



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE LA MADERA



# “FACTORES Y EFECTOS EN LA DEGRADACIÓN DE LA MADERA”

## TRABAJO RECEPCIONAL TÉCNICO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN TECNOLOGÍA DE LA MADERA

PRESENTA:

*AVIÑA MENDOZA NÉSTOR JESÚS*

ASESOR:

M.C. LUZ ELENA ALFONSINA ÁVILA CALDERON

MORELIA, MICHOACAN., JULIO DEL 2008

# INDICE

A. Relación de cuadros y gráficas	3
B. Resumen del documento recepcional técnico	6
C. Introducción	7
D. Antecedentes	8
E. Objetivos	10
I. Causas de deterioro de la madera y sus efectos	
a. Causas biológicas	11
i. Microorganismos	11
1. Hongos cromógenos	12
2. Hongos xilófagos	13
3. Bacterias que descomponen la celulosa	18
4. Mohos	19
ii. Animales	21
1. Animales no xilófagos	21
2. Animales xilófagos	35
iii. Acción del hombre	83
1. Desgaste mecánico	83
2. Calor y frío producido artificialmente	83
3. Agentes químicos incluyendo el agua	84
4. Fuego	85
b. Causas externas	88
iv. Degradación físico química de la madera a la intemperie	88
1. Radiación solar	88
2. Acción erosiva de las corrientes, mareas y oleaje.	89
3. Humedad y temperatura	90
II. Conclusiones	81
III. Bibliografía	92
IV. Glosario	100

## A. Relación de cuadros y gráficas

Cuadro 1	Hongos Cromógenos.
Cuadro 2	Comparación entre Características de las pudriciones blanca y Marrón en la madera.
Cuadro 3	Ordenes y familias e insectos que mas daño causan en la madera.
Cuadro 4	Clasificación científica del <i>Teredo</i> .
Cuadro 5	Clasificación científica de <i>Bankia</i> .
Cuadro 6	Clasificación científica de <i>Martesia</i> .
Cuadro 7	Clasificación científica de <i>Sphaeroma</i> .
Cuadro 8	Clasificación científica de <i>Chelura</i> .
Figura 1	Hongos de pudrición.
Figura 2	Pudrición blanca.
Figura 3	Fases de la degradación de la celulosa.
Figura 4	Daños por pudrición parda.
Figura 5	Célula.
Figura 6	Pudrición blanda.
Figura 7	Relación entre el desarrollo del hongo: la temperatura y la humedad.
Figura 8	Bacterias que descomponen la celulosa.
Figura 9	Moho verrugoso.
Figura 10	Moho poroso blanco.
Figura 11	Ataque de Moho poroso blanco.
Figura 12	Clasificación de insectos.
Figura 13	Lepidópteros
Figura 14	Larva <i>Paranthrene tabaniformis</i> (Rottemburg).
Figura 15	<i>Paranthrene tabaniformis</i> (Rottemburg).
Figura 16	Himenópteros
Figura 17	Cabeza de obrera de <i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier).
Figura 19	Macho <i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier).
Figura 18	Cuerpo de obrera de <i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier).
Figura 20	Aladas de <i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier).
Figura 21	Daños por <i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier).
Figura 22	<i>Camponotus spp.</i>
Figura 23	Ataque de <i>Camponotus sp.</i>
Figura 24	Adulto <i>Melipona beecheii</i>
Figura 25	Coléopteros
Figura 26	Daños por <i>Agrilus dolli</i> .
Figura 27	<i>Agrilus dolli</i> .
Figura 28	Adulto de <i>Calymmaderus oblongus</i> (Gorham).
Figura 29	Daños de madera apilada por <i>Calymmaderus oblongus</i> (Gorham).
Figura 30	Galerías de <i>Calymmaderus oblongus</i> (Gorham).
Figura 31	Daños por <i>Calymmaderus oblongus</i> (Gorham).
Figura 32	Adulto de <i>Anobium punctatum de Geer</i> .
Figura 33	Larvas, adultos y galerías de <i>Anobium punctatum de Geer</i> .
Figura 34	<i>Ptilinus pectinicornis</i> (Linnaeus).
Figura 35	Adulto de <i>Xestobium rufovillosum de Geer</i> .
Figura 36	Larva de <i>Xilobiops basilaris</i> (Say).
Figura 37	Adulto de <i>Xilobiops basilaris</i> (Say).
Figura 38	Orificios echos por <i>Xilobiops basilaris</i> (Say).

- Figura 39 Galerías echas por *Xilobiops basilaris* (Say).
- Figura 40 Larvas *Lyctidae*.
- Figura 41 Excremento de *Lyctidae*.
- Figura 42 *Lyctus* Adulto.
- Figura 43 Daños causados por *Lyctidae*.
- Figura 44 Daños en muebles por *Lyctidae*.
- Figura 45 Adulto de *Megacyllene caryae* (Gahan).
- Figura 46 *Megacyllene caryae* (Gahan) Con bandas amarillas menos pronunciadas.
- Figura 47 *Monochamus clamator rubiginus* (Bates).
- Figura 48 Larva de *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus).
- Figura 49 *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus).
- Figura 50 Larva *Ergates faber* (Linnaetus).
- Figura 51 *Ergates faber* (Linnaetus).
- Figura 52 *Cerambyx scopolii* (Fuesse).
- Figura 53 Larva *Cerambyx cerdo* (Linnaeus).
- Figura 54 *Cerambyx cerdo* (Linnaeus) adulto.
- Figura 55 Daños en madera en uso por *Cerambyx cerdo* (Linnaeus).
- Figura 56 Daños en toconoes por *Cerambyx cerdo* (Linnaeus).
- Figura 57 *Acanthocinus aedilis* (Linnaeus).
- Figura 58 *Xyleborus dispar* (Fabricius)
- Figura 59 Daños por *Xyleborus dispar* (Fabricius)
- Figura 60 *Xyleborus xylographus* Say.
- Figura 61 Jerarquias de Isópteros.
- Figura 62 Huvos de *Kaloterme flavicollis* (Fabricius).
- Figura 63 Soldados de *Kaloterme flavicollis* (Fabricius).
- Figura 64 Obreros de *Kaloterme flavicollis* (Fabricius).
- Figura 65 *Cryptoterme brevis* (Walker).
- Figura 66 Daños por *Cryptoterme brevis* (Walker).
- Figura 67 Obreras *Reticuliterme flavipes* (Kollar).
- Figura 68 Soldados *Reticuliterme flavipes* (Kollar).
- Figura 69 Daños por *Reticuliterme flavipes* (Kollar).
- Figura 70 *Reticuliterme hesperus* (Banks).
- Figura 71 Daños por *Reticuliterme hesperus* (Banks).
- Figura 72 *Reticuliterme lucifugus* rossi
- Figura 73 Ciclo de un termitero de *Reticuliterme lucifugus*
- Figura 74 Soldado *Coptoterme crassus* (Snyder).
- Figura 75 Obreras y soldado de *Coptoterme crassus* (Snyder).
- Figura 76 *Coptoterme crassus* (Snyder).
- Figura 77 Viga atacada por *Coptoterme crassus* (Snyder).
- Figura 78 Galerías de *Coptoterme crassus* (Snyder).
- Figura 79 Alada de *Heteroterme aureus convexinotatus* (Snyder).
- Figura 80 Soldado de *Heteroterme aureus convexinotatus* (Snyder).
- Figura 81 Daños de madera en uso por *Heteroterme aureus convexinotatus* (Snyder).
- Figura 82 Galerías de *Heteroterme aureus convexinotatus* (Snyder).
- Figura 83 *Nasutiterme nigriceps* (Haldeman).
- Figura 84 Termitero de *Nasutiterme nigriceps* (Haldeman).
- Figura 85 Soldado de *Nasutiterme corniger* (Motshulsky).
- Figura 86 Obreros de *Nasutiterme corniger* (Motshulsky).
- Figura 87 Termitero de *Nasutiterme corniger* (Motshulsky).

- Figura 88 Daños por *Nasutitermes corniger* (Motshulsky).  
Figura 89 *Teredo* dentro de la madera.  
Figura 90 Daños por *Teredo*.  
Figura 91 *Bankia*.  
Figura 92 Daños por *Bankia*.  
Figura 93 Martesia unida a la madera.  
Figura 94 Dimensiones de Martesia.  
Figura 95 Diferetes conchas de Martesia.  
Figura 96 *Limnoria*.  
Figura 97 *Limnoria* fuera de la madera.  
Figura 98 *Limnoria* haciendo galerias.  
Figura 99 Galerias de *Limnoria*.  
Figura 100 Pilote atacado por *Limnoria*.  
Figura 101 Daños por *Limnoria*.  
Figura 102 Vista inferior de *Sphaeroma*.  
Figura 103 Crias de *Sphaeroma*.  
Figura 104 Daños en pilote por *Sphaeroma*.  
Figura 105 Chelura.  
Figura 106 Galerias de *Chelura*.  
Figura 107 Daños en pilote *Chelura*.  
Figura 108 Puente con desgaste mecánico en la madera.  
Figura 109 Desgaste mecanico de durmientes.  
Figura 110 Curva de progresión de la temperatura en una madera maciza o en un tablero de partículas de 50mm de espesor.  
Figura 111 Comportamiento de la madera frente al fuego.  
Figura 112 Degradación de madera por radiacion solar.  
Figura 113 Erosion por eoleaje.

## B. Resumen del documento recepcional técnico

Diversos factores pueden causar la degradación de la apariencia, estructura y composición química de la madera, la cual puede comprender desde una simple decoloración hasta convertirla en un producto sin utilidad, el proceso por lo general puede ser muy lento o muy rápido, esto va a depender del uso que a ésta se le dé, la estructura, la agresividad del medio ambiente que la rodea y además del tipo de organismo que puedan atacarla. Dentro de este último grupo se encuentran los microorganismos conocidos como bacterias, mohos y hongos. Considerando que los hongos tienen la capacidad de secretar enzimas a través de las estructuras conocidas como hifas, las cuales degradan la materia orgánica, modificándola químicamente para así ser utilizadas como fuente de carbono y alimento. Para que el hongo pueda atacar a la madera requiere ciertas condiciones como son: suministro de oxígeno, temperatura adecuada, humedad y alimento, si alguna no existiera los hongos no proliferarían (Centro de transferencia tecnológica de pino radiata, 2003).

Otro ataque en la madera pueden ser ocasionados por insectos, el cual resulta difícil definir, ya que es un conjunto muy amplio y complejo, por su variedad de formas, tamaños y hábitos de vida, por ello se describen sólo un grupo determinado de ellos, siendo los más conocidos ó que más daño pueden causar, como pueden encontrarse en las siguientes ordenes: Coleóptera, Lepidóptera, Himenóptera, e isóptera, siendo esta última orden de insectos la que más repercute en daños de la madera (Agrotecnicas, 1998).

Es de considerar también a los organismo marinos como una amenaza para la madera sumergida en agua salada, dando origen a grandes daños en corto tiempo debido a la acción de perforación de la madera ya sea para alimentarse y/o vivir en ésta. Perteneciendo a este grupo los crustáceos y moluscos, los cuales se diferencian tanto en sus características morfológicas como en el modo de ataque y daño (Vaca R., 1998).

Otro de los agentes de deterioro es el desgaste por acción del hombre, definiendo cuatro puntos importantes como: desgaste mecánico causado por el rozamiento y aplastamiento de las fibras e irregularidades de superficies, calor y frío producido artificialmente causando variaciones en su composición y estructura, agentes químicos incluyendo el agua y el fuego (Centro de transferencia tecnológica de pino radiata, 2003).

Los factores no biológicos, que aunque de menor importancia que los anteriores redundan en la degradación de la madera, se encuentra la acción de la luz, siendo un factor que repercute en la descomposición de la celulosa produciendo disgregación de la madera, además de que si ésta se combina con la lluvia la disgregación es mucho más rápida. Otro factor es la humedad y la temperatura causando la contracción y dilatación dando a ellos la aparición de grietas en la superficie, sin considerar que la variación de éstas da la oportunidad de atacar a organismos biológicos (Vignote S. y Jiménez F., 2000).

## C. Introducción

Pocos materiales poseen trascendencia como la ha tenido la madera. Durante miles de años el hombre la ha manipulado para ajustarla a sus necesidades y, aun en nuestros días es un material imprescindible.

La madera es una de las materias primas más utilizadas y apreciadas por el hombre, es utilizada para construcción de diversos productos, viviendas, puentes, edificios, pisos, mobiliarios, siendo utilizada a gran escala es el de extracción de celulosa y papel (Sánchez R., 1988).

Debido a la importancia que tiene la madera para la humanidad, ha llevado a estudiarla a fondo, teniendo gran relevancia en la conservación y preservación de ella, ya que por el hecho de ser materia orgánica, es susceptible al ataque, provocando la degradación parcial e incluso total. Este hecho ha creado la imagen de que es un material poco durable aunque es solo una opinión que sólo en parte tiene verdad, ya que la durabilidad con respecto a otros materiales es de difícil comparación, una causa sería porque la utilización de diversos materiales es escasa, y otra porque la madera en uso normalmente se utiliza sin llevar un tratamiento adecuado para su conservación (Vignote P. *et al.*, (2000)

Por ser la madera un material de origen orgánico, se deben de conocer los factores necesarios para detener el deterioro parcial o total de la misma, por ello este trabajo está encaminado a proporcionar en arquitectos, industriales de la madera, dueños de aserraderos, constructores de muebles, así como también a Ingenieros en Tecnología de la Madera, la información sobre las características generales del las principales causas de deterioro, así como las causas más comunes que destruyen la madera, ya sea por agentes bióticos o abióticos (*ibíd.*).



## D. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Kollmann (1959) en su obra, Tecnología de la Madera y sus Aplicaciones, presenta las características bien definidas y algunos de los hábitos de los insectos xilófagos; Coleópteros, Himenópteros, Lepidópteros e Isópteros.

Islas (1974) en su publicación, “Observación sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los Pinos: *Dendroctonus Adjuntos* bif., y *Dendroctonus mexicanus* hpk. En algunas de las regiones del estado de México”, presenta algunas observaciones sobre la biología y combate de escarabajos descortezadores de pino donde menciona características del *Dendroctonus adjunctus*, *Dendroctonus mexicanus* y *Dendroctonus frontalis* z.

Echenique (1981) en su participación en “La Madera y su uso en la construcción” No. 7 Prevención y control de daño por termitas en estructuras de madera, menciona algunas de las formas de prevenir y controlar el ataque de termitas en estructuras de madera.

González (1985) en su obra “Problemas de plagas y enfermedades de *Pinus radiata* D. Don”, en este artículo se considera el pino radiata de manera importante para la reforestación y plantaciones; pero es importante subrayar que es una especie que sufre importantes problemas de plagas y enfermedades (el *Crinatum* sp. Por formar tumores principia el ataque de insectos del género *Dioryctria*).

Morón (1985) en su estudio “ Los Insectos degradadores, un factor poco estudiado en los bosques de México”, presenta una breve síntesis de las investigaciones que precisan la importancia ecológica que los insectos degradadores presentan en diversos tipos de bosques del mundo, enfatizando sobre realizar estudios sobre la composición, la distribución y la estructura de las comunidades de insectos saprófagos, xilófagos y copronecrófagos, asociados con los distintos tipos de bosques establecidos en la zona de transición mexicana.

Junta de acuerdo de Cartagena (1989) “Manual del grupo andino para la preservación de la madera”. Cartagena, Colombia. En este manual se puede encontrar una clasificación bien definida sobre la taxonomía de los insectos xilófagos, así como los métodos y sustancias para prevenir y controlar dichos insectos.

Cibrián, *et al.* (1995), en su libro “Insectos Forestales de México”, presenta la descripción de 384 especies de insectos que atacan diversas partes de los árboles (madera seca y madera húmeda). Esta es una obra descriptiva de los insectos que atacan la madera.

García F. (1997) en su trabajo “Características y condiciones de desarrollo de los insectos xilófagos” FITECMA en esta tesina expone una las principales condiciones para el desarrollo de los insectos xilófagos, aunado su clasificación.

Nautsh W. (2000) en su libro “Tecnología de la madera y del mueble”, presenta que los materiales se tratan por las técnicas de trabajo que les corresponden, analizando parte de la patología de la madera.



Robles F., Echenique- Manrique (1983) “Estructuras de Madera” comenta en su libro, que la madera es susceptible de deteriorarse con el tiempo, por su naturaleza orgánica.

## **E. OBJETIVOS**

- **Presentar una clasificación de los agentes más comunes del deterioro de la madera.**
- **Recopilar y presentar las causas y efectos que influyen en la degradación de la madera.**
- **Presentar la información que sea de utilidad a toda aquella persona involucrada en la comercialización o utilización de la madera**

## I. Causas de deterioro de la madera y sus efectos.

### a. Causas biológicas.

#### i. Microorganismos (Schillig R., s/f)

Los hongos (latín: *fungus* =seta, hongo) son organismos vegetales de cuya estructura, formas de vida y reproducción conocemos muy poco; sin embargo, todos los días tenemos oportunidad de gozar de sus ventajas al tomar un vaso de buen vino, al comer sus propias estructuras reproductoras o bien, sin ir tan lejos, al comer nuestro cotidiano pan (Figura 1).

Desgraciadamente, también tenemos oportunidad de padecer las enfermedades que ellos nos provocan (*actinomicosis, micosis profundis*, etc.). Para ellas la naturaleza se ha encargado de colocar en los mismos hongos el remedio: los antibióticos. Estos antibióticos son el resultado de la fermentación de algunos hongos y unas pocas bacterias, principalmente, y han representado la salvación para millones de individuos que padecen de enfermedades infecciosas, antes incurables.

Los hongos también son responsables de cuantiosas pérdidas para la agricultura mundial al atacar las plantas directamente o a sus productos una vez cosechados, lo que obliga a constantes pulverizaciones y fumigaciones con productos fungicidas y en muchos casos obliga a los genetistas a una sostenida e infatigable lucha por crear nuevas variedades de plantas resistentes al ataque de ciertos hongos.

Las plantas superiores (árboles, arbustos y hierbas), a pesar de tener en una gran parte de los hongos a un enemigo implacable, han encontrado en algunos de ellos a un aliado para su desarrollo: estos hongos se asocian a las puntas de las raíces de las plantas y forman con ella una asociación vegetal o una unidad simbiótica, conocida como micorriza, en donde ambos constituyentes obtienen beneficios de esta asociación, lo que les permite sobrevivir y eventualmente triunfar en un medio donde la selección natural castiga con la desaparición a los organismos poco adaptados e ineficientes. Esta plasticidad en su forma de vida, su gran poder de adaptación a las condiciones del medio en donde crecen se pone a prueba en aquéllos de extrema rigurosidad, como las

cumbres de las montañas y la Antártida; sin embargo, en éstos ambientes, los hongos se han asociado a ciertas algas y han formado un nuevo organismo llamado liquen. Altamente resistente a las condiciones meteorológicas adversas, pues cuenta con las posibilidades adaptativas del alga y del hongo, al mismo tiempo que ambos se ayudan en la lucha por la sobrevivencia.

Desde el punto de vista ecológico, los hongos son muy importantes, pues a ellos se debe en gran parte la descomposición de la materia orgánica, fundamentalmente aquella carente de organización, la que usan para su nutrición. Como resultado de la digestión y posterior respiración de estas sustancias, los hongos liberan al medio grandes cantidades de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>).

La gran necesidad que tienen los hongos de sustancias nitrogenadas hace que la albúmina de la madera sea para ellos un alimento especialmente valioso. Los hongos xilófagos pueden desarrollarse sobre la superficie de la madera formando lo que se conoce como moho o enmohecimiento de la madera o bien en el interior de la pieza, ocasionando la mancha azul y las pudriciones (Cuadro 1).

### **1. Hongos Cromógenos**

Estos hongos atacan el contenido celular de la madera produciendo coloraciones en la misma, debido a que tienen sus hifas pigmentadas, no afectando las propiedades físico-mecánicas, hasta estar muy avanzado el ataque (más de 50 % del volumen) (Remacha G., s/f).

Las manchas comúnmente son de gran profundidad y en la mayoría de los casos no puede eliminarse con el cepillado (*ibid*).

Los hongos cromógenos más importantes son los que producen el azulado en la madera siguiendo de ellos las coloraciones pardas rojizas, amarillo-anaranjadas o verdes (*ibid*).

La madera azulada se puede utilizar en construcción con la misma seguridad con que se emplea madera sana, pues esta alteración afecta muy poco a su peso específico aparente y a sus características de resistencia mecánica (Kollman F., 1959).

Un azulado muy intenso puede disminuir el módulo de elasticidad y los coeficientes de resistencia a la tracción, compresión y flexión, así como también la dureza de la madera W.P.K. Flinday comprobó que la madera azulada es más higroscópica que la sana, debido probablemente a su mayor porosidad (*ibid*).

- En particular los hongos de azulado tienen los siguientes valores óptimos de humedad y temperatura para desarrollarse. madera (Remacha G., s/f; Junta del acuerdo de Cartagena, 1989).
- Humedad: Entre 20 y 40% aunque por debajo del 20% pueden permanecer en estado latente y volver a su actividad normal, cuando la humedad les es favorable.
- Temperatura: Entre 5 y 35 °C.
- El Oxígeno: el aire es necesario para el desarrollo de los hongos, ello justifica la gran duración de las maderas enterradas profundamente o sumergidas en agua.
- pH: La actividad de las exoenzimas de los hongos requiere un grado de acidez entre 4.5 y 5.5 en la madera (Remacha G., s/f; Junta del acuerdo de Cartagena, 1989).

Cuadro 1 Hongos Cromógenos Fuente: (Remacha, s/f)

Hongos cromógenos	
Tipo de ataque a la madera. Características del mismo.	Producen coloraciones a la madera, se alimentan de las sustancias de reserva presentes en el interior de las células, el ataque no afecta a las propiedades físico-mecánicas de la madera hasta alcanzar al 50% del volumen de la misma
Medio ambiente en el que se produce el ataque generalmente	Se producen en madera húmeda recién aserrada.
Condiciones máximas y mínimas del medio para que se efectúe el ataque en la madera.	Humedad alta de la madera. Temperatura comprendida entre 3 y 40 °C, la óptima está entre 20 y 30 °C.

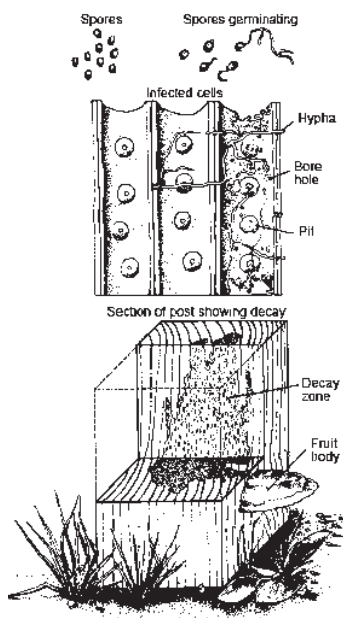


Figura 1. Hongos de pudrición **Fuente:** (USDA).

## 2. Hongos xilófagos

**Manchas de hongos xilófagos:** las manchas producidas por hongos xilófagos son producto de la digestión de la madera. Se producen tanto en la albura como en el duramen y es un indicativo de pudrición de la madera. El desarrollo de hongos xilófagos en la madera se asocia a grandes pérdidas de resistencia mecánica y consecuentes fallas y quebraduras de las piezas (Figura 7), (González T. *et al.*, 2005).

### 1) *Pudrición blanca*

La mayoría de los hongos xilófagos en los árboles de hoja caduca causan pudrición blanca (Figura 2). El hongo causante de la pudrición blanca remueve la lignina mediante la acción de sus ectoenzimas antes o al mismo tiempo que remueve el componente de celulosa de la madera. Ya que la lignina es marrón o de color oscuro, su degradación deja la madera de un blanco pálido o decolorado aspecto en las últimas estaciones del proceso de pudrición (J. Luley, 2006).

La madera afectada pierde su color característico, se vuelve fibrosa y se parte con facilidad, la lignina es una sustancia derivada de la unión del fenil propano siringilo y guayacilo, se encuentra como material de incrustación en la lámina media y paredes celulares de la madera, por tratarse de un proceso de oxidación y no de hidrólisis los hongos que degradan la lignina deben poseer enzimas catacolasas o difenil oxidasas (Leclercq A., 1989 citado por: Vaca R., 1989).

Los hongos que causan este tipo de pudrición, se asocian principalmente con la categoría de los Basidiomycetes, aunque se han descubierto algunos hongos del género *Ascomycetes*, otro perteneciente a la subdivisión es el *Ceriporiopsi subvermispora*. (Albarrán A., 2004)

Los hongos (*Trametes* spp. en Coníferas y *Polyporus* spp. en Latifoliadas) tienden a consumir la lignina y el residuo fibroso que queda de la celulosa es de color claro (*ibid*).



Figura 2. Pudrición blanca Fuente: (Luley, 2006)

## 2) ***Pudrición parda*** (Vaca R., 1989)

Es producida por hongos (*Merulius* spp., *Poria* spp., *Formes* spp., y *Lenzites* spp.) que atacan principalmente la celulosa (hasta en un 73%), dejando un residuo de color pardo rojizo que corresponde a la lignina. La reducción de volumen que ocasionan en la madera, producen rajaduras paralelas a las fibras, a los rayos y a los anillos de crecimiento, de manera que ésta primero se fragmenta en pequeños cubos, para posteriormente quedar reducida en polvo (Kollman, 1959)



Este tipo de pudrición se caracteriza por la degradación de la celulosa por acción enzimática (Figura 3), es un proceso complicado, la cadena de celulosa formada por unidades B-D glucosas que es el monómero que se encuentra unido por enlaces glucosídicos B.

Las fases de la degradación de la celulosa son:

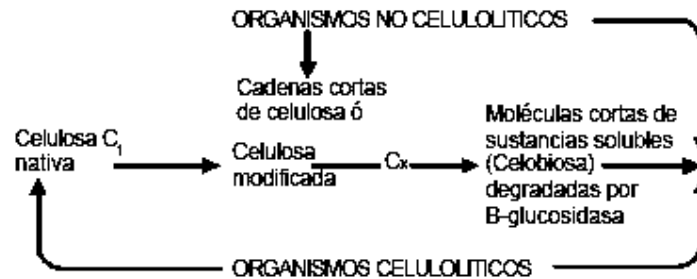


Figura 3. Fases de la degradación de la celulosa. Fuente:

Los hongos de pudrición parda producen un laminado en tres direcciones perpendiculares, originando unos pequeños paralelepípedos que dan a la madera un aspecto muy característico, similar a la madera quemada. Esto hace que también se la conozca como pudrición cúbica (Figura 4).

La madera que presenta este tipo de pudrición tiene la apariencia resquebrajada en sentido transversal a la fibra, es conocida como pudrición cúbica o rómbica, pierde peso afectando las propiedades físico - mecánicas.



Figura 4. Daños por pudrición parda Fuente: (TEMACSA, 2008)

Cuadro 2. Comparación entre características de las pudriciones blanca y Marrón en la madera Fuente (Vaca, 1998).		
Características	Pudrición Blanca	Pudrición Marrón/parda
Color	Apariencia blanquecina	Marrón rojizo o negra
Compuestos removidos	Lignina	Celulosa
Concentración de ataque	Más o menos normal	Anormalmente alta, sobre todo longitudinal
Resistencia estática	Se reduce sólo hasta cierto grado	Se reduce enormemente
Tenacidad	Se reduce rápidamente en las etapas iniciales	Se reduce rápidamente, aún en las etapas iniciales
Grado de polimerización	Disminución gradual	Disminución rápida
Rendimiento de pulpa	Similar al de madera sana	Bajo
Calidad de fibra	Comparable a la de madera sana	Pobre
Solubilidad en NaOH al 1%	Ligeramente superior a lo normal	Alta
Sustrato de madera	Latifoliadas	Coníferas.

### 3) Pudrición blanda

Aparecen con maderas en contacto con el suelo y es producida por hongos inferiores, de ellos el más importante es el *Chaetomium globosum* (Remacha G., s/f).

La pudrición blanda la causan, generalmente, los hongos de la familia de los ascomicetos, aunque algunos basidiomicetos pueden causar una pudrición similar a la pudrición blanda. Los hongos causantes de pudrición blanda usan un tipo de ataque similar al utilizado por los causantes de pudrición marrón; se degrada preferentemente la celulosa (Figura 5). Los hongos de pudrición blanda atacan la celulosa de las paredes celulares y forman a menudo cavidades microscópicas en la pared secundaria celular (Figura 6), (Schwarze *et al.* 2000 citado por: J. Luley, 2006).

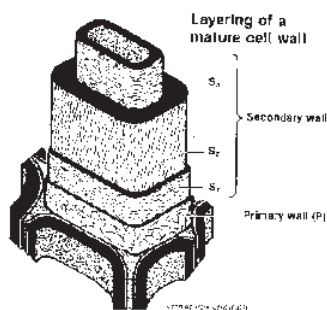


Figura 5. Celula. Fuente: (Junta de acuerdo de Cartagena, 1988)



Figura 6. Pudrición blanda Fuente: (Luley, 2006)

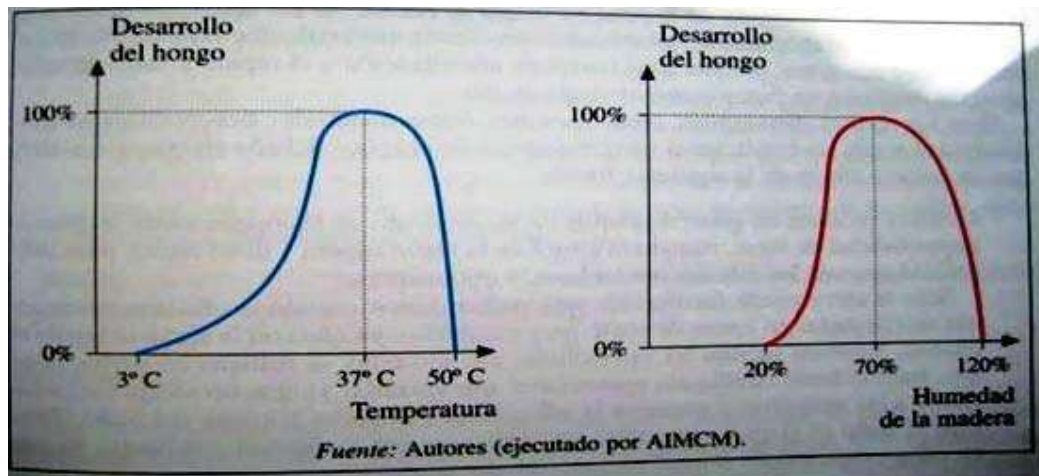


Figura 7. Relación entre el desarrollo del hongo. La temperatura y la humedad  
Fuente: (Vignote S. y Jiménez F., 2000)

### 3. Bacterias que descomponen la celulosa

La intervención de las bacterias, en el deterioro de la madera, es poco conocida debido a que tiene escasa importancia, si se compara con la de los hongos. Su acción se explica, lo mismo en el caso de hongos, por la actividad enzimática. Aunque las bacterias segregan enzimas distintas a la de los hongos, no hay diferencia esencial entre los efectos de ambos microorganismos sobre la madera. Puede decirse que las bacterias que disuelven la celulosa no desempeñan, en general, un papel importante en la deterioro de la madera puesta en servicio; pero es innegable que la velocidad de pudrición puede aumentar por la presencia de estos organismos (Centro de transferencia tecnológica de pino radiata, 2003) Atacan la celulosa de la madera transformándola por medio de enzimas, sucesivamente en celobiosa, hidrógeno, metano, anhídrido carbónico y ácidos grasos (Remacha G., s/f).

Las bacterias xilófagas más importantes son: *Bacillus amylobacter*, *B. methanigenes*, *B. fossicularum*, *Bacillus polymixa* estas bacterias que degradan la celulosa se pueden clasificar en aerobias y anaerobias, según tengan necesidad de oxígeno o lo eviten (Figura 8), (*ibid*).

Estas bacterias se acomodan a las más desfavorables condiciones de ambiente (Kollman F., 1959).

La mayoría de la madera que ha estado expuesta a la humedad por periodos prolongados de tiempo considerablemente contendrá bacterias, el efecto puede tener es que haga la madera mucho más absorbente de pintura, barnices, pegamentos, preservantes etc., (*ibid*)

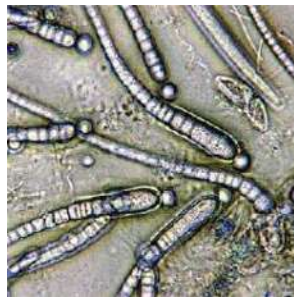


Figura 8. Bacterias que descomponen la celulosa Fuente: (Ghershman, 2001)

#### **Actinomicetos**

Son organismos unicelulares filamentosos intermedios entre bacterias y hongos que destruyen la celulosa. El más importante es el *Micoco bakor* (Remacha G., s/f).

#### **4. Mohos**

Son hongos microscópicos que se alimentan de las sustancias de reserva de la madera y se nota su presencia cuando aparecen las esporas, en forma de pelusa blanquecina en la superficie de la madera. Se eliminan con un simple cepillado (Remacha G., s/f).

Pueden desarrollarse en la madera, produciendo proliferaciones algodonosas sobre la superficie. El comienzo y extensión de estos hongos dependen de temperaturas favorables y de la existencia de una abundante humedad. El moho es perjudicial por el aspecto que comunica al material infectado. El moho de la superficie puede cepillarse y quitarse de la madera y el hongo causante no parece afectar a la resistencia y otras propiedades importantes, en grado considerable. Siempre existe la posibilidad de que la madera enmohecida esté atacada por la pudrición, pues, las condiciones que facilitan el

crecimiento de los mohos, estimulan el desarrollo de los hongos xilófagos (Centro de transferencia tecnológica de pino radiata, 2003).

Los géneros que producen este tipo de ataques son: *Fusarium*, *Gliocladium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Tórula* y *Trichoderma*. (Remacha G., s/f; Junta de acuerdo de Cartagena, 1988).

**Moho verrugoso** llamado también moho de bodega aparece sobre madera de construcción nueva y vieja que tenga humedad. Al aire libre se ve sobre la madera que haya estado en contacto con el suelo (Figura 9). Este hongo, que ataca tanto a la madera de coníferas como a latifoliadas tiene efectivamente un gran poder destructor pero no es tan peligroso como el *merulius* ya que puede luchar contra él con relativa facilidad al suprimirle la humedad se muere pronto. Su ataque puede llevar a un deterioro rápido completo de la madera. Los parquetts o pisos de madera seca y barnizada pueden ya al cabo de un año quedar afectados. La madera atacada se tiñe de pardo y tiene fractura cúbica (Nautsh W, 2000).



Figura 9. Moho verrugoso Fuente: (Nautsh W., 2000.)

#### **“*Merulius lacrymans*” y el “*Merulius domesticus*”.**

El moho ataca de forma especial a las cabezas de las vigas, es decir, las partes que van empotradas en el muro, por lo que es conveniente impregnarlas con ácido fénico o clorhídrico (*ibid*).

**El moho poroso blanco** aparece en la madera almacenada y de obra en edificios al aire libre. Lo mismo que los dos hongos citados de caries domésticas, origina una

podredumbre parda o caries de deterioro (Figura 10). La madera perjudicada muestra rotura cúbica (Nautsh W, 2000)

Este hongo tiene preferencia por las coníferas y pocas veces ataca a las latifoliadas (Figura 11). Por extracción de humedad queda en estado de anhidrobiosis y puede así sobrevivir años y volver a reproducirse cuando la madera renueve su humedad (*ibid*).



Figura 10. Moho poroso blanco Fuente: (Fería Madrid (2007)

Figura 11. Ataque de Moho poroso blanco (Nautsh W., 2000.)

## ii. Animales

### 1. Animales no xilófagos

- **Mamíferos:**

Los mamíferos que causan más daño a la madera pertenecen al orden Rodentia, como ratones y conejos. Son comunes normalmente en casas habitación y en construcciones rurales aunque no se alimenten directamente de la madera, la dañan cuando roen para construir nidos, o para llegar algún punto donde exista comida, o simplemente para afilar sus dientes, aunque el ataque por mamíferos realmente no es considerable (Centro de transferencia tecnológica de pino radiata, 2003).

- **Aves**

Las aves no son consideradas como xilófagas, el mayor daño que pueden causar es hacer hoyos, en postes de teléfono, casas habitación que ordenan en forma helicoidal y

suelen encontrarse a una altura superior al alcance del hombre, estas aves son conocidas como pájaros carpinteros (*ibid*).

- **Insectos** (Charles F. Brannam, 1970; Coulson N. R., Witter J. A., 1990; Romayk N., Cadahia D., 2003; Liñán, 1998)

Algunos insectos no xilófagos, solo utilizan la madera como hábitat, pueden hacer daños en arboles en pie, madera apilada y puesta en obra.

Aunque resulta difícil definir un conjunto tan amplio y complejo de animales, como es el de los insectos, por su extraordinaria variedad de formas, tamaños y hábitos de vida, en principio se pueden esbozar algunos de los rasgos más comunes o distintivos, que nos ayuden a formar una idea general (Figura 12).

Los insectos constituyen el conjunto natural más extenso de los organismos que en la actualidad pueblan la Tierra de todas las especies vivientes conocidas, incluidos animales y plantas, la mitad aproximadamente son insectos.

Si consideramos sólo el Reino Animal, el número de especies de insectos alcanzaría un 73% del total. Lo que significa que por cada especie conocida de protozoo, molusco, gusano o de cualquiera de los demás grupos invertebrados o vertebrados, en la actualidad conocemos tres especies distintas de insectos. Dentro de la clase insecta destacan algunos Órdenes, como:

- **Coleóptera**, con más de 370,000 especies descritas, formando el conjunto natural más numeroso;
- **Lepidóptera**, con más de 160,000
- **Himenóptera**, aproximadamente con 150,000
- **Díptera**, con más de 100,000 especies, aunque estas cifras no representen más que una parte de las que en realidad existen.

**Hábitat** (Liñán, 1998)



Los insectos, como conjunto zoológico, presentan una asombrosa capacidad para aprovechar los más variados recursos, en las condiciones más extremas.

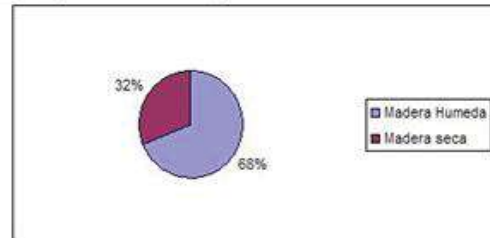
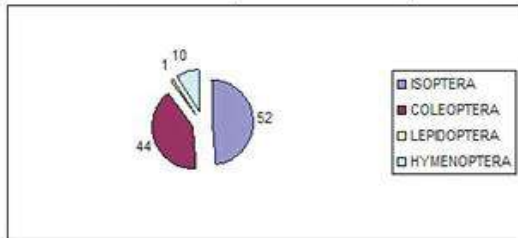
En el transcurso de su evolución ha ocupado una gama muy amplia de hábitat terrestre, distribuyéndose desde los trópicos hasta las regiones circumpolares. En cada uno de ellos se han especializado en aprovechar, a lo largo de toda su vida o durante una fase determinada de su desarrollo, los variados recursos que les proporcionan las plantas, los animales o materia orgánica en descomposición. Ningún grupo zoológico ha logrado aprovechar con mayor eficacia los nichos ecológicos terrestres.

También los diferentes tipos de hábitat de agua dulce han sido colonizados repetidamente por los insectos durante su evolución, lo que ha supuesto para ellos la necesaria adquisición de un extraordinario cúmulo de adaptaciones estructurales, a partir de su primigenia condición de animales terrestres (Cuadro 3).

Tan sólo el mar se ha comportado como una barrera infranqueable a la radicación adaptiva del grupo. Únicamente un reducido número de especies ha conseguido desarrollarse en las aguas litorales y superficiales de los mares y océanos.

Cuadro 3. Ordenes y familias de insectos que mas daño causan en la madera

Orden Familia	Numero de especies mas dañinas	Barrenadores de madera humeda	Barrenadores de madera seca	Observaciones
<b>ISOPTERA</b>	52	51.92%	48.08%	
KALOTERMITIDAE	20		20	Termitas de madera seca
TERMOPSIDAE	1	1		Termitas de madera humeda
RHINOTERMITIDAE	7	2	5	Termitas subterraneeas
TERMITIDAE	24	24		Termita comejenes
<b>COLEOPTERA</b>	44	79.55%	20.45%	
BUPRESTIDAE	4	4		
ANOBIIDAE	1		1	Atacan preferentemente maderas viejas
BOSTRICHIDAE	4		4	
LYCTIDAE	3		3	Ataque a latifoliadas
CERAMBYCIDAE	12	12		Atacan preferentemente coniferas
PLATYPODIDAE	8	8		
SCOLYTIDAE	12	11	1	
<b>LEPIDOPTERA</b>	1	100%		
SEDIIDAE	1	1		
<b>HYMENOPTERA</b>	10	100%		
SIRICIDAE	5	5		
FORMICIDAE	5	5		

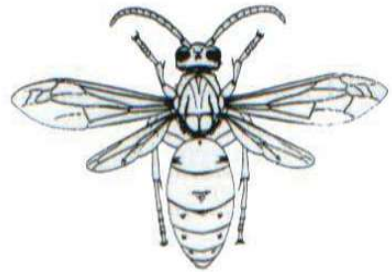




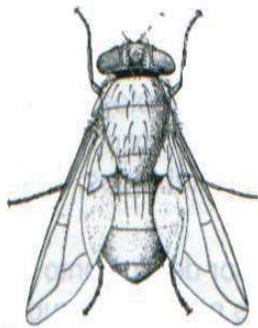
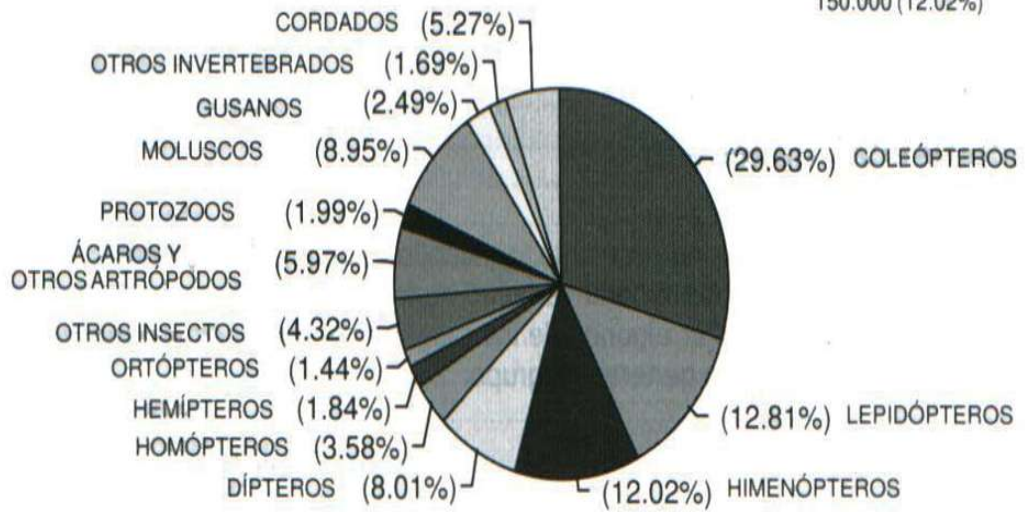
COLEÓPTEROS  
370.000 (29.63%)



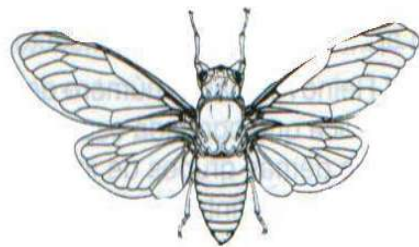
LEPIDÓPTEROS  
160.000 (12.81%)



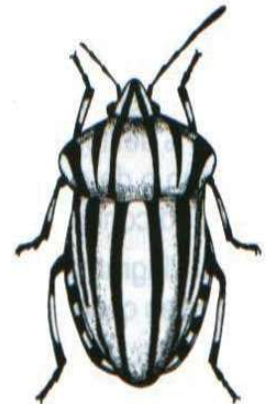
HIMENÓPTEROS  
150.000 (12.02%)



DÍPTEROS  
100.000 (8.01%)



HOMÓPTEROS  
28.000 (3.58%)



HEMÍPTEROS  
23.000 (1.85%)

OTROS INSECTOS  
53.900 (4.32%)



ORTÓPTEROS  
18.000 (1.44%)

ÁCAROS Y OTROS ARTRÓPODOS  
6%

Figura 12. Clasificación de insectos Fuente: (Liñán, 1998)

## LEPIDÓTEROS

Lepidópteros (Liñán, 1998).

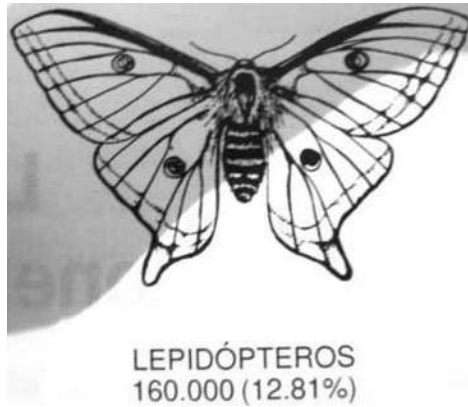


Figura 13. Lepidópteros Fuente: (Liñán, 1998)

Orden: **Lepidóptera** (Figura 13)

Etimología: Lepis: escama. Pteron: ala (Alas escamosas)

Son insectos típicamente terrestre, con un cuerpo de tamaño muy variable (desde 3.5 mm de longitud hasta 135 mm).

- Con el tegumento poco esclerosado y cubierto de escamas grandes, que les proporcionan a menudo colores llamativos, a veces tornasolados o iridiscentes.
- La cabeza presenta dos grandes ojos compuestos y dos o ningún ocelo. Las antenas son de longitud y forma variables y el aparato bucal es de tipo chupador, normalmente no picador; sólo en los más primitivos es masticador.
- El tórax presenta los segmentos fusionados. Las cuatro alas están bien desarrolladas; son membranosas, cubiertas de escamas y con una venación transversal reducida. Las patas son largas y delgadas, con 5 tarsómeros y terminadas en dos uñas.
- Abdomen generalmente cilíndrico y membranoso, formado por 10 segmentos. La parte posterior suele estar muy modificada en relación con la armadura genital. No presenta cercos.

- Las larvas comúnmente llamadas orugas; en general pertenecen al tipo cruciformes; a veces son apodas.
- La pupa o crisálida en la mayoría de los casos es enfundada (obtecta) y adectica, aunque también puede ser libre (exarata) y dectica.

Se han descrito más de 160,000 especies, distribuidas por todas las regiones zoo geográfico, siendo más abundantes en las zonas de vegetación más diversa.

Este orden posee algunas plagas importantes considerables como pueden ser:

- Familia: **Sesiidae**

- Especie:

- ***Paranthrene tabaniformis* (Rottemburg)**

**Descripción:** Oruga. En su último estadio llega a alcanzar 25 mm de longitud. Cuerpo de color blanco-hueso y cabeza de color ocre, con la frente en forma de cuña estrecha. Antenas de tres artejos, con una gruesa queta en el segundo (Figura 14), (Liñán, 1998).



Figura 14. Larva *Paranthrene tabaniformis* (Rottemburg). Fuente: (Rosetta, 2006)

**Adulto:** Hembra Su envergadura oscila entre 25 y 35 mm. Antenas simples y lisas, dilatadas cerca de su ápice (Figura 15).



Figura 15. *Paranthrene tabaniformis* (Rottemburg). Fuente: Markku (1997)

**Macho:** Envergadura de 20 a 30 mm. Antenas bipectinada hasta los cinco sextos de su longitud, terminadas en un imperceptible pincel de pelos. Mechón anal amarillo, mezclado de pelos negros. Por lo demás, similar a la hembra. (Charles F., 1970; Liñán, 1998).

**Daños:** Afecta, fundamentalmente, a la conformación del árbol y a la calidad de la madera, así como a su crecimiento. En ocasiones ataca la madera recién aserrada y apilada. Las galerías, a veces muy numerosas, deprecian la madera, haciéndola impropia para muchos usos (Charles F., 1970; Liñán, 1998).

**Hospedantes:** *Populus spp.*, *Salix spp.*, *Alnus glutinosa.*, *Betula spp.* (Liñán, 1998)

## HIMENÓPTEROS

Himenópteros (Charles F., 1970; Liñán, 1998)

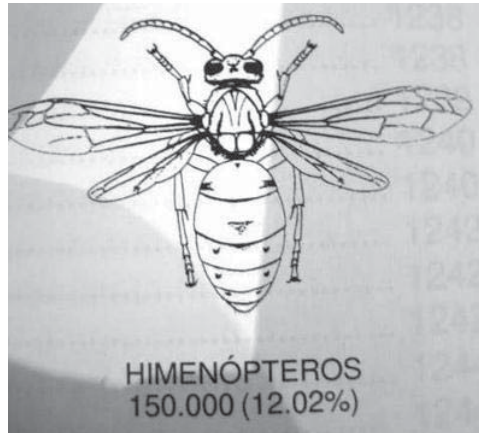


Figura 16. Himenópteros Fuente: (Liñán, 1998)

Orden: **Himenoptera** (Figura 16)

Etimología: Hymen: matrimonio (también membrana). Pteron: ala. Que se unen (fecundan) en vuelo.

- Insectos de forma y tamaño muy variable (desde menos de un milímetro a varios centímetros de longitud).
- Tegumento más o menos esclerotizado, generalmente brillante, liso cubierto de pelos y de colores muy variados.
- Cabeza muy móvil, generalmente con un par de ojos compuestos bien desarrollados y tres ocelos, antenas de forma y tamaño muy variables, con dimorfismo sexual, a menudo más largas en los machos que en las hembras. Piezas bucales básicamente masticadoras, modificadas hasta convertirse en un tipo lamedor-suctor.
- Tórax con dos pares de alas membranosas, por lo general transparentes y con el par posterior menos desarrollado: ambas a menudo con la nerviación muy



reducida. Existen muchas formas áteras. Patas con diversas modificaciones y comúnmente con tarsos de cinco artejos.

- Abdomen adelgazado por lo general en su posición basal y con el primer segmento de sierra, taladro o agujijón.
- La larva generalmente es vermiforme, ápoda, más raramente cruciforme, con patas torácicas y abdominales.
- La pupa es de tipo libre (exarata), a veces enfundada (obtect) adectica, que en la mayoría de los casos está encerrada en un capullo protector.

Los Himenópteros constituyen uno de los grandes órdenes de insectos con más de 150,000 especies descritas, ocupando prácticamente todos los ecosistemas terrestres, desde los trópicos hasta las zonas subárticas, alcanzando las mayores altitudes conocidas y habitando desde zonas desérticas a las zonas húmedas.

Algunas de las especies de mayor ataque en la madera son:

- Familia: **Formicidae**
  - Especie:
    - *Crematogaster scutellaris* (Olivier) (Liñán, 1998).

**Descripción:** Hembra obrera. Longitud de 2.9 a 5.2 mm. Cabeza redondeada, con lados bien arqueados y de color rojo o rojizo. Tórax negro y pecíolo triangular dilatado hacia su parte anterior y, también, de color negro. Post pecíolo con un surco medio que separa dos gibosidades (Figuras 17 y 18).

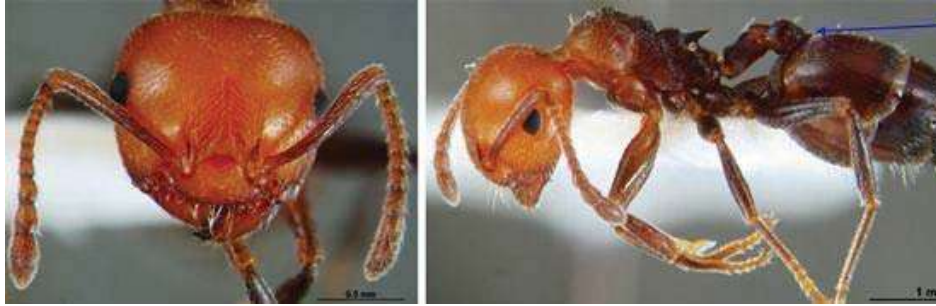


Figura 17 Cabeza de obrera. Figura 18 Cuerpo de Obrera. *Crematogaster scutellaris* (Olivier) Fuente: (AIM, 2007)

**Hembra alada:** Longitud de 8 a 9.5 mm. Cabeza y mandíbulas de color rojo claro y resto del cuerpo pardo oscuro brillante. Patas pardos rojizos. Pecíolo ensanchado hacia su parte anterior y post pecíolo globuloso.

**Macho alado:** Longitud de 3.5 a 5 mm. Por entero color pardo oscuro, excepto los ángulos posteriores de la cabeza que son, a menudo, negruzcos. Antenas pardo rojizo, compuestas por doce artejos, de los cuales, los seis últimos tienen de 2 a 4 veces más longitud que anchura (Figura 19).



Figura 19. Macho *Crematogaster scutellaris* (Olivier) Fuente: (AIM, 2007)

**Daños:** construyen túneles en la madera de árboles vivos y muertos en pie, trozas en proceso de pudrición, tocones, postes telefónicos y algunas partes de madera en viviendas (Figura 20 y 21), (Coulson N. R., Witter J. A., 1990; Liñán, 1998).

**Hospedantes:** *Quercus suber.*, (Liñán, 1998)



Figura 20 Aladas de *Crematogaster scutellaris* Figura 21. Daños por *Crematogaster scutellaris* (Olivier) Fuente: (AIM, 2007)

- Familia: **Formicidae**
  - Especie:
    - *Camponotus spp.* (Cibrian et al., 1995).

**Descripción:** Son hormigas de tamaño medio, de 7 a 15 mm de longitud, con 10 artejos en el flagelo antenal; los palpos maximizares son cortos y todos del mismo tamaño. El tórax es convexo, de por lo menos 2 mm de longitud. Se presenta polimorfismo debido a castas. *Camponotus abdominalis* presenta el abdomen y la unión tórax-abdomen (gáster) de color negro y el resto del cuerpo amarillo. *C. planatus* presenta el abdomen negro y el resto del cuerpo rojizo, mostrando una cápsula rojo-anaranjada y el borde del clípeo con una hendidura triangular media. *C. sericeiventris* es de color negro con pubescencia verde-amarillenta. El pronoto con ángulos humerales salientes a manera de dientes. El dorso del propodeo muestra una cresta longitudinal media (Figura 22).



Figura 22. *Camponotus spp.* Fuente: (AIM, 2007)

**Daños:** Generalmente estas especies anidan en túneles centrales en ramas o fustes de árboles vivos, así como en estructuras de madera que están en contacto con el suelo. Estas cavidades consisten de galerías concéntricas que se agrandan a medida que la

colonia crece; pueden llegar a medir más de 1 m de longitud y más de 30 cm de diámetro. Los túneles son puntos de entrada de pudriciones o de otros degradadores de la madera. Los árboles vivos que son atacados no muestran daños en la copa, pero bajo la fuerza de vientos fuertes se pueden quebrar en el sitio en donde existen las galerías de las hormigas. Las hormigas no se alimentan de la madera, si no que extraen madera para formar sus galerías que sirvan como nido, por lo general atacan partes en descomposición o dañadas aún cuando pueden construir túneles de madera sólida (Figura 23) (Cibrian *et al.*, 1995; Coulson N. R., Witter J. A., 1990).

**Hospedantes:** *Acacia farnesiana*, *A. Pennaodula*, *Magnifera indica*, *Persea americana*, *Pinus ocarpa*, *Psidium guajava*., (Cibrian *et al.*, 1995).



Figura 23. Ataque de *Camponotus* sp. Fuente: (AIM, 2007)

- Familia: **Apidae**
  - Especie:
    - *Melipona beecheii* Ximénez (1967)

*Melipona beecheii* es una especie de abeja sin aguijón, llamada comúnmente jicote o jicota, su nombre maya es Xunan kab, originaria de Centroamérica,

**Descripción:** Los himenópteros son insectos con cuatro alas membranosas, con partes bucales mandibuladas que forman una estructura en forma de lengua, a través de la cual el alimento líquido es tomado. En algunos casos, el ovopositor en las hembras está modificado en aguijón, el cual funciona como órgano de defensa y ofensa (Figura 24).



Figura 24. Adulto *Melipona beecheii*

**Daños:** Las abejas sin aguijón se reconocen por sus hábitos molestos cuando se les excita y sus asociaciones con sus nidos, los cuales están siempre densamente poblados, agresivamente defendidos, y de construcción única. Muchos están localizados en cavidades naturales, usualmente en el suelo o en troncos de árboles pero a menudo en sitios raros como esqueletos de mamíferos o aves, nidos de termitas u hormigas.

## 2. Animales xilófagos

### COLEOPTERA

Coleópteros (Metcalf C., L. Flint W. P., 1984; Liñán, 1998)

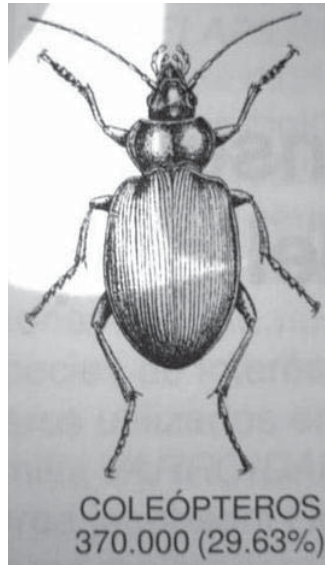


Figura 25. Coleopteros Fuente: (Liñán, 1998).

Orden: **Coleóptera** (Figura 25)

Etimología: Koleos: estuche, caja. Pteron: ala. Alas en estuche

Características generales:

Insectos de tamaño diminuto a grande (de apenas 0,5 mm a 155 mm de longitud).

- Tegumento generalmente bien esclerotizado, de coloración muy variable y a menudo brillante; pueden ser negros o de color apagado, pero abundan los tonos vivos y policromos, a veces con brillos metálicos.
- Cabeza con piezas bucales masticadoras y antenas extremadamente variables; ojos compuestos generalmente presente y con uno o dos ocelos o ninguno.

- Protórax grande y móvil; mesotórax muy reducido del que no se ve dorsalmente más que un pequeño triángulo y metatórax grande, pero completamente oculto, por lo general, excepto algunas proporciones externas.
- Alas anteriores modificadas en élitros córneos o coriáceos, que actúan como elementos de protección. No son utilizadas para el vuelo y generalmente cubren el abdomen, coincidiendo casi siempre para formar una satura recta medió dorsal. Alas posteriores membranosas; en reposo quedan replegadas y protegidas debajo de los élitros. Éstos, a veces, están soldados y en este caso las alas posteriores no existen.
- Patas típicamente marchadores o corredores, con algunas modificaciones; los tarsos comúnmente de cinco artejos.
- Larva de tipo campodeiforme o cruciforme modificada, y en ocasiones ápoda.
- Pupa libre (exarata), a veces enfundada (obtecta) y adectica.

Los Coleópteros constituyen el grupo de animales más numeroso, ya que han sido descritas alrededor de 370,000 especies. Además han colonizado los grandes medios, aprovechando preferentemente la materia orgánica en descomposición que se encuentra en el suelo y la que les proporcionan las plantas herbáceas, arbustos y árboles. Algunos son acuáticos o semi-acuáticos, otros, en fin, viven estrechamente relacionados con el hombre alimentándose de lana, pieles, ejemplares de museo, cuero, muebles, bibliotecas o de los productos almacenados, o ocasionando considerables pérdidas.

La clasificación de un orden tan numeroso y complejo, necesariamente es muy dificultosa. Actualmente se admiten cuatro subórdenes (*Archostemata*, *Myxophaga*, *Adephaga* y *Polyphaga*) en lo que se incluyen 23 superfamilias y 171 familias (Viedma M. G., 1970).

Este orden contiene algunas de las plagas más importantes (descortezadores y barrenadores de la madera). Como son:



- Familia: **Buprestidae (Bupréstidos)** (Cibrián. *et al.*, 1995)
  - Especie
    - *Agrilus dolli* Schaeffer
    - *A. lecontei celticola* Fisher

**Descripción:** La longitud del cuerpo varía de 3 a 6 mm. Los élitros ornamentados con diseños pubescentes irregulares, son ligeramente más anchos que el pronoto y constreñidos en la parte media. El macho es alargado, ligeramente aplanado. La superficie del cuerpo es brillante, con una coloración café bronceado; la cabeza es algo verdosa al frente, tornándose café hacia atrás.

**Daños:** Las larvas hacen galerías en la madera (Figura 26), afectando las características estructurales de la misma, además de favorecer la entrada de otros degradadores de la madera (Figura 27), (Jonson y Lyon 1991 citado por: Coulson N. R., Witter J. A., 1990)

**Hospedantes:** *Celtis lavigata*, *Pithecellobium flexicaule*, *Quercus spp.* (Cibrián *et al.*, 1995)



Figura 26. Daños por *Agrilus dolli* Schaeffer Fuente: (Cibrián. *et al.*, 1995)



Figura 27. *Agrilus dolli* Schaeffer Fuente: (Cibrián. *et al.*, 1995)

- Familia: **Anobiidae (Anóbidos)**
  - Especie
    - *Calymmaderus oblongus* (Gorham)

**Descripción:** La larva es blanquecina, con tres pares de patas y cuerpo en forma de “C”. En vista dorsal son 2 veces más largos que anchos. La cabeza no es visible en vista



dorsal debido a que está cubierta por el pronoto; ojos grandes; antenas con los últimos tres segmentos alargados y aplanados tiene de entre 3.3 a 5.6 mm de longitud con una coloración café oscura casi negra (Figura 28), (Cibrián. *et al.*, 1995)



Figura 28. Adulto *Calymmaderus oblongus* (Gorham) Fuente: (James, 2007)

**Daños:** Las galerías de las larvas por lo general siguen la dirección en el sentido del hilo de la madera y son más abundantes en la albura (Figuras 29, 30 y 31). Al salir los adultos es a través de orificios circulares de aproximadamente 2 mm de diámetro en la superficie de la madera afectada, las re-infestaciones en la madera atacada ocasionan pérdida total, lo que obliga a reemplazarla completamente. De los anóbidos, el *Calymmaderus oblongus* (Gorham), es el de mayor importancia ya que destruye muebles y estructuras (Cibrián. *et al.*, 1995; Coulson N. R., Witter J. A., 1990).



Figura 29 Daños de madera apilada por *Calymmaderus oblongus* (Gorham) Fuente: (Cibrián. *et al.*,



Figuras 30 Galerías de *Calymmaderus oblongus* (Gorham) Fuente: (Cibrián. *et al.*, 1995)



Figuras 31 Daños por *Calymmaderus oblongus* (Gorham) Fuente: (Cibrián. *et al.*, 1995)

- ***Anobium punctatum* de Geer**

**Descripción:** Larva. De color blanquecino, está provista de numerosas sedas. Arqueada, con aspecto de coma, la que parte anterior del cuerpo aparece más engrosada, mostrando las patas bien visibles, adelgazándose luego su cuerpo hasta la parte posterior del abdomen, donde aparecen los últimos segmentos más largos y anchos que los precedentes (Liñán, 1998).

**Adulto:** Su longitud alcanza de 2 a 5 mm, es de color castaño oscuro o rojizo, con el protórax grande, en forma de capucha que cubre parcialmente la cabeza, y élitros estriados en los que se aprecian pequeños hoyos (Figura 32) (*ibid*).

**Hospedantes:** Maderas Latifoliadas y coníferas, utilizadas en la construcción, carpintería y mobiliario (Liñán, 1998)



Figura 32 Insecto Adulto de *Anobium punctatum* de Geer Fuente: (Wikimedia, 2007)

**Daños:** Deterioro de la madera, ataca coníferas y latifoliadas utilizadas en la construcción (Figura 33), por los daños que ocasionan a toda clase de muebles resultan muy molestos en los hogares, pudiendo atacar asimismo pisos, escaleras y puertas de madera (Ramírez P., s/f). Maderas atacadas: Frondosas y coníferas, en especial pino silvestre, abeto rojo; pero también mucho en chopo, sauce, fresno y abedul (García F., 1997)



Figura 33. Larvas, Adultos y galerías de *Anobium punctatum* de Geer Fuente: (Ramírez, s/f)

- **Coelosterthus pertinax L.**

**Descripción:** Élitros con rayas punteadas, negro mate, pelos pardos. Longitud de 4 a 5 mm., (García F., 1997).

- ***Ptilinus pectinicornis* (Linnaeus)** (Liñán, 1998).

**Descripción:** Larva. En su máximo desarrollo alcanza una longitud de 7 mm. Carnosa, es ancha por delante, más estrecha y fuertemente curvada por detrás, toda ella provista de cilios cortos y dorados entre los que se aprecian pequeñas espínulas irregularmente dispuestas.

**Adulto:** Hembra de longitud aproximadamente de 4 mm. Cuerpo largo y cilíndrico, redondeado en ambos extremos, y de color moreno oscuro. Antenas aserradas, compuestas por once artejos. Protórax muy globuloso en su parte dorsal, armado de denticulos diminutos en su borde anterior. Élitros sin estrías manifiestas y con la

puntuación confusa y poco regular. Macho similar a la hembra, pero con las antenas pectinadas (Figura 34).

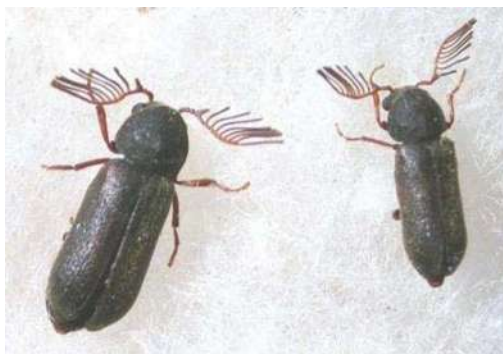


Figura 34. *Ptilinus pectinicornis* (Linnaeus)\_ Fuente: (Année (2008))

**Daños:** Insecto perforador de la madera, muestra una marcada preferencia por los troncos y ramas del hospedante. En la madera puesta en obra, también ha sido observado en planchas, entarimados, etc., a causa de su tendencia a mantenerse fiel al hospedante que le ha visto nacer. Las destrucciones son muy importantes, sucediéndose en una misma pieza los ataques de varias generaciones. Maderas atacadas: coníferas, especialmente pinos silvestres (frecuentemente en techos de casas viejas) (García F., 1997)

**Hospedantes:** *Fagus sylvatica* (Haya), *Acer* spp., *Populus* spp., (Liñán 1998)

- *Xestobium rufovillosum* (De Geer)

**Descripción:** Larva. Con una longitud en su máximo desarrollo de 8 mm. Blanquecina, arqueada y con numerosas sedas. Cabeza amarillenta, excepto las piezas bucales y las partes próximas a las articulaciones mandibulares. Antenas pequeñas. Tórax ligeramente más grueso que el abdomen. Patas bien desarrolladas, terminadas en una uña de color castaño claro. En los terguitos de mezo y metatórax y de los segmentos abdominales primero a séptimo se aprecian unas bandas transversales de espiráculos curvados hacia atrás (Características de las larvas de la familia), así como en los segmentos noveno y décimo, rodeando el ano (Coulson N. R., Witter J. A., 1990; Cadahia D., 2003; Liñán, 1998).

**Adulto:** Longitud entre 6 y 9 mm. Color castaño oscuro, con unas pequeñas manchas formadas por pelos cortos y amarillos que le dan un aspecto moteado (Figura 35) (Coulson N. R., Witter J. A., 1990; Cadahia D., 2003).



Figura 35. Adulto de *Xestobium rufovillosum* (De Geer)  
Fuente: (Haarstad, 2002)

**Daños:** Las larvas que nacen, inician la construcción de galerías para alimentarse y, en condiciones óptimas, pueden alcanzar su madurez en un año, aunque, por lo general, transcurre más tiempo, hasta un máximo de diez años. Los daños en la madera puesta en obra pueden llegar a ser muy considerables (Coulson N. R., Witter J. A., 1990). Maderas atacadas: principalmente latifoliadas, en especial roble, haya (vigas, entarimados), pero también abeto rojo y pinabete (García F., 1997)

**Hospedantes:** Madera húmeda o atacada por hongos, principalmente de latifoliadas (roble, olmo, haya, aliso, etc.) (Liñán, 1998)

- Familia: **Bostrichidae (Bostríquidos)**
  - Especie
    - *Amphicerus cornutus* (Pallas)
    - *A. simples* (Horn)
    - *Dendrobiella sericans* (LeConte)
    - *Xilobiops basilaris* (Say)

**Descripción:** larva con pronoto de color casi negro, con abundantes gránulos finos, que en su parte media anterior esta ornamentado con espinas cortas proyectadas hacia atrás;

desde la vista dorsal el pronoto cubre completamente a la cabeza. Élitros con la parte basal amarillenta y el resto de color rojizo; Declive elitral truncado y plano, con una quilla en su porción Terminal; cada lado del declive armado con 3 espinas puntiagudas y robustas, la primera más pequeñas que las otras dos (Figura 36) (Coulson N. R., Witter J. A., 1990).



Figura 36. Larva de *Xylobiops basilaris* (Say)  
Fuente: (Kahler, 2004)

**Adulto:** De 3 a 4 mm de longitud, cilíndricos y robustos. Las hembras se diferencian de los machos por poseer 4 espinas cortas en la frente y por tener las espinas de declive elitral de mayor tamaño. Antenas con los últimos tres segmentos agrandados y aplanados (Figura 37), (Cibrián. *et al.*, 1995).



Figura 37. Adulto de *Xylobiops basilaris* (Say ) Fuente: (Keith, 2007)

**Daños:** Pueden causar la muerte de árboles jóvenes, pero también atacan árboles muertos en pie, ramas, trocearía apilada y postes de cercas (Figuras 38 y 39). Los orificios de salida y la madera reducida a polvo son buenos indicadores de la presencia de estos insectos; en re infestaciones sucesivas pueden dejar la albura completamente reducida a polvo, en particular cuando la madera en rollo queda almacenada y sin aserrar por varios años; en este caso las generaciones del barrenador se suceden sobre el mismo material (Cibrián. *et al.*, 1995)

**Hospedantes:** *Ulmus carvifolia*, *Prosopis laevigata*, *Persea americana* (Cibrián *et al.*, 1995)



Figuras 38. Orificios echos por *Xilobiops basilaris* (Say)

Fuente: (Cibrián *et al.* 1995)



Figuras 39. Galerías de *Xilobiops basilaris* (Say)

Fuente: (Cibrián. *et al.*, 1995)

- Familia: **Lyctidae**

- Especie

- *Lyctus caribeanus* (Lesne)
- *L. brunneus* (Stephens)
- *L. planicollis* (Leconte)

Estos insectos atacan solamente las latifoliadas cuyos vasos son del tamaño suficiente para recibir sus huevos (Coulson N. R., Witter J. A., 1990).

**Descripción:** Larvas. Desarrolladas son de color blanco amarillento y miden de 3 a 5 mm de longitud (Figura 40); pero por lo general son en forma de “C; cabeza embebida



con el protórax; el último espiráculo abdominal mucho mayor que los otros, generan bastante excremento (Figura 41), (Cibrián. *et al.*, 1995).



Figura 40. Larvas *Lyctidae* Fuente: (Brammer, 2003)

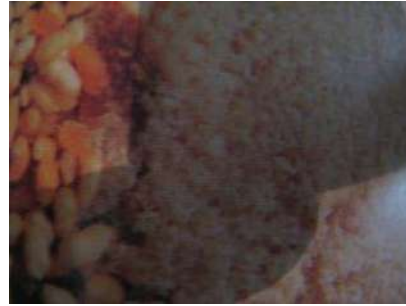


Figura 41. Excremento de *Lyctidae* Fuente: (Cibrián. *et al.*, 1995)

**Adulto:** De color negro a casi negro; de 4 a 6 mm de longitud y aplanados dorso ventralmente; antenas con los dos últimos segmentos engrosados en forma de clava y pronoto con puntuaciones en el disco y líneas longitudinales de setas finas y largas, marcadas por hileras dobles de puntuaciones alargadas (Figura 42). Las hembras presentan un ovopositor largo (Cibrián. *et al.*, 1995).



Figura 42. *Lyctus* Adulto. Fuente: (Brammer, 2003)

**Daños:** La alimentación de las larvas es principalmente a base de almidón contenido en la madera, razón por la cual las maderas que tienen la albura con un alto contenido de almidón son más severamente dañadas, al afectarse las propiedades mecánicas de la misma. Construyen galerías pronunciadas e irregulares paralelas al hilo de la madera, durante el proceso de horadación, las larvas van relleno de manera poco compacta la porción de la galería detrás de ellas con un polvo fino. La madera fuertemente infestada puede quedar reducida a polvo, aunque externamente no se manifiesten evidencias, sobre todo si aún no hay orificios de emergencia de adultos. Estos orificios son



circulares y de 0.5 mm de diámetro (Figuras 43 y 44) (Cibrián. *et al.*, 1995; (Coulson N. R., Witter J. A., 1990).



Figuras 43. Daños causados por lyctidae Fuente: (McLean's, 1976)



Figuras 44. Daños en muebles por lyctidae Fuente: (Messina *et al*, s/f)

- Familia: **Cerambycidae (Cerambícidos)**

- Especie

- ***Megacyllene caryae* (Gahan)**

**Descripción:** Bandas amarillentas en el pronoto y en la superficie de los élitros (Figura 45) (Cibrián. *et al.*, 1995)

**Adultos:** Los adultos se asemejan a los perforadores de la langosta (Figura 46) (Road K., 1991).



Figuras 45. *Megacyllene caryae* Gahan Adulto Fuente: (Keith, 2007)



Figuras 46. *Megacyllene caryae* Gahan con bandas amarillas menos pronunciadas Fuente: (Keith, 2007)

**Daños:** Las larvas construyen sus galerías en el área del xilema, afectando la resistencia mecánica del árbol y de la madera recién cortada y permitiendo la entrada de los organismos degradadores que afectan la madera (Cibrián. *et al.*, 1995; Road K., 1991).

**Hospedantes:** *Carya spp.*, *Juglans spp.*, *Celtis spp.*, *Fraxinus spp.*, *Prosopis spp.* (Cibrian *et al.*, 1995)

- *Monochamus clamator rubiginus* (Bates)
- *M. scutellatus scutellatus* (Say) (Cibrian *et al.*, 1995)

**Descripción:** Larvas. Son cerambiciformes, con cabeza deprimida; en los segmentos abdominales presentan ámpulas ambulatorias con especulas finas. La longitud de las larvas maduras alcanza los 30 mm; son de color blanquecino. Pupa exorada, blanquecina.

**Adulto:** de 15 a 22 mm de longitud. En los machos las antenas son de 11 segmentos y miden 2 veces la longitud del cuerpo, en cambio las hembras apenas rebasan dicha longitud (Figura 47).



Figura 47. *Monochamus clamator rubiginus* (Bates) Fuente: (Jacobi *et al*, 2008)

**Daños:** Los insectos pueden infestar árboles moribundos o recién muertos por otras causas, así como trocería apilada.

**Hospedantes:** *Pinus gregii*, *P. patula*, *P. rudis* (Cibrián *et al.*, 1995)

- ***Hylotrupes bajulus* (Linnaeus)**

**Descripción:** Larva. Color blanquecino. Mandíbulas con región distal regularmente redondeadas tres ocelos laterales a cada lado (Figura 48). Frente con el margen anterior simple y ámpulas ambulacrales carentes de tubérculos redondeados (Liñán, 1998; Coulson N. R., Witter J. A., 1990).



Figura 48. Larva de *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus) Fuente: (Holopainen, 2005)

**Adulto:** Longitud de 8 a 20 mm. De color pardo oscuro. La cabeza, punteada densamente, tienen las antenas pardo rojizas o rojizo oscuras con los tórax se encuentra recubierto por una pubescencia clara, larga y densa. El pronoto, transverso, finamente y disperso sobre el disco (Figura 49) (Liñán, 1998; Coulson N. R., Witter J. A., 1990).



Figura 49. *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus) Fuente: (Holopainen, 2005)

**Daños:** Los perjuicios más graves los ocasiona este insecto en la madera de construcción y carpintería: armaduras de tejados, postes, entarimados, marquetería, etc. Los principales signos de infestación son un sonido característico rítmico que produce la larva al perforar. Formación de ámpulas en la madera cuando las larvas construyen túneles cerca de la superficie de la misma, polvo producido de la horadación en la superficie de la madera y amplios orificios de salida ovalados de aproximadamente 6 mm de diámetro (Liñán, 1998; Coulson N. R., Witter J. A., 1990).

**Hospedantes:** *Pinus spp.*, *Populus spp.*, *Alnus glutionsa* Gaertner., *Corylus avellana.*, *Linnaeus.*, *Quercus spp.*, *Abies spp.* (Liñán, 1998).

- *Ergates faber* (Linnaetus) (Liñán, 1998).

**Descripción:** Larva. De color blanco amarillento. Parte anterior de la cabeza con cuatro dientes obtusos. Mandíbulas con la región distal de la margen interna escotada y cortante. Discos pleurales sobre los segmentos abdominales primero al cuarto inclusive (Figura 50).



Figura 50. Larva *Ergates faber* (Linnaetus) Fuente: (Letzte, 2007)

**Adulto:** La hembra tiene una longitud de 27 a 50 mm. De color negro, posee unas antenas cuyos primeros antenómeros no están denticulados, que alcanzan como máximo el nivel del tercio basal de los élitros. El pronoto presenta bordes laterales curvados, una espina bastante robusta, situada un poco por detrás de su mitad, y dos espinas laterales más pequeñas. Los élitros son rojizos, punteados densa e irregularmente. El macho es similar a la hembra, pero con antenas sobrepasando el ápice de los élitros (Figura 51).



Figura 51. *Ergates faber* (Linnaetus) Fuente: (Letzte, 2007)

**Daños:** Las galerías que hacen las larvas pueden llegar a destruir por completo la madera.

**Hospedantes:** *Pinus spp.* (Liñán, 1998)

- ***Cerambyx scopolii* (Fuesse)**

**Descripción:** Larva de 35-50mm, de color amarillento con cabeza marrón

**Adulto:** De 18 a 30 mm de longitud. Antenas muy largas, con sus artejos prolongados en una espina por su borde externo. Élitros negros, muy granuloso y ásperos, como

imitando las granulaciones del papel de lija (Figura 52), (Coulson N. R., Witter J. A., 1990; Liñán, 1998).



Figura 52. *Cerambyx scopolii* Fuesse

Fuente: (Letzte, 2007)

**Daños:** Las larvas neonatas abren galerías rellenándolas de aserrín; tardan en completar su desarrollo dos años, pasando a pupa en una galería profunda que abren para tal finalidad, los daños solamente se realizan en estado larvario (Coulson N. R., Witter J. A., 1990; Liñán, 1998). Maderas atacadas: haya, roble.

**Hospedantes:** Albaricoquero, avellano, castaño, cerezo, ciruelo, grosella, manzano, peral, encino, haya, morera, higuera (Liñán, 1998)

- *Cerambyx cerdo* (Linnaeus) (Romayk N., Cadahia D., 2003).

**Descripción:** Larva. Alcanza una longitud de 60 a 70 mm en su máximo desarrollo y de 13 a 16 mm de ancho en el tórax. De coloración general marfileña, tiene la cabeza fuerte provista de potentes mandíbulas. Cilíndrica, a excepción de los últimos segmentos abdominales que son cónicos (Figura 53).



Figura 53. Larva *Cerambyx cerdo* (Linnaeus) Fuente: (Andrea, *et al* (s/f))

**Adulto:** La hembra tiene una longitud de 50 a 55 mm. De color general castaño oscuro, la longitud de sus antenas no excede los dos tercios de la de su cuerpo. Boca con mandíbulas muy fuertes y visibles. Ojos de sección elíptica, prominentes, que aparecen por debajo y hacia atrás de la inserción de las antenas (Figura 54). El macho de 48 a 50 mm de longitud. Similar a la hembra; con las antenas más largas que el cuerpo.



Figura 54. *Cerambyx cerdo* (Linnaeus) Adulto Fuente: (Grimalt, s/f)

**Daños:** Las galerías realizadas por el insecto destruyen grandes zonas de la parte maderable del hospedante (Figuras 55 y 56). La madera atacada llega a descomponerse y pudrirse. Maderas atacadas: roble, nogal (García F., 1997)

**Hospedantes:** Algarrobo, almendro, avellano, castaño, nogal, peral, encino y roble (Agrotecnica, 1998)





Figuras 55. Daños en madera en uso por *Cerambyx cerdo* (Linnaeus) Fuente: (CFIA, 2007)



Figura 56. Daños en tocones por *Cerambyx cerdo* (Linnaeus) Fuente: (CFIA, 2007)

▪ ***Acanthocinus aedilis* (Linnaeus)**

**Descripción:** Larva. De color blanco amarillento. Cabeza más larga que ancha con su margen anterior simple. Mandíbulas con la región distal de margen interno escotada y afilada. Ámpulas abdominales con un surco transverso, y ano en forma de Y., (Echevarría M., J. M., Echevarría L. E., 1996; Liñán, 1998).

**Adulto:** La hembra tiene una longitud de 12 a 20 mm. Tegumento rojizo, más oscuro por delante, cubierto de una pubescencia corta e inclinada más o menos pardusca. Cabeza fuerte e irregularmente punteada. Antenas rosadas, que pueden alcanzar una longitud de hasta 2 veces la del insecto (Figura 57), (Echevarría M., J. M., Echevarría L. E., 1996; Liñán, 1998).



Figura 57. *Acanthocinus aedilis* (Linnaeus) Fuente: (CFIA, 2007)



**Daños:** Las larvas se alimentan en la zona sub cortical, fabricando anchas galerías en el interior de la corteza; cuando alcanzan su máximo desarrollo, en el verano del primer o segundo año, pupan en la celda situada en la albura exterior; emergen los adultos en el mismo verano, e invernán hasta el siguiente año (Liñán, 1998).

**Hospedantes:** Pinus spp., Abies spp. Larix spp. (Liñán, 1998)

Familia: **Escolítidos** (*Scolytidae, Ipidae*).

○ Especie:

**Escolítidos y Platipódidos:** No son verdaderos insectos xilófagos (no "comen" madera), sólo se cobijan y realizan las puestas de huevos. Se alimentan de hongos que pudiera tener la madera (Roser R. T., s/f).

▪ *Xyleborus dispar* (Fabricius)

**Descripción.** Larva. Apoda, blanca, cilíndrica y encorvada.

**Adulto:** La hembra tiene una longitud de 3.2 a 3.6 mm; es de forma paralelepípedica, con la declividad elitral redonda en el ápice. Cabeza no visible dorsalmente, al estar oculta por el pronoto; casi negro, es tan largo como ancho, redondeado lateralmente, con cierta convexidad en su mitad anterior (Figura 58). Entran en actividad. Son muy dinámicos con temperaturas altas y tiempo soleado. Después del apareamiento, que tiene lugar dentro de la galería materna, la hembra sale de su refugio de invierno para buscar un sitio apropiado en el que excavar su galería. Para ello, practica un orificio de 1-3 mm de diámetro. Una vez que ha perforado, cambia de dirección para formar un anillo alrededor de la madera y, a continuación, excava galerías desde el anillo hacia arriba y hacia abajo; así pues, el conjunto de galerías se inscribiría en un espacio tridimensional (Uribarren A. R., s/f; Charles F., 1970).



Figura 58. *Xyleborus dispar* Fabricius. Fuente: (Rosetta, 2006)

**Daños:** Cuando la hembra localiza el hospedante adecuado, practica una galería perpendicular a través de la albura, de a 3 cm de profundidad (Figura 59), (Charles F., 1970).

**Hospedantes:** *Acer spp.*, *Alnus glutinosa.*, *Linnaeus*, *castanea sativamiller.*, *Fagus sylvatica Linnaeus.* *Fraxinus spp.*, *Populus spp.* *Quercus spp.*, *Pinus spp.*, *Juniperus spp.* (Liñán, 1998).



Figura 59. Daños por *Xyleborus dispar* Fabricius. Fuente: (INRA (2005)

- *Xyleborus xylographus* (Say) (Coulson N. R., Witter J. A., 1990).

**Descripción.** Adulto. De unos mm de longitud, color pardo, con el pronoto más largo que ancho y los élitros paralelos y estriados, dotados de un declive oscurecido en la parte terminal de la satura media (Figura 60).



Figura 60. *Xyleborus xylographus* (Say). Fuente: (Rosetta, 2006)

**Daños:** Son debidos principalmente a los adultos y larvas, los primeros al excavar las galerías de puestas y las segundas al hacer las galerías larvarias. Los túneles ramificados penetran profundamente en la madera y luego ramifican en diferentes direcciones en el mismo plano.

## **ISOPTEROS**

Isóptera (Liñán, 1998).

Orden: **Isóptera**

Etimología: Isos: igual. Pteron: Ala. Alas iguales

Las Isópteras, conocidos como comejenes, son plagas características de la madera y también de algunos cultivos tales como caña y maíz. Son insectos primitivos pero de organización social avanzada. Viven en termiteros que pueden abrigar un gran número de individuos.

En todo el mundo se conocen más de 2000 especies sin embargo, solo unas cuantas producen daños importantes relacionados con la agricultura o con elementos de madera usados por el hombre.

### **Características generales.**

- Insectos sociales, polimórficos, que viven en nidos de diversos tipos denominados termiteros. Los numerosos individuos que forman la colonia pertenecen a diferentes clases o castas: los reproductores, los soldados y las obreras.
- Su tamaño es pequeño o mediano (de 2-3 mm a más de 20 mm), con el cuerpo alargado y deprimido.
- Tegumento liso y poco esclerotizado (principalmente en obreras y soldados), blanco o de color amarillento.
- Cabeza prognata, con antenas moniliformes y ojos compuestos que con frecuencia degeneran, lo mismo que los ocelos. Piezas bucales de tipo masticador.

- Tórax con tres segmentos patentes y casi iguales. Patas muy similares, marchadoras, con tarsos casi siempre de 4 artejos. Los dos pares de alas, cuando están desarrolladas, son semejantes, membranosas y largas, descansando en reposo cruzadas sobre el dorso del cuerpo, sobrepasando ampliamente el extremo abdominal.
- Abdomen de base ancha con 10 segmentos conspicuos; genitales externos ausentes o muy poco desarrollados. Cercos cortos o muy cortos.

En casi todas las especies la colonia de termitas bien desarrolla contiene individuos que presenta una morfología diferente desempeñando funciones distintas. Aquellos individuos que desempeñan la misma función se conocen como una casta.

En la mayoría de los casos se distinguen como tres castas principales: los reproductores (primarios y secundarios o suplementarios), los soldados (con frecuencia de más de un tipo) y las obreras.

Además de estos grupos se encuentran normalmente un número importante de individuos inmaduros o ninfas en diferentes estadios de desarrollo. A veces falta una o dos castas, principalmente en las especies más primitivas, o se presentan varias formas tipológicas dentro del grupo que constituye una casta. También pueden aparecer individuos con caracteres intermedios entre dos castas diferentes (Figura 61).



Figura 61. Jerarquías de Isópteros. Fuente: (AIM, 2007)

Aproximadamente existen unas 2000 especies distribuidas ampliamente en los trópicos y en las regiones cálidas.

Considerando un cuantioso número de especies, se describirán los más dañinos para la madera. Como son:

- Familia: **Kalotermitidae**

Las termitas de la madera seca pertenecen a la familia *kalotermitidae*. Constituyen plagas muy importantes en los trópicos, pero también se encuentran en norte América. Los principales signos de ataque de estas termitas son las pilas de excremento que se observan debajo de la madera infestada y enjambre de adultos alados dentro de la madera infestada comúnmente en madera con poca humedad (Coulson N. R., Witter J. A., 1990).

- Especies:

- *Kaloterme flavicollis (Fabricius)*

**Descripción:** Larvas y ninfas: son de color blanco y se parecen ligeramente a las hormigas lo que, a ser estos estados los más abundantes, se les suele llamar hormigas blancas (Figura 62) (Metcalf C., L. Flint W. P., 1984).

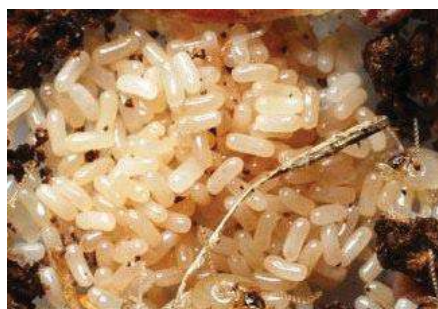


Figura 62. Huevos de *Kaloterme flavicollis* (Fabricius) Fuente: (Mora, 2006)

**Adulto:** de color oscuro-negro excepto el protórax que es amarillo. Las alas están presentes en todos los estados excepto en los falsos obreros. Los soldados son ciegos y poseen mandíbulas con fuertes dientes y protórax cilíndrico (Figuras 63 y 64). Su

función es la de asegurar la defensa de la colonia de sus enemigos, principalmente de las hormigas (Liñán, 1998).



Figura 63 Soldado. Figura 64 Obrera de *Kaloterмес flavicollis* (Fabricius) Fuente: (Mora, 2006)

**Daños:** Estos insectos excavan galerías y dan lugar a la aparición de zonas carcomidas en el interior. Suelen estar presentes en troncos muertos enterrados, pero pueden colonizar muebles por cualquier hendidura o incluso por los agujeros de las maderas (Liñán, 1998).

**Hospedantes:** Presentan cierta preferencia por algunas variedades cuando estas están mezcladas pero ninguna es inmune a este insecto. (Liñán, 1998)

- ***Cryptoterмес brevis* (Walker)**

**Descripción:** Larvas y ninfas: son de color blanco y se parecen a las hormigas lo que, al ser estos estados los más abundantes, ha dado origen a la denominación de hormigas blancas (Figura 65). Los asexuados poseen una cabeza de tipo ortognato con ojos compuestos de gran tamaño. Abdomen cilíndrico formado por 10 terguitos. Los soldados poseen mandíbulas voluminosas (*ibid*).



Figura 65. *Cryptoterмес brevis* Walker Fuente: (Mora, 2006)

**Biología:** Al igual que en otras especies, en cierta época del año, los alados abandonan de forma masiva el termitero, volando unos metros hasta encontrar el sitio donde construir la cámara nupcial, lugar en el que se aparean y en el que posteriormente, la reina realiza la puesta (Scheffrahn, R., 2005).

**Hospedantes:** Pueden afectar a casi todas las especies resinosas, exceptuando algunas americanas, tales como *Taxodium distichum* Rich. Y *Sequoia sempervirens* End., así como la mayoría de las frondosas, salvo algunas como (*Lophira porcera* A. Chev., *Chlorophora excelsa* Benth et Hook, *Ongokea Kaineana* Pierre, *Erythrophleum guineense* D. Don. *Ptorocarpus soyauxii* Tabú, *Staudtia gabonensis* Warb, y *Coula edulis* Baill.) (Liñán, 1998).

**Daños:** Este Isóptero anida en la madera, destruyéndola y haciendo en su interior grandes cavidades comunicadas con el exterior mediante pequeños orificios (Figura 66). Se trata de una especie esencialmente casera. No existe madera inmune al ataque de estos insectos ya que prácticamente atacan cualquier tipo de madera, pero característicamente madera con contenido de humedad de menos de un 20%. Por lo general forman colonias con un número de individuos relativamente bajo, sin embargo, el problema es que, por lo general, se encuentran en un gran número de colonias en una determinada estructura (Scheffrahn, R., 2005).



Figura 66. Daños por *Cryptotermes brevis* Walker Fuente: (Materson, 2007)

- *Incisitermes marginipennis* (latreille) (Cibrian et al., 1995).

**Descripción:** Existen 2 tipos de soldados, unos son de cabeza pequeña, la cual mide 2.5 mm de longitud promedio y otros son de cabeza grande, que mide 3.3 mm de longitud



promedio. El tercer segmento antenal es más esclerosado que los otros segmentos, alargado y ligeramente menor que la suma de los segmentos 4 a 7. El margen anterior del pronoto es dentado y profundamente marginado en la parte media, lo que le da la apariencia de ser bilobulado. Los reproductores alados son de color café a café rojizo; miden de 9 a 11 mm de longitud excluyendo las alas; tienen la cabeza café amarillenta y más larga que ancha; en la vista posterior se ve redondeada y con numerosas setas cortas; antenas con 18 segmentos; alas largas de 14 a 17 mm de longitud y de color amarillo claro, translúcidas. Los huevecillos son de forma casi cilíndrica, ligeramente más angosto en un extremo, de 1.7 mm de largo por 0.6 mm de ancho, de color blanquecino. Los estados jóvenes o ninfas son de color blanco-cremoso, de 8 mm de longitud promedio. No existe la casta de obreras.

**Biología:** La colonia crece lentamente hasta estar formada por algunos cientos de individuos. Los soldados empiezan a diferenciarse en una casta, en cuanto hay suficientes ninfas para el mantenimiento de los reproductores, los cuales emiten feromonas que regulan el desarrollo de las ninfas para formar soldados o reproductores, según las necesidades de la propia colonia. La colonia puede estar en continua actividad durante más de 10 años.

**Daños:** La alimentación continúa y el crecimiento de la colonia dentro de la madera afectada origina cámaras amplias que pueden medir de 2 a 3 cm de alto por 4 a 5 cm de ancho y hasta 15 cm de largo. Por lo general, las cámaras se disponen entre los anillos de crecimiento y se van agrandando conforme crece la colonia. Las paredes de estas cámaras están recubiertas por regurgitaciones de las ninfas, aparentando un repellido a manera de gránulos finos. Las cámaras se conectan entre sí mediante túneles de 2 a 3 mm de diámetro dispuestos en varias direcciones.

- ***Incisitermes minor* (Hagen)** (Cibrian *et al.*, 1995).

**Descripción:** Soldados con la cabeza más larga que ancha, mandíbulas prominentes y con dientes marginales; miden de 8 a 14 mm de longitud; cabeza y protórax de color café; abdomen color crema sucio. El tercer segmento antenal esclerosado y tan largo como la suma de los siguientes cuatro segmentos. Ninfas de color crema.

**Biología:** La formación de una colonia joven es un proceso lento después de unos 10 años de infestación en una madera, las cámaras y túneles son muy amplios, consumiendo gran parte de la madera y en ella se pueden encontrar varios cientos de individuos.

**Daños:** los daños resultan por la formación de cámaras y túneles amplios después de varios años de crecimiento de la colonia. El daño se inicia casi en la superficie de la madera afectada, dejando solo una delgada capa de madera para su protección. A medida que el crecimiento de la colonia avanza, el daño se extiende hacia la parte más interna de la madera, inutilizando la pieza atacada.

- Familia: **Rhinotermitidae**

Las termitas subterráneas, que pertenecen a la familia Rhinotermitidae, son el grupo más común de termitas en la porción continental de los Estados Unidos y también ocasionan mayor daño a las estructuras de la madera. Las termitas requieren importantes suministros de humedad. Sus colonias se localizan en el suelo, pero pueden alimentarse de madera que esta localizada a una distancia del nido. Para alimentarse por arriba del suelo, estas termitas construyen pasajes cubiertos, llamados tubos de tierra o tubos de refugio, del nido al sitio de alimentación. Las termitas subterráneas siempre dejan una cubierta intacta de protección de la madera, de tal manera que no queden expuestas a la desecación o a la luz. Se alimentan principalmente de madera de albura y dejan el duramen en listones. Siempre hay lodo en la madera que las termitas subterráneas utilizan como nido (Coulson N. R., Witter J. A., 1990).

- Especie:

- ***Reticulitermes flavipes* (Kollar)**

**Descripción:** La longitud promedio de los soldados es de 7 mm. Los productores de cuerpo bando, color café o negro, con dos pares de alas largas, blanquecinas y de igual tamaño, que miden de 10 a 12 mm de longitud. Las obreras son ápteras, de cuerpo blando y de color blanco- grisáceo; miden poco menos de 6 mm de longitud. Los soldados tienen cabeza rectangular, más larga que ancha de color café claro. Las

mandíbulas son tan largas como lo ancho de la cabeza, robustas y carecen de dientes marginales, con una coloración oscura, casi negra (Figuras 67 y 68), (Cibrian *et al.*, 1995).



Figura 67 Obreras Figura 68 Soldados. *Reticulitermes flavipes* (Kollar) Fuente: (Mora, 2006)

**Biología:** Son termitas subterráneas. El vuelo se presenta en la época de lluvias. Durante los meses de junio a septiembre, los reproductores alados se dirigen por lo general a puertas, ventanas y otras estructuras de la madera; al llegar a éstas se desprenden de las alas y forman parejas, se aparean y posteriormente buscan un lugar para formar el nido. Se introducen a las hendiduras de la madera hasta algunos centímetros de profundidad y en este sitio forman una cámara, donde después de algunos días la hembra oviposita unos cuantos huevecillos. Las ninfas jóvenes emergen después de 30 o 90 días y para madurar requieren de uno o dos años. Después de los primeros 2 años aparecen ninfas soldado y ninfas reproductoras, que requieren un año para madurar. Una pareja original pueden vivir varios años y en la colonia pueden encontrar varios cientos de miles de individuos (*ibid*)

**Daños:** Esta termita afecta madera de construcciones en contacto con el suelo. La superficie de la madera afectada presenta caminos cubiertos con una mezcla de tierra y excremento; internamente la madera atacada también presenta este material, que les permite mantener una alta humedad. Las galerías son largas y siguen el hilo de la madera (Figura 69); los insectos prefieren comer la madera de primavera, que lo que dejan capas delgadas intactas correspondientes a madera de invierno. Esta termita es la más destructora de todas las termitas en la porción continental de los Estados Unidos, se encuentra desde el golfo de México hasta Ontario y de las grandes planicies hasta la costa Este. No se ha encontrado en el oeste (Cibrian *et al.*, 1995; Coulson N. R., Witter J. A., 1990).

**Hospedantes:** Pinus spp. (Cibrían et al., 1995)



Figura 69. Daños por *Reticulitermes flavipes* (Kollar) Fuente: CFIA (2007)

- *Reticulitermes hesperus* (Banks) (Cibrian et al., 1995).

**Descripción:** Los reproductores alados son esbeltos, cilíndricos, de color café oscuro a negro y de 4 mm de longitud, excluyendo las alas cuando están en reposo sobre el cuerpo, las cuales son translúcidas y de igual tamaño. Las obreras son blanco-grisáceas y de casi 5 mm de longitud cuando están completamente desarrolladas (Figura 70). Los soldados son similares en color a las obreras, algo más grandes y con la cabeza rectangular, dos veces más larga que ancha y de color amarillento; mandíbulas prominentes, robustas y curvadas en la punta; la cabeza de los soldados es más larga que en los de *R. Flavipes*.



Figura 70. *Reticulitermes hesperus* Banks. Fuente: (Mora, 2006)

**Biología:** Estas termitas requieren más humedad que las termitas de la madera seca, por lo que es común que conecten la madera al suelo mediante tubos hechos de una mezcla de tierra y excremento, que llevan hacia el interior de la madera donde están sus galerías, lo que les permite regular la temperatura y la humedad, por estos hábitos son llamadas termitas subterráneas.

**Daños:** Daña la madera, principalmente aquella que se encuentra en contacto con el suelo o que está expuesta a la intemperie como madera de pisos, puertas, ventanas de baños, etc. La madera atacada por estos insectos se reconoce fácilmente por las galerías que hacen en la madera de primavera, dejando intacta la madera de invierno (Figura 71).

**Hospedantes:** *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus spp.*, *Schinus molle.*, (Cibrian *et al*, 1995)



Figura 71 Daños por *Reticulitermes hesperus* Banks Fuente: (Mora, 2006)

- *Reticulitermes lucifugus* (rossi) (Liñán, 1998).

**Descripción:** El tamaño de su cuerpo es relativamente pequeño (alrededor de 5 mm). Los individuos alados poseen cuatro alas bien desarrolladas de aspectos ahumados y similares en medida, forma y venación. Los soldados son distinguibles por su cabeza sub-rectangular, algo más larga que ancha, de color acaramelado y armada con potentes mandíbulas. Las obreras son algo más pequeñas, de cabeza redondeada y blanquecina, al igual que el resto del cuerpo (Figura 72).

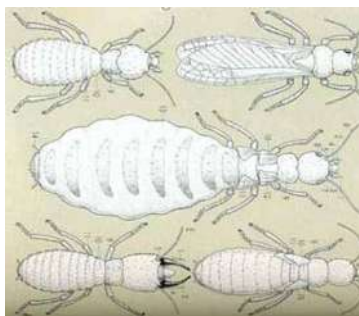


Figura 72. *Reticulitermes lucifugus* (rossi) Fuente: (Casademont, s/f)

**Hospedantes:** Madera puesta en obra, madera de construcción domestica y de carpintería como entarimados, marcos de puertas y ventanas, vigas, pilares, armadura de tejados y también destinada a ebanistería.

**Biología:** La reina llega a poner alrededor de 4000 huevos al día, durante una vida que se prolonga de 6 a 9 años. Los soldados tienen como función la protección del termitero de sus enemigos naturales, como por ejemplo las hormigas, estos no tienen capacidad reproductora (Figura 73).

**Daños:** El termitero suele estar situado en el subsuelo y encontrarse a más de 40 metros del lugar donde se detectan las señales, dotado de un apropiado grado de humedad, en un termitero del que parten galerías que le permiten llegar hasta el duramen de los edificios al que acude en busca de la celulosa, base de su alimentación, una vez en el interior de la madera abre unas galerías muy características, paralelas a la dirección de la fibra, dejando intacta la capa más externa. Tienen fototropismo negativo (huyen de la luz), por lo que acceden a madera de casas (vigas, marcos de ventanas, zócalos, muebles etc.) desde el interior, atravesando muros y paredes.

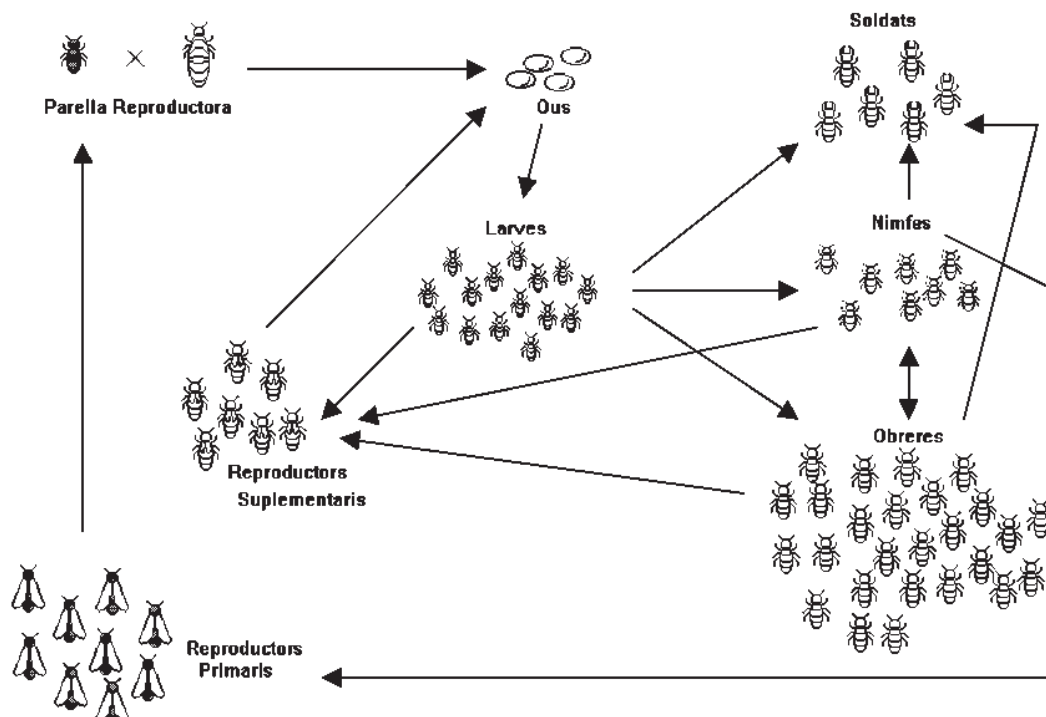


Figura 73. Ciclo de un termitero de *Reticulitermes lucifugus* Fuente: (Ibertrac s/f)

- *Coptotermes crassus* (Snyder) (Cibrian et al., 1995).

**Descripción:** Las obreras son ápteras, de cuerpo blando y color blanco-amarillento. Los reproductores alados miden 5.5 mm de longitud en promedio; son de color café oscuro a casi negro; presentan cabeza subcircular y antena de 19 a 21 segmentos. Los soldados miden de 4 a 5 mm de longitud; presentan cabeza piriforme, con una fontanela tubular grande y dirigida anteriormente, situada justo arriba del clípeo. Mandíbulas alargadas, delgadas, recurvadas apicalmente y sin dientes en el margen interior de las mismas. La cabeza es de color miel y el cuerpo blanco cremoso (Figuras 74 y 75).



Figuras 74 Soldado. Figura 75 Obreras y soldado de *Coptotermes crassus* (Snyder) Fuente: (Ibertrac, s/f)

**Biología:** Los soldados cuidan la colonia y la defienden de los depredadores; en el campo éstos se pueden reconocer fácilmente porque cuando son molestados expelen una sustancia lechosa y globosa por la fontanela. El vuelo de los reproductores por lo general ocurre en los días húmedos del verano (después de llover), aunque puede ocurrir en cualquier época del año (Figura 76). Después del vuelo se forman parejas, cada una de las cuales excavará una celda en la madera o suelo para formar una colonia; en el primer año la producción de huevecillos es de alrededor de 100, pero se incrementa con el tiempo. En algunas colonias las obreras pueden cambiar a reproductoras suplementarias para aumentar la producción de huevos de la reina original. Una colonia de 5 a 6 años de edad puede contener varios miles de individuos y producir reproductores alados cada año.





Figura 76. *Coptotermes crassus* (Snyder) Alada Fuente: (Hilton, 2007)

**Daños:** Afecta el duramen de los árboles vivos, madera en contacto con el suelo, troncos muertos y madera de construcciones (Figura 77). La parte afectada presenta sobre la superficie los senderos hechos por las termitas, los cuales están cubiertos con una mezcla de tierra y excremento y sirven de protección contra los depredadores y la desecación. Este material también está presente internamente en la madera atacada y les permite mantener una alta humedad. Los senderos o caminos pueden extenderse varios metros desde el suelo hasta la madera (Figura 78)

**Hospedantes:** *P. ocarpa*, *Quercus spp*, *Swietenia macrophylla* (Cibrán *et al.*, 1995), *Araucaria spp.*, *Bursera simaruba*, *Casuarina equisetifolia*, *Cedrela odorata*, *ceiba pentandra*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Amelina arborea*, *Magnifera indica*, *Pinus maximinoi.*, (Liñán, 1998)

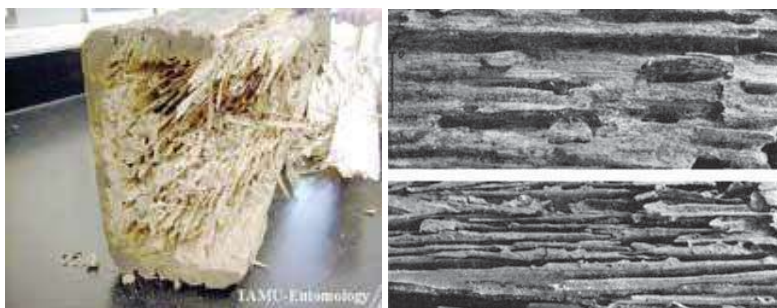


Figura 77 Viga atacada Figura 78. Galerías de *Coptotermes crassus* Snyder Fuente: (TAMU, s/f)

- *Heterotermes aureus convexinotatus* (Snyder) (Cibrian *et al.*, 1995).

**Descripción:** Los soldados miden 5.4 mm de longitud en promedio. Tienen cabeza casi rectangular, color ámbar amarillenta, con mandíbulas 1.2 veces más largas que el ancho de la cabeza y sin dientes en los márgenes interiores de las mismas, pero con un fino



aserrado en su base. Las mandíbulas son de color amarillo en la base y rojizas en la parte distal. Presentan un pronoto pequeño. Los reproductores son café oscuro, con cabeza alargada y cubierta con numerosas setas largas (Figuras 79 y 80).



Figura 79 Alada. Figura 80. Soldado *Heterotermes aureus convexinotatus* (Snyder) Fuente: (TAMU

**Biología:** La colonia se puede extender a otras maderas mediante la construcción de túneles cubiertos con tierra. El interior de la madera atacada también presenta tierra húmeda que le permite regular su temperatura y humedad. Los túneles pueden comunicar la madera que está en el suelo con aquella que se encuentra a varios metros del piso.

**Daños:** Esta termita subterránea afecta árboles vivos, madera de construcciones en contacto con el suelo y troncos. La madera afectada se reconoce por presentar senderos cubiertos con tierra sobre la superficie (Figura 81). Internamente la madera atacada es principalmente la albura (Figura 82).

**Hospedantes:** *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Pinus oocarpa*., *Sweitenia macrophylla*., (Cibrían *et al.*, 1995).

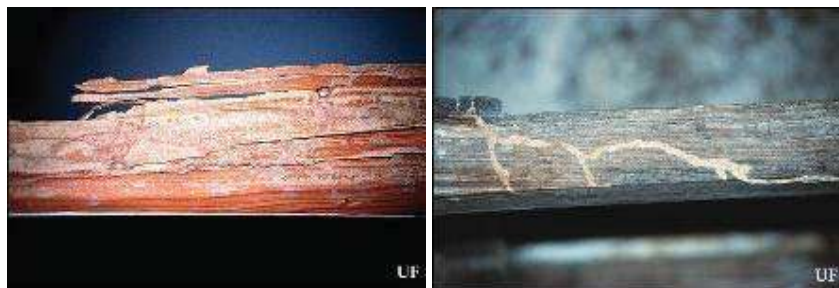


Figura 81 Daños de madera en uso. Figura 82. Galerías de *Heterotermes aureus convexinotatus* (Snyder) Fuente: (Rudolf *et al* (1995)

- Familia: **Termitidae**

- *Nasutitermes nigriceps* (Haldeman) (Cibrian et al., 1995).

**Descripción:** Los reproductores alados son de color amarillo-ferroso, con cabeza café oscuro y ojos compuestos grandes. Las obreras miden de 4.2 a 4.5 mm de longitud, aunque muestran de dos a tres tamaños diferentes; antenas de 4 segmentos. Algunas obreras tienen cabeza oscura (Figura 83), mientras que otras son de cabeza clara. En ambas el abdomen es abultado. Los soldados miden de 3.5 a 4 mm de longitud; cabeza de color café oscuro a negro, con una proyección cónica a manera de nariz (nasute), por lo que a estos soldados se les conoce como de tipo nasutiforme; mandíbulas vestigiales. La forma de la cabeza atrás del nasute es periforme en vista dorsal; antenas de 13 segmentos; los tergitos abdominales con numerosas setas cortas y largas.



Figura 83. *Nasutitermes nigriceps* (Haldeman) Fuente: (Ahmed, s/f)

**Biología:** Una sola colonia puede tener dos o más termiteros grandes y evidentes de consistencia acartonada y de color café grisáceo, que son construidos con una mezcla de madera digerida, tierra y otros materiales que pasan por el tracto digestivo y son depositados en forma de excremento; frecuentemente están ubicados en las ramas de los árboles y se conectan mediante caminos cubiertos con material similar al del termitero (Figura 84), por lo que pueden verse las obreras acarreado alimento en flujo constante .



Figura 84. Termitero de *Nasutitermes nigriceps* (Haldeman) Fuente: (Ahmed, s/f)

**Daños:** Causa daños en la madera de árboles y en maderas de construcción. Son de las especies más dañinas sobre estructuras de madera no tratadas.

**Hospedantes:** *Bursra simaruba*, *Amelina arbórea*, *Magnifera indica*, *Switenia macrophlla*, (Cibrían et al., 1995)

- *Nasutitermes corniger* (Motshulsky) (Cibrian T. D. y col., 1995).

**Descripción:** soldados miden de 3 a 4 mm de longitud; son de forma y coloración similar a *Nasutitermes nigriceps*, pero difieren de éste por presentar solo 6 setas largas sobre cada segmento abdominal (Figura 85). Obreras similares a *N. nigriceps* (Figura 86).

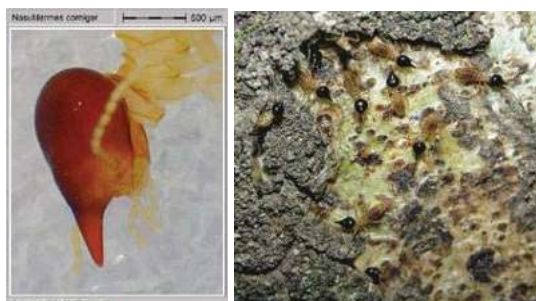


Figura 85 Soldado. Figura 86. Obreros de *Nasutitermes corniger* (Motshulsky) Fuente: Keith, 2007)

**Biología:** Construyen termiteros acartonados de 50 a 60 cm de diámetro en las ramas de los árboles y sobre postes de cercas (Figura 87). Del termitero principal parten numerosos senderos cubiertos. Las termitas se alimentan de la madera de ramas muertas o de madera estructural.

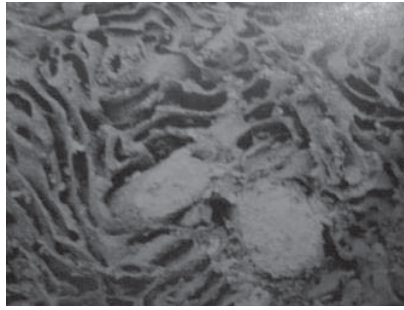


Figura 87. Termitero de *Nasutitermes corniger* (Motshulsky) Fuente: (Cibrián. *et al.*, 1995)

**Daños:** Causa daños en madera de árboles muertos y en madera estructural (Figura 88).

**Hospedantes:** *Amelina* arbórea, *Acrocarpus fraxinifolius*, *Sweitenia macrophylla.*, (Cibrián *et al.*, 1995)



Figura 88. Daño por *Nasutitermes corniger* (Motshulsky) Fuente: (Cibrián. *et al.*, 1995)

## Xilófagos marinos

Los horadadores marinos son una seria y constante amenaza para la madera sumergida en agua salada, causando grandes daños en corto tiempo debido a la acción de perforar la madera, ya sea para alimentarse y/o vivir en esta. Pertenecen a este grupo crustáceos y moluscos, los cuales se diferencian tanto en sus características morfológicas como en el modo de ataque y daño causado en la madera (Eaton y Hale, 1993 citados por: Zaid Núñez L. K., 2004).

### 1. Moluscos

Los moluscos, atacan en gran número y buscan la madera no solo como fuente de alimento y protección, sino que además para el desarrollo de crías. Además no quedan atrapados, pudiendo moverse libremente de un lugar a otro Anónimo, 2002 citado por: Zaid Núñez L. K., 2004).

Existen tres géneros importantes de barrenadores de la madera, como son: *Teredo*, *Bankia* y *Martesia*.

- *Teredo* (Cuadro 4) Tenoch (2007).

Cuadro 4. Clasificación científica del *Teredo* Fuente: (Wikipedia, s/f)

Reino:	Animalia
Filo:	Mollusca
Clase:	Bivalvia
Subclase:	Heterodonta
Orden:	Myoida
Familia:	Teredinidae
Género	Teredo

El teredo es una peculiar variedad de molusco bivalvo lamelibranquio marino. Taladra la madera sumergida, consiguiendo digerir la celulosa gracias a un órgano especializado, llamado la glándula de Deshayes, que alberga bacterias adecuadas a la

tarea. La especie mejor conocida es el *Teredo navalis*.

El *teredo* tiene una forma esbelta, que recuerda a la de los gusanos (su nombre en inglés es "Shipworm", "gusano de los barcos", y tiene nombres similares en alemán y otros idiomas), pero posee las características estructuras de los bivalvos. Las valvas de la concha son pequeñas y separadas, y se sitúan en el extremo anterior del "gusano", lo que facilita su uso para excavar su cueva. El teredo causa graves daños a los cascos de madera de los barcos, y a las estacas u otras estructuras de madera de instalaciones marinas. Por ello, se la ha estudiado mucho, en busca de métodos que permitan prevenir sus ataques.

Son hermafroditas y su reproducción se puede realizar de dos formas. En la primera, que es la del *Teredo navalis*, la fertilización de las larvas y su desarrollo se produce en el interior del molusco adulto.

Posteriormente expulsan las larvas al exterior junto con el agua procedente de las branquias. En la segunda forma de fertilización el individuo adulto expulsa conjuntamente los huevos y los espermias; la fecundación se produce en el agua del mar. Por medio de una sustancia viscosa, denominada "biso" segregada por una glándula de su pie, se fijan a la madera y posteriormente abren orificios de sección circular de 0,5 a 1 mm de diámetro.

El Teredo empieza a desarrollarse, aumenta de tamaño, vive en el interior de la madera durante toda su vida y nunca la abandona.

Las larvas de 0.25 a 0.3 mm de largo que se encuentran nadando en el mar, invaden la madera sumergida que encuentran en su camino, adhiriéndose a ella por medio de su pie muscular en forma de lengua que se proyecta fuera de la concha bivalvar. Al comienzo abren un orificio de no más de 1 milímetro de diámetro. A medida que el teredo progresa en la madera, va aumentando el tamaño de la galería para adaptarlo al tamaño creciente de su cuerpo (Junta de acuerdo de Cartagena, 1988).

El Teredo penetra en la madera en dirección perpendicular a la fibra, pero pronto cambia su trayectoria y siguen en dirección del hilo (Figura 89), consumiendo celulosa y hemicelulosa del tejido leñoso con gran rapidez. Las galerías que abre son fáciles de reconocer, ya que siempre están cubiertas de una capa calcárea (Figura 90), (*ibid*).

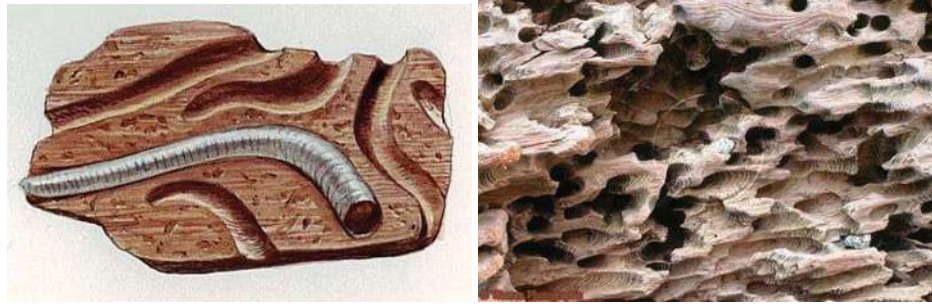


Figura 89 Teredo dentro de la madera 90. Daños por *Teredo* Fuente: (Taylor, s/f)

- **Bankia** (Cuadro 5) (USDA, 1988).

Cuadro 5. Clasificación científica de *Bankia* Fuente: (Wikipedia, s/f)

Reino	<i>Animalia</i>
Filo	<i>Mollusca</i>
Clase	<i>Bivalvia</i>
Familia	Bankiinae
Género	<i>Bankia</i>

Los dos taladradores principales son teredo y *Bankia*; sin embargo, estas especies tienen diversos requisitos de la salinidad y de la temperatura y no ocurren generalmente juntas. Por ejemplo, *Teredo navalis* se encuentra en aguas más tibias, y una reducida tolerancia a la salinidad le permite sobrevivir en corrientes altas en algunos estuarios.

*Bankia* cetácea se encuentra también en una variedad de costas de aguas templadas, pero no puede tolerar bajas salinidades. A pesar de que puede causar destrucciones enormes, son de corta duración, con ciclos de vida duradera de sólo 2 años.



La *Bankia* se caracteriza por la presencia de 2 valvas pequeñas de 4-5 mm aproximadamente, su cuerpo es vermiforme de 4-5 cm de longitud (Figura 91). Los individuos habitan y se alimentan fundamentalmente de madera, por lo que también son conocidos como “termitas de mar” (Figura 92).



Figura 91. *Bankia* Fuente: (Wagner, 2007)



Figura 92. Daños por *Bankia* Fuente: (Keith, 2007)

- Martesia (Cuadro 6)

Cuadro 6. Clasificación científica de *Martesia*  
Fuente: (Wikipedia, s/f)

Reino	<i>Animalia</i>
Filo	<i>Mollusca</i>
Clase	<i>Bivalvia</i>
Sub-clase	<i>Heterodonta</i>
Orden	<i>Myoida</i>
Familia	<i>Pholadidae</i>
Genero	<i>Martesia</i>

Valvas en forma de pera, que se hacen más angostas posteriormente. Área anterior al surco transversal ornamentada con ribetes finamente dentellados (Figura 93). Mesoplax ampliamente oval a circular, inflado y ornamentado únicamente por rasguños irregulares. Metaplax e hipoplax largos y agudos en ambos bordes (Figuras 94 y 95), (SIBM, 2006).



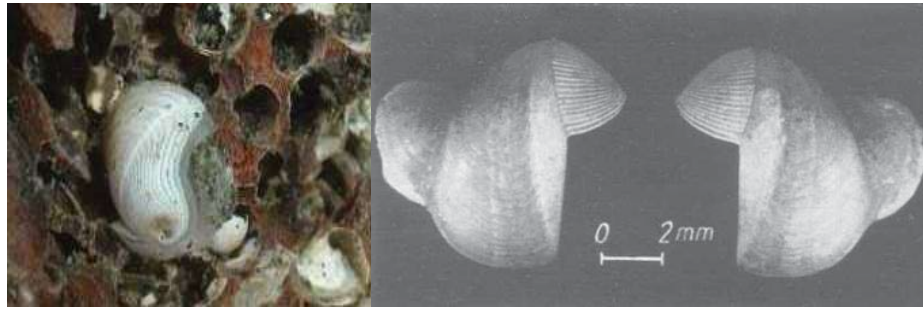


Figura 93 Martesia unida a la madera Figura 94. Dimensiones de Martesia Fuente: (FAO, 2008)

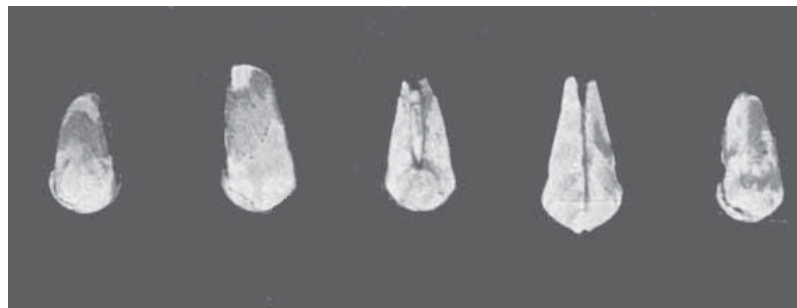


Figura 95. Diferentes conchas de Martesia Fuente: (FAO, 2008)

## e) Crustáceos

### 1. *Limnoria*

Los crustáceos horadadores son mucho más pequeños que los moluscos y están relacionados con camarones y langostas, siendo los más destructivos pertenecientes al género *Limnoria*. Los crustáceos, a diferencia de los moluscos, atacan en gran número y buscan la madera no tan sólo como fuente de alimento y protección, sino que además para el desarrollo de crías. Además no quedan atrapados, pudiendo moverse libremente de un lugar a otro (Anónimo, 1968 citado por: Zaid Núñez L. K., 2004).

**Descripción:** La *Limnoria*, perteneciente a los isópodos, tiene una longitud de 3 a 5 mm., siendo plana y de aspecto más bien modesto, y puede arrollarse formando una bola como un isópodo terrestre (Figura 96). La *Limnoria* puede abandonar sus galerías al azar, nadar de un lado a otro y elegir nuevos lugares donde hacer la puesta. La madera recién infestada es atacada mayormente por organismos jóvenes y de tamaño

medio, alcanzando la acción de éstos máxima intensidad en determinadas estaciones. Los ejemplares del género *Limnoria* excavan sus galerías muy cerca de la superficie de la madera. Aunque pequeños, estropean completamente la madera, si bien, por supuesto, costándoles más tiempo que a los bromas. Las especies del género *Sphaeroma* (cochinilla de humedad) son considerablemente más largas. Alcanzan una longitud de 10 mm., su forma es más redondeada que la de *Limnoria*. También ellas son capaces de arrollarse formando una bola como otros Isópodos. Son asimismo susceptibles de abandonar sus galerías, reptar por la superficie de la madera y nadar (Figura 97) (FAO, 2008).

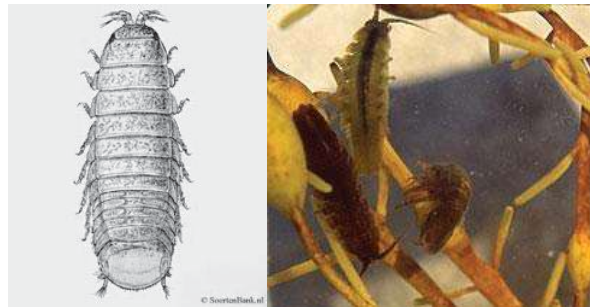
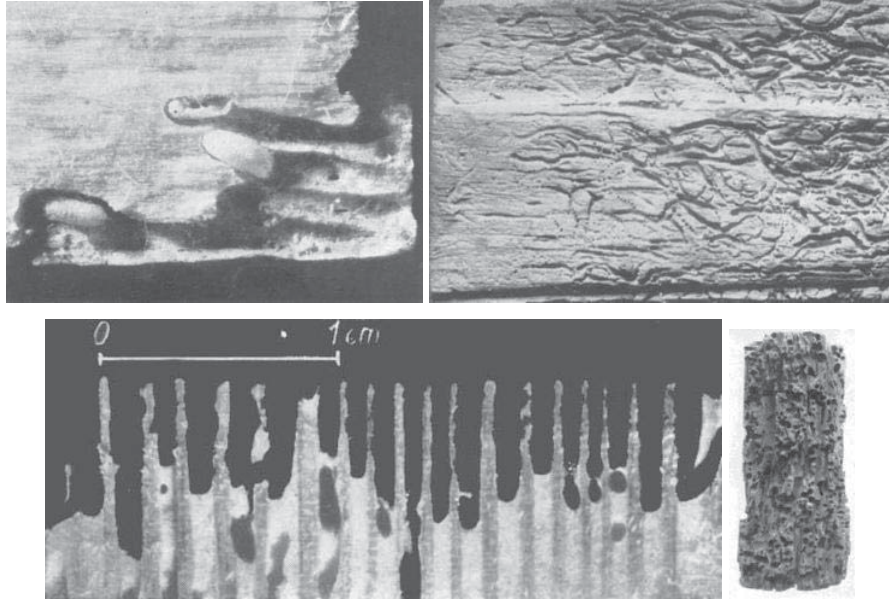


Figura 96 Limnoria. Figura 97. *Limnoria* fuera de la madera Fuente: (Keith, 2007)

**Daños:** Destruye la madera de afuera hacia adentro (Figura 98), dejando el pilote como si fuera una aguja de madera (Figura 99). Sus galerías nunca son inferiores a dos veces la longitud de su cuerpo (Figura 100), pero cuando atacan en masa provocan graves daños (Figura 101). Hay 20 especies de *Limnoria* que atacan la madera en aguas marinas, pero solamente 3 causan daños importantes (Forcada Q. I., s/f).



Figuras 98 Limnoria haciendo galerías, Figura 99 Galerías de Limnoria, Figura 100 Pilote atacado por Limnoria Figura 101 Daños por Limnoria. Dañor por Limnoria Fuente: (FAO, 2008)

## 2. *Sphaeroma* (Cuadro 7)

Cuadro 7. Clasificación científica de *Sphaeroma* Fuente: (Wikipedia, s/f)

Reino	Animalia
Ramal	Arthropoda
BajoEmbr.	Crustacea
Clase	Malacostraca
Subclase	Eumalacostraca
Superordine	Peracarida
Orden	Isopoda
Suborden	Flabellifera
Familia	Sphaeromatidae
Clase	
	<b><i>Sphaeroma</i></b>

**Descripción:** El tamaño medio de las hembras puede ser de 8 a 10 mm y de 6.5 a 8.5 mm para los machos y la esperanza de vida son aproximadamente 10 meses (Figura 102 y 103). Es una especie que se ubica en los crustáceos con una historia evolutiva larga. Han colonizado los ambientes más diversos en nuestro globo, de los mares profundos a las montañas altas. Su éxito es probablemente debido a sus sistemas de acoplamiento

que la mayoría del aspecto importante sea inseminación interna (Answers Corporation, s/f).

El *Sphaeromidae* es una familia de los isópodos marinos distribuidos extensamente en las costas todo alrededor del mundo (*ibid*).

Son alimentadores del plancton. La corriente es importante para alimentarse, expulsando las aguas residuales, intercambiando el agua para acoplarse. Las hembras toman el cuidado de su descendiente a el cual evitan la salida del agujero, por lo menos en los primeros días después de que salgan de la bolsa de la cría y defienden activamente su agujero de la familia (Materson J., 2007).

**Daños:** Además de habitar en la madera, el *sphaeroma*, daña barcos, embarcaderos, virutas, (Figura 104) y los puentes de madera que pueden dar lugar a consecuencias económicas negativas (Poirrier *et al.* 1998) perfora está destruir las bases de apoyo de los pilotes (*ibid*).



Figuras 102 vista inferior de *Sphaeroma* y 103. Crias de *Sphaeroma* Fuente: ([http://www.ifremer.fr:582/envlit/photos/Archive/200411/photo15\\_2.htm](http://www.ifremer.fr:582/envlit/photos/Archive/200411/photo15_2.htm))



Figura 104. Daños por *Sphaeroma* Fuente: (FAO, 2008)

### 3. Chelura (Cuadro 8)

Cuadro 8. Clasificación científica de *Chelura*

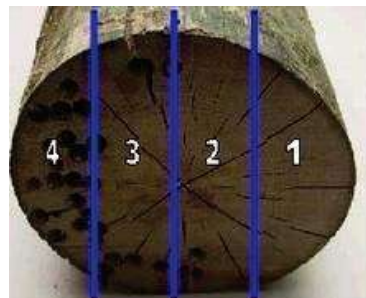
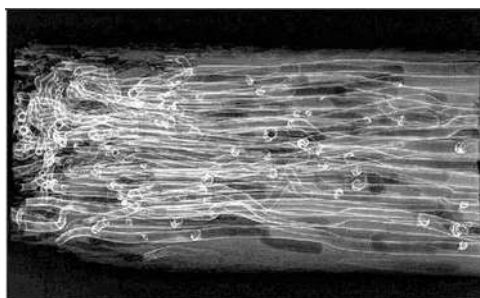
Fuente: (Wikipedia, s/f)



científico:	Cheluridae
Reino	Animalia
Phylum:	Arthropoda
Sub familia	Crustacea
Clase	Malacostraca
Orden	Amphipoda
Sub orden	Gammaridea
Familia	Cheluridae

Figura 105. Chelura Fuente: (Wikipedia, s/f)

**Daños:** Estos pequeños pueden ser muy destructivos para las estructuras de madera en el océano (Figura 105). Crean diminutos hoyos (de menos de 2 mm) de diámetro que se extienden alrededor de 12 mm de profundidad (Figuras 106 y 107). Infestaciones pueden ser pesadas, como en el bosque se satura de la plaga luego lo debilita y finalmente la destruyen y buscan nuevas maderas para la reinfestación. Algunos pilotes pueden perder una pulgada (25 mm) por año a partir de estos animales. Los animales se alimentan de un hongo que crece sobre sí mismo inmerso en la madera. Actualmente se encuentra en el mar mediterráneo, en las costas de Inglaterra, Holanda, Francia, Alemania, Canal de la Mancha, Mar Negro y costas oriental y occidental de los Estados Unidos (Encinas O., 2004; Kollmann F., 1959)



Figuras 106 Galerías de Chelura, Figura 107. Daños en pilote por *Chelura* Fuente: Angreb (1964)



### iii. Acción del hombre

1. **Desgaste mecánico:** Cuando la madera se encuentra con rozamiento o simplemente que está sometida a movimiento, está expuesta al deterioro por desgaste mecánico, como pueden ser los casos de tablas para pasos de desnivel, maderas de puentes (Figura 108), vías de tren y otras formas expuestas a la acción del rozamiento (Figura 109). En algunos de estos usos, la madera puede hacerse inservible sólo por desgaste mecánico, pero la mayoría de las veces, la pudrición se combina con el roce para acelerar el deterioro (Junta de acuerdo de Cartagena, 1988; Pérez A., 1991).



Figura 108. Puentes con desgaste mecánico en la madera.  
Fuente: (Pinto, s/f)



Figura 109. Desgaste mecánico de durmientes. Fuente: (Pinto, s/f)

2. **Calor y frío producido artificialmente:** La madera experimenta variaciones en su composición y estructura cuando se somete a altas temperaturas, durante extensos períodos de tiempo incluso muy por debajo de 120° C en que empieza la destilación se observan ya alteraciones que se van intensificando a medida que aumenta el tiempo de exposición. Aunque la naturaleza de estas alteraciones no está completamente dilucida, se puede suponer que obedecen a que el calor prolongado origina un acortamiento de las cadenas de celulosa, a causa del cual la madera se hace quebradiza. El frío no daña a la madera seca, pero si es muy intenso, las fibras leñosas se hacen quebradizas como el cristal y pierden su elasticidad. En la madera húmeda, el hielo y deshielo reiterado del agua que

contiene, ocasiona la rotura de las paredes celulares (Centro de transferencia tecnológica de pino radiata, 2003).

### **3. Agentes químicos incluyendo el agua. (*ibid*)**

En los túneles de ferrocarriles se produce con frecuencia una acumulación de dióxido de azufre, procedentes de los gases de combustión de la locomotora, que al ser absorbido por el vapor de agua, pueden atacar las fibras leñosas.

La desintegración de la madera puede ser causada, en pocos años, por la acción del polvo de hierro, debido al desgaste de los rieles, el cual no sólo produce la erosión de la superficie de la madera, sino que también la rotura de las fibras leñosas.

En los edificios, la cal apagada, en estado fresco, puede ejercer efectos corrosivos si está en contacto con la madera durante mucho tiempo. Los colores ácidos empleados para teñir los entarimados pueden ocasionar en ellos una corrosión importante debido a la hidrólisis de los hidratos de carbono, que contiene la madera.

La naturaleza química del deterioro puede ser reconocida fácilmente, en la mayoría de los casos, por un simple análisis del extracto acuoso de la madera descompuesta, si el pH de este extracto cae del lado básico, o da una acidez mayor que 2,5 no es probablemente que el deterioro sea originado por hongos y debe investigarse el agente químico que la produce.

La exposición prolongada de la madera al agua corriente, especialmente si está caliente, como en las torres de enfriamiento, puede producir en ella una erosión superficial, debido a un ablandamiento y posteriormente deslavado de las partes más solubles y a la acción de desgaste por el agua corriente sobre la madera.

La madera que es empleada en construcciones y sumergida parcial o totalmente en el agua es deteriorada, hay opiniones contradictorias; unos creen que con ello se pierden los taninos, resinas y otras sustancias que desempeñan un cierto papel en la conservación de la madera, y otros, en cambio, estiman que esta pérdida de sustancia

aumenta la duración de la madera, porque elimina algunas materias que favorecen la pudrición. Esta última aseveración no tiene una explicación clara puesto que los hongos xilófagos son aeróbicos. El lavado de las sustancias tales como taninos, etc, debido al agua dulce, disminuye la higroscopicidad por lo cual los fenómenos de contracción e hinchamientos son menos acusados en la madera lavada, que la no es sometida a este tratamiento.

#### **4. Fuego:**

Uno de los factores que más ha contribuido al rechazo de la madera como material es el hecho de que es combustible. Sin embargo, bajo determinadas condiciones, exhiben un comportamiento bajo la acción de los incendios superior al de muchas estructuras de materiales incombustibles. Así, una madera robusta conserva su capacidad de carga en un incendio durante mayor tiempo que un miembro de acero de igual resistencia (Azueta G. M y Chan M M., 1993; Echenique- Manrique R., 1981).

Este material está formado fundamentalmente por celulosa y lignina, ambas materias ricas en carbono (la celulosa aproximadamente un 44%, la lignina aún más), admitiéndose que la madera contiene aproximadamente un 48% de carbono. La temperatura de inflamabilidad de la madera en circunstancias favorables, es aproximadamente 275 °C, siendo un factor importante en esta afirmación, el tiempo durante el cual es calentada. Por debajo de 100 °C, casi no se escapa de la madera más que el vapor de agua, incluso si la temperatura externa es superior a 100 °C la de la madera queda igual a 100 °C en tanto en cuando el agua no se ha desprendido del todo, a los 400 °C todas las maderas se inflaman (Vignote S. y Jiménez F, 2000; Centro de transferencia tecnológica de pino radiata, 2003).

La madera expuesta al fuego arde en su superficie rápidamente, formándose una capa carbonosa que impide que el oxígeno necesario para que la combustión pase a su interior. Esto hace que la combustión, tras unos primeros momentos muy intensos, se ralentice, profundizando a velocidades del orden de 0.7 mm/min. Este hecho, unido a que la madera gana resistencia al perder la humedad, hace que la madera resista mucho tiempo antes de romperse (Vignote P. S. y col., 2000).



La pirolisis de la madera puede ser lenta o rápida, dependiendo de la temperatura, presión, humedad y condiciones ambientales (Figura 110). La temperatura de un edificio en llamas excede los 1000 °C y es evidente que, en estas circunstancias, la clase de madera empleada no influye en la resistencia al fuego (Figura 111), (Junta de acuerdo de Cartagena, 1988; Pérez A., 1991).

La reacción del fuego en las maderas depende de:

- Espesor de la muestra
- Contenido de agua de la madera
- Especie de la madera (densidad)

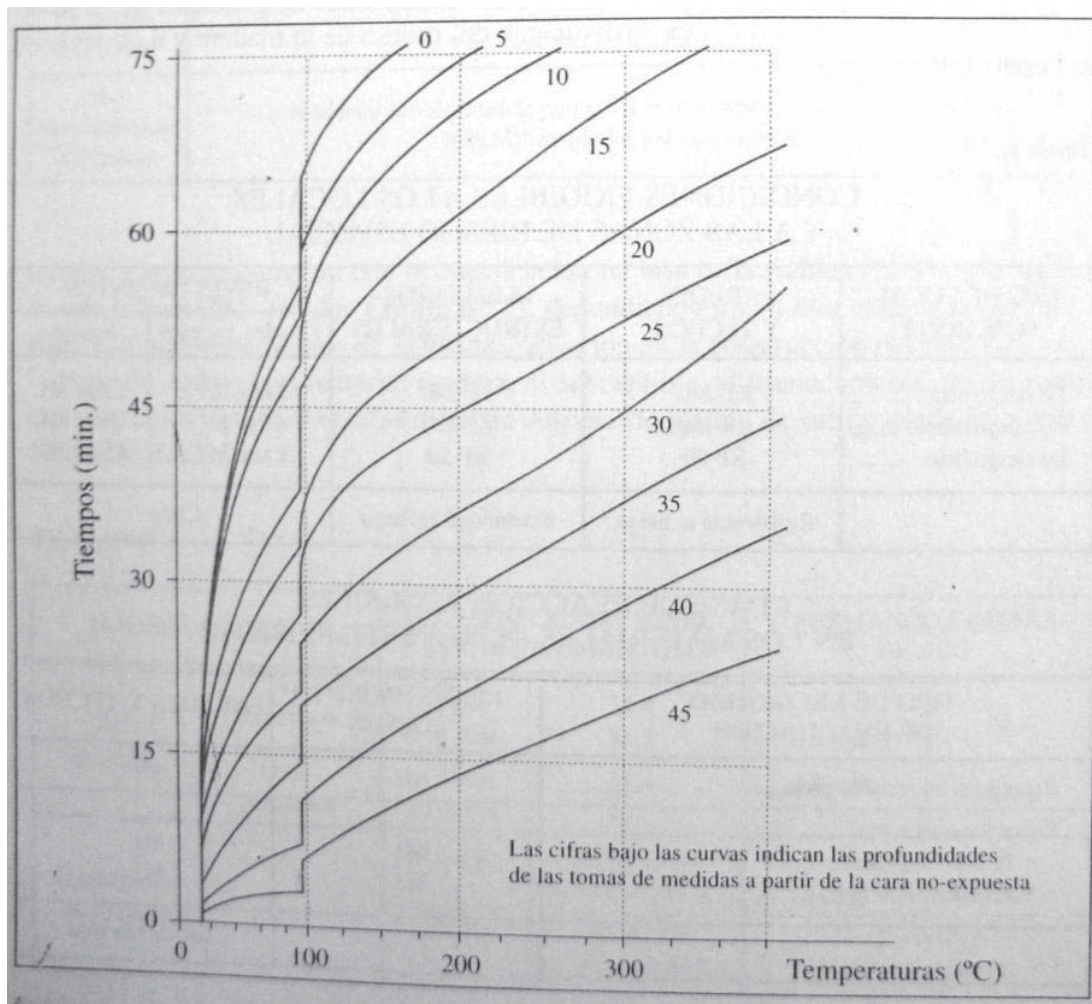


Figura 110. Curva de progresión de la temperatura en una madera maciza o en un tablero de partículas de 50mm de espesor. Fuente: (Vignote S. y Jiménez F., 2000)

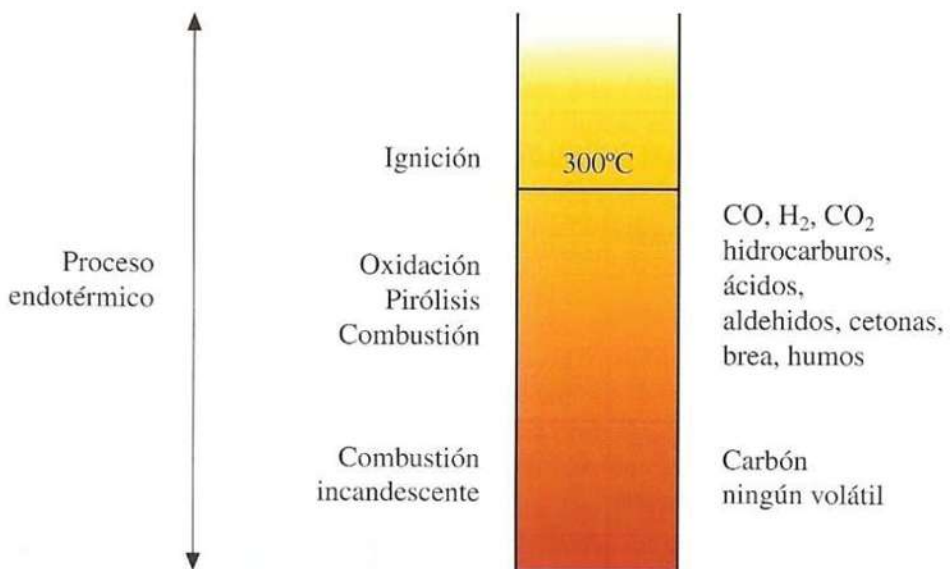
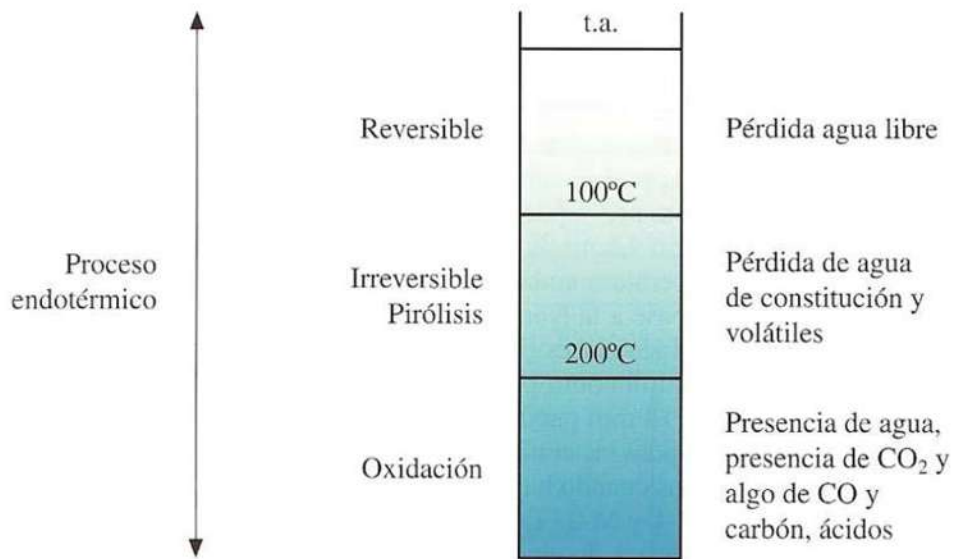


Figura 111. Comportamiento de la madera frente al fuego. Fuente: (Vignote S. y Jiménez F.,

## **b. Causas externas**

### ***iv.* Desintegración físico química de la madera a la intemperie**

#### **1. Radiación solar**

La acción de la luz descompone la celulosa de la madera, produciendo la disgregación de la madera.

La acción de la luz es lenta desde un primer momento, pero más a medida que aumenta la degradación, dando que la propia madera degradada sirve de protección al resto. Así los primeros efectos de la luz se hacen patentes entre el primer año y los 7 según el grado de exposición en que se encuentre. Cambiando de color, de forma que se oscurece si la madera es clara y se aclara si la madera es oscura (Figura 112). Al cabo de 100 años de exposición, la degradación sólo afecta a los primeros milímetros de la madera, degradando más las zonas de primavera que las de otoño, y más la albura que el duramen. Este aspecto, denominado peine, en el que se resalta la veta, es imitado en muchos muebles, mediante la aplicación de técnicas de envejecimiento. La degradación se produce más rápido si se combina con la lluvia, que arrastra la celulosa descompuesta de la superficie. El espectro infrarrojo afecta en la medida de que la caliente, más cuando es mayor su exposición al sol y es más oscura la madera, y este calor puede producir secado y con ello merma de la madera (Vignote S. y Jiménez F., 2000)



Figura 112. Degradación de madera por radiación solar Fuente: ( Vaca B., 2006)

## 2. Acción erosiva de las corrientes, mareas y oleaje

Un factor que no deja de tener importancia es la erosión producida en la madera por las mareas y corrientes, en especial por el oleaje, ya que golpea a la madera además de contener arena, disgregando las capas superficiales de la madera (Figura 117), (Benítez M. J., s/f).



Figura 113. Erosion por oleaje. Fuente: ( Vaca B., 2006)

### **3. Humedad y temperatura:**

También la madera sufre desgaste y deterioro por la acción de agentes climáticos. Las variaciones de temperatura y humedad suelen causar la contracción y dilatación de la madera, lo que trae en consecuencia la formación de pequeñas grietas en la superficie o lo que comúnmente se le conoce como hilo levantado, que la vuelve áspera y arrugada (ASEFA, s/f).

## II. Conclusiones

En esta parte final se puede mencionar la problemática que existe en la búsqueda de información, comenzando por pocos trabajos a nivel nacional, ya que la información que se encuentra en investigaciones nacionales están específicamente encaminados al sector forestal, restando importancia a investigaciones de la degradación de la madera en uso.

La mayor parte de la información encontrada en documentos de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y en otras escuelas son extranjeros.

Entre los textos consultados más sobresalientes los cuales aportan información precisa del tema son “Insectos forestales de México”, “Entomología Agroforestal, Insectos y ácaros que dañan montes, cultivos y jardines”

Un problema existente en la búsqueda de información de agentes de degradación en la madera ya que muchos documentos solo hacen referencia de otros libros existentes los cuales son pocos relacionados al tema.

Culturalmente se necesita que toda aquella persona que esté relacionada con madera tenga conocimiento sobre las causas del deterioro de la madera ya que la utilización de la madera no podría ser plenamente entendida sin un conocimiento básico del deterioro y las causas que los favorecen.



### III. BIBLIOGRAFIA

Ahmed, Berhan (s/f) Termite species identification, distribution, nesting habit and susceptible timbers, [Internet] Disponible en web:  
<[http://www.termitefreenaturally.com.au/page/nobridentifying\\_termitesnobr.html#walkeri](http://www.termitefreenaturally.com.au/page/nobridentifying_termitesnobr.html#walkeri)>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

AIM (2007) *Crematogaster scutellaris*, Asociación Ibérica de mirmecología [Internet] Disponible en web:  
<<http://www.hormigas.org/xEspecies/Crematogaster%20scutellaris.htm>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Année (2008) La galerie de photos du monde des insectes [Internet] Disponible en web:  
<[http://www.galerie-insecte.org/galerie/ptilinus\\_pectinicornis.html](http://www.galerie-insecte.org/galerie/ptilinus_pectinicornis.html)>, [Consulta: 6 de Marzo, 2008]

Angreb (1964) The Royal Veterinary and Agricultural University [Internet] Disponible en web:  
<<http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?<http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7972-868-5/html/kap36.htm>> [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Albarrán A. Daniel (2004) “Biopulpeo kraft de pino y encino con hongos de pudrición blanca” Tesis Profesional. Escuela de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo México 210 pp.

Andrea, et al (s/f) Beetles [Internet] Disponible en web:  
<<http://beetles.source.at/images/big/cerambyx.jpg>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Answers Corporation (s/f) “Sphaeroma terebrans” Animal Encyclopedia. Grzimek's Animal Life Encyclopedia. (2005) [Internet] Disponible en web  
<<http://www.answers.com/topic/sphaeroma-terebrans>>, [Consulta: 13 de Febrero, 2008]

ASEFA (s/f) “Patologías de la madera: Los factores adversos y agentes destructivos” Madrid España. [Internet] Disponible en web: <  
[http://www.asefa.es/index.php?option=com\\_content&task=view&id=78](http://www.asefa.es/index.php?option=com_content&task=view&id=78)>, [Consulta 25 de febrero, 2008]

Azueta G. M y Chan M M. (1993) "Resistencia de las conexiones de madera con pernos", Boletín Académico No.21 de la revista de la FIUADY Universidad Autónoma de Yucatán

Benitez M. J. (s/f) “Causas abióticas de la destrucción de la madera” Asociación de investigación técnica de las industrias de la madera Madrid España. [Internet]

Disponible en web: < <http://www.infomadera.net/images/17241.pdf>>, [Consulta: 18 de Febrero, 2008]

Boulet Sébastien (2002) Les insectes du Québec [Internet] Disponible en web: <[http://www.lesinsectesduquebec.com/insecta/25-hymenoptera/urocerus\\_gigas-1x.JPG](http://www.lesinsectesduquebec.com/insecta/25-hymenoptera/urocerus_gigas-1x.JPG)>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Brammer, Angela S. (2003) Featured creatures University of Florida [Internet] Disponible en web: <[http://creatures.ifas.ufl.edu/urban/beetles/s\\_lyctus\\_beetle.htm](http://creatures.ifas.ufl.edu/urban/beetles/s_lyctus_beetle.htm)>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Casademont Jaume (s/f) HELPEST [Internet] Disponible en web: <<http://www.lasguias.com/helpest21/>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Centro de transferencia tecnológica de pino radiata (2003) “Compendio de directrices para enseñar en ingeniería” Proyecto CORFO-FONTEC Editorial CORMA Santiago de Chile 2003 272 pp

CFIA (2007) Exotic Forest Insect Guidebook 2006, Canadian Food Inspection Agency, Canada. [Internet] Disponible en web: <<http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/pestrava/cercer/tech/cercere.shtml>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Charles F. Brannam (1970) “Insectos” 3ª edición, Editorial Herrero Mexico D.f 876 p.

Cibrián *et al.* (1995) Insectos Forestales de México. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México 364-485 p

Coulson N. R., Witter J. A. (1990) “Entomología Forestal ecología y control”, Ed. Limusa, México D.f. 751pp

Echenique- Manrique R. (1981). La Madera y su uso en la Construcción. Prevención y control de daño por termitas en estructuras con madera No. 7 LACITEMA (Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Madera). Xalapa Veracruz 15 pp.

Echenique- Manrique R. (1983). Ciencia y tecnología de la madera II. Universidad Veracruzana. Veracruz México 127 pp.

Echenique- Manrique. (1983) Estructuras de Madera. Ed. Limusa. México D. F. 99-115p.

Echevarria M., J. M., Echevarria L. E. (1996) “Captura de imagos de *Acanthocinus aedilis* Linneo” Boletín, Publicaciones S.E.A [Internet] Disponible en web <[http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN\\_15/B15-018-067.pdf](http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_15/B15-018-067.pdf)> [Consulta: el 1 Mayo, 2008]



- Encinas O. (2004) "Tratado de conservación de maderas" Grupo de Investigación en conservación de maderas (GICOM) Universidad de los Andes Trujillo, Venezuela [Internet] Disponible en web: <<http://maderasulamerica.galeon.com/productos1544385.htm>>, [Consulta 17 de febrero, 2008]
- Esinal ediciones S.L. (s/f) - Apartado de correos 392 [Internet] Disponible en Web: <<http://www.protecciondelamadera.com/>> [Consulta: 12 de Febrero, 2008].
- FAO (2008) Deposito de documentos de la FAO. Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación. [Internet] Disponible en web: <<http://www.fao.org/docrep/x5389s/x5389s09.htm>>, [Consulta: 12 de Febrero, 2008]
- Feria Madrid (2007) La Vida [Internet] Disponible en web: <[http://www.madrimasd.org/madridporlaciencia/Feria\\_VIII/gestion/files/img/actividades/174\\_1.JPG](http://www.madrimasd.org/madridporlaciencia/Feria_VIII/gestion/files/img/actividades/174_1.JPG)>, [Consulta: 3 de Marzo, 2008]
- Forcada Q. I. (s/f) "Pilotes de Madera". Construyaprende. Ingenieria Civil y Arquitectura. [Internet] Disponible en web <<http://www.construyaprende.com/t/03/T3paG18.php>>, [Consulta: 12 de Febrero, 2008]
- Garcia F. (1997) Características y condiciones de desarrollo de los insectos xilófagos. Tesina. FITECMA. UMSN. 67 pp.
- Ghershman, Eduardo (2001) Las bacterias [Internet] Disponible en web: <<http://www.geocities.com/edug2406/bacterias.htm>>, [Consulta: 3 de Marzo, 2008]
- Granville, MA (2003) Introduced Pests Outreach Project [Internet] Disponible en web: <<http://www.massnrc.org/pests/pestFAQsheets/giant%20woodwasp.htm>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]
- González T. Guillermo y col. (2005) "Defectos comunes encontrados en las piezas aserradas y cepilladas de melina" Revista forestal Costa Rica [Internet] Disponible en web., <<http://www.itcr.ac.cr/revistakuru/antiores/antrior5/pdf/Solucion%202.pdf>>, [Consulta: el 18 de Febrero, 2008]
- Grimalt Vert (s/f) [Internet] Disponible en web: <[http://sanitatforestal.caib.es/images\\_sanitat/cerambyx\\_cerdo01.jpg](http://sanitatforestal.caib.es/images_sanitat/cerambyx_cerdo01.jpg)>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]
- Haarstad, John (2002) The insects of cedar creek [Internet] Disponible en web: <<http://www.cedarcreek.umn.edu/insects/>>, [Consulta: 4 de Marzo, 2008]

Hilton (2007) A SWARM OF . . . TERMITEROACHES?, [Internet] Disponible en web: <<http://www.hiltonpond.org/ThisWeek070422.html>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

*Holopainen, Jarmo (2005) Puuainestuholaiset* [Internet] Disponible en web: <<http://www.uku.fi/~holopain/stt/Hylotrupes-bajulus1.jpg>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Ibertrac,s.l. (s/f) C/ Loreto 13-15 D. 08029 Barcelona, España. [Internet] Disponible en web: < <http://www.ibertrac.com/es/servicios/termitas/>> [Consulta: 15 de Febrero, 2008]

INRA (2005) I'institu national de la recherche agronomique, l'Université Paris [Internet] Disponible en web: <<http://www.inra.fr/hyppz/IMAGES/7030334.jpg>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Instituto Forestal Infor. (s/f) [Internet] Disponible en web: <<http://www.infor.cl/webinfor/Pw-Mimbre/Agentes%20de%20deterioro.htm>> [Consulta: 12 de Febrero, 2008].

Islas Salas F. (1974) Observación sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los Pinos: *Dendroctonus Adjuntos* bif. Y *Dendroctonus mexicanus* hpk. En algunas de las regiones del estado de México". Secretaria de Ganadería, Subsecretaria Forestal y de Fauna, Instituto de Investigaciones Forestales. México Boletín Técnico No. 40. 35 pp.

Jacobi, William et al (2008) Foresta and shade tree health lab, University Fort Collins, E.U.A [Internet] Disponible en web: <[http://treehealth.agsci.colostate.edu/images/Insects/Monochamus\\_clamator.jpg](http://treehealth.agsci.colostate.edu/images/Insects/Monochamus_clamator.jpg)>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

James (2007) Rid pest control [Internet] Disponible en web: <<http://www.ridpest.com.au/borers.html>>, [Consulta: 3 de Marzo, 2008]

Junta de acuerdo de Cartagena. (1988) Manual del Grupo Andino para la Preservación de la Madera. Cartagena, Colombia. Capitulo I 38- 54 p.

Kahler González, Carlos (2004) Desarrollo integral de la utilización industrial de bambusaceas autóctonas e introducidas [Internet] Disponible en web: <<http://www.bambu.cl/img/sanidad5.jpg>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Keith Douce, *et al* (2007) Forestry Images [Internet] Disponible en web: <<http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5284087>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Kollmann F. (1959) Tecnología de la Madera y sus aplicaciones. Traducida de la segunda edición Alemana por el Instituto Forestal de Investigaciones experiencias y el servicio de la Madera. Ministerio de Agricultura Dirección General de Montes Caza y Pesca Pluvial. Madrid, España. 675 pp.

Liñán Vicente, C. (1998) “Entomología Agroforestal, Insectos y ácaros que dañan montes, cultivos y jardines” Ed. Agrotecnicas. S. L. Madrid España. pp 1272  
Letzte Änderung (2007) Entomologische und arachnologische Vereinigungen im deutschsprachigen Raum [Internet] Disponible en web:  
<<http://www.entomologie.de/fotos/scans/ergafab5.jpg>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Luley Christopher (2006) “Identificación del tipo de pudrición de la madera y hongos xilófagos en árboles urbanos” International society of arboriculture USDA FOREST SERVICE [Internet] Disponible en web:  
<<http://www.isahispana.com/pubs/decay-fungi.htm>> [Consulta: 8 de Abril, 2008]

McLean's, John (1976) Index of Insects Studied in Forestry 308, Faculty of Forestry, U.B.C [Internet] Disponible en web:  
<[http://www.forestry.ubc.ca/fetch21/FRST308/lab8/anobium\\_punctatum/furniture.html](http://www.forestry.ubc.ca/fetch21/FRST308/lab8/anobium_punctatum/furniture.html)>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Materson J. (2007) “Smithsonian Marine Station at Fort Pierce” Florida USA [Internet] Disponible en web:  
<[http://209.85.171.104/translate\\_c?hl=es&u=http://www.sms.si.edu/irlSpec/index.htm&prev=/search%3Fq%3D\(poirrier%2Bet%2Bel%2Bal.%2B1998\)%252Bsphaeroma%252Bterebrans%252Bwood%26hl%3Des](http://209.85.171.104/translate_c?hl=es&u=http://www.sms.si.edu/irlSpec/index.htm&prev=/search%3Fq%3D(poirrier%2Bet%2Bel%2Bal.%2B1998)%252Bsphaeroma%252Bterebrans%252Bwood%26hl%3Des)>, [Consulta: 14 de Febrero, 2008]

Markku (1997) *Paranthrene* Hübner [Internet] Disponible en web:  
<<http://www.funet.fi/pub/sci/bio/life/insecta/lepidoptera/ditrysia/sesioidea/sesiidae/sesinae/paranthrene/>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Messina *et al* (s/f) Dipartimento di botanica, Università di Catania, Italia [Internet] Disponible en web: <<http://www.dipbot.unict.it/webnatur/antro/lyctus1a.jpg>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Metcalf C., L. Flint W. P. (1984) “Insectos destructivos é insectos útiles” 16a Edición, Editorial Continental México D.f. 1208 pp.

Mora D. (2006) 50 preguntas sobre las termitas y su control [Internet] Disponible en web: <[http://www.termitas.es/50\\_preguntas\\_sobre\\_las\\_termitas.pdf](http://www.termitas.es/50_preguntas_sobre_las_termitas.pdf)> [Consulta: 5 de Enero, 2008]

Mora D (2006) Temperatura y humedad clave para entender a las termitas [Internet] Disponible en web: <<http://www.termitologia.net/foro/showthread.php?t=77> y <[http://www.termitas.info/ensayo/Temperatura\\_senrisol-L\\_270.pdf](http://www.termitas.info/ensayo/Temperatura_senrisol-L_270.pdf)> (Consulta: 6 de Enero, 2008]

Nautsh W. (2000) Tecnología de la madera y del mueble. Ed. Reverté S.A. Barcelona España 38-48 p.

Pérez A. Vicente. (1991) Manual de construcciones en madera. 2a ed. Editorial Infor . Instituto Nacional de Chile Santiago, Chile 438p

Pinto Molina, M (s/f) Universidad de Granada, Facultad Biblioteconomía y Documentación, Granada España. [Internet] Disponible en web: <<http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?<http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7972-868-5/html/kap36.htm>> [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Ramírez P. Martín (s/f) “Plagas urbanas” Buenos Aires, Argentina [Internet] Disponible en web: <<http://www.plagasonline.com.ar/guias/index.php?id=3>> , [Consulta: 22 de Febrero, 2008]

Remacha G. Andres (s/f) “Degradación de la madera por los organismos xilófagos vegetales” Asociación de investigación técnica de las industrias de la madera Madrid España. [Internet] Disponible en web: <<http://www.infomadera.net/images/17243.pdf>>, [Consulta: Febrero 18, 2008]

Road K. (1991) Woodboring, Roundheaded and Flatheaded Borer Adults, Ohio State University Extension Ohio E.U.A.[Internet] Disponible en <<http://ohioline.osu.edu/hygfact/2000/2127.html>>, [Consulta: 1 de Mayo, 2008]

Rosetta, Robin (2006) PACIFIC NORTHWEST NURSERY IPM, University of Oregon [Internet] Disponible en web: <<http://oregonstate.edu/dept/nurspest/Images/insects/xyleborus%20dispar%20life%20stages%20croppedlowres.jpg>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Roser R. T. (s/f) “Reparación de muebles” Disponible en web <[http://es.geocities.com/restauraciones\\_regatino/coleopteros.htm](http://es.geocities.com/restauraciones_regatino/coleopteros.htm)> [Consultado el 12 de Febrero, 2008]

Romayk N., Cadahia D. (2003) “Plagas de insectos en las masas forestales”, Ed. Mundi prensa Madrid España 335 pp.

Rudolf *et al* (1995) West Indian Subterranean Termite, *Heterotermes* sp. (Insecta: Isoptera: Rhinotermitidae) University of Florida. E.U.A., [Internet] Disponible en web: <<http://edis.ifas.ufl.edu/IN284>>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Sánchez R., Leonardo (1988) “Celulosa y papel” 1ª Edición. Universidad Autónoma de Chapingo, División de ciencias forestales Chapingo México. 178 p.

Scheffrahn, R. (2005). West Indian drywood termite: *Cryptotermes brevis* (Walker). Florida, USA University of Florida. Publication number EENY-79. [Internet] Disponible en web: <[http://creatures.ifas.ufl.edu/urban/termites/west\\_indian\\_drywood\\_termite.htm](http://creatures.ifas.ufl.edu/urban/termites/west_indian_drywood_termite.htm)>. [Consulta: 12 de Febrero, 2008]

Schillig R., Guillermo (s/f) Guía para el estudio y reconocimiento de hongos, Colección Expedición a Chile [Internet] Disponible en web., <[http://www.cumbresaustrales.cl/flora/t\\_hongos.htm](http://www.cumbresaustrales.cl/flora/t_hongos.htm)>, [Consulta: 18 de Febrero, 2008]

SIBM (2006) Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina, Museo de Historia Natural Marina de Colombia. Colombia [Internet] Disponible en web <http://www.invemar.gov.co/zsibficha2.jsp?clave=52.55.10520&phyl=&niv=&esp=null&nombre=Martesia%20striata&phylum=52&nomphylum=MOLLUSCA> [Consulta: Febrero 15, 2008]

TEMACSA (2008), Tratamientos específicos curativos de la madera [Internet] Disponible en web: <[http://www.tecmasa.com/images/pudriccion\\_parda.jpg](http://www.tecmasa.com/images/pudriccion_parda.jpg)>, [Consulta: 3 de Marzo, 2008]

TAMU (s/f) Department of entomology, Texas University [Internet] Disponible en web: <[http://urbanentomology.tamu.edu/images/termites/formosan/formosa\\_damage6.jpg](http://urbanentomology.tamu.edu/images/termites/formosan/formosa_damage6.jpg)>, [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Taylor, Mark (s/f) Warren Photographic digital image library [Internet] Disponible en web: <<http://www.warrenphotographic.co.uk/mdh/01917.htm>> [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Tenoch (2007) "Blog mexicano de tecnología, ciencia, interes general y algo de Linux" [Internet] Disponible en web <<http://tenoch.scimexico.com/2008/02/09/las-bromas-que-destruyen-barcos/>>, [Consulta: Febrero 12, 2008]

Universidad del Bío-Bío Santiago de Chile (2005). [Internet] Disponible en web: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-221X2005000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-221X2005000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es)> [Consulta: 12 de Febrero 2008]

Uribarren A. R. (s/f) "Plagas y enfermedades de los manzanos de gipuzkoa" Departamento de desarrollo del medio rural, [Internet] Disponible en web <[http://www4.gipuzkoa.net/corporac/agricultura/manzanos/esp/04\\_d.asp?id=38](http://www4.gipuzkoa.net/corporac/agricultura/manzanos/esp/04_d.asp?id=38)> [Consulta: 12 de Febrero, 2008]

USDA. (1999) Word Handbook. Word as an Engineerign Material. United States Department of Agriculture. Madison, Wi. 463 pp.

USDA. (1988) Word From the forest to the sea: A story of Fallen Trees.. United States Department of Agriculture. Madison, Wi. 152 pp.

Vaca Bononato, Alejandro (2006) Viaje a la isla Martín García [Internet] Disponible en web: <<http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?<http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7972-868-5/html/kap36.htm>> [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Vaca R. (1998). Tecnicas para la preservación de maderas. Documento técnico. Universidad Autónoma Juan Misael Saraho. Bolivia. 58 p.

Viedma M. G., (1970) "Manual de reconocimiento de lepidópteros" *Boletín del Servicio contra Plagas Forestales*, Ed. Alhambra. Madrid España. 30 pp

Vignote S. y Jiménez F (2000) Tecnología de la madera, Madrid España Ed. Mundi prensa 651 pp.

Vignote P. S. y col. (2000) “Tecnología de la madera en la construcción arquitectónica” Editorial. Mundi prensa Madrid España 242 pp.

Wagner, Richard (2007) [Internet] Disponible en web:  
<[http://www.eurasiashells.net/images/Bankia\\_carinata\\_bis.jpg](http://www.eurasiashells.net/images/Bankia_carinata_bis.jpg)> [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Wikimedia (2007) *Anobium punctatum* [Internet] Disponible en web:  
<<http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Anobium.punctatum.jpg>>, [Consulta: 6 de Marzo, 2008]

Wikipedia (s/f) Molusco [Internet] Disponible en web:  
<[http://es.wikipedia.org/wiki/Broma\\_%28molusco%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Broma_%28molusco%29), and  
<[http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Bathyporeia\\_pelagica.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Bathyporeia_pelagica.jpg)> [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Ximénez (1967) Clasificación etnobiológica de las abejas sin aguijón [Internet]  
Disponible en web: <<http://entomologia.net/abeja.htm>> [Consulta: 1 de Marzo, 2008]

Zaid Núñez L. K. (2004) “Estudio del biodeterioro en la madera de *Eucalyptus globulus* Lab. Por método gravimétrico” Tesis Universidad de ciencias forestales de Chile. 64 p

## IV. GLOSARIO

- **Abdomen** Sección final del cuerpo, que sigue a la cabeza y tórax. Puede contener hasta 11 segmentos y no posee apéndices locomotores en adultos.
- **Agallas** Expansiones de la cutícula que sirven para el intercambio de oxígeno en insectos acuáticos.
- **Celdas** Áreas del ala encerradas por venas.
- **Cercos** Apéndices del último segmento del abdomen, los que pueden estar ausentes o modificados según funciones específicas.
- **Cerviz** Cuello, parte donde la cabeza se articula con el resto del cuerpo..
- **Clípeo** Región de la cabeza bajo la frente. Area del cráneo en la cual el labro se inserta
- **Crochets** Setas pequeñas y curvadas, presentes alrededor de la base de las patas abdominales de larvas de lepidópteros.
- **Escapo** Primer segmento o parte basal de la antena.
- **Esclerosada** Cutícula engrosada y endurecida
- **Escudo ceroso** Secreciones endurecidas que cubren todo el cuerpo de algunos hemípteros. Cumplen una función de protección y camuflaje.
- **Espinas** Proyecciones de la cutícula, multicelulares, huecas e inmóviles. Sirven para defensa y apoyo estructural.
- **Fémur** Tercer segmento de la pata (desde el cuerpo), habitualmente el más grande.
- **Filamentos Terminales** Proyecciones delgadas en la punta del abdomen.
- **Flagelo** Es el conjunto de los segmentos de la antena que siguen a los dos basales (escapo y pedicelo). Su forma y tamaño, comúnmente define el tipo de antena.
- **Flagelómeros** Subsegmentos del flagelo, no poseen musculatura propia.
- **Frente** Región frontal anterior de la cabeza
- **Garras** Prolongaciones de la punta de la pata (pretarso).
- **Genas** Región de la cabeza bajando desde el ápice por los costados o mejillas
- **Halterios** Alas modificadas en forma de mazo, que cumplen una función de equilibrio.
- **Haustelo** Aparato bucal modificado en forma de trompa o pico.
- **Hexápodo** Artrópodo con tres pares de patas.
- **Hipofaringe** Lóbulo medio presente en la cavidad preoral, como lengua corta.
- **Labio** Parte de las piezas bucales, cierra la cavidad preoral por abajo, posee un par de palpos con función sensorial.
- **Labro** Parte de las piezas bucales, cierra la cavidad preoral por arriba (labio superior).
- **Margen costal** Lado anterior del ala.
- **Maxilas** Parte de las piezas bucales, posee estructuras que sirven como dientes y un par de palpos con función sensorial.



- **Mesotórax** Segundo segmento del tórax, posee un par de patas y en insectos adultos puede tener un par de alas.
- **Metatórax** Tercer segmento del tórax, posee un par de patas y en insectos adultos puede tener un par de alas.
- **Náyade** Estados inmaduros (ninfas) de vida acuáticas.
- **Occiput** Parte posterior de la cabeza.
- **Ocelo** Ojos simples presentes en la cabeza, compuestos de un solo lente. Pueden variar entre 0 y 3.
- **Ojos Compuestos** Ojos formados por varios lentes, que son la parte externa de una unidad óptica individual.
- **Palpos** Prolongaciones de las maxílas y el labio que cumplen una función sensorial
- **Pedicelo** Segundo segmento de la antena.
- **Pretarso** Segmento más distal de la pata, generalmente posee 1 o 2 garras.
- **Pronoto** Primer segmento del tórax, sigue a la cabeza, posee un par de patas.
- **Prosobosis** Aparato bucal modificado en forma de trompa o pico.
- **Pterostigma** Mancha oscura que algunas alas tienen en su margen anterior.
- **Rostro tubular** Formado por piezas bucales elongadas.
- **Stemmata** Ojos compuestos modificados, presentes estados inmaduros.
- **Tarso** Quinto segmento de la pata (desde el cuerpo), habitualmente subdividido.
- **Tórax** Segunda división del cuerpo (entre la cabeza y el abdomen), especializada en la locomoción.
- **Trocanter** Segundo segmento de la pata (desde el cuerpo), habitualmente pequeño o subdividido.
- **Uña** Prolongaciones de la punta de la pata (pretarso).
- **Vértex** Parte superior de la cabeza