadas de <i>P. halepensis</i> en la reforestación Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila .....	65
A.7	Datos de las condiciones ambientales que se presentaron durante el tiempo de colecta de las placas de corteza en el área de estudio en la Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila .....	66

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
4.1	Huevecillos de <i>Pityophthorus</i> sp. ....	32
4.2	Larvas de <i>Pityophthorus</i> sp. A) 1 <sup>er</sup> estadio, B) 2 <sup>o</sup> estadio y C) 3 <sup>er</sup> estadio .....	33
4.3	Pupas de <i>Pityophthorus</i> sp. ....	34
4.4	Preimagos de <i>Pityophthorus</i> sp. A) macho y B) hembra .....	34
4.5	Adultos de <i>Pityophthorus</i> sp. A) macho y B) hembra .....	35
4.6	Huevecillos de <i>Pityophthorus</i> sp. A) depositado en el borde y B) depositado en el piso .....	36
4.7	Larvas de <i>Pityophthorus</i> sp. A) 2 <sup>o</sup> estadio en proceso de cambio de cápsula cefálica y B) 3 <sup>er</sup> estadio en procesos fisiológicos de cambio para pasar al estado de pupa .....	38
4.8	Pupas de <i>Pityophthorus</i> sp. en diferentes períodos de desarrollo A) Color blanco 2 días, B) tonos oscuros 3 días y C) coloración amarillenta 3 días .....	38
4.9	Preimagos de <i>Pityophthorus</i> sp. en diferentes procesos de esclerosamiento A) amarillento, B) café-amarillento y C) café oscuro	39
4.10	Cópula de adultos de <i>Pityophthorus</i> sp. ....	40
4.11	Fluctuación de estados de desarrollo de <i>Pityophthorus</i> sp. de huevecillos y estadios larvarios en placas de corteza infestadas de <i>P. halepensis</i> en la reforestación Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila .....	43
4.12	Fluctuación de estados de desarrollo de <i>Pityophthorus</i> sp. de pupa, preimago y adulto en placas de corteza infestadas de <i>P. halepensis</i> en la reforestación Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila .....	46

## INTRODUCCION

Los escolítidos son los insectos más problemáticos de las masas forestales del mundo entero; tanto por sus daños directos al árbol como por servir de agentes desencadenantes de plagas secundarias con gran incidencia y severidad de daños en las coníferas y como vectores de hongos cromógenos (Azulado de la madera) o productores de enfermedades graves (Carrero, 1996). Este grupo de insectos descortezadores son los que causan mayores pérdidas económicas a los bosques de coníferas de Canadá, Estados Unidos y México (Atkinson, 1982).

La familia Scolytidae presenta más de 500 especies en Norteamérica (Coulson y Witter, 1990). Sin embargo Wood (1982), cita que tan sólo esta familia esta representada en México por más de 655 especies, las cuales se ubican en 74 géneros, que demuestran afinidades neotropicales, holárticas, neárticas, circumtropicales y endémicas; gran parte de la diversidad de esta familia se debe al encuentro entre regiones biogeográficas, algunos de los géneros se pueden asociar con un tipo de clima o de comunidad vegetal particular, así las especies mexicanas demuestran una gran variedad de hábitos con respecto a la alimentación, biología reproductiva, y relaciones con sus plantas hospedadas.

Sin embargo en el trabajo más reciente de Romero *et al.* (1997), describe que en México hay 827 especies de escolítidos. Entre los principales géneros se encuentran; *Dendroctonus*, *Ips*, *Pityophthorus*, *Pseudopityophthorus*, *Hylurgops*, *Pityogenes* y *Carphoborus* en pino (Perusquía, 1982).

En el género *Pityophthorus* hasta 1990 en México, se habían descrito 115 especies, siendo el más numeroso de la familia de los escolítidos (Cibrián *et al.*, 1995); aunque, Romero *et al.* (1997), señala que esta representado por 141 especies, muchas de estas especies se comportan como descortezadores de floema y cambium, otros son barrenadores de brotes y ramitas y algunos infestan conos de pinos; pudiendo causar la muerte de puntas de crecimiento o incluso de árboles completos (Cibrián *et al.*, 1995).

En la mayoría de los casos los descortezadores atacan a los árboles debilitados, viejos y/o afectados por sequías; pero bajo condiciones extremas pueden atacar árboles vigorosos, particularmente durante una epifita. Debido a la naturaleza gregaria de estos insectos y su asociación con especies de hongos, levaduras y bacterias que penetran la madera, los daños llegan a ser considerables (Perusquía, 1982; Billings *et al.*, 1990).

En Coahuila se han afectado 388 ha, donde existen brotes activos de descortezadores de diversos géneros, distribuidos en 3,917 ha en bosques de coníferas, dónde se han dañado aproximadamente 34,444 árboles de diversas especies tan sólo entre los años 2000 al 2002 (SEMARNAT, 2003).

Por otra parte la SEMARNAP (2001) reporta que en el año de 1997 realizaron labores de saneamiento de 1,350 árboles de *Pinus halepensis* en un área comprendida de 3 ha en la reforestación de la Sierra de Zapalinamé; mientras que la SFA (2001) informan que para los años 2000 y 2001 el dalo incrementó fuertemente por lo que hicieron labores de saneamiento en la misma reforestación cortando 60,000 árboles de *Pinus halepensis* en una superficie de 80 ha.

En general los insectos que causan problemas en los bosques han sido poco estudiados, por lo que muchas especies ni siquiera han sido descritas o catalogadas en las ciencias biológicas, careciéndose de información básica como es la identificación correcta para fines de control. En nuestro país esta falta de conocimiento específico de las plagas hace que comúnmente se recomienden tratamientos generales para especies cercanas; sino que los métodos de control deben ser lo más específicos posibles (Rodríguez, 1990).

Por lo anterior y con la intención de recabar información básica y específica que permita el manejo correcto del descortezador *Pityophthorus* sp., que se encuentra atacando al *Pinus halepensis* en la reforestación de la Sierra de Zapalinamé, se planteó el presente trabajo con los objetivos siguientes:

- ✓ Conocer la morfología de los diferentes estados de desarrollo del insecto
- ✓ Estudiar la biología y comportamiento de los estados de *Pityophthorus* sp.
- ✓ Determinar el ciclo biológico en laboratorio y en campo
- ✓ Establecer su fluctuación poblacional

## REVISION DE LITERATURA

Los coleópteros de las familias Scolytidae y Platypodidae son conocidos comúnmente como escarabajos descortezadores y como barrenadores de ambrosía. El primer grupo sitúa aquellas especies de hábitos floeófagos (las que se alimentan del floema de árboles y arbustos) y dentro del segundo aquellas de hábitos xilomicetófagos (las cuales se alimentan de hongos ectosimbióticos que cultivan en sus túneles, en el interior de la madera de su planta hospedera), aunque estas familias pueden alimentarse de semillas, madera o algunas plantas herbáceas, principalmente en las regiones tropicales (Equihua, 1984).

### Generalidades de la Familia Scolytidae.

#### Importancia económica.

Los escolítidos presentan tienen un amplio rango de agresividad en cuanto a su ataque con respecto a sus hospederas; al respecto existen especies con potencial para matar plantas sanas, incluyendo especies de los géneros *Dendroctonus*, *Scolytus*, *Pseudohylesinus* e *Hylesinus*, en bosques templados o como algunas de los géneros *Hypothenemus*, *Xyleborus*, *Xylosandrus* en las regiones tropicales. Otras especies pueden matar secciones de la planta sin llegar afectarla seriamente, pero la mayoría se establecen en plantas muertas o moribundas que han sido afectadas por algún factor

físico o biótico, donde suelen encontrar condiciones óptimas para su establecimiento y reproducción. A pesar de su espectro de agresividad, nunca se establecen en tejidos degradados, a excepción de los insectos barrenadores y degradadores que se establecen después de los descortezadores (Wood, 1982).

Por otra parte la familia Scolytidae cumplen una función ecológicamente importante, debido a su diversidad en cuanto a hábitos alimenticios y sus relaciones con plantas vivas o recién muertas. Pueden ser importantes en la sucesión de comunidades cuando ayudan a eliminar especies características de etapas tempranas que están bajo competencia con las recién llegadas. Por otra parte, en bosques que se caracterizan por la presencia de pocas especies, estos insectos pueden llegar a causar epifitas, cuando los rodales llegan a ser decadentes y, como consecuencia, susceptibles de ataques, lo cual puede conducir a la renovación del bosque (Berryman, 1982).

Los escolítidos son los insectos más problemáticos de las masas forestales del mundo entero; tanto por sus daños directos al árbol como por los indirectos al servir de agentes desencadenantes de plagas secundarias con gran incidencia y severidad de daños en las coníferas y como vectores de hongos cromógenos (azulado de la madera) o productores de enfermedades graves (Carrero, 1996). Este grupo de insectos descortezadores son los que causan mayores pérdidas económicas a los bosques de coníferas de Canadá, Estados Unidos y México (Atkinson, 1982).

Por otra parte Perusquía (1982), informa que dentro de los principales descortezadores de pinos presentes en México se encuentran los géneros; *Dendroctonus*, *Ips*, *Pityophthorus*, *Pseudopityophthorus*, *Hylurgops*, *Pityogenes* y *Carphoborus*; en cedro blanco *Phloeosinus*; en fresno *Leperisinus* y en oyamel *Scolytus*.

Atkinson (1982) cita que los géneros *Dendroctonus*, *Ips* y *Scolytus* predominan en bosques de coníferas, en las que causan daños considerables; y que especies de los géneros *Xyleborus*, *Xylosandrus* e *Hypothenemus* son plagas de bosque tropicales. Además, un buen número de especies de descortezadores atacan gran diversidad de árboles, arbustos, bejucos leñosos, plantas herbáceas y semillas.

### **Taxonomía y distribución.**

La familia Scolytidae, cuyos miembros se conocen como escarabajos descortezadores, pertenecen a la superfamilia Curculionoidae y tiene dos subfamilias que son Hylesininae y Scolytinae, éstas con 25 tribus, 181 géneros y alrededor de 6000 especies a nivel mundial (Wood, 1982).

La familia Scolytidae presenta más de 500 especies en Norteamérica (Coulson y Witter, 1990). Sin embargo Wood (1982), cita que tan sólo esta familia esta representada en México por más de 655 especies, las cuales se ubican en 74 géneros, que demuestran afinidades neotropicales, holárticas, neárticas, circumtropicales y endémicas; gran parte de la diversidad de esta familia se debe al encuentro entre regiones biogeográficas,

algunos de los géneros se pueden asociar con un tipo de clima o de comunidad vegetal particular, así las especies mexicanas demuestran una gran variedad de hábitos con respecto a la alimentación, biología reproductiva, y relaciones con sus plantas hospederas.

Según Atkinson (1982), de los 74 géneros enlistados para México, unos tienen distribución mundial y otros se encuentran, en áreas definidas como África, Australia, la región Indo-Malaya y el sureste de Estados Unidos. Además menciona que los géneros *Cactopinus*, *Dendroterus* y *Stenocleptes*, están asociados a la vegetación de áreas semiáridas de México y zonas adyacentes de los Estados Unidos y Centroamérica. Y que ciertos géneros asociados a zonas tropicales fueron introducidos a América de África y/o Asia en tiempos históricos. Dentro de los géneros que tienen una distribución casi mundial son *Scolytus*, *Xylechinus*, *Phoeotribus* y *Xyleborinus*.

Sin embargo en trabajos más recientes Romero *et al.* (1997), describen que en México hay 827 especies, agrupadas en 85 géneros, pertenecientes a 18 tribus y que la distribución de estas especies es muy amplia en nuestro país, prácticamente desde el nivel del mar hasta los 4,000 m de altitud. De estos géneros un 65 por ciento son de afinidad neotropical y un 48 por ciento del total de las especies son endémicas.

## Biología y hábitos.

Muchas especies restringen su actividad reproductiva a una planta hospedera o a un número reducido de ellas, aun que otras son altamente polífagas; por otro lado, muchas de ellas se han especializado ecológicamente para infestar partes específicas de sus hospederos, tales como ramas de un tamaño determinado, pecíolos, troncos, raíces, ramas sombreadas de árboles vivos o material recién cortado; en cambio otras se pueden establecer en partes diversas de la misma planta (Wood, 1982).

En la familia Scolytidae se dan seis patrones básicos de hábitos alimenticios, según el tipo de planta y tejido afectado, siendo agrupados por Wood (1982) en seis tipos principales:

- Floeofagia: Descortezadores que se alimentan del floema
- Xilofagia: Barrenadores que se alimentan del xilema
- Xilomicetofagia: Ambrosiales que se alimentan de hongos ectosimbióticos que cultivan ellos mismos dentro de la galería hecha en el xilema en sus hospederos
- Mielofagia: Barrenadores de médula en brotes y ramas pequeñas
- Herbifagia: Barrenadores de plantas herbáceas
- Espermatoofagia: Barrenadores de semillas o frutos.

En la mayoría de las especies de Scolytidae casi todo el ciclo biológico transcurre dentro de la planta hospedera. Los tejidos de las hospederas susceptibles son invadidos por

adultos en estado reproductivo. Estos desarrollan sistemas de túneles o cavidades dentro de la planta, comúnmente llamadas galerías, dentro de las cuales o en su entrada ocurre generalmente el apareamiento; la oviposición, desarrollo de larvas y pupas ocurre por lo general suceden en la misma galería hecha en los tejidos del hospedero adyacente a ésta. Los adultos emergen de la planta hospedera donde se desarrollaron y vuelan directamente a otro hospedero susceptible, donde inician nuevamente el ciclo (Wood, 1982).

El sistema de galerías de Scolytidae es único y representa el producto de una evolución larga y complicada. Las primeras galerías probablemente fueron una cavidad simple, en la cual los huevecillos son depositados indiscriminadamente o en pequeños grupos, este tipo de galería está presente en muchas especies xilomicetófagas. Más tarde la especialización del sistema incluyó la extensión de huecos de forma irregular para dar protección a los huevecillos (Equihua, 1984).

El sistema de galería de especies floeófagas y mielófagas consta de las siguientes partes:

- ❖ Túnel de entrada, generalmente corto, cilíndrico y es dirigido oblicuamente en el hospedero, aparentemente para proteger la entrada del agua. El diámetro es variable y depende del tamaño del insecto.
- ❖ Cámara nupcial, construida en el túnel de entrada, es de forma irregular u oval, con un diámetro de tres a cinco veces el tamaño del insecto. Allí es llevada a cabo la cópula y

además algunas especie la utilizan para moverse o dar vueltas al momento de construir la galería.

- ❖ La galería de oviposición, construida por la hembra, se extiende a lo largo del cambium, siguiendo muchas veces el curso de la cámara nupcial, en ellas son depositados los huevecillos.
- ❖ Minas larvarias, que inician las larvas a partir de la galería paternal, al momento de alimentarse de los tejidos de las plantas; el número y forma de las minas larvarias son muy singulares para cada especie; son de gran utilidad en la identificación de estos insectos (Equihua, 1984).

Según Wood (1982), las galerías paternas de los escolítidos adoptan patrones de diversas formas, que pueden ser fácilmente utilizadas para la identificación del género o en algunos casos las especies de los descortezadores y han sido agrupadas de la siguiente manera.

- ✧ Galería en forma de túnel
- ✧ Galería unirrúmea
- ✧ Galería birrúmea
- ✧ Galería radial o multirrúmea

El sistema reproductivo de los escolítidos está estrechamente relacionado con el comportamiento sexual, el inicio del ataque, la construcción de las galerías, el cuidado del nido y la determinación de los sexos. En la familia existe una gran

diversidad de comportamientos reproductivos, que básicamente se consideran dentro de cuatro patrones de organización social según Wood (1982) describiéndolos de la siguiente manera:

- ⊙ Monogamias: La hembra inicia el ataque y es la responsable de la construcción de la mayor parte de la galería de cópula y oviposición, este es el hábito más común y ampliamente distribuido dentro de los escolítidos.
- ⊙ Poligamia normal (heterosanguínea): El ataque es iniciado por el macho, este excava el túnel de entrada y forma la cámara nupcial. Posteriormente acepta de dos a cinco hembras aun que en una especie de neotropical de *Pityophthorus* 19 hembras fueron aceptadas. Después las hembras construyen en forma individual sus galerías de oviposición; al igual que en el patrón de organización anterior, los machos básicamente defienden la entrada de la galería y ayudan a expulsar el aserrín producido por la prolongación de las galerías de oviposición.
- ⊙ Poligamia extrema (consanguínea): Las hembras fecundadas son las que inician el ataque, ya que los machos son incapaces de volar por lo que permanecen en la cámara materna; alcanza su madurez sexual a temprana edad y pueden aparear de tres a 50 hembras hermanas y aún su madre dentro de la galería paternal, las que salen del hospedero en donde se desarrollaron ya fecundadas; este patrón de reproducción caracteriza a varios grupos dentro de la familia Scolytidae que comparten rasgos en común. Lo esencial es que estas especies poseen partenogénesis arrenotóquica es decir los machos son haploides y provienen de huevecillos no fecundados. En este grupo los machos son reducidos en tamaño,

número y no participan en la construcción de las galerías. Además se tienen especies de los géneros de *Araptus* y *Bothrostermus* los que aparentemente se reproducen partenogénicamente sin producción de macho.

### **Mecanismos de colonización.**

Los escolítidos dependen de su fuerza de vuelo para desplazarse de un hospedero a otro para poder atacarlo; guía su vuelo siguiendo olores de oleoresinas volátiles, terpenos, hidrocarburos, alcoholes u otras sustancias secretadas por los tejidos de sus hospederos moribundos (Wood, 1982).

En la familia Scolytidae, su principal medio de comunicación para guiarse a los sitios de alimentación y apareamiento es por medio de feromonas. Estas se definen como secreciones exócrinas de animales de una especie que causan reacciones específicas en otros individuos de la misma especie. Las reacciones pueden ser de alarma y defensa, atracción sexual, agregación, orientación o rechazo (Metcalf y Luckmann, 1975).

Durante el transcurso del tiempo se han realizados varias investigaciones para identificar las feromonas presentes en el género *Dendroctonus*. Por ejemplo para *D. frontalis*; se identificó como la principal feromona de agregación, un compuesto cetal bicíclico, que es; 1,5 dimetil-6,8- dioxabicyclo (3:2:1) octano, denominado "frontalina", en reconocimiento a la fuente original de su detección. La cantidad que se encontró en el

intestino posterior lugar donde se forma, variaba de 0 a 0.2 microgramos por escarabajo (Kinzer *et al.*, 1969).

Renwick y Vité, (1970) proponen para *D. frontalis*, el siguiente mecanismo de ataque:

Un número reducido de hembras seleccionan un árbol hospedero. Esta selección se realiza por estímulos odoríferos y visuales emitidos por el árbol. Los principales estímulos odoríferos provienen de algunos compuestos volátiles de la resina tales como terpenos o sustancias del floema. Los estímulos visuales incluyen la percepción de siluetas y de radiaciones infrarrojas que permiten detectar cuales son los árboles debilitados.

La selección del hospedero es realizada por la hembra quien al iniciar sus galerías, liberan frontalina y trans-verbenol; el flujo de resina que sale por el orificio de entrada de los insectos al dañar la región del floema-cambium y libera algunos componentes, principalmente alfa-pineno, que al combinarse con frontalina que liberan las hembras, forma un atrayente muy poderoso que provoca la agregación de una gran cantidad de escarabajos, principalmente machos, en una proporción de 3:1, la atracción se mantiene mientras que la resina del árbol se mantenga fluyendo.

Los machos al agregarse liberan la feromona verbenona, la que reduce la respuesta de otros machos, logrando un balance en la proporción 1:1 de sexos. Al

aumentar las concentraciones de verbenona se inhibe la respuesta de ambos sexos. Al mismo tiempo, el árbol no presta más resistencia, dejando de exudar resina y las hembras al iniciar su alimentación dejan de producir feromona, desviándose el ataque de otros escarabajos en vuelo a otros centros de atracción.

Además de este patrón de comunicación química, existe un mecanismo basado en los sonidos que producen tanto hembras como machos para distribuirse en el árbol hospedero. Dentro de las galerías las hembras producen sonidos para lograr una distribución óptima del espacio disponible. Este mecanismo también opera en la comunicación entre machos y hembras, ya que los primeros producen estridulaciones. Con esto se logra un equilibrio de la población de escarabajos dentro del hospedero.

Es de importancia señalar, que los insectos depredadores y parásitos de los descortezadores localizan las galerías que estos últimos practican en los hospederos, atraídos por la feromona de agregación que producen las especies de *Dendroctonus*. La familia Cleridae, presenta especies como *Thanasimus dubius* F. y *T. undatulus* Wolcott que responden a la frontalina producida por *Dendroctonus frontalis* y *D. pseudotsugae*, mientras que *Temnochila virescens* Mann responde a la feromona brevicomina producida por *D. brevicomis* (Vité y Pitman, 1969).

En forma general los ataques de Scolytidae suceden en tres fases:

- ✦ Dispersión, hay emergencia de adultos que vuelan y abandonan el hospedero para seleccionar uno nuevo.
- ✦ Colonización, es el proceso de invasión al nuevo hospedero e inicio de la construcción de la galería paternal.
- ✦ Establecimiento, hay producción y liberación de feromonas para que se de la agregación, se pueda establecer la proporción de sexos y se proceda a la construcción de galerías para la oviposición y desarrollo (Mittton y Sturgeon, 1982).

### **Microorganismos asociados.**

Los Scolytidae por su actividad física sobre las plantas reducen de una manera considerable la formación de los tejidos y al introducir algunos patógenos pueden acelerar los procesos de descomposición; por lo anterior, este grupo de insectos es una parte integral de la fauna del ecosistema y contribuye a la estabilidad o en algunos casos, a la inestabilidad de las comunidades vegetales (Bright y Stark, 1975).

Los descortezadores del género *Dendroctonus* poseen una estructura ectodermal llamada mycangio que se localiza en el protórax, lugar donde almacenan hongos que le sirven para el desarrollo de su progenie y además introducen otros tipos de hongos en forma ectodermal. La ausencia de hongos mycangiales provocan un desarrollo lento de la

progenie y una disminución en el número de la cría, siendo que la presencia o ausencia de estos hongos pueden ser causantes de la variación (Barras, 1973).

Por otra parte Barras y Perry (1972), indican qué cantidades significantes de *Sporothrix* (SJB133), y un basidiomiceto (SJB122) son propagados en el mycangio de *D. frontalis* durante la emergencia, vuelo y construcción de las galerías. Demostrando que la asociación de estos microorganismos proveen de elementos esenciales por varios mecanismos; sugieren que SJB122 incrementa el contenido de nitrógeno total en el floema del pino, que por lo general es bajo y disminuye el contenido de carbohidratos. Además identificaron otros microorganismos como *Ceratocystis minor*, *Penicillium* sp. y otras levaduras, pero que probablemente exista un inhibidor químico que favorece selectivamente a *Sporothrix* y al basidiomiceto. Por lo que, *C. minor* reduce más rápido la cantidad de carbohidratos que el SJB122 y cuando se introdujo experimentalmente el escarabajo en el floema infectado, se redujo la oviposición, además de que el tejido no fue favorable para el desarrollo de larvas, por lo que *C. minor* actuando solo no favorece el establecimiento y desarrollo de los descortezadores.

La relación que existe es compleja; el escarabajo introduce al hongo en el floema donde se establece rápidamente y los cambios fisiológicos que ocasionan en el cambium favorecen al escarabajo, ya que el hongo evita una subsecuente producción de resina evitando la inundación de las galerías del escarabajo (Barras, 1970).

### **Ciclo biológico.**

Factores tales como temperatura, humedad, precipitación, humedad del suelo, luz solar, corrientes de aire y dirección del viento son de extrema importancia, en la determinación de distribución y abundancia de coleópteros descortezadores y ambrosiales, parásitos, depredadores y otros organismos asociados a ellos. Las temperaturas altas o bajas, las cuales se presentan durante la estación seca del trópico o los inviernos del norte causan un cese de la actividad de estos descortezadores. El ciclo de vida es usualmente sincronizada con las estaciones y el estado biológico más resistente, cuando el periodo de tensión fisiológica empieza (Wood, 1982).

Estos insectos son de los pocos grupos en que los adultos arriban a sus plantas hospederas para depositar sus huevecillos directamente dentro del sustrato alimenticio, para que este pueda ser consumido por las larvas. Los túneles ocultos ofrecen un alto grado de protección; además, los adultos generalmente permanecen dentro de las galerías, para prevenir la entrada de parásitos, depredadores y otros organismos con los cuales están asociados, esto incrementa notablemente la protección a las larvas (Equihua, 1984).

Los escolítidos depositan sus huevecillos en hileras dentro de la galería, en ranuras largas o cortas; muchas especies los colocan individualmente en nidos especialmente preparados o en paquetes sin partículas de polvo, adheridos con una secreción de origen "oral" (glándula maxilar). Las dimensiones de los huevecillos varían de un grupo a otro, son de color blanco, ovals, lisos y delicados. En condiciones ideales los huevecillos de

muchas especies necesitan par incubar alrededor de siete a 10 días. Las larvas que construyen sus propias galerías, perpendiculares a la galería paternal; presentan de dos a cinco estadios dependiendo de la especie; pupan al final de sus galerías siendo de tipo exareta, de color blanco a gris (Wood, 1982).

### **Generalidades de *Pityophthorus* spp.**

Bright (1981), cita que el género fue descrito por Eichhoff en 1864 incluyendo en este dos especies (*lichtensteini* Ratzeburg y *micrographus* Linnaeus) y una tercera dudosa (*exsculptus* Ratzeburg).

**Distribución.** El género contiene más de 350 especies distribuidas en el mundo de la siguiente manera; América del Norte y Centroamérica 220; América del Sur y las Indias Occidentales 55; Africa y Madagascar 40; Región Paleártica 27; Japón 1, Filipinas 1 y no ocurre ninguna especie en la región de Australia. De las especies de Norteamérica y Centroamérica, 78 se conocen para Centroamérica y/o sur de México, 39 al norte de México, 20 en el suroeste de Estados Unidos ( y parte del norte de México), 50 al oeste de Norteamérica, 14 al este de Norteamérica y 14 en grandes áreas a través de Norteamérica. Sólo 5 especies se registran en Canadá (Bright, 1981).

Por otra parte Romero *et al.* (1997), en base a su lista de especies mexicanas de la familia Scolytidae cita que esta constituida por 827 especies del cual el género

*Pityophthorus* spp. es el más numeroso de la familia representando 141 (17 por ciento) especies de la entomofauna mexicana; con una distribución amplia en nuestro país, prácticamente viven desde los 50 m hasta los 3,950 m de altitud, con una afinidad biogeográfica neártica.

Perusquía (1982), menciona la distribución de *Pityophthorus* spp. en los siguientes estados; Coahuila, Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Michoacán, San Luis Potosí, Jalisco y Oaxaca.

**Daños.** Los individuos se establecen bajo corteza o médula de pequeñas ramas moribundas o recién muertas, ramas grandes de coníferas, árboles deciduos, tallo de arbustos leñosos y vid. El daño económico por lo general es nulo, pero algunas especies se han implicado como causa de muerte de árboles pequeños, especialmente árboles de ornato para la navidad. Varias especies transmiten enfermedades y otras se sospecha que predisponen los árboles al ataque de *Dendroctonus*. No ha llegado a considerarse este género de importancia económica; incluso, algunas especies son parcialmente benéficas al vivir en las ramas inferiores de los árboles, auxiliando en la poda natural de ellas. La mayoría de las especies viven en coníferas, principalmente en pinos. Atacan árboles debilitados y recién muertos; aunque algunas especies llegan a atacar ramas grandes o porciones del tronco, frecuentemente en asociación con otros descortezadores (Bright, 1981; Perusquia, 1982).

**Huéspedes.** La Familia Pinaceae dentro de las coníferas sirve como huésped a la mayoría; de las 220 especies de *Pityophthorus* de Centroamérica y Norteamérica 141 se establecen sobre varias especies de coníferas, 101 en especies de *Pinus* spp., 8 en *Abies* spp., 4 en *Picea* spp., 2 en *Pseudotsugae* spp., 1 especie en *Larix* spp. y 24 ocurren sobre varias hospederas de los géneros antes mencionados. No se tienen reportes en otras plantas como *Taxodiaceae*, *Cupressaceae* y *Taxaceae*. De las 79 especies restantes, 26 se encuentran en árboles deciduos, 31 en vides o arbustos y a 22 especies no se les conoce hospedero. Los huéspedes del género *Pinus* son los siguientes: *Pinus hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. michoacana*, *P. halepensis*, *P. cooperi*, *P. engelmanni*, *P. arizonica*, *P. chihuahuana*, *P. durangensis*, *P. pringlei*, *P. oocarpa* y *P. patula* (Bright, 1981; Perusquía, 1982).

**Biología y hábitos.** Las especies dentro de este género son polígamas y aunque los monogamia no se ha detectado para el nuevo mundo este puede existir en especie que son principalmente barrenadoras de médula. Dos grandes tipos de patrones de galería se han observado en especies con hábitos de floefagia de Norteamérica. El más común es una configuración en forma de estrella sobre el cambium del hospedero; en este caso, el macho ataca primero y forma una cámara grande e irregular bajo el agujero de entrada en la corteza. De 3 a 5 hembras (algunas veces más) se unen al macho y después de copular construyen galerías individuales alrededor de la cámara central generalmente libre de excrementos. Los huevos son puestos a lo largo de paredes de galerías en pequeños nichos preparados especialmente y la larva se alimenta lejos de la galería en el cambium. El segundo tipo es el de galerías dentro de la médula y las especies que lo

construyen se establecen generalmente sobre pequeñas ramas; en este caso el macho seguido por la hembra barren directamente la médula. Las hembras continúan minando y poniendo huevecillos a lo largo de paredes de la galería; las larvas se alimentan de médula y eventualmente pueden minar hacia afuera de la rama, dejando una capa débil de corteza. Se ha observado variación de los dos tipos de galerías arriba descritas y entre individuos de una y otra especie. El número de huevecillos que cada hembra deposita varía considerablemente, por ejemplo las hembras de *P. orarius* solo depositan 1 y 2 huevecillos en pequeñas cámaras sobre la base de ramas laterales y que hembras de *P. confertus* deposita un promedio de 15 huevecillos por galería. Las larvas pasan por 2 o 3 estadios antes de pupar y esta se lleva a cabo en celdas agrandadas al final de la galería larval o en médula (Bright, 1981).

Gómez (1985), menciona en base en su estudio de campo que el género *Pityophthorus* spp. es el insecto más frecuentemente asociado y fuerte competidor de *D. frontalis*, aunque este último mantuvo su población por encima en todos sus niveles.

### **Caracteres taxonómicos del género *Pityophthorus*.**

De acuerdo a Bright (1981), los principales caracteres que son tomados en cuenta para la identificación de especies de *Pityophthorus* son:

**La frente;** es el área de la cabeza que está comprendida entre los ojos y se extiende al epistoma hacia el nivel superior de los mismos y no está delimitado por sutura. En hembras puede ser cóncava, aplanada o convexa, glabra o pubescente en todos los grados con o sin carina o cualquier combinación de las antes mencionadas; en machos la frente puede estar transversalmente impresa, convexa, muy pronunciada o cóncava y puede tener una carina transversal o longitudinal o ambos siendo la pubescencia menos evidente.

**La antena;** es clavada y el mazo puede ser circular a oval con dos suturas distintas que pueden estar derechas o fuertemente arqueadas con las porciones laterales y mesial terminal esclerotizadas en la mayoría de las especies. El primer segmento es claramente más angosto que el segundo y mazo más ancho que el tercero en los grupos *Nitidulus*, *Ramiperda*, *Diglyphus* y *Crassus*; en la mayoría el primero y el segundo segmento son iguales en anchura y el mazo empieza a ensancharse desde estos dos segmentos.

**El pronotum;** tiene asperezas anteriores que pueden estar al azar o arregladas en tres o cuatro anillos concéntricos. La mayoría de las especies de Estados Unidos y Canadá que se establecen en coníferas tienen las asperezas al azar. La condición de asperezas arregladas en anillos concéntricos es características de especies tropicales que no ocurren en coníferas, aunque algunas que se establecen en coníferas pueden tener asperezas en anillos concéntricos como en *P. barberi*, *P. jeffreyi*, *P. arcanus*, etc.

**Los élitros;** son estriados y pueden tener líneas regulares de punciones o superficie entera punteada al azar. En algunos cada punción estrial tiene una seta muy corta mientras que interestriales presentan una seta larga y distinta. Setas estriales están ausentes en algunos grupos en los cuales las estrias pueden ser detectadas cuando la superficie del élitro está puntada al azar. Las interestrias elitral es aplanadas o débilmente cóncavas con un anillo de punciones, la superficie de las interestrias es lisa y puede tener pequeños puntos o líneas que forman una diminuta red. El disco elitral denota la superficie dorsal del elitro que se extiende desde el margen basal hasta donde empieza el declive y lateralmente entre la interestria 50.

**El declive;** como porción terminal de los élitros es una de las más importantes áreas considerada para la discriminación taxonómica de Scolytidae. En *Pityophthorus* el declive varía de poco convexo con estrias e interestrias como sobre el disco a fuertemente sulcadas o bisulcadas con la primer y tercer interestria elevadas y granulosas. El ápice de los élitros puede ser redondeados o tener un grupo acuminado.

**El abdomen;** tiene 7 tergitos visibles en hembras y 8 en machos siendo los primeros 6 más o menos membranosos y flexibles; en ambos sexos el séptimo y octavo tergitos en el macho y octavo de la hembra son muy quitinizados y de el nacen numerosas setas y punciones.

## Descripción general de *Pinus halepensis* Mill.

**Nombre común:** Pino alepo, pino carrasco o pino de Jerusalén.

El nombre de *pinus halepensis* se debe a la ciudad de Alepo, Siria originario de esa región del Mediterráneo, con una amplia distribución en esa región, formando masas puras, pero es más común encontrarlo mezclado con la forestal del Mediterráneo. Se le encuentra distribuido desde el nivel del mar hasta los 2000 m de altitud como en las regiones de África del Norte, Costa de Siria, España, Grecia, el Líbano, Alemania, Austria, en algunas regiones de Ucrania, costas de Francia e Italia, a lo largo de la costa del mar Lugurus y del mar Adriático, en la Isla Francesa de Lórcega, en la de San Pedro y en Yugoslavia, en Jordania, Israel y en Tel-aviv (Mirov, 1967 y Zárate, 1982).

Según Zárate (1982), describe que es un árbol de hasta 20 m de altura, que se ha utilizado principal para trabajos de reforestaciones en zonas semiáridas, debido a su temperamento rústico, tiene un rápido crecimiento, por su fácil adaptación a casi todo tipo de suelo, debido su poca exigencia de humedad atmosférica y agua en general, resistiendo sequías (hasta ocho meses sin lluvias) y resiste heladas con temperaturas mínimas de 14 °C, por otra parte Goor (1964) y Goor y Barney (1976) mencionan que su amplitud pluviométrica va de los 250 hasta los 800 mm en donde la precipitación pluvial es en invierno y con una resistencia a temperaturas mínimas de 10 °C; los mismo autores mencionan que el pino alepo se encuentra en asociación con *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*,

*Pinus brutia*, *Cupressus*, *Cedrus*, *Quercus*, *Juniperus*, *Erica*, *Arbutus*, *Citrus*, *Pistacia*, *Rhus* y *Genista*.

En nuestro país esta especie es exótica, por lo que su distribución no está reportada en grandes áreas, para el estado de Coahuila está formando gran parte de áreas de reforestación en la Sierra de Zapalinamé (Cisneros, 1997), así como una reforestación en el Ejido Tanque de Emergencia y otra en las cercanías del Ejido Buñuelos pertenecientes al municipio de Saltillo, Coahuila (Mancilla, 2003)\*.

\* Comunicación personal del Ing. Francisco Mancilla Barboza. Jefe de la Unidad de Aprovechamiento de Recursos Naturales de la SEMARNAT.

## MATERIALES Y METODOS

### Descripción General del Area de Estudio.

El presente estudio se realizó en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, dentro de la reforestación de la Sierra de Zapalinamé plantada con *P. halepensis* la cual se localiza a una latitud norte de 25° 23' 42" y a una longitud oeste de 100° 59' 57" y a una altitud desde 1,620 hasta los 1,985 m ubicada en el sureste de Coahuila (Mathus y Castañeda, 1978; Gutiérrez y Salazar, 1986). El clima de esta área de acuerdo a García (1973), puede clasificarse BWhw (x') (e), correspondiendo al semiárido mexicano y la precipitación media anual es de 420 mm y esta mal distribuida a través del tiempo, presentándose en forma de lluvia o nieve y el 80 por ciento de la lluvia se presenta durante los meses de mayo a noviembre; la temperatura media anual es aproximadamente de 18 °C y fluctúa considerablemente, alcanzando mínimas de -15 °C y máximas de 38 °C; el verano es cálido y el invierno presenta fuertes heladas, en ocasiones desde fines de septiembre hasta principios de abril.

La Sierra de Zapalinamé en el área de estudio anteriormente se encontraba cubierta de masas boscosas, predominado el *Pinus cembroides* Zucc. Estos bosques fueron desapareciendo con el tiempo, debido a la sobre utilización del recurso natural, ocasionando altos grados de disturbios, en la Sierra de Zapalinamé como en el Valle de Saltillo. Debido a lo anterior en 1960 se ha llevado a cabo reforestaciones, plantándose

principalmente *P. halepensis* además *P. cembroides*, *P. ayacahuite*, *Cupressus arizonica* Green., *C. sempervirens* Linn., *Melea azederach* Linn., *Fraxinus* sp. y *Agave* sp. (Gutiérrez y Salazar, 1986).

### **Ciclo Biológico de *Pityophthorus* sp. en Laboratorio.**

Corteza infestada con *Pityophthorus* sp. se colectó de árboles de *P. halepensis*, las muestras de corteza se colectaron de julio a septiembre de 2001 de árboles plagados en fase II de acuerdo a la escala propuesta por Billings *et al.* (1990); estos árboles contienen individuos en desarrollo, presentan el follaje verde o puede tornarse amarillento o rojizo, y se observan perforaciones de salida de adultos, grumos de resina blancos, la corteza se encuentra suelta y es fácil separarla del tronco, la superficie de la madera se torna café oscura con secciones azules o negra infestada por los hongos manchadores de la madera

Las muestras colectadas se colocaron en una cámara bioclimática del Departamento de Parasitología las que se colocaron en una cámara húmeda, la cual constó de dos recipientes de plástico con tapas, la primera de 17 cm de diámetro por 18 cm de altura y la segunda de 11.5 cm de diámetro por 17 cm de altura, en el recipiente más grande se colocó agua con sal (NaCl) a saturación para evitar enmohecimiento, y en el recipiente pequeño se colocó un material pesado para estabilizarlo una vez colocado en el más grande. La finalidad de esta cámara húmeda fue la de evitar la desecación de la

corteza, logrando mantener la humedad relativa mayor al 95 por ciento, esto permitió además que la temperatura en la cámara húmeda tuviera poca variación.

El ciclo de vida del descortezador *Pityophthorus* sp. se realizó en una cámara bioclimática a una temperatura de  $23 \pm 3$  °C, para ello se utilizó el método de “emparedado” realizado por Islas (1968, 1974, 1980) para cría de descortezadores. Este se modificó y adaptó al insecto en estudio, colocando una placa de corteza interna de pino de 6 por 8 cm y de 2 a 2.8 mm de grosor de corteza entre dos cubiertas impermeables, una de vidrio y otra de mica transparente, ambas cubiertas midieron 8 por 10 cm, con 4 mm de grosor, colocando frente al floema la placa de vidrio y por el lado del súber la placa de mica, una vez formado el emparedado se sellaron los bordes con cinta parafilm y se afirmaron con dos bandas de caucho del #3 en cada extremo del emparedado y se colocó una etiqueta para su identificación, los que se colocaron en la cámara húmeda, con este emparedado se evita la desecación y permite la observación de la actividad de eclosión de huevecillos, cambios larvales, mudas, y actividad de adultos por sexo. Cabe señalar que las cámaras húmedas se colocaron dentro de una caja hermética de madera para favorecer que el emparedado perdurara mayor tiempo sin deshidratarse.

Para establecer nuevas colonias del descortezador se extrajeron placas de corteza de un árbol sano de *P. halepensis* con la ayuda un formón y martillo cortando un rectángulo de 8 cm por 6 cm cuidando no dañar el floema, haciendo una pequeña incisión en la corteza interna de pino para simular una cámara de apareamiento donde se colocaron una pareja de descortezadores (macho y hembra). En estos emparedados tanto la placa de

madera, como las de vidrio y mica fueron tratados con caldo bordelés a una proporción de 0.85 g de  $\text{CuSO}_4$  y 7.5 g de cal disueltos en 750 mL de agua, para evitar el enmohecimiento de la placa de corteza. Los insectos no se trataron ya que estos necesitan los hongos que portan en el cuerpo para el desarrollo de su progenie (Barras, 1973).

Las observaciones de los emparedados fueron diarias para determinar el estado de desarrollo presente, registrando los cambios biológicos y comportamiento de los insectos sin abrir los emparedados para evitar su contaminación, en caso de las larvas para diferenciar los instares larvarios, se registraron cuando mudaban notándose un mayor tamaño de cápsula cefálica compararon el número de estadios con el rango de las mediciones de cápsula cefálica de larvas medidas de campo. Tomando con detalle el tiempo requerido en días para cada una de las fases de desarrollo (Huevecillo, larva I, larva II, larva III, pupa, preimago y adulto).

### **Ciclo Biológico de *Pityophthorus* sp. en campo.**

Para detectar “brotes activos” de *Pityophthorus* sp. en campo, a partir de la segunda quincena de julio de 2001 se realizaron visitas al campo recorriendo las áreas que presenciaban arbolado seco y follaje de color amarillento o rojizo, se colectaron muestras de corteza de dichos árboles las que se disectaron inmediatamente con el auxilio de una navaja y lupa; esto se hizo con el objeto de verificar la presencia del insecto descortezador. En base a estas observaciones se seleccionaron dos árboles de *P. halepensis* con follaje de color rojo amarillento.

El desarrollo estacional del insecto se inició a partir de la segunda quincena julio de 2001 hasta la segunda quincena de marzo de 2002, la toma de muestras consistió en delimitar previamente el área del fuste de cada árbol de la siguiente manera: el fuste se dividió en cuatro lados en base a los puntos cardinales Norte, Sur, Este y Oeste, al azar se eligió un lado cardinal y en este se extrajo una primera muestra de placa de corteza de 10 cm x 8 cm (80 cm<sup>2</sup>) empezando en la base del fuste, las posteriores muestras se tomaron siguiendo el mismo lado del fuste en las partes inmediatas superiores a la muestra anterior. La frecuencia de la toma de muestras de corteza fue cada semana para cada árbol marcado hasta alcanzar una altura de 1.80 m, una vez alcanzada esta altura de muestras las siguientes placas de corteza se tomaron en dirección opuesta de lado cardinal del fuste elegido primeramente. Antes de extraer las placas de corteza se colocó en la base del árbol una manta blanca para coleccionar el material que se precipitara al suelo.

Para realizar este trabajo se utilizó manta blanca, cincel, formón, mazo de hule, martillo y navaja. Las muestras se colocaron en sobre de papel encerado debidamente etiquetados, posteriormente se colocaron en una cámara húmeda y se trasladaron al laboratorio para su disección y análisis.

Las muestras se disectaron en el laboratorio auxiliado de un microscopio estereoscopio de 10X aumentos y una navaja. Los especímenes se colocaron en frascos pequeños con alcohol al 70 por ciento a fin de conservarlos. Posteriormente se separaron de acuerdo al estado de desarrollo en que se encontraron y se registraron el número total de huevecillos, larvas, pupas, preimagos y adultos después de ser extraídos de las galerías.

En el caso de las larvas se empleó la metódica propuesta por Dyar (1894) para cual se midió la cápsula cefálica en la parte más ancha con una miniescala (1div = 0.1mm); una vez obtenida las medidas, se procedió a ubicarlas dentro de los rangos de los dos o tres estadios mencionados por Bright (1981). Además se realizaron medidas de ancho y largo de huevecillos, larvas, pupas y adultos del descortezador *Pityophthorus* sp. para la cual se utilizó la misma miniescala. Las pupas, Preimagos y adultos se clasificaron y se conservaron a su vez en alcohol al 70 por ciento etiquetadas debidamente.

### **Fluctuación poblacional de *Pityophthorus* sp.**

Para dar seguimiento a la fluctuación poblacional de adultos de *Pityophthorus* sp. de manera directa, se utilizó la técnica para monitorear poblaciones de descortezadores con la feromona sintética de “frontalina” mezclándola con aguarrás como sustituto de alfa-pineno a una proporción de 2:1, colocando un mL en cada tubo y reponiendo la mezcla cada ocho a 15 días para mantener constante su poder atrayente (Flores, 1977) a diferencia de la recomendación del autor citado quien utilizó trampas pegajosas, en el presente estudio se utilizaron trampas de 12 embudos múltiples y feromona “frontalina” fabricada por la empresa Canadiense Phero Tech. Además se utilizó un método indirecto que consistió en utilizar las muestras disectadas y se determinó cuantos estados de desarrollo se encontraban en las muestras de corteza y cual era la dominante en cada fecha de extracción.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Descripción y Morfología de los Estados de Desarrollo de *Pityophthorus* sp.

#### Huevecillos

Son de forma oval u elípticos (Figura 4.1) de consistencia suave y de color blanco aperlado brillante. Miden 0.6 mm de largo y 0.4 de ancho como se muestra en el cuadro 4.1 y cuadro A.6.

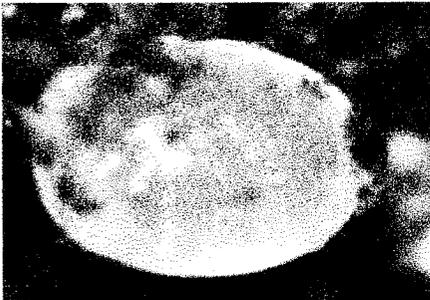


Figura 4.1.- Huevecillo de *Pityophthorus* sp.

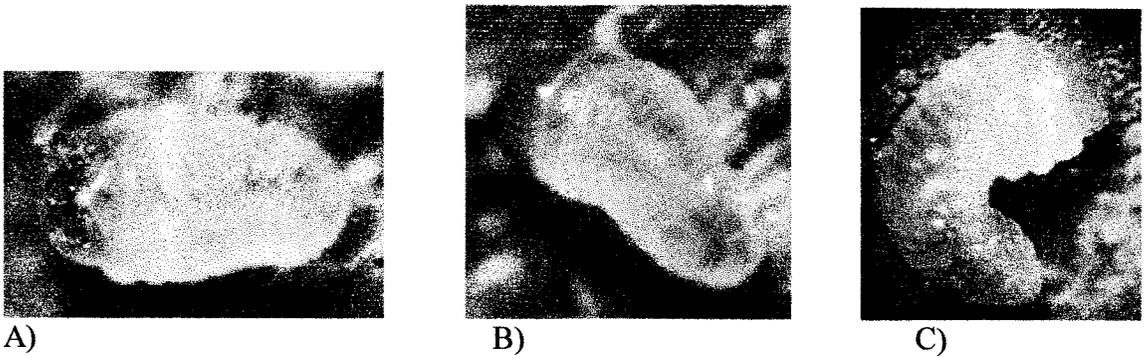
**Cuadro 4.1.-** Tamaño promedio en mm de huevecillos del descortezador *Pityophthorus* sp. colectados del fuste de *Pinus halepensis* en la Sierra de Zapalinamé.

Medidas*	
Largo	Ancho
0.6	0.4

\* Promedio de 76 huevecillos

## Larvas

Las larvas presentan el cuerpo en forma de “C”, son ápodas y cilíndricas (Figura 4.2), las que exhiben un color blanco cremoso en los primeros estadios a excepción del último que presenta un color rosado. Presentan una cápsula cefálica bien desarrollada que varía de color ámbar a café rojizo o rojo oscuro, determinándose tres estadios (Cuadro 4.2) lo que concuerda con Bright (1981), cuya cápsula cefálica mide en promedio 0.3 mm en el primer estadio mientras que en el tercer estadio llega a medir 0.5 mm por lo que respecta al tamaño de la larva de primer estadio mide de 0.69 mm y el último 2.02 mm de largo.



**Figura 4.2.-** Larvas de *Pityophthorus* sp. A) 1<sup>er</sup> estadio, B) 2<sup>o</sup> estadio y C) 3<sup>er</sup> estadio.

**Cuadro 4.2.-** Tamaño promedio en mm de larvas de diferentes estadios del descortezador

*Pityophthorus* sp. colectados del fuste de *Pinus halepensis* en la Sierra de Zapalinamé.

Estadio	Cápsula cefálica (Ancho)	Largo del cuerpo	Rango	Ancho del cuerpo	Rango
Larva I	0.3	0.69	0.4 – 1.1	0.40	0.3 – 0.6
Larva II	0.4	1.36	1 – 1.7	0.71	0.6 – 0.8
Larva III	0.5	2.02	1.7 – 2.5	0.89	0.7 – 1

## Pupas

Como se aprecia en el cuadro 4.3 las pupas del macho miden 2.32 mm de largo y las pupas de hembras 2.33 mm con un ancho de 0.87 mm y 0.88 mm respectivamente.

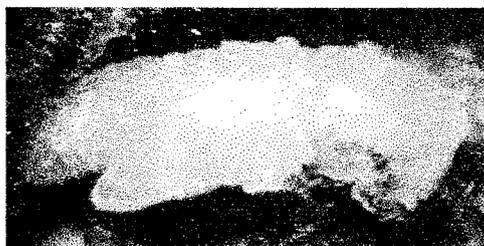


Figura 4.3.- Pupas de *Pityophthorus* sp.

Cuadro 4.3.- Tamaño promedio en mm de pupas del descortezador *Pityophthorus* sp. colectados del fuste de *Pinus halepensis* en la Sierra de Zapalinamé.

Medidas	Macho		Hembra	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Largo	2.32	1.9 – 2.7	2.33	1.9 – 2.6
Ancho	0.87	0.8 – 0.9	0.88	0.8 – 0.9

## Preimagos

Varios autores citan la existencia de un estado intermedio entre pupa y adulto al que denominan preimago (Islas, 1974; Estrada, 1983 y Gómez 1995). Obviamente los tamaños de estos individuos concuerdan con los de los adultos (Cuadro 4.4).



A)



B)

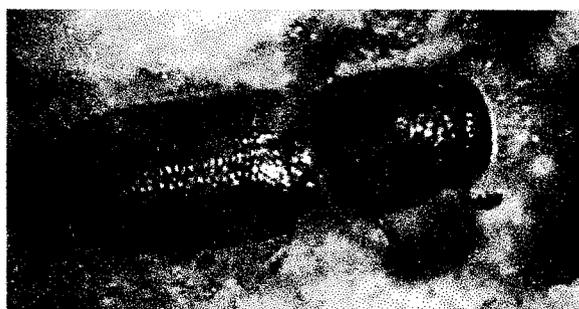
Figura 4.4.- Preimagos de *Pityophthorus* sp. A) macho y B) hembra

## Adultos

Los insectos tienen el cuerpo de forma cilíndrica, con el pronoto cubriendo la cabeza, mide de 2.1 a 2.6 mm de longitud en promedio (Cuadro 4.4), presenta color variable de café oscuro a negro, la hembra tiene la cabeza ornamentada con mechones de setas de color amarillento, lo que se observa desde el preimago (Figura 4.4 y 4.5).



A)



B)

**Figura 4.5.-** Adultos de *Pityophthorus* sp. A) macho y B) hembra.

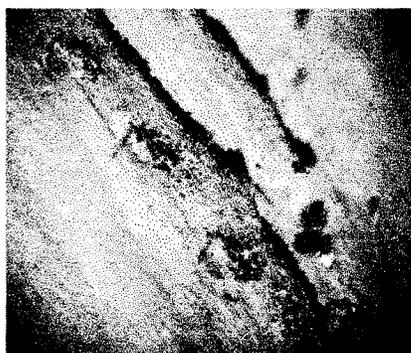
**Cuadro 4.4-** Tamaño promedio en mm de adultos del descortezador *Pityophthorus* sp. colectados del fuste de *Pinus halepensis* en la Sierra de Zapalinamé.

Medidas	Macho		Hembra	
	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Largo	2.31	2.1 - 2.6	2.43	2.4 - 2.5
Ancho	0.7	-	0.8	-

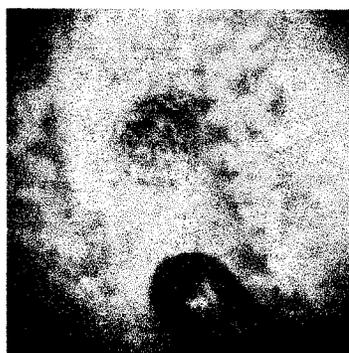
## Biología y Comportamiento de los Estados de *Pityophthorus* sp.

### Huevecillos

En general estos huevecillos requieren un promedio de 6.74 días para su eclosión, es de enfatizar que un día antes de la eclosión de la larva se observan claramente las mandíbulas en movimiento, estos están en nichos y tapados para su protección e incubación por el debris y madera masticada por la hembra, estos son depositados (Figura 4.6) tanto en los bordes de ambos lados de la galería en forma alterna como en el piso de la misma.



A)



B)

**Figura 4.6.-** Huevecillo de *Pityophthorus* sp. A) depositado en el bode y B) depositado en el piso.

### Larvas

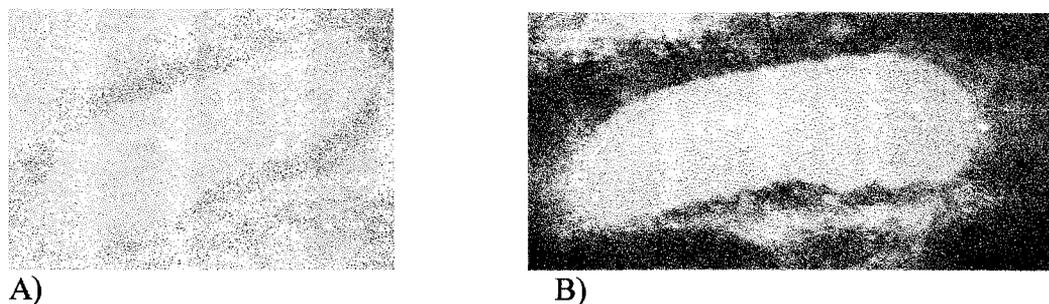
Las larvas emergen del huevecillo rompiendo el corion con las mandíbulas que son fuertemente esclerosadas, al alimentarse construyen un túnel individual en el floema que se ensancha conforme las larvas aumentan de tamaño, las galerías larvales son perpendiculares a la galería materna y de menor tamaño, estas galerías nunca se entrecruzan entre sí, por el contrario se desvían poco antes de encontrarse, al ir comiendo el

floema van dejando atrás debris. Los primeros dos estadios se alimentan de la parte interna del floema al construir el túnel y de los residuos de cada muda a excepción de la cápsula cefálica, mientras que el tercero se orienta hacia la corteza externa para construir una celda pupal entre el floema y la corteza en forma oval formada de material de debris en donde se transforma en pupa. Las larvas de 1<sup>er</sup> estadio construyen una galería de un tamaño promedio de 1.90 cm de longitud, la de 2<sup>o</sup> estadio es de 1.73 cm y la de 3<sup>er</sup> estadio 0.944 (Cuadro A.5).

Cuando las larvas van a cambiar de cápsula cefálica (Figura 4.7A), antes de este proceso expulsan todo el alimento del interior de su cuerpo, se tornan de color completamente blancas y se expanden al introducir aire, moviendo el cuerpo de forma ondulatoria hasta romper la cápsula cefálica, la que se rompe entre la parte apical de la cápsula cefálica y las mandíbulas, moviéndose hasta que se desprende y se desliza por el cuerpo con la cutícula vieja de la larva hasta salir por el lado posterior del abdomen; una vez desprendida la cápsula y la cutícula, la larva se queda con la cápsula nueva de color blanco e inmóvil hasta un día, al cabo del cual se mueve para alimentarse de la cutícula anterior sin consumir la cápsula cefálica desprendida.

La galería de la larva de 3<sup>er</sup> estadio midió en promedio 0.944 mm de longitud, menos que los anteriores estadios, debido a que dedica la mayor parte de su vida a la construcción de la cámara de pupación en forma ovoide, la cual mide en promedio 3.34 cm de ancho por 3.60 cm de largo. Cuando termina de construirla expulsa todo los residuos de alimento del interior de su cuerpo y se queda inmóvil (Figura 4.7B) con las mandíbulas hacia arriba al final, esperando a que ocurran los procesos fisiológicos de

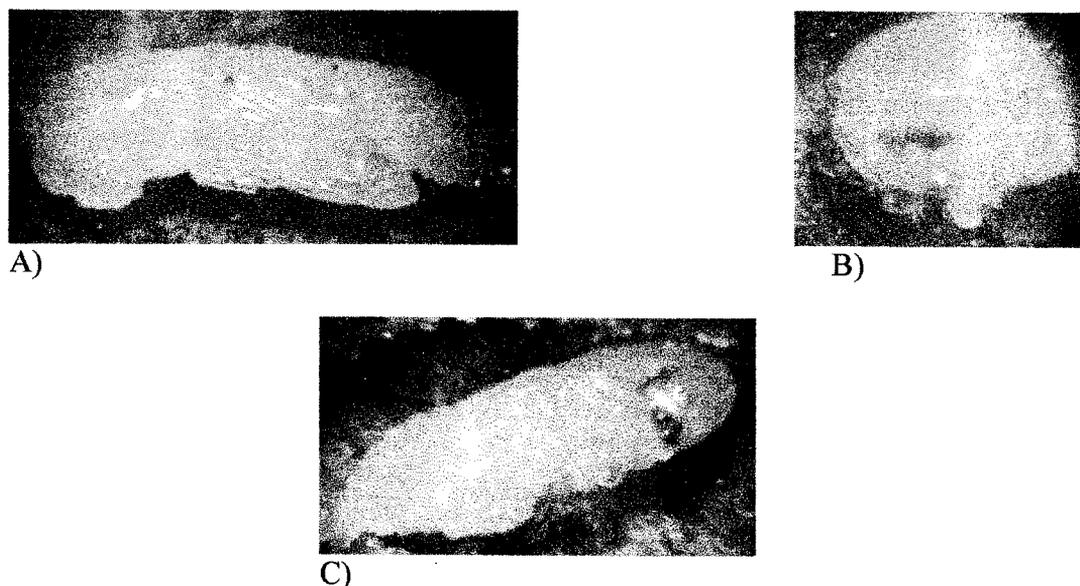
cambio para pasar al estado de pupa. Cuando construye la cámara de pupación, la larva se va alimentando a la vez que va consumiendo los bordes de la cámara y profundizando la misma.



**Figura 4.7.-** Larvas de *Pityophthorus* sp. A) 2<sup>o</sup> estadio en proceso de cambio de cápsula Cefálica y B) 3<sup>er</sup> estadio en procesos fisiológicos de cambio para pasar al estado de pupa.

### Pupas

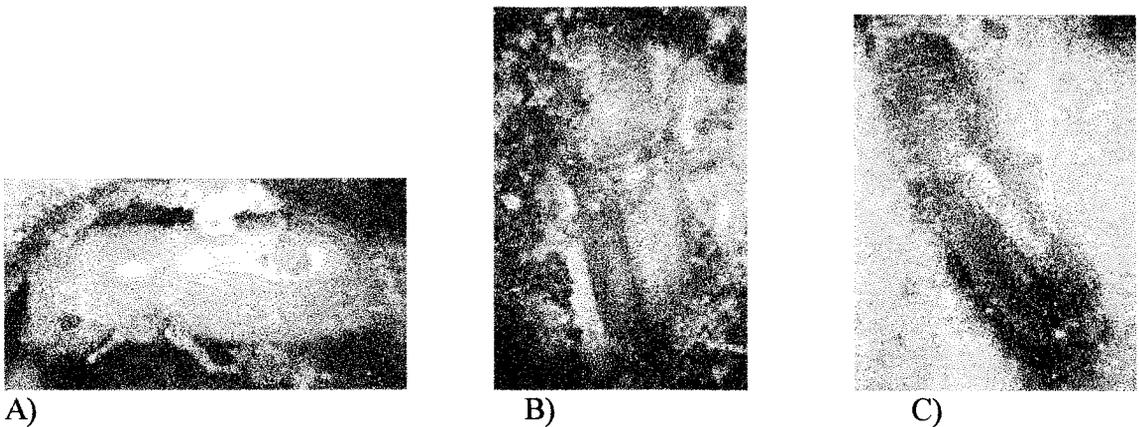
La pupa es de tipo exareta, es de color blanco cremoso y suave al principio, la que posteriormente adquiere tonos oscuros (Figura 4.8) en mandíbulas, ojos y parte apical de los élitros, pigmentándose primero la cabeza, luego tórax y al final el abdomen.



**Figura 4.8.-** Pupas de *Pityophthorus* sp. en diferentes periodos de desarrollo. A) color blanco 2 días, B) tonos oscuros 3 días y C) coloración amarillenta 3 días.

## Preimagos

Esta fase de desarrollo permanece en la cámara de pupación alimentándose del cambium hasta que ocurren los procesos de esclerosamiento y oscurecimiento de la cutícula concordando con (Islas, 1974; Estrada, 1983 y Gómez 1995), a la vez de madurar los órganos reproductivos; durante este tiempo el preimago cambia de color amarillamiento a café claro, café oscuro y finalmente a color negro (Figura 4.9); cuando terminan su desarrollo en la cámara de pupación, barrenan la corteza externa, hasta hacer un orificio de emergencia al exterior.



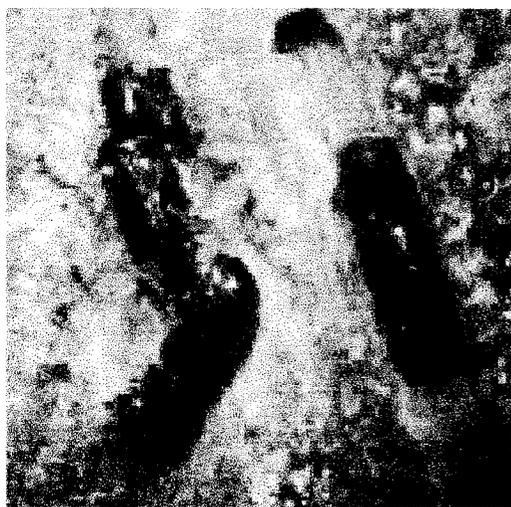
**Figura 4.9.-** Preimagos de *Pityophthorus* sp. en diferentes procesos de esclerosamiento. A) amarillento, B) café-amarillento y C) café oscuro.

## Adultos

Son insectos polígamos, la cámara nupcial se ubica en el floema en donde se lleva cabo la cópula, la hembra realiza la galería en forma recta y perpendicular al fuste del árbol, colocando los huevecillos en nichos individuales semicilíndricos hechos en ambos lados de la galería materna en forma alterna ó en el piso e inmediatamente los cubre con aserrín proveniente de la formación de la galería y desechos del insecto (debris) y madera masticada por la hembra, estas galerías tienen forma de estrella con una cámara nupcial en

el centro de la cual parten hasta siete galerías radiales formadas cada una por una hembra, además construyen orificios de ventilación a medida que hace más grande la galería, el macho se encarga de mantener limpias las galerías. La cámara de apareamiento los adultos la utilizan, para tener movimiento entre los túneles al retirar el debris y construyen varias cámaras a través de la galería para copular.

Antes de la cópula hay un reconocimiento entre ambos sexos, rozándose con las antenas y el cuerpo girando alrededor del cuerpo de ambos. La posición de la cópula de ambos se lleva a cabo de tal manera que se acomodan en un ángulo de  $90^{\circ}$  con el cuerpo dorsalmente de lado con la cabeza en posición extrema y opuesta en ambos, ésta puede durar aproximadamente de 1 hasta 4 min. Cuando la hembra está en la galería ovipositando el macho va en busca de ella y le da un ligero golpe en la parte posterior del élitro para luego la jala con una pata anterior de la misma parte en donde la golpea hasta llevarla a la cámara de apareamiento, después de la cópula la hembra regresa a ovipositar y el macho se alimenta para posteriormente hacer lo mismo con las siguientes hembras. La hembra puede seguir ovipositando hasta 12 días sin tener cópula.



**Figura 4.10.-** Cópula de adultos de *Pityophthorus* sp.

### Ciclo Biológico de *Pityophthorus* sp. en Laboratorio

La determinación del ciclo biológico se realizó durante un período de seis meses con 18 emparejados de los cuales con 12 se registraron datos parciales ya sea porque se rompieron los vidrios, se contaminaron o porque no se llevó a cabo la cópula, en los seis emparejados restantes se tomaron datos totales donde se criaron 33 descortezadores resultando 22 machos y 11 hembras, teniendo además cinco insectos muertos, siendo tres macho y dos hembras, en estos emparejados las 12 hembras ovipositaron un total de 187 huevecillos en un lapso de 151 días de los que eclôsionaron 106 huevecillos (56.68 por ciento).

El promedio de huevecillos ovipositados por cada hembra fue de 15.68 correspondiendo a 1.30 huevecillos por día. La duración promedio del ciclo biológico de cada estado de desarrollo de *Pityophthorus* sp. se describen de acuerdo con los datos del Cuadro 4.5; el huevecillo requirió 6.74 días para su eclosión, el primer estadio larval tuvo una duración de 6.10 días, el segundo de 7.73 días y el tercer estadio requirió 10.40 días en promedio, la pupa requiere de 7.77 días, el preimago necesitó de 21.10 días para su desarrollo y los adulto vivieron 27.85 días en promedio en condiciones de laboratorio

El promedio acumulativo (Cuadro 4.5) son los días en que el insecto se desarrolló desde huevecillo hasta completar el estado de adulto, que es de 59.84 días y el ciclo biológico desde huevecillo hasta la muerte del adulto es de 87.69 días. Se observaron pocas diferencias entre el desarrollo de machos y hembras, aunque estas últimas requirieron 2.05 días más para alcanzar el desarrollo a adulto, esto implica que

*Pityophthorus* sp. pueda tener alrededor de seis generaciones al año en condiciones de laboratorio.

**Cuadro 4.5.-** Ciclo biológico de *Pityophthorus* sp. determinado por el método de emparedado en laboratorio a una temperatura promedio de  $23 \pm 3$  °C.

Estados	Días de desarrollo		
	Promedio	Rango	Acumulativo
Huevecillo	6.74	4 - 12	-
Larva I	6.10	4 - 9	12.84
Larva II	7.73	4 - 17	20.57
Larva III	10.40	4 - 21	30.97
Pupa	7.77	5 - 10	38.74
Preimago	21.10	9 - 34	59.84
Adulto	27.85	6 - 72	87.69

### Ciclo Biológico de *Pityophthorus* sp. en campo.

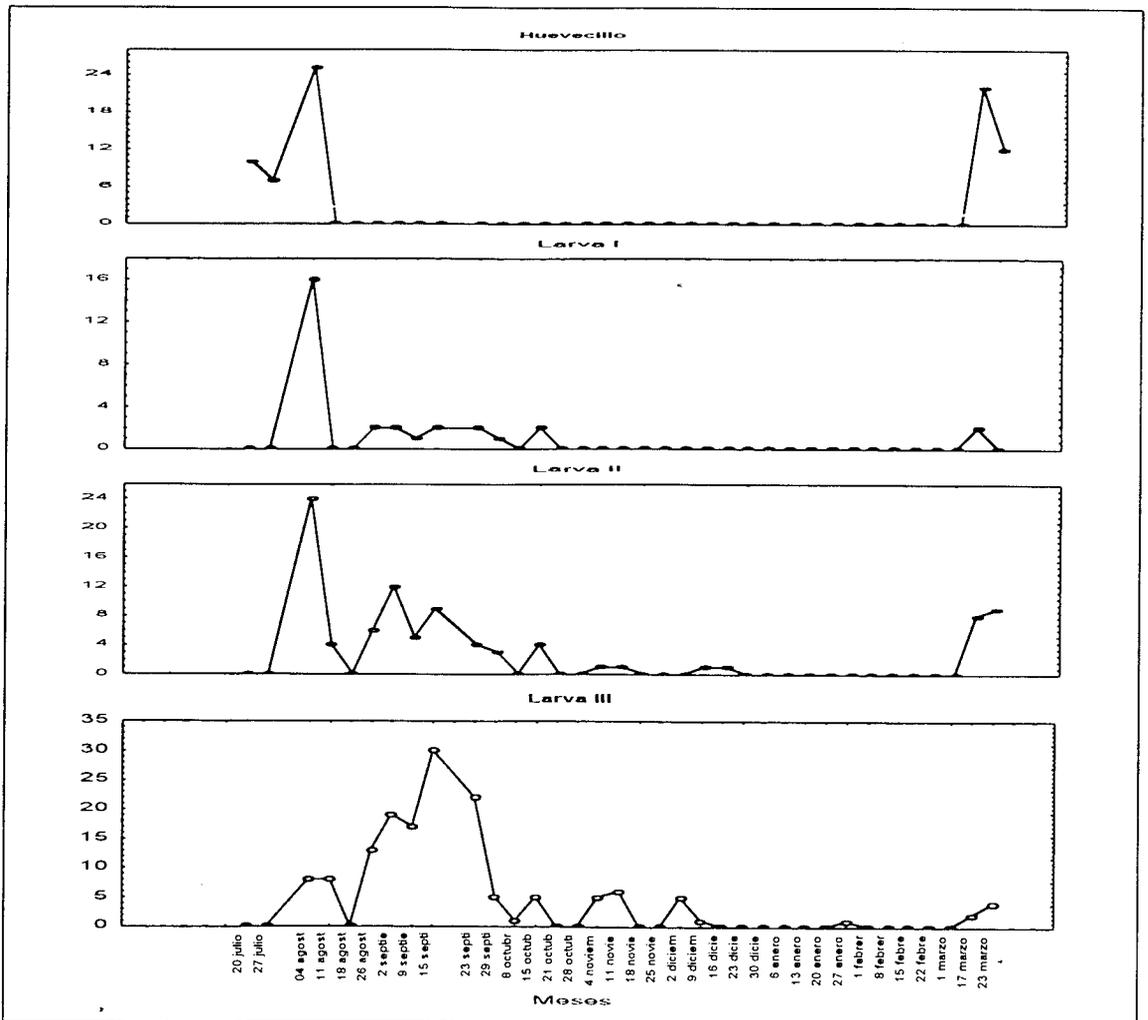
#### Huevecillo

En relación a este estado, se detectó que la oviposición se observó solamente en los meses de agosto de 2001 y marzo de 2002 (Figura 4.11), siendo el primer mes en donde se tuvo el mayor número de huevecillos registrados, los niveles más altos para ambos niveles fue el 4 de agosto de 2001 y el 17 de marzo de 2002 respectivamente, en contraste a partir del 11 de agosto de 2001 hasta el 16 de marzo de 2002 no se encontraron huevecillos.

La observación de estas dos únicas poblaciones de este estado se pudo deber a las fechas de toma de muestras que se realizaron a partir del 20 de julio de 2001, probablemente si se hubiese muestreado antes de esta fecha se hubiese tenido mayores registros de huevecillos; por otra parte como la colecta de las placas de corteza fue al azar en el fuste del árbol donde varió; la altura, exposición del árbol y el grosor de

corteza, las condiciones para la detección de huevecillos fueron variables. Esto probablemente ocasionó que no se observaran más huevecillos por estar en otra parte del árbol. Se debe recordar además que los insectos que arriban al hospedero lo hacen en diferentes tiempos atacando a diferentes altura del fuste del árbol y en ocasiones en las ramas.

Es importante recordar además que la toma de muestras se enfatizó en la corteza de árboles en Fase II que como ya se señaló.



**Figura 4.11.** Fluctuación de estados de desarrollo de *Pityophthorus* sp. de huevecillo y estadios larvarios en placas de corteza infestadas de *P. halepensis* en la reforestación Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.

### **Larva de primer estadio**

Este estadio se encontró a partir del 4 de agosto de 2001 hasta el 15 de octubre del mismo año (Figura 4.11), a partir de esta fecha disminuye su poblaciones hasta el 1 de marzo de 2002, cuando se detectan nuevos individuos de esta fase de desarrollo, por provenir de huevecillos detectados en ese mismo mes. El 4 de agosto de 2001 fue la fecha en donde se registró el más alto número de individuos.

Como se puede observar en la gráfica las larvas de 1<sup>er</sup> estadio coinciden en su población más alta con la población de huevecillos, la diferencia entre las poblaciones de estas larvas se debe al tiempo que eventualmente requieren los huevecillos para completar la eclosión, lo que puede estar influido por características estructurales de la madera y por las temperaturas del medio ambiente. A partir del 21 de octubre de 2001 al 16 de marzo de 2002 no se detectaron larvas de 1<sup>er</sup> estadio.

En lo que respecta a la ligera población del 17 de marzo de 2002, las larvas de 1<sup>er</sup> estadio de nuevo coinciden con la presencia de huevecillos, es decir no había eclosionado la mayoría de los huevecillos.

### **Larva de segundo estadio**

La población de estas larvas se detectó a partir del 4 de agosto manteniéndose estable hasta el 15 de octubre de 2001 (Figura 4.11), observándose algunos individuos en noviembre y diciembre. Para el 17 de marzo de 2002 de nuevo se registraron incremento de estas larvas. No se registraron larvas de 2<sup>o</sup> estadio a partir del 11 de noviembre de 2001 hasta el 16 de marzo de 2002.

Como se demuestra la figura 4.11 los huevecillos, larvas de 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> estadio coinciden sus poblaciones más altas en las mismas fechas, esto indica que estos estados de desarrollo son de la misma generación.

### **Larva de tercer estadio**

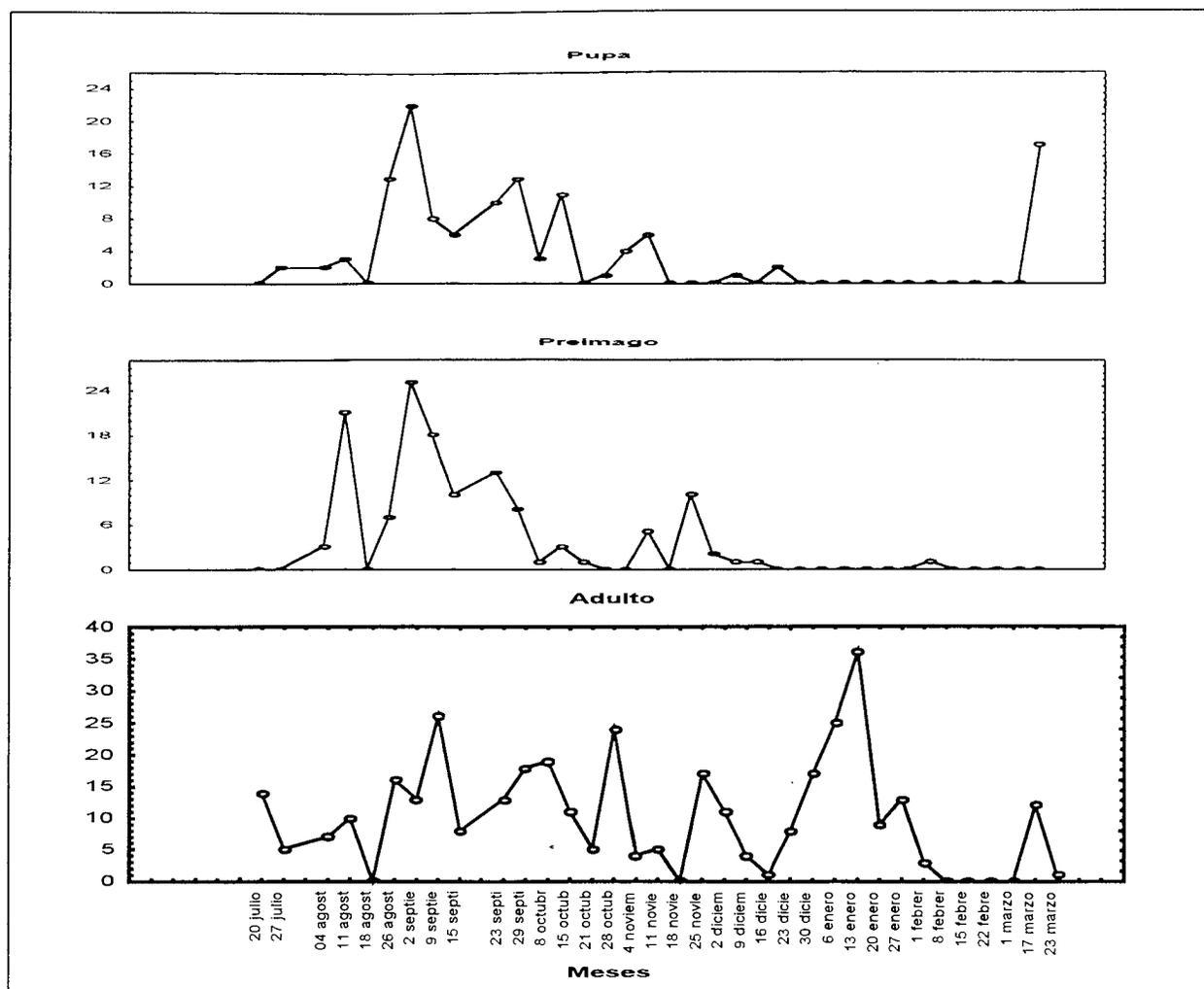
En contraste a los anteriores estadios larvarios, la larva de 3<sup>er</sup> estadio se presentó con su mayor número de individuos el 15 de septiembre (Figura 4.11), aunque su población inició a partir del 4 de agosto hasta el 2 de diciembre de 2001. Aunque se detectó una larva el 1 de febrero de 2002. Registrándose de nuevo larvas de 3<sup>er</sup> estadio a partir del 17 de marzo del mismo año coincidiendo con la población de las larvas del 2<sup>o</sup> estadio ya que son de la misma generación. No se observó ningún individuo del 16 de diciembre de 2001 al 27 de enero de 2002.

### **Pupas**

Las primeras pupas se encontraron el 27 de julio coincidiendo con las larvas de 3<sup>er</sup> estadio (Figura 4.12), esta población de pupas mantuvo una mejor distribución a partir del 26 de agosto hasta el 11 de noviembre, teniendo su mayor población el 2 de septiembre de 2001. El 23 de marzo de 2002 de nuevo registran pupas en niveles altos. Además se registraron pocos individuos en diciembre de 2001 y no se detectaron pupas a partir del 30 de diciembre hasta el 16 de marzo de 2002.

### **Preimago**

Esta fase de desarrollo se observó claramente a partir del 4 de agosto al 25 de noviembre (Figura 4.12), teniendo su mayor población del 11 de agosto al 29 de septiembre, teniendo sus poblaciones más altas el 11 de agosto y el 2 de septiembre que



**Figura 4.12.** Fluctuación de estados de desarrollo de *Pityophthorus* sp. de pupa, preimago y adulto en placas de corteza infestadas de *P. halepensis* en la reforestación Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.

coincide con la mayor población de pupas siendo esta última la fecha con más individuos registrados. Además se detectaron pequeños picos de poblaciones en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2001, y dos individuos el 1 de febrero de 2002. A diferencia de los estados de huevecillos, larva y pupa, en el preimago no se detectó su presencia el 23 de marzo de 2002, debido posiblemente a que las pupas no habían alcanzado el estado de preimago.

## Adulto

En contraste a los estados de desarrollo anteriores, el adulto fue el único que mantuvo su población presente y constante a través de todo el tiempo del estudio en las placas de corteza, en las cuales se detectaron varios picos siendo los más representativos los de septiembre, octubre y noviembre de 2001 (Figura 4.12), además del de enero de 2002, siendo ésta la población mas sobresaliente donde se registró la mayor cantidad de adultos.

Cabe señalar que las poblaciones de adultos del 9 de septiembre de 2001 coinciden con las poblaciones más altas de pupa y preimago, aunque en general en los meses subsecuentes también emergen adultos que provienen de estas fases de desarrollo. A excepción de lo anterior, la población de adultos más alta que ocurrió el 13 de enero de 2002 no coincide con las poblaciones de pupas y preimagos, esto puede deberse a que el estado de preimago requiere más tiempo para alcanzar el estado de adulto probablemente causado por la baja de temperaturas; aunque también pudo haber ocurrido, que al momento de realizar la disección de la colecta de la muestra de corteza se extrajeron poblaciones de adultos provenientes de otras galerías al haber traslape en estas.

En general el ciclo biológico de *Pityophthorus* sp. en campo es de aproximadamente cinco meses, es más largo que en laboratorio debido a que las temperaturas son más variables pudiendo tener hasta dos generaciones al año y presenta los estados de desarrollo con ligeros traslapes entre cada uno, lo cual es normal. Los

adultos están presentes durante todo el año en el interior de la corteza, observándose cuatro picos notorios, siendo mayor el de enero.

Se debe señalar además que la feromona de agregación sintética frontalina que se utilizó sola y en mezcla con aguarrás como sustituto de alfa-pineno a una proporción de 2:1 no ejercieron atracción alguna sobre los adultos de *Pityophthorus* sp. por lo que no se obtuvieron datos al respecto, por lo que no se recomienda su uso para este insecto. Esto debido a que la frontalina se desarrolló para adultos de *Dendroctonus frontalis* y funciona para especies de este género tal como lo citan Kinzer *et al.* (1969) y Vité y Pitman (1969).

#### **Análisis de correlaciones de *Pityophthorus* sp. con factores ambientales.**

En base a las correlaciones realizadas con el programa computacional STATISTICA V. 6.0 a nivel de correlación múltiple no se encontró significancia estadística ( $P < 0.05$ ) entre los factores del medio ambiente (Temperatura máxima y mínima, precipitación y humedad relativa) y los estado de desarrollo de *Pityophthorus* sp.; pero en las correlaciones canónicas se detectó significancia estadística como se muestra en el cuadro 4.6, donde la raíz canónica 1 se determinó es la que posee mayor coeficiente de correlación (R) de 0.7628 por lo que los mayores pesos canónicos indican que de los factores temperatura máxima y humedad relativa tienen una tendencia favorable a influir en el desarrollo de todos los estados de desarrollo ya que manifiestan valores con el mismo signo (-), teniendo los mayores pesos en esta correlación canónica el 1<sup>er</sup> estadio larval, huevecillo y preimago, y con valores de menor magnitud en esta

correlación el 3<sup>er</sup> estadio larval y la pupa. Por otra parte el 2<sup>o</sup> estadio larval y el adulto presentan signo contrario (+) lo que indica que la correlación entre la temperatura máxima y la humedad relativa es contraria, los resultados de esta correlación con tendencia no favorable puede deberse a variables no controlables, como en caso de las larvas por el tamaño pequeño y/o posible daño por el corte en la corteza al momento de la toma de la muestra; y para el caso de los adultos pudiera tener influencia la migración de estos individuos a buscar nuevos árboles para establecer su progenie.

**Cuadro 4.6.-** Resultados de los análisis canónicos de los datos de colecta en campo de los

estados de desarrollo de *Pityophthorus* sp. en las placas de corteza en comparación con los datos de las condiciones ambientales.

Raíz	R	R <sup>2</sup>	$\chi^2$	G.L	$\hat{\alpha}$
1	0.762800	0.581865	43.77925	28	0.029296
2	0.601164	0.361399	19.36465	18	0.369760
3	0.441599	0.195010	6.80735	10	0.743486
4	0.160793	0.025855	0.73345	4	0.947139

**Pesos canónicos**

	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 3	Raíz 4
TMAX	- 0.565295	0.14817	- 1.53724	3.50185
TMIN	- 0.092156	0.20612	0.80822	- 3.94119
PRECIP	- 0.296584	- 1.02864	0.36229	0.26234
HR	- 0.529289	0.72012	0.22566	1.29092

**Pesos canónicos**

	Raíz 1	Raíz 2	Raíz 3	Raíz 4
HUEVECILLO	- 0.76664	- 0.17104	- 1.48198	0.70373
LARVA I	- 1.33364	1.28906	- 0.45645	1.63199
LARVA II	2.14582	- 1.07864	1.31958	- 2.96073
LARVA III	- 0.69302	0.94110	0.14505	0.34826
PUPA	- 0.62251	0.26697	- 0.28750	- 0.09494
PREIMAGO	- 0.75538	- 1.01632	- 0.41937	0.78806
ADULTO	0.19387	- 0.28892	0.28797	- 0.10836

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y a las observaciones del estudio, se establecen las conclusiones siguientes con respecto a la biología de *Pityophthorus* sp.

**Huevecillo.-** Son ovales u elípticos, suaves y de color blanco, miden 0.6 mm de largo por 0.4 mm de ancho; requieren 6.74 días en promedio para su eclosión y están en nicho en los bordes de la galería o en el piso en forma alternada y tapados.

**Larva.-** Son apodas y en forma de “C” de color blanco cremoso el 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> estadio, mientras que el 3<sup>er</sup> de color rosado, el 1<sup>er</sup> mide 0.3 mm de cápsula cefálica, el 2<sup>o</sup> 0.4 mm y el 3<sup>er</sup> 0.5 mm. Los primeros dos estadios se alimentan de la parte interna del floema y de los residuos de cada muda, mientras que el 3<sup>er</sup> se orienta hacia la corteza externa para construir la celda pupal entre el floema y la corteza. La larva en sus tres estadios requirió acumular 30.97 días para su desarrollo.

**Pupa.-** Es de tipo exareta, de color blanco cremoso y suave al principio, posteriormente adquiere tonos oscuros; midiendo las pupas machos 2.32 mm de largo por 0.87 mm de ancho y las hembras 2.33 mm de largo por 0.88 mm de ancho. El período que el insecto permanece en el estado de pupa es de aproximadamente 7.77 días.

**Preimago.-** Es la fase intermedia entre pupa y adulto, en donde este permaneció 21.10 días en promedio en la cámara de pupación para su desarrollo, alimentándose del cambium y residuos de la muda mientras que ocurren los procesos de esclerosamiento y

obscuramiento de la cutícula, a la vez de madurar los órganos reproductores. y los tamaños de este concuerdan con las medidas de los adultos.

**Adulto.-** Tienen el cuerpo de forma cilíndrica, el pronoto cubre la cabeza, miden de 2.1 a 2.6 mm de largo en promedio, son de color café oscuro a negro, la hembra tiene la cabeza ornamentada con mechones de setas de color amarillento. Son polígamos, la galería tiene forma de estrella hasta con siete ramas en el centro de esta se ubica la cámara nupcial en donde se realiza la cópula. Para alcanzar este estadio los insectos necesitaron 59.84 días en promedio. Viviendo 27.85 días como adulto, completado su ciclo de vida desde que nace hasta que se muere de 87.69 días.

En general el ciclo biológico de *Pityophthorus* sp. en campo es de aproximadamente cinco meses, presenta los estados de desarrollo con ligeros traslape en cada estado de desarrollo, lo cual es normal, coincidiendo sus poblaciones más altas de huevecillo, larvas, pupa, preimago y adultos por ser individuos de la misma generación. Los adultos están presentes todo el año dentro de la corteza, observándose cuatro picos notorios, siendo mayor el del mes de enero.

La feromona de agregación frontalina que se utilizó sola y en mezcla con aguarrás no ejercieron atracción sobre los adultos de *Pityophthorus* sp. por lo que no se recomienda su uso para este insecto.

Se encontró significancia estadística entre los factores del medio ambiente (temperatura máxima y humedad relativa) con los estado de desarrollo de *Pityophthorus* sp. a excepción de larvas de 2° estadio y adultos, con un valor de (R) de 0.7628.

## LITERATURA CITADA

- Atkinson, T. H. 1982. Los géneros de la familia Scolytidae (Coleoptera) en México: Resumen de su taxonomía y biología. Memoria. II Simposia. Nacional de Parasitología Forestal. II y III. Publicación especial. Cuernavaca, Morelos, México. 46:106-141.
- Barras, J. S. 1970. Antagonism between *Dendroctonus frontalis* and the fungus *Ceratocystis minor*. Ann. Ent. Soc. Amer. 63:1187-1190.
- Barras, J. S. and T. Perry 1972. Fungal symbionts in the prothoracic mycangium of *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera:Scolytidae) Z. Angew. Ent. 71:95-104.
- Barras, J. S. and T. Perry 1973. Reduction of progeny and development in the southern pine beetle following removal of symbiotic fungi. Can. Ent. 105:1295-1299.
- Berryman, A. A. 1982. Population dynamics of bark beetles. In J.B. Mitton and K.B. Sturgeon. Bark Beetles in North American Conifer. Ed. Univ. Texas Press. Austin, Texas. E.U.A. 264-314 pp.
- Billings, F. R., Flores L. J. E. y Cameron R. S. 1990. Los escarabajos descortezadores del pino con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Guía de campo para la inspección terrestre. Texas Forest Service. Public. Lufkin Printing Company Texas. 146:1-19.
- \_\_\_\_\_. 1996. Los escarabajos descortezadores del pino con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Métodos de control directo. Texas Forest Service. Public. Texas A&M Printing Center. College Station, Texas. 150:1-19.
- Bright, D. E. and R. W. Stark 1975. The bark and ambrosia beetles of California (Coleoptera:Scolytidae and Platypodidae). Bull of California Insect Survey. 169 pp.
- Bright, D. E. 1981. Taxonomic monograph of the genus *Pityophthorus* Eichhoff in North and Central America (Coleoptera:Scolytidae). Memoirs the Entomological Society of Canada. 118:378.

- Carrero, J. M. 1996. Lucha integrada contra las plagas agrícolas y forestales. Ed. Mundi-Prensa. México. Pp. 102-105.
- Cibrián, T. D., Tulio M. M., Bolaños C. R., Yates H. O. III. y Flores L. J. E. 1995. Insectos forestales de México. Universidad Autónoma de Chapingo. México. Pp. 340-342.
- Cisneros, L. M. C. 1997. Agente causal de la muerte de *Cupressus arizonica* y *Pinus halepensis* en la Sierra de Zapalinamé. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Pp. 5-11.
- Coulson, N. R. y A. J. Witter. 1990. Entomología forestal, ecología y control. Ed. Limusa. México. Pp. 577-612.
- Dyar, H. G. 1894. A classification of Lepidoptera on larval characters. Am. Nat. 29:1066-1072.
- Equihua, M. A. 1984. Scolytidae y Platypodidae (Coleoptera) de la estación de biología Chamela, Jalisco. Tesis Maestro en Ciencias en Entomología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 122 pp.
- Flores, L. J. E. 1977. Estudio de la fluctuación de poblaciones del complejo de escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* (Coleoptera:Scolytidae) en la Sierra Madre Oriental, N. L. en 1976 – 1977. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 109 pp.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen. México. UNAM. Instituto de Geografía. 246 pp.
- Gómez, V. L. y Ruiz C. R. 1985. Algunos aspectos de la dinámica de poblaciones de *Dendroctonus frontalis* Zimm. (Col. Scolytidae). Mem. II Simp. Nal. Parasit. Forestal, II y III. Publicación especial. Cuernavaca, Morelos, México.46:199-211.
- Goor, A. Y. 1964. Métodos de plantación forestal en zonas áridas. FAO. Cuadernos de Fomento Forestal. Roma, Italia. No. 16. 265 pp.
- Goor, A. Y. and C. W. Barney. 1976. Forest tree. Planting arid zones. 2nd. Ed. The Ronald Press Company. New York, USA. 504 pp.
- Gutiérrez, C. J. y Salazar M. A. C. 1986. Impacto de la reforestación en la Sierra de Zapalinamé sobre las tasas de infiltración. Agraria 2(2):286-302.
- Islas, S. F. 1968. Observaciones biológicas sobre un descortezador de los pinos, *Dendroctonus adjunctus* Blf. Boletín Técnico INIF., SAG. México, D.F. 25:1-21.

- \_\_\_\_\_. 1974. Observaciones sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los pinos: *Dendroctonus adjunctus* Blf. y *Dendroctonus mexicanus* Hopk. en algunas regiones del estado de México. Boletín Técnico INIF., SAG. México, D.F. 40:1-31.
- \_\_\_\_\_. 1974. Observaciones sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los pinos: *Dendroctonus adjunctus* Blf., *D. mexicanus* Hpk. Y *D. frontalis* Zimm., en algunas regiones de la República mexicana. Boletín Técnico INIF. México, D.F. 66:1-37.
- Kinzer, G. W., A. F. Fentiman., T. F. Page., R. L. Foltz., J. P. Vité and G. B. Pitman. 1969. Bark beetle attractants: identification, synthesis and field bioassay of a new compound insolated from *Dendroctonus*. Nature. 221:477-478.
- Mathus, M. G. y Castañeda L. C. 1978. Zapalinamé, un oasis en el semidesierto de Coahuila. Plantaciones Forestales. Publicación Especial. SARH., INIF. México. No.13.
- Metcalf, R. L. y W. H. Luckmann. 1990. Introducción al manejo de plagas de insectos. Ed. Limusa. México. Pp. 345-369.
- Mirov, N. T. 1967. The genus *Pinus*. The Ronald Press Company. New York, USA. 602 pp.
- Mitton, J. B. and K. B. Sturgeon. 1982. Bark beetle in North American: A system for the study of evolutionary biology. University of Texas Press, Austin. 527 pp.
- Perusquía, O. J. 1982. Contribución acerca de la distribución de algunos escolítidos de México. Boletín Técnico INIF. México, D.F. 59:1-7.
- Renwick, J. A. and J. P. Vité. 1970. Systems of chemical communication in *Dendroctonus*. Symposium on Population Attractants. Contrib. Boyce Thompson Inst. 24:283-292.
- Rodríguez, L. R. 1990. Plagas forestales y su control en México. Universidad Autónoma de Chapingo. México. Pp. 16-41.
- Romero, N. J., Anaya R. S., Equihua M. A. Y Mejía G. H. 1997. Lista de Scolytidae y Platypodidae de México (Insecta: Coleoptera). Acta Zoológica Mexicana (n.s). 70:35-53.

- SEMARNAP. 2001. Informe Anual del Programa Emergente de Sanidad Forestal en el Estado de Coahuila. Subdirección de Fomento Forestal. Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Delegación Semarnat Coahuila, México.
- SEMARNAT. 2003. Informe Anual del Programa Emergente de Sanidad Forestal en el Estado de Coahuila. Departamento de la Unidad de Aprovechamiento de Recursos Naturales. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Delegación Semarnat Coahuila, México.
- SFA. 2001. Programa de trabajo de acciones de sanidad. Dirección de Recursos Forestales y Medio Ambiente. Secretaria de Fomento Agropecuario del Gobierno del Estado de Coahuila. 21 pp.
- Vité, J. P. and G. B. Pitman. 1969. Aggregation behavior of *Dendroctonus brevicomis* in response to synthetic pheromones. Jour of Insect Physiol. 15:1617-1622.
- Woo, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera:Scolytidae), a taxonomic monograph. Great Basin Naturalist Memoirs 6:1-54.
- Zárate, L. A. 1982. Ensayo de dos especies y una variedad de *Pinus* con diferentes sistemas de plantación para trabajos de reforestación en Zonas Semiáridas. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. Pp. 50-56.

## **APENDICE**

**Cuadro A.1.-** Datos de emparejados y desarrollo en días de cada estado biológico de *Pityophthorus* sp. proveniente de campo, a una temperatura promedio de  $23 \pm 3$  °C.

No. Ind. Obs.	Huevecillo	Larva I	Larva II	Larva III	Pupa	Preimago	Sexo
1	8	-	-	-	-	-	-
2	7	-	-	-	-	-	-
3	8	5	4	9	6	9	Hembra
4	7	5	5	9	-	17	Macho
5	7	6	5	-	-	-	-
6	8	6	-	-	-	-	-
7	8	7	7	11	7	10	Macho
8	7	9	6	8	7	-	Macho
9	-	-	5	6	10	14	Hembra
10	7	-	-	-	-	-	-
11	8	-	-	-	-	-	-
12	5	-	-	-	-	-	-
13	4	-	-	-	-	-	-
14	7	4	-	-	-	-	-
15	7	4	8	6	7	15	Macho
16	7	6	-	-	-	-	-
17	6	5	5	9	7	20	Macho
18	6	4	4	5	7	-	Macho
19	6	4	4	-	-	-	-
20	8	5	5	8	6	-	Macho
21	8	-	-	-	-	-	-
22	8	5	5	4	8	18	Hembra
23	7	6	4	7	6	13	Hembra
24	7	6	4	-	-	-	-
25	6	-	-	-	-	-	-
26	6	-	6	-	-	-	-
27	6	4	5	8	7	-	-
28	6	4	5	9	7	-	-
29	6	4	6	9	7	-	-
30	6	5	6	11	6	-	-
31	7	5	7	9	6	14	-
32	7	5	7	21	8	-	-
33	6	5	7	-	-	-	-

**Cuadro A.1.-**  
Continuación ....

34	7	4	5	13	6	-	-
35	7	4	5	17	5	-	-
36	6	4	5	-	-	-	-
37	5	4	-	-	-	-	-
38	6	5	-	-	-	-	-
39	7	-	-	-	-	-	-
$\Sigma$	<b>255</b>	<b>140</b>	<b>135</b>	<b>179</b>	<b>123</b>	<b>130</b>	-
X	<b>6.83</b>	<b>5.21</b>	<b>5.33</b>	<b>9.07</b>	<b>6.94</b>	<b>14.33</b>	-

**Cuadro A.2.-** Datos de empareados y desarrollo en días de cada estado biológico de *Pityophthorus* sp. en laboratorio, a una temperatura promedio de  $23 \pm 3$  °C.

No. Ind. Obs.	Huevecillo	Larva I	Larva II	Larva III	Pupa	Preimago	Sexo
1	6	7	7	13	-	-	-
2	6	7	7	12	9	22	Macho
3	6	7	-	14	-	-	-
4	7	7	8	-	10	30	Macho
5	7	8	8	-	10	28	Macho
6	6	6	17	11	5	-	Macho
7	-	-	-	14	8	31	Hembra
8	7	-	-	-	-	-	-
9	5	-	-	-	-	-	-
10	5	-	-	-	-	-	-
11	7	-	-	-	-	-	-
12	9	-	-	-	-	-	-
13	5	-	-	-	-	-	-
14	8	-	-	-	-	-	-
15	8	-	-	-	-	-	-
16	8	-	-	-	-	-	-
17	7	-	-	-	-	-	-
18	7	8	14	-	-	-	-
19	7	6	8	-	-	-	-
20	7	8	13	-	-	-	-
21	8	7	7	12	9	-	Hembra
22	7	-	14	14	-	-	Hembra
23	8	8	8	-	-	-	-
24	11	8	-	-	-	-	-
25	12	9	11	-	-	-	-
26	6	7	-	-	-	-	-
27	7	7	8	-	-	-	-
28	6	7	8	13	8	22	Macho
29	6	6	8	-	-	-	-
30	6	-	-	-	-	-	-
31	6	6	10	8	10	30	Macho
32	7	8	7	10	9	26	Macho
33	6	-	-	-	-	-	-
34	6	6	11	-	-	-	-

**Cuadro A.2.-**  
Continuación ....

35	6	5	17	9	7	-	-
36	6	6	8	7	8	34	-
$\Sigma$	<b>242</b>	<b>154</b>	<b>181</b>	<b>137</b>	<b>93</b>	<b>223</b>	-
X	<b>6.66</b>	<b>6.99</b>	<b>10.14</b>	<b>11.73</b>	<b>8.6</b>	<b>27.87</b>	-

**Cuadro A.3.-** Ciclo biológico de *Pityophthorus* sp. determinado por el método de emparejado con individuos provenientes de campo y con individuos de laboratorio, a una temperatura promedio de  $23 \pm 3$  °C.

<b>Total Individuos Observados</b>		<b>Huevecillo</b>	<b>Larva I</b>	<b>Larva II</b>	<b>Larva III</b>	<b>Pupa</b>	<b>Preimago</b>
De campo	$\Sigma$	255	140	135	179	123	130
39	X	6.83	5.21	5.33	9.07	6.94	14.33
De Laboratorio	$\Sigma$	242	154	181	137	93	223
24	X	6.66	6.99	10.14	11.73	8.6	27.87

<b>Individuos Observados Totales</b>		<b>Huevecillo</b>	<b>Larva I</b>	<b>Larva II</b>	<b>Larva III</b>	<b>Pupa</b>	<b>Preimago</b>
	$\Sigma$	497	294	316	316	216	353
63	X	6.74	6.1	7.73	10.4	7.77	21.1

**Cuadro A.4.-** Huevecillos ovipositados por 12 hembras de *Pityophthorus* sp. en los emparedados en laboratorio, a una temperatura promedio de  $23 \pm 3$  °C.

No. de hembras	Insectos de	Fecha	No. De Huevecillos		Días de oviposición	Promedio de huevecillo/día
			Observados	Eclosionados		
1	Campo	21-Jul-01	18	10	14	1.28
2	Campo	22-Jul-01	2	0	8	0.25
3	Campo	23-Jul-01	8	0	5	1.6
4	Campo	24-Jul-01	10	1	6	1.66
5	Campo	25-Jul-01	5	3	3	1.66
6	Campo	26-Jul-01	8	1	4	2
7	Campo	27-Jul-01	35	24	23	1.52
8	Campo	01-Ago-01	67	41	55	1.21
9	Laboratorio	09-Sep-01	17	14	7	2.42
10	Laboratorio	10-Sep-01	10	10	17	0.58
11	Laboratorio	11-Sep-01	5	0	5	1
12	Laboratorio	12-Sep-01	2	2	4	0.50
$\Sigma$			<b>187</b>	<b>106</b>	<b>151</b>	<b>15.68</b>
<b>X</b>			<b>15.58</b>	<b>8.83</b>	<b>12.58</b>	<b>1.30</b>

**Cuadro A.5.-** Tamaño promedio en cm de galerías larvales de diferentes estadios del descortezador *Pityophthorus* sp. en emparedados en laboratorio, a una temperatura promedio de  $23 \pm 3$  °C.

Ind. Obs.	Larva I	Larva II	Larva III
1	1.44	1.50	-
2	1.55	1.50	1.46
3	0.75	1.07	-
4	0.91	2.32	-
5	1.46	-	-
6	1.60	-	-
7	1.16	0.53	0.43
8	1.72	1.30	1.47
9	2.20	1.65	2.05
10	1.55	-	-
11	3.15	-	-
12	1.50	2.96	-
13	1.80	1.83	-
14	1.00	1.64	1.83
15	1.43	1.64	-
16	2.90	3.16	-
17	2.90	-	-
18	1.74	2.10	3.72
19	1.96	2.34	1.86
20	1.53	-	-
21	2.06	-	-
22	1.10	-	-
23	2.51	-	0.25
24	1.56	0.85	1.83
25	3.11	0.25	2.72
26	1.37	0.16	1.30
27	0.30	1.17	1.10
28	0.27	1.42	2.66
29	0.32	-	-
30	0.82	-	-
31	1.90	1.07	1.80
32	0.98	-	-
33	2.43	1.50	1.45
34	1.90	1.86	-
35	1.50	-	1.65
36	1.40	1.32	2.80
37	2.23	1.93	2.25
38	2.16	1.66	2.25

**Cuadro A.5.-**  
Continuación . . . .

39	2.70	2.12	1.40
40	1.45	2.86	2.20
41	3.83	2.35	-
42	2.20	1.72	2.93
43	2.63	-	2.10
44	2.45	1.46	-
45	2.73	3.65	-
46	2.52	1.86	-
47	1.83	1.30	-
48	2.53	1.65	-
49	1.36	1.90	2.70
50	2.10	0.93	-
51	2.27	1.85	-
52	1.70	1.70	-
53	2.80	2.26	-
54	3.50	2.37	2.42
55	3.80	2.42	3.30
$\Sigma$	<b>104.57</b>	<b>71.13</b>	<b>51.93</b>
$X$	<b>1.90</b>	<b>1.73</b>	<b>0.944</b>

**Cuadro A.6.-** Datos de colecta de los estados de desarrollo de *Pityophthorus* sp. de huevecillo hasta adulto en placas de corteza infestadas de *P. halepensis* en la reforestación Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.

Fecha	Huevecillo	Larva I	Larva II	Larva III	Pupa	Preimago	Adulto
20-Jul-01	10	0	0	0	0	0	14
27-Jul-01	7	0	0	0	2	0	5
04-Ago-01	25	16	24	8	2	3	7
11-Ago-01	0	0	4	8	3	21	10
18-Ago-01	0	0	0	0	0	0	0
26-Ago-01	0	2	6	13	13	7	16
02-Sep-01	0	2	12	19	22	25	13
09-Sep-01	0	1	5	17	8	18	26
15-Sep-01	0	2	9	30	6	10	8
23-Sep-01	0	2	4	22	10	13	13
29-Sep-01	0	1	3	5	13	8	18
08-Oct-01	0	0	0	1	3	1	19
15-Oct-01	0	2	4	5	11	3	11
21-Oct-01	0	0	0	0	0	1	5
28-Oct-01	0	0	0	0	1	0	24
04-Nov-01	0	0	1	5	4	0	4
11-Nov-01	0	0	1	6	6	5	5
18-Nov-01	0	0	0	0	0	0	0
25-Nov-01	0	0	0	0	0	10	17
02-Dic-01	0	0	0	5	0	2	11
09-Dic-01	0	0	1	1	1	1	4
16-Dic-01	0	0	1	0	0	1	1
23-Dic-01	0	0	0	0	2	0	8
30-Dic-01	0	0	0	0	0	0	17
06-Ene-02	0	0	0	0	0	0	25
13-Ene-02	0	0	0	0	0	0	36
20-Ene-02	0	0	0	0	0	0	9
27-Ene-02	0	0	0	0	0	0	13
01-Feb-02	0	0	0	1	0	0	3
08-Feb-02	0	0	0	0	0	1	0
15-Feb-02	0	0	0	0	0	0	0
22-Feb-02	0	0	0	0	0	0	0
01-Mar-02	0	0	0	0	0	0	0
17-Mar-02	22	2	8	2	0	0	12
23-Mar-02	12	0	9	4	17	0	1
$\Sigma$	76	30	92	152	124	130	355

**Cuadro A.7.-** Datos de promedios de una semana anterior de las condiciones ambientales que se presentaron durante las fechas de colecta de las placas de corteza en el área de estudio en la Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.

<b>Fecha</b>	<b>Tmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>Precipitación</b>	<b>H.Relativa</b>
20-Jul-01	31.61	17.41	17.10	48.85
27-Jul-01	29.44	16.77	4.80	60.42
04-Ago-01	28.82	15.52	0.00	64.37
11-Ago-01	29.50	15.07	17.80	51.14
18-Ago-01	30.74	16.84	0.00	45.00
26-Ago-01	29.10	16.71	12.90	53.87
02-Sep-01	26.04	15.24	31.10	60.85
09-Sep-01	29.94	15.17	18.30	57.85
15-Sep-01	23.16	13.93	4.70	85.66
23-Sep-01	26.58	13.97	13.90	73.25
29-Sep-01	21.66	10.33	0.00	79.00
08-Oct-01	23.97	11.64	30.00	74.44
15-Oct-01	27.85	13.60	0.00	52.28
21-Oct-01	23.78	8.58	0.00	53.66
28-Oct-01	25.00	11.20	0.00	61.71
04-Nov-01	21.10	7.97	0.00	62.71
11-Nov-01	20.51	8.02	0.00	71.14
18-Nov-01	22.52	9.61	5.40	66.85
25-Nov-01	21.60	7.85	8.30	61.42
02-Dic-01	23.10	6.26	0.00	52.28
09-Dic-01	20.25	6.71	4.80	69.00
16-Dic-01	21.45	7.10	0.00	55.71
23-Dic-01	19.48	6.34	0.00	56.00
30-Dic-01	17.44	2.04	0.00	47.71
06-Ene-02	15.68	-0.54	0.00	51.00
13-Ene-02	16.91	3.12	0.00	47.71
20-Ene-02	24.24	5.82	0.00	41.14
27-Ene-02	22.52	6.67	0.00	46.85
01-Feb-02	24.12	11.42	0.00	41.00
08-Feb-02	19.64	4.64	0.00	62.85
15-Feb-02	14.58	2.12	13.90	66.14
22-Feb-02	21.31	5.70	0.00	46.57
01-Mar-02	20.94	2.78	0.00	37.71
17-Mar-02	23.88	7.95	0.00	37.25
23-Mar-02	24.63	7.66	0.00	45.16