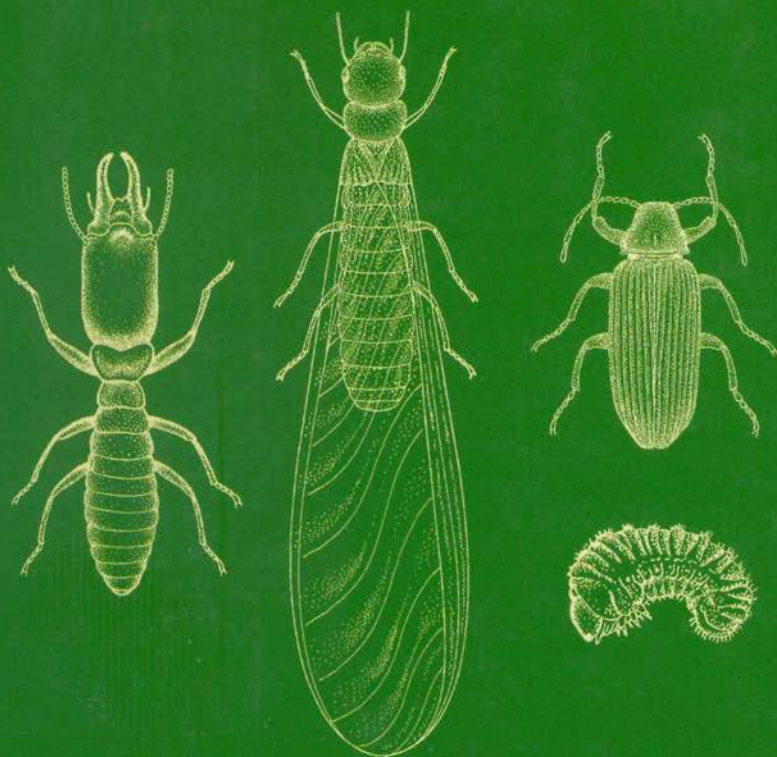




GOBIERNO DE CHILE
INIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
MINISTERIO DE AGRICULTURA

TERMITAS Y OTROS INSECTOS XILÓFAGOS EN CHILE: ESPECIES, BIOLOGÍA Y MANEJO



EDITORES
RENATO RIPA
PAOLA LUPPICHINI

COLECCION LIBROS INIA N° 11

TERMITAS Y OTROS INSECTOS XILÓFAGOS EN CHILE:
ESPECIES, BIOLOGÍA Y MANEJO.

Editores:

Renato Ripa, Paola Luppichini

Autores:

Renato Ripa, Paola Luppichini, Jan Krecek,
Michael Lenz y Jim W. Creffield

© 2004, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA,
Chorrillos 86, La Cruz, Teléfono (56-33) 31 23 66. Quillota, Chile.

Colección Libros INIA N° 11

N° Inscripción: 143.913

ISBN: 956-7016-18-6

ISSN: 0717-4713

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin permiso del Instituto
de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

Editor de textos: INIA La Cruz.

Diseño y diagramación: Rodrigo Verdugo T., Pasquale Marrazzo P.

Dibujos e Ilustraciones: Carmen Tobar

Fotografías: Renato Ripa S.

Impresión: Imprenta Salesianos S.A.

Cantidad de ejemplares: 2.000

Santiago, Chile, 2004

Advertencia:

INIA y los autores no se responsabilizan por los resultados que se obtengan del uso o aplicación de productos genéricos o comerciales que son mencionados. Este texto es una guía de apoyo a los usuarios y profesionales, quienes deberán determinar los procedimientos y productos más adecuados a su situación particular.

TERMITAS Y OTROS INSECTOS XILÓFAGOS EN CHILE: ESPECIES, BIOLOGÍA Y MANEJO

Editores: Renato Ripa, Paola Luppichini

**Autores: Renato Ripa¹, Paola Luppichini¹, Jan Krecek²,
Michael Lenz³ y Jim W. Creffield⁴**

1. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación V Región, Chorrillos 86, La Cruz, V Región, Chile rripa@lacruz.inia.cl pluppich@lacruz.inia.cl
2. University of Florida, Fort Lauderdale Research and Education Center, 3205 College Ave, Fort Lauderdale, FL. jfkr@ufl.edu
3. CSIRO Forestry and Forest Products, Private Bag 10, Clayton, VIC 3169, Australia; Jim.Creffield@csiro.au
4. CSIRO Entomology, GPO Box 1700, Canberra, ACT 2601, Australia; Michael.Lenz@csiro.au

INDICE

INTRODUCCIÓN	9
AGRADECIMIENTOS	10
PRÓLOGO	11
I. LA MADERA	12
Composición	12
Estructura	15
Clasificación	16
Propiedades	16
Degradación de la madera	16
2. COLEÓPTEROS XILÓFAGOS PRESENTES EN LA MADERA EN SERVICIO EN CHILE	19
Familia anobiidae	20
Escarabajo de los muebles	21
Ciclo de vida	23
Daño	23
Familia Lyctidae	24
Coleóptero pulverizador de la madera	25
Ciclo de vida	26
Daño	27
Familia Bostrichidae	27
Daño	28
Taladro de la Vid	28
Ciclo de vida	29
Daño	30
Taladrador grande de la madera	31
Ciclo de vida	31
Daño	32
Familia Curculionidae	33
Penthartrum sp.	33
Ciclo de vida	35
Daño	35
Familia Cerambycidae	36
Daño	37
Taladrador del eucalipto	37
Ciclo de vida	38
Daño	38
Familia Scolytidae	39

3. DETECCIÓN DEL DAÑO DE INSECTOS XILÓFAGOS	
MANEJO DE ESCARABAJOS XILÓFAGOS	41
Condiciones que favorecen el ataque de insectos xilófagos	42
1. Humedad	43
2. Manejo de la Humedad	43
3. Edad de la Madera	44
4. Diversidad genética	45
5. Población de insectos presente	45
6. Modificación de la temperatura	45
7. Sanidad	45
8. Prevención	46
9. Maderas elaboradas	47
4. METODOLOGÍAS DE CONTROL COLEÓPTEROS	
XILÓFAGOS ASOCIADOS A MADERAS EN SERVICIO	49
A. Control Físico directo	49
1. Reemplazo de la madera dañada	49
2. Modificación de los niveles de humedad y otras condiciones ambientales	49
3. Ventilación	
4. Tratamiento con calor	50
B. Control Químico Directo	50
1. Fumigación	51
2. Tratamiento superficial	51
5. TERMITAS	53
A. Características biológicas	53
B. Colonias y Nidos	55
C. Castas	55
1. Alados	56
2. Obreras	60
3. Soldados	61
4. Reproductores Neoténicos	61
Larva	62
Ninfa	62
D. Plasticidad y potencialidades del desarrollo de la colonia	63
E. Alimentación de la termitas	63
F. Los simbiosntes de las termitas	65
G. Trofalaxis	66
H. Comunicación y sistema neurosensorial	66

6. CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE TERMITAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA PRESENTES EN CHILE	69
A. Soldados	69
B. Imagos alados	70
C. Pseudoobreras o ninfas	71
 7. ESPECIES DE TERMITAS DE IMPORTANCIA ECONOMICA PRESENTES EN CHILE	73
A. Termita de la madera seca	74
- Termita de los muebles	74
- Distribución	74
- Características de las castas	75
- Ciclo de vida	77
- Impacto económico	78
- Daño	80
2. Termita de la madera seca	83
- Distribución	83
- Biología	83
- Control biológico	85
- Ciclo de vida	85
- Impacto económico y daño	86
B. Termita de madera húmeda	87
- Distribución	87
- Biología	87
- Ciclo de vida	89
- Daño e Impacto económico	90
3. Termita subterránea	91
1. Distribución	91
2. Biología	92
3. Creación de nuevas colonias	94
4. Tamaño de las colonias	96
5. Caracterización del daño de la termita subterránea	97
6. Especies de madera atacadas	102
7. Costos de reparación	104
 8. MANEJO DE TERMITAS	107
A. Detección de termitas en edificaciones	107
- Detector de emisiones acústicas	107
- Detector de gases	108
- Detector de humedad	108
- Imágenes infrarrojas	108
- Visor de fibra óptica o baroscopio óptico	108
- Perros entrenados	109

- Microondas	109
- Equipos de rayos X	109
- Otros Métodos	110

B. Métodos de control para termitas de madera seca y de madera húmeda

1. Prevención	110
2. Control	110

C. Monitoreo de la actividad de la termita subterránea

1. Monitoreo de la actividad de la termita subterránea	113
2. Estaciones de monitoreo de suelo	113
3. Estaciones de monitoreo al interior de la edificación	114
- Ubicación o distribución de las estaciones	115
- Manipulación de las estaciones	116

D. Métodos de control de la termita subterránea

1. Barreras físicas	117
2. Barreras Químicas	117
2.1 Aplicación en Preconstrucción	118
2.2 Métodos de control en post-construcción	119
- Aplicación en zanjas	121
- Efectividad y resultados de la evaluación de barreras termiticidas	122
2.2.2 Uso de cebos	123
3. Control biológico	126
- Nemátodos	126
- Hongos entomopatógenos	127
4. Prevención	128

9. NUEVOS DESARROLLOS EN LA PRESERVACIÓN DE MADERA CON RELACIÓN AL MANEJO DE TERMITAS

Glosario de términos	131
Referencias bibliográficas	137
	141

INTRODUCCIÓN

Es probable que los insectos xilófagos hayan acompañado al hombre desde que éste comenzó a usar la madera en la construcción de objetos y viviendas. Aunque es difícil de calcular el valor económico que la madera tiene para el país debido a su empleo vasto y generalizado, que sin duda es altamente significativo, es importante y conveniente realizar ciertas acciones que tengan como objetivo su preservación.

Cabe señalar que entre los agentes biológicos que atacan la madera en nuestro país, las termitas y los coleópteros xilófagos causan un gran daño el cual ha sido escasamente estudiado y manejado.

Los daños causados por la termita subterránea en las regiones V y Metropolitana, puestos de manifiesto por los medios de comunicación, han ido incrementando durante los últimos 10 a 15 años. El aumento de la notoriedad de esta termita se debe a la gravedad y magnitud de los daños, la dificultad y costo de controlarla, el ataque simultáneo a varias viviendas contiguas y su rápida diseminación en sectores de menores ingresos.

Durante un estudio sobre la biología y control de la termita subterránea, realizado en la V Región, también se obtuvo información de otros insectos que atacan la madera. Esto, dado que frecuentemente los daños de las termitas son confundidos con aquellos producidos por otros insectos que se alimentan de madera (xilófagos). Por ello, se optó por difundir las características de los daños que frecuentemente se observan en maderas utilizadas tanto en la estructura de las edificaciones o en su mobiliario, lo que permitirá identificar apropiadamente los organismos que los ocasionan y la opción de manejo más adecuada de acuerdo al agente causal.

Durante los tres años en que fueron estudiados los focos de la termita subterránea en la V Región, desde 2002 a 2004, éstos aumentaron de 30 a 56 focos de diferente magnitud. Se postula que este aumento se debe a los focos no detectados como a otros nuevos, producto de la dispersión de la plaga probablemente debido al transporte de material infestado con la termita. De allí la importancia de evitar su traslado hacia otros lugares libres del problema.

La presente obra se ejecutó con el aporte de recursos provenientes del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) para el desarrollo del programa "Estudio de la distribución, monitoreo y control de la termita subterránea *Reticulitermes flavipes* (Kollar) en las provincias de Quillota y Valparaíso", código BIP 20166216 - 0.

Agradecimientos

Agradecemos sinceramente al Dr. Nan-Yao Su por su valioso apoyo y colaboración en el análisis de los resultados durante el desarrollo del programa.

Nuestro reconocimiento al Dr. Jan Krecek por su positivo aporte al manuscrito y la clave para la identificación de termitas chilenas de importancia económica.

Nuestra gratitud al Dr. Michael Rust por sus útiles comentarios durante el transcurso de la investigación.

Un reconocimiento al Dr. Brian Cabrera por la revisión del manuscrito y sus comentarios.

Nuestra gratitud al Dr. Michael Lenz y Dr. Jim W. Creffield por el aporte del capítulo sobre preservación de la madera y al Ing. Agr. Luis Torelli del SAG por la identificación de especies y comentarios al texto.

Agradecemos las oportunas sugerencias al Biol. M.Sc. Fernando Rodríguez en la revisión del texto.

Nuestros sinceros agradecimientos y reconocimiento a la Sra. Carmen Tobar por su esmero y dedicación en los dibujos de las diferentes especies y figuras en esta publicación.

Agradecemos a la Bióloga Lic. M. Sc. Sharon Rodríguez por su aporte en la redacción del texto.

Al Sr. Carlos Cortés de Cerro Negro, IV Región, por su colaboración en la identificación de especies vegetales hospedadoras de la termita *Neotermes chilensis* (Blanchard).

Un especial reconocimiento al equipo INIA La Cruz que participó y se esforzó en la ejecución de los estudios, generando la información que se entrega en esta publicación, así como alumno tesista, Oliver Cienfuegos.

Los Autores.

PRÓLOGO

La detección de focos de daños generalizados producidos por la termita subterránea *Reticulitermes flavipes* en numerosas viviendas localizadas en las regiones V y Metropolitana, motivaron la necesidad de estudiar su distribución, monitoreo y control. Desde entonces, el daño y los problemas asociados a insectos que se alimentan de la madera que se usa en la construcción de viviendas, se observan de una forma diferente. Es que la voracidad y capacidad destructiva que esta termita ha mostrado en otras latitudes, la estamos comprobando en nuestro diario vivir.

Una de las características más importantes de la nueva especie de termita que colonizaba nuestro país es su hábito subterráneo, lo que retarda su detección hasta cuando los daños causados a la madera de las construcciones son graves y evidentes. Es sabido que las colonias de esta termita subterránea pueden vivir en profundidad bajo el suelo y sus galerías pueden ser muy extensas en sentido horizontal, permitiéndole alcanzar varias edificaciones contiguas. Además del activo desplazamiento que realizan bajo el suelo, estas termitas construyen túneles sobre las paredes de cualquier material presente en la edificación, lo que les permite acceder a piezas de madera alejadas del suelo como vigas y otras estructuras. Esto implica que cualquier vivienda o edificación que contenga madera puede ser infestada por la termita subterránea, ya que es altamente probable que esta especie aún se encuentre en fase de dispersión en nuestro país, considerando las áreas que ha colonizado en otras regiones del mundo.

Además de infestar las viviendas y otro tipo de construcciones que consideran el uso de madera, la termita subterránea se alimenta de especies vegetales de importancia ornamental que se encuentran en avenidas y parques, produciendo un deterioro progresivo que puede ocasionar la muerte de las plantas.

La importancia de la termita como plaga urbana de alto impacto económico y social para el país, concitó el interés de la comunidad nacional de enfrentar el problema. De esta forma, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), a través de su Centro Regional de Investigación en la V Región, apoyado financieramente por el Gobierno Regional de Valparaíso, a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), desarrollaron un programa orientado a la evaluación de métodos de control y capacitación para el manejo de esta plaga. Esta actividad realizada en la V Región contó con la participación activa de destacados especialistas extranjeros de un gran nivel científico. Algunos de los productos concretos de esta iniciativa son: implementación de técnicas de monitoreo, identificación de focos, selección de métodos efectivos de control y múltiples actividades de divulgación. Otras derivaciones del estudio han permitido obtener

nuevos conocimientos con relación a otras especies de termitas como *Cryptotermes brevis* conocida como la termita de los muebles. Esta publicación resume la información obtenida durante el desarrollo del proyecto y otros antecedentes ya publicados a nivel nacional e internacional relacionados con la biología y manejo general de los insectos xilófagos de importancia económica.

Esta publicación constituye un aporte importante al conocimiento de las especies de insectos xilófagos presentes en Chile, sus principales características biológicas y algunas recomendaciones prácticas para manejarlos o controlarlos cuando se requiera. El texto y las claves que permiten la identificación de las diferentes especies están profusamente ilustrados con excelentes dibujos y fotografías que complementan las completas descripciones morfológicas de los insectos, ciclos biológicos y los daños que producen a las edificaciones y otros substratos que utilizan como alimento.

El libro considera una completa introducción acerca de la madera indicando sus componentes, estructura, propiedades y los factores que la degradan, entre los que se encuentran los insectos xilófagos. Le siguen los capítulos que describen en detalle las características biológicas, detección del daño, manejo y control de las diferentes especies de las familias de coleópteros xilófagos presentes en la madera en servicio en Chile. En los capítulos siguientes se describen las características biológicas generales, claves para identificación, descripción y manejo y control de las especies de termitas de importancia económica presentes en Chile. Finaliza el libro con un capítulo que resume los nuevos desarrollos para la preservación de maderas para evitar el daño causado por las termitas.

La información que se entrega en esta publicación constituye un aporte fundamental al conocimiento de la biología y manejo de los insectos que deterioran la madera utilizada en la construcción de edificaciones u otros objetos construidos utilizando esta noble materia prima.

Fernando Rodríguez A.

Biólogo - Magister en Ecología y Sistemática

Subdirector Investigación y Desarrollo INIA La Cruz

I. LA MADERA

Paola Luppichini y Renato Ripa

La madera es el material natural más antiguo utilizado en la construcción que se conoce, estimándose una distribución en el mundo cercana al 30% (Sáez 2002). La primera aparición de madera que se conoce en una edificación arquitectónica, en la cual aparecen pilares labrados, es el templo de la diosa madre Nin-Chursag, en Obeid, Ur (Irak), que data de 4000 años (Johnson 1999).

La madera no es una materia de estructura homogénea y uniforme. Se encuentra formada por un conjunto de células de diferente longitud que cumplen funciones tales como la conducción de la savia (nutrición del árbol), transformación y almacenamiento de nutrientes y la sustentación física (Fernández 2001; Orea et al 2004). Su estructura y composición confieren a la madera, como materia orgánica, propiedades que la convierten en un material apto para la fabricación de innumerables objetos, que van desde algunos muy pequeños y simple diseño a otros de gran tamaño y mayor complejidad, como pueden serlo muchas edificaciones (Fernández 2001).

La madera usada en construcción (uso exterior e interior) y en la fabricación de muebles, generalmente se ve afectada en forma negativa por la exposición a condiciones ambientales (temperatura, lluvia, viento, humedad, luz, etc.) y por el ataque de organismos que la utilizan como alimento, sustrato de protección o medio para completar su ciclo reproductivo (Sáez 2002).

Composición

La madera está compuesta íntegramente por células unidas mediante una membrana de lignina, que le proporciona diferentes propiedades físico-químicas, formando además la unidad básica de su constitución.

Las células de la madera son elementos complejos que se encuentran formados por dos tipos de componentes: estructurales, que definen las propiedades físicas y mecánicas y forman parte de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina), y los no estructurales, que son elementos extraños a la propia pared celular y que, sin embargo, son fundamentales en la constitución de la materia orgánica (Fernández 2001; Orea et al 2004).

La composición química de la madera es variable, pero en general presenta la siguiente proporción (Cuadro I).

Cuadro I.
Componentes Estructurales y No Estructurales de la madera.

Componentes Estructurales	Porcentaje (%)
Celulosa	40 - 50
Hemicelulosa	20 - 30
Lignina	20 - 30
Componentes No Estructurales	Porcentaje (%)
Carbono (C)	50
Oxígeno (O)	44
Hidrógeno (H)	6
Cenizas	0.5 - 1
Nitrógeno	0.1

* Fuente: Adaptado de Fernández 2001, Santander.

Los componentes estructurales de la madera se describen brevemente a continuación:

Celulosa: polímero natural de la glucosa (homopolisacárido) que se encuentra en mayor proporción. Es una estructura básica de las plantas y principal componente de la pared celular. La celulosa confiere la resistencia de tracción de la madera y su capacidad higroscópica (Orea et al 2004).

Hemicelulosa: polímero constituido por diferentes unidades de polisacáridos (heteropolisacárido), como pentosas, hexosas y ácidos urónicos. La hemicelulosa se encuentra asociada con la celulosa mediante fuertes interacciones polisacárido - polisacárido y está presente a lo largo de toda la pared celular. La función de la hemicelulosa en la madera está asociada a la interacción entre la celulosa y la lignina en la formación de las fibras.

Lignina: polímero de origen fenólico y macromolécula componente de la madera. Forma parte de la lámina media y de la pared secundaria. Durante el desarrollo de la célula, la lignina es incorporada como un componente de la pared celular. Posee propiedades aglutinantes que dan la consistencia fibrosa de la madera, contribuyendo con la función mecánica de sostén (Orea et al 2004).

Otros elementos que se encuentran en la madera, pueden ser divididos en dos grupos, orgánicos e inorgánicos.

Orgánicos: son los compuestos responsables de algunas características de la madera (olor, color, sabor, densidad, etc.) como taninos, aceites esenciales, grasas, resinas, ceras, trementina y polifenoles, entre otros. Se encuentran presentes en

una proporción respecto al peso de la madera que fluctúa entre 5 a 30% (Orea et al 2004; Johnson 1999; Anónimo b 2003).

Inorgánicos o sustancias minerales: se encuentran en proporciones variables desde un 0.2 al 1% en relación al peso de la madera. Los elementos que se encuentran en mayor proporción son: Calcio, Potasio y Magnesio; en cantidades traza (< 100 ppm): Fósforo, Sodio, Hierro, Manganeseo, Silicio, Cobre y Cinc (Orea et al 2004; Anónimo b 2003).

Estructura

En un corte transversal de un trozo de madera (Figura 1), se pueden distinguir claramente las siguientes capas y sub-capas (Fernández 2001):

- **Médula:** parte más interna de cualquier árbol. Es de tamaño variable según la especie. En los árboles muy viejos normalmente no se encuentra presente.
- **Estructura leñosa:** capa más gruesa del tronco, en ella se observan los anillos de crecimiento cuyo espesor puede variar de acuerdo a las condiciones climáticas y nutricionales. Esta estructura se divide a su vez en:
 - **Duramen:** lugar donde la planta almacena las sustancias de deshecho, es decir, se convierte en la parte muerta del árbol. Su función es fundamentalmente de sustento (Fernández 2001).
 - **Albura:** conduce el agua o la savia del árbol. Almacena las sustancias nutritivas para el crecimiento y corresponde a la parte viva del tronco, la que con el tiempo se transformará en duramen (Fernández 2001), en un proceso denominado mineralización (Johnson 1999).
 - **Cambium:** capa de células responsable de la formación de madera nueva y cuyas caras interna y externa se denominan respectivamente xilema y floema (Fernández 2001; Johnson 1999).
- **Corteza:** protege al árbol de los agentes atmosféricos a través de rasgos como dureza, forma y espesor (Fernández 2001).

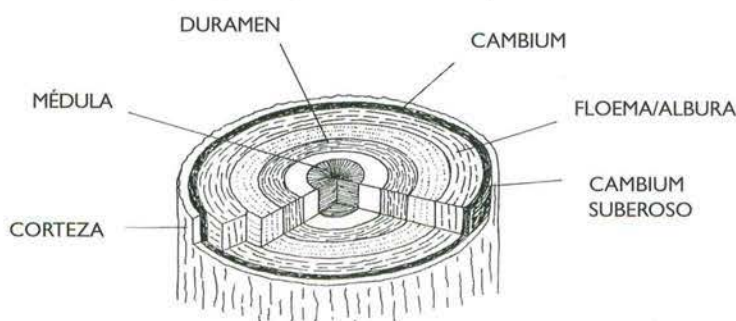


Figura 1.
Corte transversal de un trozo de madera.

Clasificación

Los diferentes tipos de madera existentes en la naturaleza pueden ser clasificados en dos grupos principales, individualizados a nivel microscópico según la forma en que se organizan las células, lo que le otorga las características anatómicas que le son propias a cada tipo o especie de árbol (Fernández 2001).

El grupo de las coníferas proporciona una madera densa y de muy buena calidad debido a la existencia de las células denominadas traqueidas (Fernández 2001). Este grupo se caracteriza por producir un líquido viscoso y pegajoso llamado resina. Actualmente se conocen unas cuatrocientas especies, entre ellas: pino, alerce, cedro, abeto, ciprés, etc. En el grupo de las latifoliadas encontramos numerosas familias y miles de especies de árboles. Poseen hojas largas con nervadura ramificada y proporcionan maderas de características muy variadas las que pueden ser muy aptas para la carpintería. Este grupo incluye el roble, eucalipto, encino, alcornoque, sauce, castaño, abedul, entre otros (Fernández 2001).

Propiedades

Algunas propiedades que identifican y diferencian a la madera respecto del resto de las materias son (Fernández 2001; Johnson 1999): anisotropía, densidad, elasticidad, higroscopicidad, conductividad térmica, aislamiento acústico y transmisión acústica (Ver Glosario)

Degradación de la madera

Básicamente existen dos tipos de factores que participan en la degradación de la madera: ambientales (Foto 1) y biológicos. Ambos atacan y destruyen la madera a través de distintas formas y tienen diferentes efectos (Fernández 2001).



Foto 1.

Viga pino Oregón, daño por humedad. Valparaíso. V Región.

- **Factores ambientales:** son los causantes de alteraciones de aspectos físico-químicos. Estos pueden ser:
- **Agentes atmosféricos:** producen el debilitamiento estructural de la madera, ya sea por falta de humedad como ocurre en climas cálidos, o exceso de ella en climas lluviosos y tropicales (Fernández 2001).
- **Agentes mecánicos:** se producen en función de la utilización y la conservación que se haga de la madera (uso externo o interno) (Fernández 2001).
- **Agentes químicos:** se considera que la acción biológica generada principalmente por hongos que generan alteraciones debido a reacciones químicas en las que intervienen ácidos y bases que cambian el tejido leñoso, modificando exteriormente la coloración de la madera (Castillo *et al* 1995; Fernández 2001)
- **Agentes físicos:** la radiación UV (ultravioleta) al combinarse con la humedad superficial acelera la degradación de la superficie de la madera. Esta alteración se observa principalmente a través del cambio de color por acción de los rayos UV sobre los polímeros naturales que constituyen la madera, proceso conocido como fotooxidación o fotodegradación (Castillo *et al* 1995; Pascal 2004).
- **Absorción de agua:** se relaciona con la capacidad de la madera de absorber, retener y expulsar agua desde las paredes de las células. Estos fenómenos están en directa relación con la temperatura y la humedad del área donde se encuentra la madera.
- **Fuego:** La madera es un material combustible por excelencia (4000 - 4500 cal/gr).
- **Factores biológicos:** están constituidos por organismos vivos (insectos xilófagos y hongos) que utilizan la madera como refugio y fuente de nutrición para su desarrollo (Fernández 2001; Anónimo 2000 a). Han sido clasificados en una amplia lista con grupos y subgrupos, entre los que se encuentran:

- Hongos

Agrupados formando el Reino Fungi, los hongos se diseminan a través de millones de esporas que lleva el aire y que germinan en diversos ambientes, en los que se desarrollan repitiendo el proceso de difusión y nueva germinación. Para sobrevivir requieren oxígeno, temperatura entre 20° - 25°C y humedad (50 - 60% HR).

- Insectos xilófagos, clasificados en dos grupos:

- **Insectos sociales:** la característica principal de estos insectos, es que viven en colonias o comunidades de cientos a miles de individuos en las cuales existen varios tipos o castas de insectos, con labores definidas y diferentes entre sí. En esta categoría se encuentran las termitas, algunas hormigas y avispas (Fernández 2001; Artigas 1994).
- **Insectos no sociales:** se caracterizan porque no forman colonias o comunidades y normalmente se unen sólo durante el período reproductivo,



pasando cada individuo por varias fases (huevo, larva, pupa) hasta llegar a ser adulto, sin depender absolutamente de sus progenitores o congéneres para subsistir y desarrollarse. Un grupo importante de estos insectos pertenece al Orden Coleoptera.

2. COLEÓPTEROS XILÓFAGOS PRESENTES EN LA MADERA EN SERVICIO EN CHILE

Paola Luppichini y Renato Ripa

Los llamados xilófagos (xilos: madera; y fago: comer), definidos como insectos que se alimentan de madera, causan serios daños tanto a la madera en pie como a la almacenada y a la utilizada en construcciones, viviendas, estructuras, mueblería, piezas de arte, etc., lo que se conoce como madera en servicio. De acuerdo a lo señalado por Olkowski *et al* (1992), en Estados Unidos, después de los hongos, son los insectos y en particular las termitas, hormigas carpinteras y escarabajos pulverizadores de la madera, los que causan el mayor daño a la madera procesada.

En Chile, los estudios sobre insectos xilófagos se centran principalmente en cultivos exóticos de importancia económica (pino, eucalipto, álamo, vid, kiwi, entre otros), desconociéndose estimaciones de daño en construcciones. La información del daño potencial que pudieran ocasionar estos organismos es escasa (Artigas 1994).

Los insectos xilófagos se agrupan en distintas familias en las que se encuentra un gran número de especies, capaces de atacar madera viva, recién cortada, seca, en descomposición, y en bruto y/o elaborada.

Generalmente el daño que ocasionan los insectos es producido por las larvas, las que se alimentan de la madera construyendo galerías. Los orificios que se observan en la superficie son realizados por los adultos los que, después de completar su ciclo, emergen para aparearse y reiniciar su ciclo reproductivo nuevamente (Ebeling 1978; Artigas 1994; Peters *et al* 1999).

En los escarabajos, la identificación de las especies se basa generalmente en el diseño de las galerías que construyen, forma de los agujeros de salida de éstas y el tipo de aserrín que queda en los lugares donde se alimentan, ya que los adultos y las larvas normalmente no están visibles para la identificación cuando la infestación es aparente (Kramer 1997; Olkowski *et al* 1992; Ebeling 1978; Koehler *et al* 1998). Las principales especies del Orden Coleoptera que dañan la madera en el medio urbano pertenecen a las siguientes familias: Anobiidae, Lyctidae, Curculionidae, Bostrichidae, Scolytidae y Cerambycidae (Sáez 2002).

Los líctidos generan en sus galerías un polvo suelto muy fino, similar al talco. Los bostríquidos llenan las galerías con un polvo muy apretado, más grueso que el anterior y frecuentemente con pequeños fragmentos de madera. Los anóbidos llenan sus galerías con pequeños "pellets" y polvo (Ebeling 1978; Koehler et al 1998; Kramer, 1997). Los líctidos y los anóbidos son buenos voladores y al ser atraídos por la luz pueden encontrarse acumulados principalmente en los bordes de las ventanas (Ebeling 1978; Kramer 1997).

El daño causado por termitas de madera seca se diferencia del producido por los anóbidos por la presencia de galerías que contienen pellets de mayor tamaño. Una característica importante para reconocer los pellets de las termitas de madera seca es que su forma se asemeja a un pequeño barril ranurado longitudinalmente (Edwards y Mill 1986; Potter 1997).

A continuación se describen las familias y las especies más frecuentes en madera en servicio presentes en nuestro país (cuadro 2).

Cuadro 2.
Clasificación de las principales Familias de coleópteros
xilófagos que atacan maderas en servicio en Chile.

Familia	Madera en Servicio	Árboles enfermos y/o muertos	Madera Seca envejecida
Anobiidae	x		
Lyctidae	x		x
Bostrichidae	x	x	x
Curculionidae	x	x	x
Cerambycidae		x	x
Scolytidae	x	x	

A. Familia Anobiidae

Esta familia agrupa a más de mil especies, la mayoría tropicales, encontrándose principalmente en productos secos de origen vegetal y animal. Son comunes en alimentos almacenados, madera y tabaco (Artigas 1994; González 1989).

En Estados Unidos son conocidos como "deathwatch beetles" (escarabajos observadores de la muerte). Las larvas se alimentan mayoritariamente de madera muerta, dura o blanda. Se encuentran principalmente en estructuras de madera (vigas,

pisos, etc.) y en productos manufacturados (muebles, adornos, etc.) (Ebeling 1978; Koehler et al 1998; Kramer 1997; Olkowski et al 1992).

Los anóbidos son insectos pequeños que como adultos miden de 3 a 6 mm de largo, de forma semicilíndrica, ovalada o ligeramente redondeada. Su color varía desde el marrón oscuro al negro; su protórax cubre parcialmente la cabeza (Artigas 1994; Ebeling 1978; Koehler et al 1998; Kramer 1997). Las antenas, por lo general, están formadas por 11 segmentos y en algunas especies los últimos 3 son de mayor tamaño, formando una masa no compacta. Los tarsos poseen 5 segmentos y los élitros cubren completamente el abdomen, siendo visibles ventralmente 5 segmentos (Artigas 1994).

El ciclo de vida de estos escarabajos de la madera puede durar de 1 a 5 años, dependiendo de la calidad de la madera infestada, la fluctuación de la temperatura y del contenido de humedad de la madera (Artigas 1994). Los anóbidos en general prefieren maderas antiguas (de más de 20 años), blandas o duras (Ebeling 1978) y con un contenido de humedad promedio para su desarrollo de entre 13 y 30%. Se han observado causando más problemas en áreas de alta humedad y temperatura (Olkowski et al 1992; Kramer 1997).

El aserrín que producen estos escarabajos tiene consistencia de pequeños pellets y polvo fino, el cual se acumula en pequeñas pilas bajo la madera infestada. Los orificios de salida de los adultos son redondos y de 1,5 a 4 mm de diámetro (Ebeling 1978; Koehler et al 1998; Kramer 1997; Olkowski et al 1992).

Escarabajo de los muebles ***Anobium punctatum* (De Geer)**

Es un insecto originario del norte de Europa que actualmente se encuentra ampliamente distribuido en el mundo. En Chile se encuentra desde la V a X regiones (Artigas, 1994).

Los adultos son insectos pequeños, cilíndricos, de 3 a 6 mm de largo, de color castaño claro con micropilosidad dispersa. Los élitros presentan filas longitudinales de puntuaciones que se extienden en todo su largo (Artigas 1994; Kramer 1997) (Foto 2). El pronoto, como en todos los anóbidos, se proyecta sobre la cabeza en forma de "capuchón" (Figura 2). Las larvas (Figura 3) son pequeños gusanos blancos (2.5 a 4.5 mm), con pelos cortos erectos y amarillos en todo el cuerpo (Ebeling 1978; Artigas 1994) (Foto 3). La parte anterior es más abultada, siendo el protórax de color amarillo, brillante; las piezas bucales son de color castaño oscuro, contrastando con la tonalidad de la cabeza (Foto 4). Las patas son cortas y del mismo color que el resto del cuerpo (Artigas 1994).



Foto 2.
Adulto *Anobium punctatum*

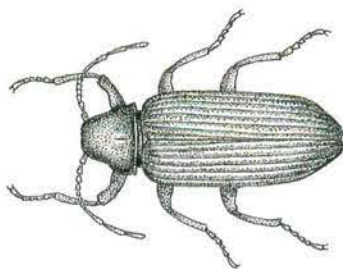


Figura 2.
Anobium punctatum



Foto 3.
Larva de *Anobium punctatum*



Foto 4.
Mandíbula de larva de
Anobium punctatum

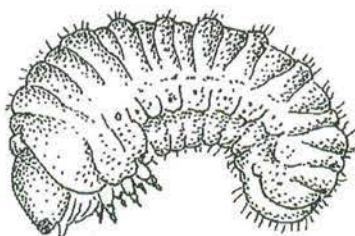


Figura 3.
Larva de *Anobium punctatum*

Ciclo de vida

Su desarrollo ocurre desde 1 a 3 años dependiendo del clima y del alimento. Los adultos emergen durante primavera y verano a través de un orificio de 1.2 mm de diámetro. Las hembras regresan a oviponer en el mismo sustrato colocando 20 a 60 huevos en las grietas de la madera y luego mueren (Kramer 1997). Transcurridos 6 a 10 días, las larvas emergen e inmediatamente construyen galerías en la madera (Ebeling 1978; Kramer 1997).

Las generaciones se suceden año tras año atacando la misma madera, de manera que las galerías se entrecruzan, terminando por transformar toda la madera en polvo (figura 4).

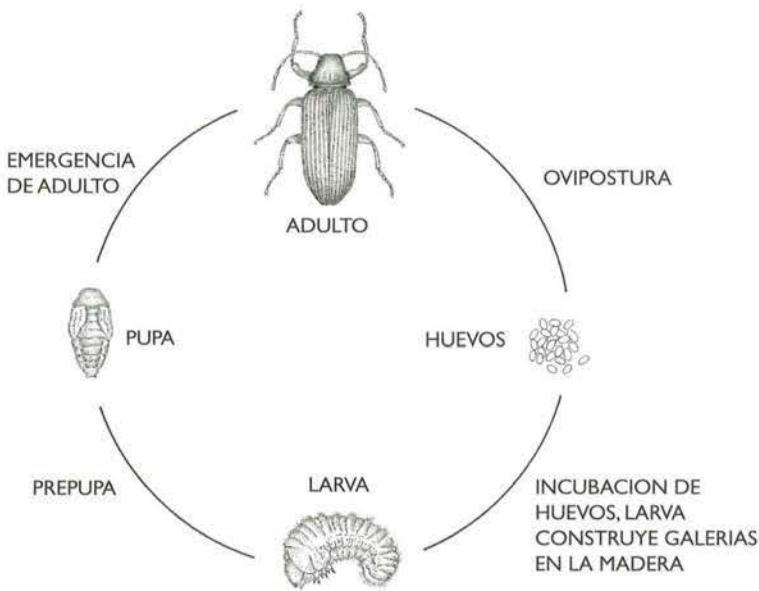


Figura 4.
Ciclo de vida de *Anobium punctatum*.

Daño

Esta especie ataca todos los tipos de madera como los elementos estructurales del piso, muebles, puertas, ventanas, instrumentos musicales y maderas decorativas, entre otras. Ataca preferentemente material con 20 o más años. Las larvas y los adultos perforan la madera reduciéndola finalmente a polvo; el aserrín producido es fino, arenoso y palpable al tacto (Ebeling 1978; Kramer 1997). La superficie de la madera atacada se ve acribillada de orificios de salida de 1 a 2 mm de diámetro (Fotos 5 y 6), daño conocido como "tiro de munición" (Artigas 1994).

La oviposición disminuye en madera lijada, barnizada o pintada debido a que elimina sitios de ovipostura (Ebeling 1978).

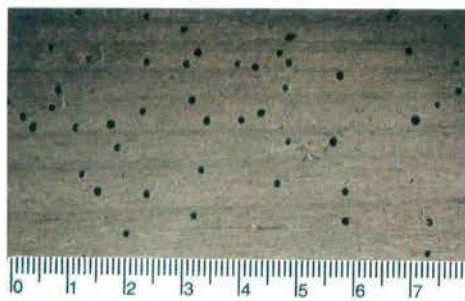


Foto 5.
Daño *Anobium punctatum*

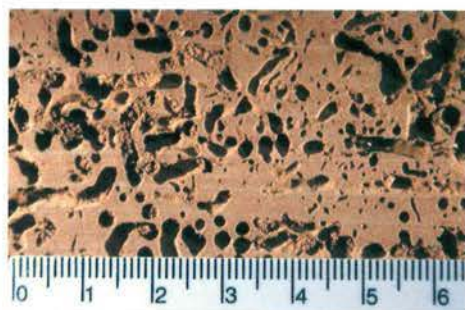


Foto 6.
Corte en madera Dañada por
Anobium punctatum

B. Familia Lyctidae

Los escarabajos de la familia Lyctidae son llamados "verdaderos escarabajos pulverizadores de postes", debido a que ellos producen un fino polvo de aserrín en comparación con los escarabajos de las familias Bostrichidae y Anobiidae, cuyas larvas producen aserrín más grueso que contiene fragmentos de madera o pellets (Artigas 1994; Kramer 1997).

Los líctidos son los escarabajos cosmopolitas que infestan maderas de viviendas más comunes y ampliamente distribuidos en Estados Unidos, Canadá, Nueva Zelanda y Australia. Según Ebeling (1978), es la familia de insectos que causa el mayor daño después de las termitas en Estados Unidos.

Los adultos son insectos pequeños de cuerpo elongado, algo aplastados con bordes casi paralelos, cuyo tamaño varía de 2 a 7 mm de longitud (Artigas 1994; Ebeling 1978; Kramer 1997). Poseen colores castaño rojizo a negro, cabeza bien desarrollada no cubierta por el protórax, antenas cortas de 11 segmentos terminadas en una clava de dos segmentos.

Las larvas son similares a las de la familia Bostrichidae, pero sin ocelos. Se identifican por la presencia de espiráculos del segmento 8 de mayor tamaño que los presentes en los segmentos precedentes (Artigas 1994; Ebeling 1978; Kramer 1997).

Se alimentan principalmente de las sustancias de reserva de la madera, desarrollándose exitosamente en aquellas cuyo contenido de humedad varía entre 8 y 32% (Peters 1999; Olkowski et al 1992; Kramer 1997). Los líctidos generalmente atacan

maderas duras nuevas, con un contenido de humedad superior al 32% (Ebeling 1978). Otro factor que influye en el desarrollo de estos insectos es el contenido de almidón: las larvas de los líctidos no pueden digerir la celulosa, sino que metabolizan el almidón que se encuentra dentro de las células de la madera. Las hembras prueban la madera y oviponen sólo donde el contenido de almidón es superior al 3% (Ebeling 1978; Olkowski et al 1992; Kramer 1997).

Los líctidos son llevados a las edificaciones como larvas. El daño ocasionado por ellos se diferencia del causado por los anóbidos en que no existen galerías independientes, sino que toda la madera por debajo de la capa superficial puede estar totalmente destruida (Ebeling 1978; Kramer 1997). Los adultos se ocultan en grietas durante el día y se activan en la noche, siendo buenos voladores (Ebeling 1978).

En Chile se encuentran presentes dos especies, *Lyctus chilensis* (Gerber) y *Lyctus brunneus*, ambas muy poco frecuentes (L. Torelli, SAG, com. pers. 2004).

Coleóptero pulverizador de la madera ***Lyctus chilensis* (Gerber)**

En Chile, *L. chilensis* se encuentra presente de la V a X regiones (Artigas 1994).

Los insectos adultos tienen una longitud que varía de 2,5 a 5 mm, con el cuerpo deprimido (Foto 7; Figura 5), alargado, de bordes paralelos, cubierto de fina vellosidad amarilla dispersa (Foto 6). La cabeza está ampliamente unida al tórax e inserta en la cavidad circular (Artigas 1994; Ebeling 1978).

Las larvas son blancas (Foto 8), cortas y abultadas en el tórax, levemente curvadas centralmente; las patas son pequeñas y se componen de tres segmentos con abundantes cerdas y carente de garra terminal (Figura 6). La cabeza, dirigida hacia adelante, sobresale ligeramente entre los pliegues del protórax; se distinguen dos mandíbulas negras de ápice truncado y pequeñas antenas de tres segmentos (Artigas 1994; Ebeling 1978).



Foto 7.
Adulto de *Lyctus chilensis*

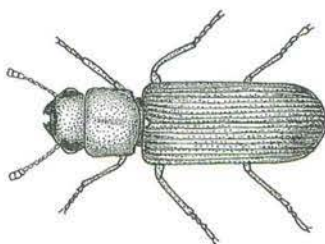


Figura 5:
Adulto de *Lyctus chilensis*



Foto 8.
Larva de *Lyctus chilensis*

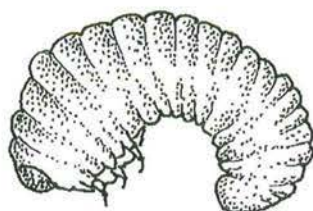


Figura 6:
Larva de *Lyctus chilensis*

Ciclo de Vida

El ciclo puede durar de 9 a 12 meses (Figura 7). Las hembras oviponen un promedio de 20 a 50 huevos en pequeñas grietas de la madera seca (10 a 20% humedad) (Olkowski et al 1992; Artigas 1994). La galería es de forma cilíndrica, con un diámetro que puede alcanzar hasta 2 mm con un trazado errático (no forma dibujos que se repitan o sean característicos), conteniendo abundante polvo de madera y excrementos. Las larvas hacen orificios hacia el exterior y por ellos expulsan polvo, formándose los típicos conos de "aserrín" bajo las perforaciones. En climas templados, los adultos emergen una vez al año, lo que ocurre en primavera (Olkowski et al 1992; Artigas 1994; Peters 1999).

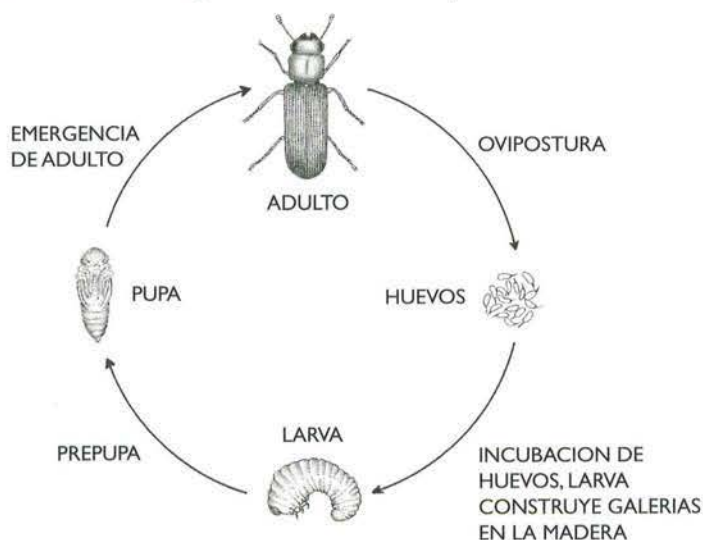


Figura 7.
Ciclo de vida de *Lyctus chilensis*

Daño

La infestación de la madera puede iniciarse previo a su utilización en la confección de una pieza o estructura, relacionándose la intensidad del daño con el tiempo transcurrido desde el inicio de la infestación, período en el cual pierde gradualmente sus propiedades mecánicas y terminando reducida a polvo (Artigas 1994; Ebeling 1978; Kramer 1997).

Los ataques se inician generalmente en áreas de la albura. Allí la superficie de la madera muestra orificios semejantes al "tiro de munición", sin embargo el daño en el interior de la pieza es de gran magnitud. Los daños aumentan en maderas almacenadas destinadas a mueblería, parquets, chapa, etc. (Foto 9), pues un pequeño orificio o galería desvaloriza toda la pieza.

En general, los líctidos prefieren maderas duras y secas como aramo, boldo, coigüe, raulí, roble y eucalipto (Artigas 1994; Peters 1999). No ataca pino insigne ni otras coníferas (Artigas 1994).

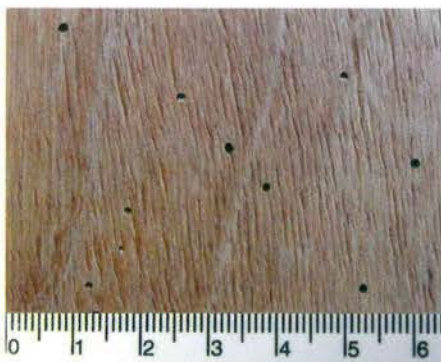


Foto 9.

Daño de *Lyctus chilensis* en madera enchapada en coigüe

C. Familia Bostrichidae

Insectos de esta familia pueden llegar a ser muy dañinos por su efecto sobre muebles y maderas utilizadas en las viviendas, principalmente cuando estas maderas son duras. La familia Bostrichidae posee varios nombres comunes, tales como taladradores, taladros, taladrillos o falsos escarabajos pulverizadores de postes (Artigas 1994; Ebeling 1978; Kramer 1997).

Los escarabajos adultos que infestan estructuras de madera presentan tamaños de 3 a 6 mm de largo, sin embargo, pueden encontrarse especies que sobrepasan

de 20 mm de longitud (Artigas 1994; Kramer 1997). En general, son de cuerpo cilíndrico, con la cabeza apenas visible en vista dorsal. Se alimentan principalmente de madera nueva dura y blanda (Ebeling 1978). Algunas especies son plaga de granos de cereales, leguminosas, raíces y tubérculos secos.

Los adultos se caracterizan por tener la cabeza retráctil, cubierta por un protórax de gran tamaño. No son muy rápidos para caminar, pero generalmente son buenos voladores. Las antenas son cortas y poseen 3 a 4 segmentos terminales de mayor tamaño confiriéndole un aspecto aserrado, a diferencia de los líctidos que poseen dos segmentos terminales (Artigas 1994; González 1989; Ebeling 1978).

Las larvas son de forma curvada y tienen 3 pares de patas que les otorgan cierta movilidad (Artigas 1994). Los adultos perforan la madera y elaboran galerías de oviposición mientras que los anóbidos y los líctidos oviponen en los poros y grietas de la madera.

Los bostríquidos y líctidos pueden desarrollar generaciones sucesivas en un trozo de madera en la medida que éste ofrezca una sustentación adecuada (Ebeling 1978).

Daño

El aserrín que producen los bostríquidos consiste en un fino polvo de textura arenosa, similar al de los líctidos y anóbidos, diferenciándose en el largo de los fragmentos de madera y en la formación de unos pocos pellets (Artigas 1994; Ebeling 1978; Kramer 1997).

Dentro de los bostríquidos que se encuentran presentes en maderas en servicio, se han registrado dos especies:

Taladro de la vid

***Micrapate scabrata* (Erichson).**

Originario de Sudamérica, se le conoce en Chile, Perú y Bolivia. En Chile es frecuente encontrarlo desde la IV a la VIII regiones. Probablemente su dispersión esté asociada al coligüe, que es su hospedero natural que se distribuye desde la zona Central hasta la X Región (Artigas 1994; González 1989).

Los adultos miden de 4,5 a 5,5 mm de largo y de 1,5 a 1,9 mm de ancho (Foto 10, Figura 8). Las larvas son ápodas, de color blanco (Figura 9) y de 4 a 5 mm de longitud (Artigas 1994; González 1989). Su cabeza es parcialmente visible en vista dorsal y en su extremo se distinguen fuertes mandíbulas de color pardo rojizo (Fotos 11). Los adultos viven aproximadamente 2 meses, período en el cual elaboran los túneles de ovipostura (Artigas 1994).



Foto 10:
Adulto de *Micrapate scabrata*
vista lateral

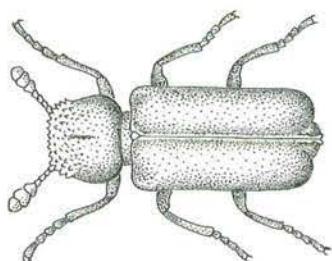


Figura 8.
Adulto de *Micrapate scabrata*,
vista dorsal



Foto 11.
Larva de *Micrapate scabrata*

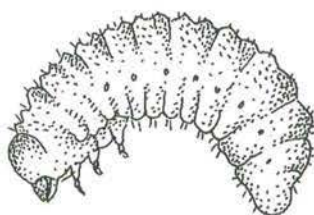


Figura 9.
Larva de *Micrapate scabrata*.

Ciclo de vida

En la vida, la hembra construye una galería de 1.5 mm de diámetro en la que ovipone. Puede iniciar la galería en cualquier punto de la rama, aunque de preferencia en zonas próximas a nudos y yemas y en los cortes de poda. La incubación del huevo requiere un período de 12 a 15 días (Figura 10). En ocasiones se observa un patrón espacial de las galerías conformado por aquellas construidas por las larvas alejándose radialmente desde la galería de oviposición e incrementando su diámetro a medida que consume la madera y se desarrolla la larva.

A comienzos de primavera los adultos efectúan perforaciones de salida y vuelan a infestar otros lugares. Se estima en general, que existen dos períodos de mayor actividad de adultos fuera de la planta: principios de primavera y fines de verano (Artigas 1994; González 1989).

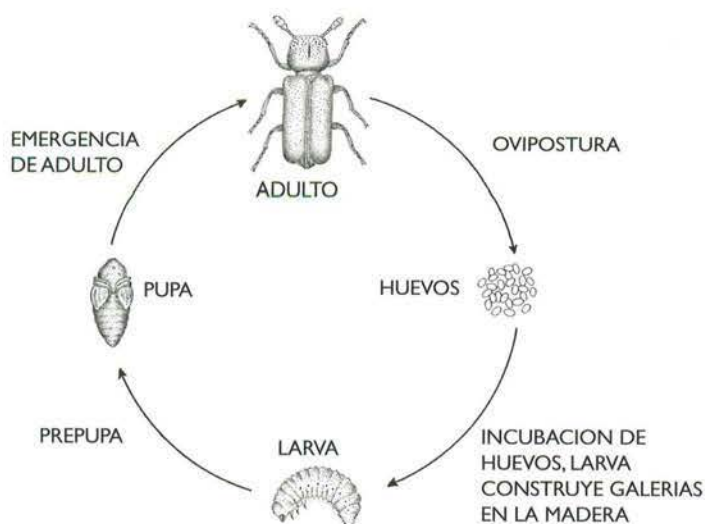


Figura 10.
Ciclo de vida de *Micrapate scabrata*

Daño

Esta especie daña muebles, objetos fabricados con caña y coligüe (Artigas 1994; González 1989). Ocasionalmente daña vides, introduciéndose los adultos en la madera después de la poda. Se desarrolla en el material de poda de la vid, ayudando a su descomposición.

La madera dañada muestra galerías en todas direcciones producto de los túneles para la oviposición y larvas (Foto 12). Estas se encuentran llenas de un polvo similar a la harina. En la pieza atacada sólo permanece la capa externa y suficiente madera para mantenerla en su lugar.

Los hospederos naturales de esta especie son el coligüe y el cañaveral (Artigas 1994).



Foto 12.
Daño de *Micrapate scabrata*, en coligüe.

Taladrador grande de la madera. ***Polycaon chilensis* (Erichson).**

Originario de Sudamérica, se ha detectado en Argentina, Perú y Bolivia. En Chile es frecuente encontrarlo desde la IV a la X regiones (Artigas 1994; González 1989).

Es una de las especies de mayor tamaño que daña la madera en nuestro país. Los adultos miden desde 9 a 26 mm de largo y de 3 a 7,5 mm de ancho. Son de color negro brillante, cubiertos de pelos raleados, finos y rectos, más densos en la cabeza, tórax y toda la parte ventral del cuerpo (Foto 13) (Artigas 1994; González 1989).

La cabeza es muy convexa y no está cubierta por el protórax. Posee ojos redondos y glabros, muy proyectados. Las antenas son de 11 segmentos y los últimos tres antenitos forman una masa poco compacta (Artigas 1994; González 1989). Las larvas son escarabeiformes y de color blanco cremoso (Foto 14).



Foto 13.
Adulto de *Polycaon chilensis*



Foto 14.
Larva de *Polycaon chilensis*

Ciclo de vida

La emergencia de los adultos desde la madera se produce entre fines de octubre a fines de febrero. Los orificios de salida son circulares y tienen bordes nítidos, de 5 a 7,5 mm de diámetro. La cópula se produce en lugares protegidos, iniciando la oviposición 8 días después de ésta. La eclosión de los huevos que fluctúan de 150 a 300 unidades se produce en un lapso de 12 a 21 días. Las primeras larvas se observan desde la primera quincena de enero hasta mediados de febrero (Artigas 1994).

Durante el primer año de desarrollo hacen galerías superficiales en el aserrín de galerías anteriores y bajo la corteza; aumentan lentamente de tamaño durante las tres primeras mudas. El segundo año el crecimiento es más rápido. El largo período de oviposición y de desarrollo produce un desfase de las generaciones pu-

diéndose encontrar en una misma madera, larvas de diferente estadio. La pupación ocurre en el interior de las galerías y las primeras pupas se observan a inicios de octubre, siendo más abundantes en diciembre. Este estado tiene una duración de 14 a 22 días, luego emergen los adultos. De acuerdo a estudios realizados en laboratorio, el ciclo de vida de esta especie dura dos años (Artigas 1994).

Es probable que el ataque de esta especie se origine previo al empleo de la madera y las larvas continúen su desarrollo una vez que ésta ya se encuentra en uso. Durante su alimentación, las larvas hacen un sonido característico que puede ser escuchado a varios metros de distancia. Una característica importante para reconocer esta especie es que, en el interior de las galerías, las larvas comprimen notablemente las fecas (Foto 15).

Daño

Daña la madera seca que pierde sus propiedades mecánicas y colapsa. Dado que las larvas de *P. chilensis* no botan el aserrín hacia el exterior, el daño no se aprecia hasta que se observan orificios de emergencia de los adultos que tienen de 3 a 5 mm de diámetro (Foto 16).

Estos insectos atacan preferentemente maderas en pie (madera seca de coníferas, eucalipto, lleuque y peumo; casuarina). El ataque de esta especie sólo se detecta cuando los adultos emergen de la maderas y es poco frecuente encontrarlos en madera utilizada en construcción o mueblería. Sin embargo se tienen registros de puertas infestadas con este insecto (L. Torelli, SAG, com. pers. 2004).



Foto 15.
Daño de la larva
de *Polycaon chilensis*.



Foto 16.
Orificio de salida de adultos
de *Polycaon chilensis*.

D. Familia Curculionidae

Esta familia es la más numerosa del Orden Coleoptera ya que existen alrededor de 40.000 especies descritas a nivel mundial. Las que atacan la madera son conocidas comúnmente como gorgojos (Sáez 2002). En general, no tienen un efecto muy importante sobre la madera en servicio, ya que existe una preferencia marcada por aquellas que presentan algún grado de descomposición incipiente (Kramer 1997).

Los adultos son insectos cilíndricos, pequeños, de 3 a 5 mm de largo, de colores oscuros y se caracterizan por presentar una cabeza prolongada en forma de trompa de aspecto variable, desde delgada y larga hasta ancha y corta, con las mandíbulas en su extremo (Sáez 2002; Elgueta 1993; Kramer 1997).

Las antenas a menudo son geniculadas, con una clava antenal de 3 segmentos, normalmente compacta. Los palpos casi siempre pequeños y rígidos, a menudo escondidos. El cuerpo casi siempre cubierto con escamas, pueden presentar élitros soldados o no, lo que le da la capacidad de volar o que sólo sean capaces de transportarse caminando (Artigas 1994). Las larvas son blanquecinas y de forma curvada, sin patas torácicas, con la cabeza redondeada y quitinizada; antenas con 1 sólo segmento de 3 mm de longitud (Artigas 1994; Elgueta 1993).

Las galerías que producen son superficiales, dando a la madera un aspecto de labrado; en general son circulares, similares a las de los líctidos (Kramer 1997), sin embargo, los orificios de emergencia son semejantes a los producidos por coleópteros anóbidos con un diámetro aproximado de 1 mm (Sáez 2002).

En Chile se encuentran presente dos especies, *Pentarthrum huttoni* (Wollaston) y *Pentarthrum castaneum* (Blanchard), las que han sido registradas atacando maderas elaboradas (parquets, muebles y otras) y, ocasionalmente, en maderas de embalaje (Elgueta 1993; L. Torelli, SAG, com. pers. 2004).

***Pentarthrum* sp.**

En Chile se encuentran distribuidos desde la II a la XI regiones (Elgueta 1993). Los representantes de este género son muy frecuentes y abundantes en Australia y Nueva Zelanda.

Los adultos miden de 3 a 4 mm, su cuerpo es alargado y algo deprimido dorsoventralmente (Foto 17). Su color varía de pardo-rojizo a marrón oscuro, generalmente con antenas y patas de tonalidad más clara. Gran parte de la superficie del cuerpo, incluyendo patas y rostro, están cubiertos de puntuaciones distribuidas uniformemente (Foto 18). La cabeza es a lo menos 2 veces más larga que

ancha, presentando las antenas en su parte media (Figura 11). Los élitros son dos veces más largos que el ancho dorsal (Elgueta 1993).

Una diferencia entre *Pentarthrum huttoni* y *Pentarthrum castaneum*, es que este último presenta en la zona del declive elitral un brillo opaco, plumizo a azulino y los intervalos de esta área tienen puntuación muy fina y superficial, en cambio *P. huttoni* no presenta el brillo opaco y los intervalos del declive elitral tienen un aspecto rugoso (Elgueta 1993, L. Torelli, SAG, com. pers. 2004).



Foto 17.

Adulto de *Pentarthrum* sp., vista lateral.



Foto 18.

Adulto de *Pentarthrum* sp., vista dorsal.

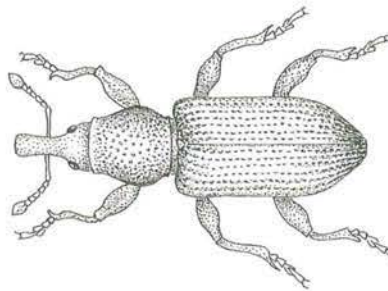


Figura 11:

Adulto de *Pentarthrum* sp.



Foto 19:

Larva de *Pentarthrum* sp.

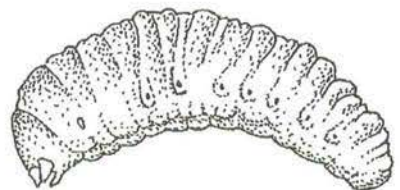


Figura 12:

Larva de *Pentarthrum* sp.

Ciclo de vida

Las hembras oviponen a fines del verano en las galerías construidas en la madera. Bajo condiciones ambientales favorables, las larvas emergen a los 16 días (Foto 19, Figura 12). El ciclo biológico dura alrededor de un año (Figura 13). Los adultos emergen en primavera provenientes de las larvas que han pasado el invierno en la madera infestada (Elgueta 1993).

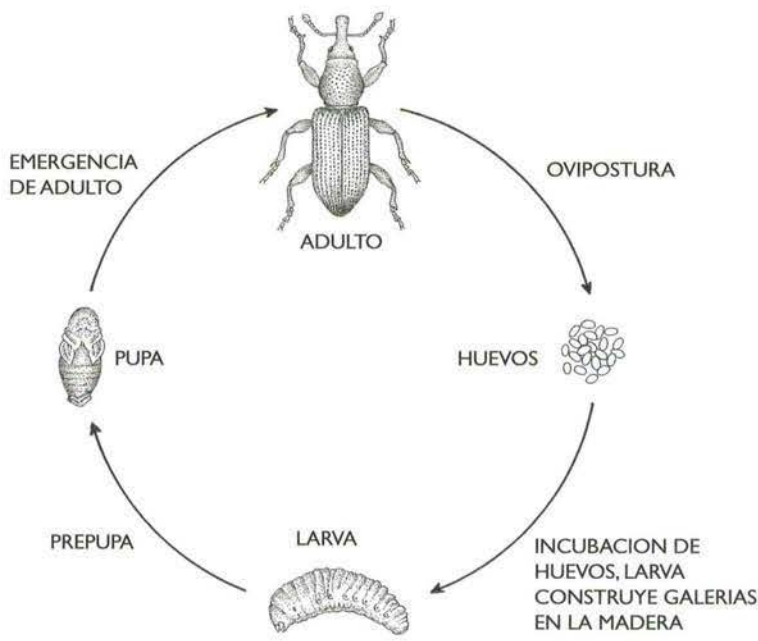


Figura 13.
Ciclo de vida de *Pentarthrum* sp.

Daño

El daño causado por estos insectos está frecuentemente asociado a madera con alta humedad y deteriorada, particularmente cuando ha sido atacada por hongos. Los ataques más severos ocurren en maderas que poseen algún grado de pudrición y pocas veces las infestaciones se extienden a la madera elaborada sana, aunque ésta se encuentre adyacente a la madera infestada.

Los daños son causados por los adultos y las larvas. Se han observado ataques de esta especie en vigas de soporte del piso y parquet, ambos en condiciones de alta humedad (Sáez 2002).

Se presenta a continuación un resumen de las principales características de las familias y las especies más frecuentes en madera en servicio presentes en Chile (cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen de características de las principales familias de coleópteros xilófagos presentes en las maderas en servicio en Chile.

Características	Anobiidae	Lyctidae	Bostrichidae	Curculionidae
Dibujo				
Tamaño del insecto (mm)	3 a 6	2 a 7	3 a 20	3 a 5
Forma del insecto	cilíndrica	aplanada	cilíndrica	cilíndrica, cabeza aguzada
Ubicación de cabeza	bajo el tórax	delante del tórax	bajo el tórax	delante del tórax
Antenas dibujo				
Lugar ovipostura	grietas	grietas y poros	galerías	galerías
Diámetro de orificios de salida (mm)	1 a 2	2	3 a 5	1
Presencia de polvo en galerías	No	Si	Si (compactado)	No

Entre los coleópteros asociados a daños en la madera, ocasionalmente se han detectado insectos de las familias Cerambycidae y Scolytidae afectando a maderas en servicio u otras que forman parte de algunas estructuras de valor para el hombre.

E. Familia Cerambycidae

Los cerambícidos pertenecen a una de las más grandes e importantes familias de escarabajos de la madera y se conocen comúnmente como "escarabajos de cuernos largos", debido a las antenas largas y delgadas que presentan. La mayoría de los cerambícidos viven como larvas en madera muerta de árboles, sean éstos de madera blanda o dura.

Las larvas de los insectos de esta familia viven en la madera donde construyen galerías de sección circular, a diferencia de los bupréstidos, cuyas galerías son de

sección oval. En general, prefieren madera recién cortada o árboles decadentes o moribundos, aunque algunos perforan árboles y arbustos vivos (Artigas 1994).

Su alimentación no es específica, ya que incluye polen, follaje y corteza de árboles vivos o muertos. Varias especies vegetales son atacadas por adultos y larvas. Estas últimas se alimentan de maderas con un contenido de humedad de 10 a 20%.

Los colores de los adultos son variables y van desde algunos brillantes o metálicos hasta otros opacos y oscuros, variabilidad que se relaciona con los hábitos de actividad diurna o nocturna que tienen las especies (Artigas 1994; Toro et al 2003).

En algunas especies existe un notable dimorfismo sexual que incluye diferencia de coloración del cuerpo y longitud de las antenas, como el caso donde los machos tienen antenas notablemente más largas que las hembras (Artigas 1994).

Los adultos en general son alargados, cilíndricos o deprimidos y frecuentemente con abundante vellosoidad (Artigas 1994; Toro et al 2003). El tamaño varía de 3 a 70 mm. Poseen una cabeza larga, ligera o fuertemente deflectada, la superficie es lisa, puncturada o rugosa. Las antenas son filiformes, débilmente serradas o flabeladas que normalmente tiene 11 segmentos, pudiendo hasta más de 25 (Artigas 1994).

Las larvas son alargadas, cilíndricas o ligeramente deprimidas, de color blanco cremoso, con finos pelos y sin patas (Artigas 1994; Toro et al 2003).

Daño

Algunas especies atacan árboles estresados y pueden producir su muerte. Otros se alimentan de la madera recién talada y pueden causar daños en casas recién construidas. Las larvas pueden permanecer alimentándose por muchos años sobre una misma pieza de madera, causando un daño estético y estructural en el material infestado (Kramer 1997).

Las galerías son redondeadas y se retuercen en la corteza interna. Ocasionalmente en las galerías se puede observar aserrín granular o fibroso, que en algunas oportunidades es expulsado al exterior a través de los orificios hechos en la corteza (Artigas 1994).

Taladrador del eucalipto ***Phoracantha semipunctata* (Fabricius)**

Originario de Australia e introducido en África a fines del siglo XVII, este insecto se ha dispersado ampliamente en el mundo donde exista el eucalipto que es su hospede-

dero natural. Se postula que a Chile fue introducido desde Argentina (Toro *et al* 2003). Actualmente se encuentra distribuido de la III a la IX Región (Artigas 1994). Los adultos de estos insectos miden 30 mm de longitud, son de color marrón oscuro brillante y presentan élitros con manchas blanco-amarillentas de las cuales destacan 2 manchas elípticas en el ápice (Foto 20). Normalmente la hembra es más grande que el macho, pero sus antenas son más cortas. Tienen hábitos crepusculares y son atraídos fuertemente por la luz artificial (Artigas 1994).



Foto 20.
Adulto de *Phoracanta semipunctata*

Ciclo de vida

La hembra de *P. semipunctata* ovipone de 15 a 120 huevos en grietas bajo la corteza o en las axilas de las ramas o troncos de árboles decadentes o enfermos, tocones o troncos cortados. Luego de 10 a 15 días emergen las larvas que se alimentan de la corteza y cambium durante una primera fase y luego comienzan a aparecer las galerías que comprometen el xilema y floema. Posteriormente cambian al estado de pupa que se mantiene de 8 a 12 días, luego del cual emerge el adulto que construye una galería de salida al exterior que tiene aproximadamente 7 mm de diámetro (Artigas 1994). El ciclo de *P. semipunctata* dura un año.

Daño

Este insecto se asocia específicamente a representantes del género *Eucalyptus* (Myrtaceae) (Artigas 1994; Toro *et al* 2003). Ataca preferentemente árboles en pie, especialmente individuos debilitados o sometidos a condiciones de sequía permanente o por largos períodos, independiente de la edad del árbol. El daño se

inicia sólo en madera verde o recién cortada y no prospera en la madera seca. La madera afectada pierde sus propiedades mecánicas por efecto de las múltiples galerías. La mayor incidencia de *P. semipunctata* es sobre la industria del parquet y enchapado, dado que ese uso requiere una alta calidad y perfección de las piezas (Artigas 1994).

F. Familia: Scolytidae

Los escolítidos pueden ser divididos en dos grupos: aquellos que se alimentan exclusivamente de los tejidos de la corteza del árbol y otros que utilizan la albura y se alimentan del hongo de la ambrosía que ellos cultivan en sus galerías. Tanto las larvas como los adultos construyen tales galerías bajo la corteza que comprometen la corteza y la madera, con trazados que son característicos de las distintas especies (Artigas 1994; Toro et al 2003). Las hembras fecundadas perforan una galería principal, vertical u horizontal, a lo largo de la cual, a ambos costados, va depositando huevos a espacios regulares. Al nacer las larvas perforan galerías individuales en ángulo recto a la galería principal, sin interferir con las galerías paralelas de otras larvas.

Los escolítidos adultos tienen un tamaño que va de 1 a 3 mm de largo (Artigas 1994; Day 1996). Son de cuerpo robusto y cilíndrico, color oscuro y cubierto de pilosidad abundante y dispersa, antenas cortas y geniculadas, las generalmente terminan en una clava anillada, grande y redondeada de 1 a 3 segmentos. La cabeza puede estar bien expuesta o retraída en el protórax y su textura puede ser granulada a puncturada. Las larvas de los escolitos tienen aspecto carnosos, son de color blanco, ápodos y subcilíndricas. Miden de 2 a 10 mm de largo y pueden o no estar cubiertas con algunas cerdas.

En general, los escolítidos producen un daño a la de madera en pie (bosques y plantaciones jóvenes). El efecto más importante de estos insectos es el desvalorizar las piezas de madera, no afectando mayormente los volúmenes de producción.

En Chile se citan dos especies *Gnathotrupes fimbriatus* y *G. longipennis*, ambas asociadas a *Nothofagus* sp. Se les ha detectado fundamentalmente en madera elaborada con prolongado almacenamiento en aserraderos y con bajo contenido de humedad (Sáez 2002). Estas especies no presentan importancia económica en madera en servicio.



3. DETECCIÓN DEL DAÑO Y MANEJO DE INSECTOS XILÓFAGOS EN MADERAS EN SERVICIO

Renato Ripa y Paola Luppichini

El daño producido por coleópteros xilófagos por lo general se evidencia a través de abundantes orificios de salida de los adultos cuyo diámetro se relaciona con el tamaño del adulto de cada especie (Cuadro 3). Las termitas de madera seca producen escasos orificios, los que utilizan para expulsar fecas en forma de pequeños barriles ranurados longitudinalmente (Edwards y Mill 1986). Las termitas subterráneas no expulsan fecas de las galerías, lo que dificulta su detección.

Otro de los indicios asociados al ataque de xilófagos es la presencia de polvo de madera o fecas en el piso, producto de la expulsión de fecas o madera roída desde las galerías. Esto ocurre con el ataque de las termitas *Cryptotermes brevis*, *Neotermes chilensis* y *Porotermes quadricollis* y de los coleópteros xilófagos *Anobium punctatum*, *Pentarthrum sp* y *Lyctus chilensis*.

Es importante señalar que en algunas ocasiones se acumula polvo de madera en el piso, residuo cuyo aspecto es muy similar al producido por coleópteros xilófagos, pero que es originado por el roce de dos elementos de madera, como cuando gavetas o cajones se deslizan por guías de madera.

La detección del daño y su extensión puede realizarse utilizando un punzón, constituido por un mango en que se inserta una aguja de acero. Con esta herramienta es posible presionar la madera en las áreas atacadas para determinar la magnitud del daño. El pequeño diámetro de la aguja minimiza el daño adicional causado por la inspección. Una alternativa a esta herramienta es un desatornillador común que también puede ser útil para estimar la profundidad del daño y diagnosticar su origen (Foto 22).

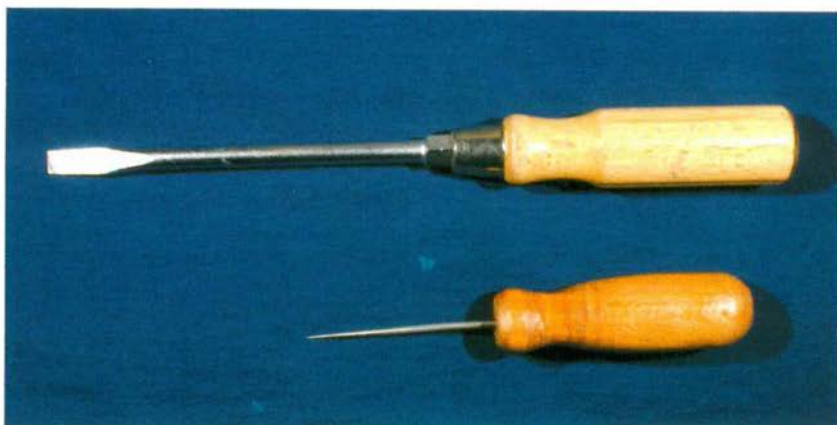


Foto 21.

Herramientas para detección de daño.

Otro elemento indispensable para usar en la detección del daño, es una linterna o foco que tenga una adecuada intensidad lumínica, dado que en muchas ocasiones las inspecciones requieren ubicar con precisión los sectores atacados en condiciones de escasa luminosidad como los entretechos, sótanos y armarios.

Los escarabajos xilófagos pertenecientes a las familias Lyctidae, Anobiidae, Bostrichidae y Curculionidae, generalmente son introducidos en las viviendas en los materiales de construcción y/o en productos de madera terminados, tales como pisos, muebles, paneles, figuras ornamentales e incluso en la leña para calefacción. Todas estas piezas de madera infestada pueden contener adultos y/o larvas. Otro mecanismo de ingreso de organismos xilófagos a las edificaciones es la propia capacidad de desplazamiento de éstos, siendo la más común el vuelo desde una fuente infestada a maderas susceptibles dentro de la edificación o bien desde una fuente externa.

A. Condiciones que favorecen el ataque de insectos xilófagos

Existen diferentes condiciones ambientales que influyen en la intensidad o severidad del ataque de los insectos xilófagos. Entre estos se pueden mencionar humedad, edad de la madera, diversidad genética, población de insectos presente y temperatura, entre otros,

1. Humedad

El contenido de agua de la madera constituye uno de los factores más importantes que favorecen el ataque de las especies xilófagas. Maderas con un contenido de humedad sobre el 15% favorece las infestaciones de coleópteros xilófagos, acortando significativamente sus ciclos de vida lo que aumenta sus poblaciones y la posibilidad de reinfestaciones (Kramer 1997). Las termitas subterráneas transportan agua en una estructura especializada, aumentando la humedad de la madera que consumen.

El agua que requieren los insectos xilófagos para su desarrollo, la obtienen a partir del metabolismo de la celulosa (entre cuyos productos se encuentran CO₂ y agua). Una segunda fuente es el agua que se encuentra como tal en la madera. El escaso aporte de este vital elemento a partir de estas fuentes, ha estimulado a que estas especies desarrollen eficaces mecanismos de manejo y retención del agua. El precario equilibrio generado entre la adquisición y pérdida de este elemento, produce un aumento en la mortalidad de los individuos que es crítica cuanto menor es el contenido de humedad de la madera.

En muchas ocasiones se observa que estos insectos concentran su ataque en ciertas áreas de las secciones de la madera. Esta concentración o agrupamiento de individuos es probable que aumente la humedad de la madera en el área dañada, producto de la pérdida del agua que se produce en estos insectos, lo que genera áreas específicas que propician su desarrollo. Otra ventaja del agrupamiento de insectos xilófagos es posiblemente la generación de calor producto del metabolismo, lo que permite acortar el ciclo de vida y aumentar la actividad de los individuos.

2. Manejo de la humedad

La humedad de la madera, factor gravitante en el desarrollo de la infestación, se encuentra directamente relacionada a la humedad ambiental y ésta, a su vez, al aporte de agua proveniente de otras fuentes, tales como:

- El subsuelo, introduciéndose a través del piso y paredes al interior de las edificaciones.
- La preparación de los alimentos, por cuanto el calentamiento de éstos causa la evaporación del agua.
- Baños y duchas.
- La respiración humana, aportando cerca de 500 cc de agua por persona al día.
- Presencia de plantas de interior y el riego.
- La combustión para la calefacción
- El secado de ropa

La acumulación de humedad se acentúa en construcciones con escasa ventilación, la que se debe incrementar en espacios interiores, especialmente baño y cocina, entretechos y espacios bajo el piso.

Algunas especies xilófagas, como la termita de los muebles, *Cryptotermes brevis*, concentra el daño en la parte alta de las edificaciones, en especial con techo de hojalata, donde generalmente existe muy poca ventilación. En estos casos, es probable que la humedad se condense en la superficie interior de la hojalata, depositándose gotas en la madera, en especial en días fríos.

De igual manera, estructuras de madera orientadas hacia los vientos predominantes, por ejemplo, provenientes del mar en el litoral costero de nuestro país, son preferentemente atacadas debido a que reciben el aporte de las lluvias en otoño e invierno. Es así como las ventanas y puertas en dirección al oeste, en toda la zona costera de la zona central de nuestro país son más atacadas por termitas.

3. Edad de la madera

La edad de la madera es otro factor que influye en su susceptibilidad al ataque de xilófagos.

El efecto de la exposición a la intemperie denominado "Weathering" en inglés o deterioro por factores ambientales, no debe confundirse con el resultado de la acción de organismos que actúan en presencia de exceso de humedad y aire por un extenso período de tiempo, como los hongos.

La acción de la intemperie sobre la madera se atribuye a la reacción compleja de varios factores inducidos por la radiación solar, especialmente la luz ultravioleta en presencia de humedad, oxígeno y temperatura, y últimamente, por contaminantes atmosféricos como SO_2 , NO_2 y O_3 (ozono). En este proceso se generan radicales libres que actúan sobre la lignina, otros grupos fenólicos y celulosa, lo cual le da el típico aspecto amarillento a la madera expuesta a la intemperie (Anderson et al 1991).

Muchas especies de madera contienen, además compuestos del tipo aromático que las protegen del ataque de estos insectos. Ejemplo de ello es el olor o aroma de la madera de pino insigne recién aserrada. Estos compuestos se evaporan paulatinamente, perdiendo la madera su protección natural.

La madera de pino Oregón (*Pseudotsuga menziessi*), ampliamente usada en construcciones hace cien años en nuestro país, es escasamente atacada por insectos.

tos xilófagos, no obstante, la termita de los muebles, *Cryptotermes brevis*, ataca ocasionalmente los primeros milímetros superficiales de esta madera, sección que posiblemente perdió en mayor grado los compuestos aromáticos.

4. Diversidad genética

Se observa comúnmente que algunos elementos de la madera son atacados profusamente, mientras que elementos contiguos muestran escaso o ningún daño. Ejemplo de ello son los pisos de madera, en los cuales sólo algunas tablas resultan dañadas. Esta diferencia se origina probablemente en la diversidad genética que se presenta en una población de árboles aserrados, mostrando algunos de éstos, características de la madera que los hace más susceptible al ataque por insectos.

5. Población de insectos presente

Una vez iniciada la infestación, el número de insectos adultos comienza a incrementar, lo que a su vez aumenta la posibilidad de que otros elementos de la madera sean atacados. Por esta razón es importante diagnosticar el ataque de forma precoz, con el fin de detener su multiplicación. En este aspecto existen medidas preventivo /curativas como el manejo de la humedad y la temperatura en relación con el ciclo reproductivo de los insectos. Otra medida preventiva es el uso de maderas tratadas (CCA, Sales de boro, etc.) o selladas con ceras, barnices o pinturas, que, en el caso de maderas infestadas, disminuyen el riesgo de reinfestación y podrían eventualmente eliminar a los individuos presentes.

6. Modificación de la temperatura

El uso de calefacción en invierno aumenta la temperatura, lo que acorta el ciclo de vida de estos insectos.

7. Sanidad

La prevención ante un eventual ataque por insectos xilófagos, debe iniciarse en los aserraderos, continuar en barracas, centros de acopio, distribución y venta de madera.

La sanidad es uno de los aspectos más importantes. Los insectos xilófagos se reproducen en ramas y madera seca y/o antigua, razón por la cual deben inspeccionarse frecuentemente y eliminarse. Los implementos de madera que

se emplean en el soporte o apoyo de maderas durante el almacenaje deben protegerse con barnices y protectores con el fin de evitar el ataque.

En el interior de edificaciones, la madera empleada como combustible puede introducir escarabajos. En nuestro país se ha observado, por ejemplo, la emergencia de adultos de *Polycan chilensis* (Erich) y *Phoracanta semipunctata* (Fabricius), en elementos de madera presentes en las edificaciones.

Existen varias opciones para el control de los escarabajos xilófagos; la elección de la más apropiada depende de varios factores, tales como:

- La severidad de la infestación
- La localización de ésta o accesibilidad,
- El potencial de una reinfestación
- Valor de la pieza
- Tamaño de la o las piezas atacadas
- El costo del tratamiento.

El daño que estos insectos causan sobre la madera se produce lentamente por lo tanto, antes de tomar una decisión sobre el método de control se debe realizar una inspección exhaustiva de la o las estructuras dañadas o sospechosas de infestación. Esto, con el fin de determinar la especie de insecto, la extensión del daño, la intensidad y los factores que lo favorecen (humedad, temperatura y edad de la madera, por ejemplo).

También se deberá considerar y analizar los eventuales riesgos que presentan los tratamientos, en especial en viviendas, fábricas de alimentos, establecimientos educativos, hospitales, etc.

8. Prevención

La inspección, detección temprana del ataque y la prevención, son probablemente las labores de mayor costo-beneficio. Ello es aún más crítico en piezas de alto valor, como son muebles apreciados, obras de arte, maderas nobles, adornos, etc.

Por esta razón es importante inspeccionar cuidadosamente las maderas empleadas en la construcción, previo a su utilización, en especial si éstas han sido almacenadas por largos períodos. Se han registrado casos en los que muebles recientemente manufacturados contienen infestaciones incipientes, poco notorias, que después de algunos años muestran un importante deterioro. También se ha observado pisos de madera e incluso madera laminada, que antes de cumplir 6 meses ya muestran daños notorios.

9. Maderas elaboradas

Los escarabajos xilófagos pulverizadores de postes (Familia Lyctidae) sólo ponen huevos sobre maderas no terminadas, es decir, ellos no infestan maderas que están pintadas, barnizadas, encerados u otro tipo de sellado. Por lo general los escarabajos que emergen de maderas pintadas o barnizadas ya estaban presentes en la madera antes de ser terminada o son el resultado de la reinfestación por huevos que fueron puestos en los orificios de emergencia de adultos. Sellar estos orificios de salida previene la reinfestación.

4. METODOLOGÍAS DE CONTROL COLEÓPTEROS XILÓFAGOS ASOCIADOS A MADERAS EN SERVICIO

Paola Luppichini y Renato Ripa

A. CONTROL FÍSICO DIRECTO

Este tipo de tratamiento incluye el reemplazo de la madera dañada, modificación del hábitat y tratamientos con corriente eléctrica o calor.

• 1. Reemplazo de la madera dañada.

El reemplazo o reparación de madera intensamente dañada por escarabajos xilófagos es frecuentemente la labor realizada después la detección de la infestación. Posterior al reemplazo y/o reparación de la pieza afectada es necesario pintar o barnizarla con el fin de prevenir una reinfestación.

• 2. Modificación de los niveles de humedad y otras condiciones ambientales.

Los escarabajos asociados a daños ocasionados a la madera en servicio (estructuras, viviendas, muebles, piezas ornamentales, etc.) son susceptibles al calor; fluctuaciones de temperaturas y falta de humedad.

Es así como los anóbidos no pueden establecerse en maderas con un contenido de humedad inferior al 15%.

• 3. Ventilación

Es una de las recomendaciones más efectivas, dado que disminuye la humedad de la madera provocando la mortalidad de los insectos que se alimentan de ella. Los espacios en los que la humedad es generalmente alta y se debe aumentar la ventilación son:

- Entre el piso y el suelo con el fin de retirar la humedad que proviene del subsuelo.

- En los entretechos, incorporando ventilaciones orientadas al viento dominante que arrastren la humedad hacia el exterior.
- Cocina y baño.
- Áreas en las que abundan plantas de interior.
- Recintos en que residen un alto número de personas

La calefacción central en las viviendas contribuye, por un lado, a apresurar el proceso de secado de la vivienda post construcción y a mantener los niveles de humedad por debajo de las necesidades de los insectos. Por otro lado, el control de la temperatura interior es constante.

• 4. Tratamiento con calor

El uso de calor ha sido empleado con éxito en el control de infestaciones de escarabajos xilófagos.

El método consiste en la aplicación controlada de aire caliente al interior de la construcción infestada (vivienda, estructura, etc).

La temperatura a la cual ocurre la mortalidad de los insectos es alrededor de los 50 °C, nivel que deberá mantenerse por un período de al menos 30 minutos. Al interior de la edificación se incorporan ventiladores que impulsan el aire con el fin de homogenizar la temperatura en todos los espacios. Es importante monitorear permanentemente la temperatura con sensores posicionados en áreas críticas, por ejemplo, al interior de piezas de madera atacadas por xilófagos más alejados de la fuente de calor. Este tratamiento requiere en general de un período de aplicación de 3 a 6 horas dependiendo del tamaño y naturaleza de las piezas atacadas, debiendo sellarse completamente la estructura a tratar. Cuanto menor es el contenido de humedad de la madera, mayor es el período de tiempo del tratamiento requerido (Ebeling 1978).

Este tratamiento causa la mortalidad de los escarabajos xilófagos en construcciones fuertemente infestadas, no obstante, no evita la reinfestación posterior, dado que no deja residuos que protejan la madera.

B. CONTROL QUÍMICO DIRECTO

El control químico convencional usado contra escarabajos xilófagos incluye:

- Fumigación (bromuro de metilo, fosfinas¹, fluoruro de sulfúril (Vikane), este último no disponible en Chile).

¹ Uso para el tratamiento de madera de embalaje y en servicio. La aceptación del uso de este tipo de tratamiento se encuentra actualmente en trámite. (Torelli 2004, com. pers.)

- Aspersión insecticidas tradicionales (clorpirifos) y alternativas menos tóxicas como aplicación de boratos, piretrina/silica aerogel y piretroides sintéticos.

1. Fumigación

Es considerado el método más efectivo de control para escarabajos xilófagos, sin embargo, la fumigación puede ser el método más costoso y no provee protección residual a la madera al igual que los tratamientos por calor.

De acuerdo a Ebeling (1978) la fumigación debe repetirse en aproximadamente un 10% de los casos cuando la infestación es causada por Lícidos.

La alta toxicidad de estos productos y el peligro que representa su manipulación y aplicación, requiere que sean aplicados por profesionales del área del Control de Plagas Urbanas con capacitación específica y certificación en el uso de fumigantes.

Dada la especificidad y la extensión requerida para cubrir adecuadamente esta metodología, no se aborda este tema en este manual.

2. Tratamiento superficial

Existen insecticidas etiquetados para uso en tratamiento de superficies de muebles o madera expuesta. Debido a que los adultos salen de las maderas atacadas y luego vuelven a introducirse en ellas, la aspersión o "aplicación con brocha" de los insecticidas sobre maderas infestadas crea una barrera que causa mortalidad de los adultos que caminan sobre ella.

Algunos productos disponibles se formulan como mezclas de insecticidas y barnices protectores como por ejemplo Xylamon y Xyladecor elaborados en base a Cyfluthrina, que muestran un prolongado efecto residual.

En un tratamiento superficial apropiado se debería lograr la penetración de los productos en la madera, no obstante, los residuos por lo general son únicamente superficiales. El tratamiento de maderas no terminadas es afectado eventualmente durante el procesamiento y/o cepillado de la pieza, lo que remueve el insecticida, perdiendo su protección.



5. TERMITAS

Renato Ripa y Paola Luppichini

Las termitas tienen un importante rol ecológico en la naturaleza, produciendo beneficios y daños en su interacción con el hombre. Constituyen, además, un valioso alimento para muchas especies, incluido el hombre. Nidos en la propiedad de un agricultor especialmente en áreas tropicales, pueden representar una importante fuente de proteínas para su familia y animales domésticos. Además pueden mejorar la fertilidad del suelo incrementando la producción agrícola debido a su rol en el reciclaje y aireado del suelo (Holt y Lepage 2000) de manera similar a las lombrices.

El origen evolutivo de las termitas está ligado a las cucarachas (Blattaria), que se alimentan de madera y mantis (Mantodea) en el período mesozoico (Nalepa y Bandi 2000)

Por otra parte el daño que causan es extenso, destruyendo o dañando cultivos agrícolas, forestales, represas que utilizan suelo, canales de riego, y especialmente las estructuras de madera, incluyendo patrimonios culturales y artísticos. En algunos países, el monto del daño excede al causado por desastres naturales e incendios.

De las cerca de 2600 especies descritas, sólo alrededor de 150 especies causan daños de importancia a las estructuras y únicamente la mitad de éstas es considerada como plagas graves (Abe et al 2000).

A. Características biológicas

Las termitas son insectos sociales ocasionalmente llamadas en algunos países hormigas blancas debido a algunas similitudes entre ambos grupos de insectos, sin embargo se observan varias diferencias, tales como:

- Las hormigas tienen metamorfosis completa (holometábola) pasan por el estado de huevo, larva activa, pupa (estado no activo) y adulto. La larva es totalmente diferente al adulto.
- En las termitas el estado de pupa está ausente dado que poseen una metamorfosis incompleta (hemimetábola). Las termitas que eclosionan de los huevos, y des-

de el primer estado larval se asemejan a un adulto alado pero carece de ojos y alas (Edwards y Mill 1986).

- Las hormigas poseen una unión muy delgada y estrecha entre el abdomen y tórax en comparación a termitas (Foto 22), las cuales no tienen una constricción entre tórax y abdomen (Foto 23).
- Los dos pares de alas de los adultos de termitas son de igual tamaño de donde se origina la denominación del orden Isoptera, del griego "Iso" igual y "ptera" ala (Foto 24). En hormigas las alas anteriores por lo general son de mayor tamaño que las posteriores. También las características de la venación de las alas es muy diferente entre ambos grupos.
- Otra importante diferencia de comportamiento entre ambos grupos de insectos es que el macho de la termita colabora en la formación inicial del nido y ambos sexos permanecen juntos durante todo el período de vida (Edwards y Mill 1986). En todos los otros grupos de insectos sociales el macho posee una vida muy breve, no vive con la hembra en la colonia y sólo la fertiliza antes de la fundación del nido.



Foto 22:

Obrera de termita (*Reticulitermes flavipes*)



Foto 23:

Hormiga *Pseudomyrmex lynseus*



Foto 24:

Adulto de *N. chilensis*, exhibiendo los dos pares de alas de igual tamaño

B. Colonias y Nidos

Las termitas viven en "colonias" constituidas por el grupo social completo y algunas especies construyen estructuras especializadas llamadas "nidos" (Edwards y Mill 1986) las cuales pueden estar ubicadas sobre o bajo el suelo, o en árboles. En Chile no se registran especies que construyan estas estructuras.

Para efectos prácticos, una "colonia" de termita subterránea puede ser definido como: un grupo de termitas que comparten lugares de forrajeo interconectados (Su y Scheffrahn 2000).

Como insectos sociales las termitas se caracterizan por formar colonias estructuradas en castas diferenciadas en la cual los individuos trabajan como grupo con el fin de abordar aspectos biológicos y ecológicos, lo que les permite lograr altos niveles de organización, cohesión, y cooperación interna, maximizando su eficiencia, asegurando el éxito biológico y ecológico de la colonia. Debido a estas características se las califica ocasionalmente como un "superorganismo".

Estas colonias, en algunas especies, pueden sobrepasar el millón o más de individuos. Cada miembro cumple una tarea específica y coordinada al interior de la colonia que contribuye al desarrollo de una sociedad vigorosa, adaptable, eficiente y productiva (Thorne 1998).

Todas las especies del Orden constituyen sociedades estructuradas en castas, con la presencia permanente de machos y hembras, que podrán o no reproducirse, dependiendo de la casta a la que deriven durante su desarrollo por presión de la sociedad (Camousseight 1999).

C. Castas

Las termitas tienen una metamorfosis gradual (incompleta), con un ciclo que incluye los siguientes estados: huevo (Foto 25), ninfa ("larva") y adulto. Actualmente no existe consenso en la definición del término "castas" y en la división y los estados por los cuales atraviesan las termitas. En general, en las colonias de termitas hay 4 castas las cuales tienen claras diferencias morfológicas y de las labores que realizan dentro de la colonia. Esta especialización de funciones asociada a formas está expresada y reflejada en un fenómeno característico para insectos sociales, que se denomina sistema de castas. Con el propósito de facilitar el estudio y manejo de termitas se describen las siguientes las castas:



Foto 25:
Huevos termita (*N. chilensis*)

- I. **Alados.** (= adultos, imagos, reproductores o sexuales primarios, Foto 27): es la casta de los reproductores, macho y hembra que dan origen a la reina y rey después del vuelo nupcial y luego fundan la nueva colonia. Se caracterizan por tener la cabeza casi esférica, ojos compuestos laterales acompañados de un ojo simple u ocelo; antenas moniliformes (Foto 28 y Figura 13) y armadura bucal de tipo masticador, con mandíbulas fuertemente esclerosadas. Tórax con sus tres segmentos casi iguales, con patas típicamente andadoras, alas generalmente el doble del largo del cuerpo, translúcidas, todas en la base con una zona de quiebre por donde se desprenden después del vuelo nupcial, previo a la cópula, que da inicio a la formación de la colonia.

En colonias establecidas, en la reina se produce el aumento de tamaño del abdomen producto de crecimiento del cuerpo adiposo y ovarios, estado que se denomina fisiogástrico (Foto 26).



Foto 26:
Diferentes castas y estadios de termita (*N. chilensis*), y reina fisiogástrica.



Foto 27:
Alado de termita (*N. chilensis*)



Foto 28:
Antena de obrera, *R. flavipes*

El macho, en todas las especies presentes en Chile, se diferencia de la hembra por poseer dos estiletes (apéndices) medianos en el extremo del abdomen, además de los cercos laterales, los cuales están presentes en ambos sexos (Edwards y Mill 1986). Por lo general la colonia continúa su desarrollo con una sola pareja.

La producción de alados y un vuelo nupcial ocurre cuando la colonia ha adquirido un cierto tamaño, generalmente después de varios años y variable de acuerdo a cada especie y las condiciones nutricionales y ambientales. Los vuelos nupciales y de dispersión ocurren en períodos específicos del año y en algunas especies se extiende por un tiempo prolongado.

Las colonias producen en forma sincronizada los alados y el proceso en cual salen es denominado enjambrazón. En el período previo, los alados se congregan en sectores altos en los trozos de madera o árboles y abandonan la colonia durante algunos días por lo general concentrando su salida en días de mayor calor y/o humedad. Otras especies utilizan las lluvias como señal para iniciar la enjambrazón.

La termita subterránea construye en esta época tubos de barro y fecas característicos, de sólo algunos milímetros de largo, con una abertura en su extremo por la cual emergen y emprenden el vuelo los alados (Foto 29) Cercano a estas aberturas también se congregan soldados que las vigilan.

La gran mayoría de estos adultos no logran establecer nuevas colonias, produciéndose una alta mortalidad debido a que:

- Fuera de la colonia la mayoría de los alados son frágiles
- No encuentran un ambiente adecuado,
- Depredación por hormigas, arañas, aves, en especial golondrinas.
- La fuerte competencia intraespecífica por lugares colonizables.



Foto 29:

Tubos de barro y fecas construídos
por termita subterránea, *Reticulitermes flavipes*

Una vez que ambos reproductores se encuentran, el macho camina detrás de la hembra, comportamiento denominado "tandem" (Foto 30). Ello generalmente ocurre cuando se han desprendido de las alas con un movimiento muy rápido.

Durante este período buscan un lugar adecuado y construyen una cámara nupcial, convirtiéndose en reina y rey, fundadores de la nueva colonia.

En general las termitas no son buenas voladoras y normalmente sólo se desplazan algunas decenas de metros (Foto 31).

Al inicio de una colonia la reina sólo es capaz de oviponer un reducido número de huevos (alrededor de 10), sin embargo, después de unos años la reina de algunas especies puede producir mil huevos diarios o más, como en especies tropicales y algunas subtropicales. La reina que funda una colonia tiene por lo general una gran longevidad llegando a vivir en algunos casos hasta 20 o más años al igual que el rey. La función de éste es fecundar a la reina, lo que hace en repetidas oportunidades, de acuerdo a la necesidad de fertilizar los huevos que pone la reina.



Foto 30:

Macho y hembra en formación en tandem.



Foto 31:

Acumulación de reproductores alados de termita subterránea en marco de ventana. Quintero.V Región.

2. **Obreras:** individuos sexualmente inmaduros y no reproductivos, que conservan durante toda su vida el aspecto correspondiente a las primeras etapas del desarrollo juvenil, que pueden ser macho o hembra (Foto 32). De coloración muy pálida, blanco amarillenta con sólo las mandíbulas pigmentadas y esclerosadas (Foto 33), que les otorga la dureza necesaria para triturar la madera. No poseen ojos o éstos están muy atrofiados, sin vestigios de alas (ápteros).



Foto 32:

Obrera termita chilena, *N. chilensis*



Foto 33:

Mandíbulas de obrera de termita subterránea, *R. flavipes*

Basado en la estricta definición de la casta "obrero", en muchas familias, por ejemplo Kalotermitidae, no están presentes. Sin embargo, son morfológica y funcionalmente reemplazadas por los "instares" llamados "pseudobreros" o "pseudoergates" (Thorne 1998; Edwards y Mill 1986), las cuales desarrollan la función de las obreras y tienen ontogenia abierta, pudiendo dar origen a otras castas o estados del desarrollo (a diferencia de obrera verdadera). Aparentemente todas las especies presentes en Chile no forman obreras verdaderas (Kreck 2004, com. pers). Debido a la función que realizan las pseudobreros en las especies de termitas presentes en Chile y con el fin de simplificar la terminología, se designó a esta casta con el término "obrero" en este texto.

Las tareas de las obreras (= pseudergates, ver abajo) son muy amplias: construir y mantener el nido, cuidar y alimentar a los juveniles, soldados, reina y rey, acicalar y limpiar las demás castas y protección de la colonia, entre otras funciones.

Las obreras verdaderas y pseudobreros requieren un largo período de desarrollo ya que en muchas especies pasan por varios "instares" y presentan una longevidad que alcanza hasta dos años o más. Grassé y Noirot (1955) mantuvieron obreras de *Macrotermes natalensis* en cautiverio por más de 18 meses. Gay y Calaby (1970) reportó para *Neotermes insularis* de Australia, incluyendo los sol-

dados por un período de hasta seis años en laboratorio. Esta longevidad también se observó en *Neotermes chilensis* y en *Reticulitermes flavipes* con los estudios de triple marcaje, liberación y captura, en que se recuperaron obreras teñidas 11 meses después de finalizado el estudio, confirmando la prolongada longevidad de estos insectos.

- 3. Soldados:** casta formada por individuos que alcanzan los primeros estadios del desarrollo juvenil pero que, en muchas especies, a diferencia de las pseudobreras, se hipertrofian las mandíbulas y la cabeza con el fin de alojar los músculos que accionan las mandíbulas, presentando una llamativa coloración oscura, por el depósito de esclerotina (Foto 34 y 35). Son ciegos, ápteros y no pueden alimentarse por sí mismos debido a la morfología de sus mandíbulas. Esta casta es característica del Orden Isoptera y su proporción en la colonia es menor a la de las obreras o pseudobreras. Sus funciones son básicamente defensivas, en especial de hormigas. Por esta razón en algunas especies de termitas los soldados se concentran en el perímetro del nido central y en aberturas hacia el exterior con el fin de proteger la colonia. En algunas especies los soldados poseen una prolongación tubular en la cabeza por la cual expelen una secreción tóxica y/o pegajosa.



Foto 34:

Soldado termita chilena, *N. chilensis*



Foto 35:

Soldados termita subterránea, *R. flavipes*

- 4. Reproductores Neoténicos** (= secundarios, terciarios sexuales suplementarios, o ergatoides): se refiere a termitas reproductoras, machos y hembras, que se desarrollan a partir de obreras, larvas o ninfas, generalmente en ausencia del rey o reina o de ambos. Pueden o no presentar alas vestigiales, correspondiendo a neoténicos braquípteros y neoténicos ápteros (o ergatoides) respectivamente (Foto 36). A diferencia de los reproductores alados, no se

dispersan. Por lo general son ligeramente más amarillentos que las obreras o sus precursores y menos pigmentadas que la reina y rey de misma especie (Krecek 2004 com. pers.).

Su fecundidad y longevidad es menor que la de los alados reproductores, sin embargo, pueden ser muy numerosos en las colonias, como por ejemplo en *Reticulitermes flavipes*, de modo que el impacto total en número de huevos y reproducción puede ser mayor que el de la reina, derivada de un alado. Son estas neoténicas las que incrementan la población en un corto período en las colonias de *Reticulitermes* (Thorne 1998), y aparentemente le confieren la capacidad reproductiva a las colonias satélites que se independizan de otra.



Foto 36:

Reproductor neoténico y obrera de *Reticulitermes flavipes*

- **Larva:** aunque el término larva no se debiera usar en termitas, es utilizado frecuentemente, para referirse a los estadios posteriores al huevo.
 - **Ninfa:** término normalmente reservado para mismos estadios de desarrollo (después de huevo), los cuales muestran alas vestigiales en los estadios más avanzados y son parecidos a los adultos.
- Ambos términos, larva y ninfa, son utilizados en el texto.

Sin embargo, en el orden Isoptera se presentan ambos tipos de ontogénesis:

- Línea que da origen a "obreras" sin alas vestigiales.
- Línea de ninfas con la formación gradual de alas vestigiales que eventualmente se originan a adultos alados.

D. Plasticidad y potencialidades del desarrollo de la colonia

Una de las características más sobresalientes de las termitas es la plasticidad en la génesis de individuos, su formación en las diferentes castas y sus estadios de desarrollo. Este proceso llamado "ontogénesis" se produce de acuerdo a:

- Las necesidades de la colonia,
- Grado de desarrollo de la colonia
- Disponibilidad energética (alimenticia).

La determinación de la proporción de cada casta que compone una colonia es mediada por mensajes bioquímicos (hormonas, feromonas, y posiblemente otros) producidos por los miembros de la colonia.

La proporción de las diferentes castas, en especial de soldados, son variables y representa una característica de géneros y especies de termitas (Krecek 2004 com. pers.).

E. Alimentación de las termitas

Las termitas requieren agua y celulosa para su desarrollo.

El aprovisionamiento de agua es una limitante de importancia en su desarrollo y sobrevivencia, requiriendo un cierto grado de humedad en la madera. Por ello, es más frecuente encontrarlas en regiones más húmedas, así como en maderas con mayor contenido de agua como, por ejemplo, los costados de edificaciones que reciben el impacto de la lluvia. Y en termita subterránea, en maderas en contacto con el suelo, como también en madera cercana a fuentes de agua (baño y cocina).

La cantidad agua que requieren es escasa utilizando en algunas oportunidades la acumulada por condensación, por ejemplo, en las cañerías de agua, vidrios en ventanas de madera, cubiertas de metal en techos (condensación nocturna) y las infiltraciones de agua de lluvia en las paredes y muros. En ocasiones se ha observado ataques de termitas de madera húmeda asociados a la construcción de elaboradas protecciones en torno a fuentes de agua, utilizando un material denominado "cartón" (Foto 37 a y b). Este material compuesto de fecas, fragmentos de madera no digeridos y saliva, también lo utilizan las termitas subterráneas, las que lo mezclan con suelo para llenar espacios, por ejemplo, dos entre piezas de madera y en árboles en los cuales llenan cavidades (Edwards y Mill 1986).

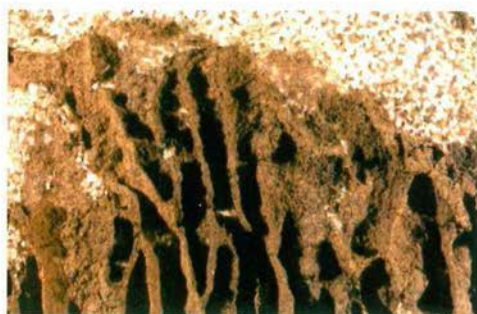


Foto 37:

Fabricación de "Cartón" por: (a) *P. quadricollis*, sobre poliestireno expandido para la captación de agua, Villarrica, IX Región. (b) *R. flavipes* en Aromo, Quillota, V Región.

Las termitas se alimentan casi exclusivamente de celulosa, principal componente de la madera. En la termita subterránea las obreras son las encargadas de la búsqueda de las fuentes de alimento, produciendo a veces daños importantes en otro tipo de materiales no celulósicos, como cables eléctricos, equipo electrónico, revestimientos decorativos, material aislante, etc. Construyen galerías o túneles (con fecas, suelo, saliva y trozos de madera) que suelen partir de forma radial desde la colonia y por donde circularan para llevar el alimento.

Pese a que las termitas son particularmente conocidas por su habilidad para consumir madera, causando daño en diferentes estructuras, se les puede encontrar, además, en el proceso de reciclaje de la celulosa en el suelo (Smith 2002).

La celulosa no puede ser utilizada directamente por las termitas en el proceso nutricional, ya que ellas no poseen en su intestino las enzimas necesarias para digerirla, salvo en termitas de la familia Termitidae, no presentes en Chile, las cuales sí poseen enzimas o se alimentan hongos que cultivan al interior de los nidos, sobre madera u hojas masticadas (Edwards y Mill 1986).

La celulosa es un polisacárido cuya estructura química es similar al almidón. A pesar de la similitud química de ambos compuestos, su digestión no puede ser realizada con enzimas para este compuesto.

Las enzimas que degradan la celulosa, se conocen genéricamente como "celulasas" y han sido encontradas, entre otros, en ciertas bacterias, en el tubo digestivo de moluscos y en numerosos insectos.

El valor nutricional de las fuentes de alimento parece ser muy importante para la fundación de la colonia por los alados, al igual que la selección de alimento por las obreras (Traniello y Leuthold 2000).

F. Los simbios de las termitas.

Las termitas presentan la particularidad biológica de ser hospederos de microorganismos en su tubo digestivo, los cuales participan directamente en el proceso nutricional de éstas. Las termitas tienen en el intestino posterior (panza proctodeal o rectal), una serie de microorganismos simbios específicos (protozoos flagelados, bacterias u hongos) que son los que producen las enzimas para digerir la celulosa. Sin estos simbios, las termitas mueren por inanición (Camousseight 1999).

Esta asociación simbiótica les permite no sólo atacar madera sino que también a los derivados de ésta, como papel, cartón, textiles y, en general, todo elemento que tenga entre sus componentes este polisacárido (Thorne 1998).

Cuando una termita consume madera, sus enzimas estomacales la rompen en partículas más pequeñas. Entonces los protozoarios (Foto 38) que habitan en el canal alimenticio del insecto descomponen estas nuevas partículas en elementos básicos como el hidrógeno, el dióxido de carbono y azúcares (glucosa). Las bacterias acetógenas, convierten el hidrógeno y el dióxido de carbono en acetato, una excelente fuente de energía para los microorganismos y la termita (Smith 2002).

Las termitas son, además, uno de los grandes productores de metano en el mundo, derivado de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en su tubo digestivo (Sugimoto et al 2000).

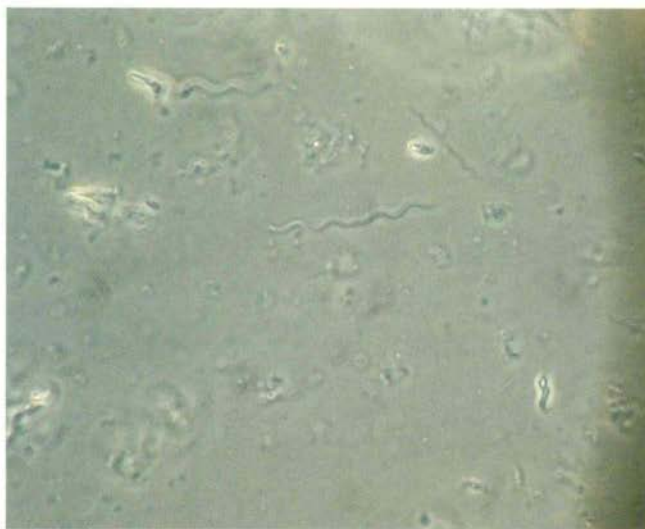


Foto 38:

Protozoarios simbios de termita subterránea, *Reticulitermes flavipes*

G. Trofalaxis.

Las obreras colectan el alimento y tienen la tarea de distribuir los nutrientes a todas las castas que no son capaces de alimentarse por sí mismos. Esta transferencia de material de un insecto a otro se denomina "trofalaxis". Ello ocurre de dos formas:

Alimentación estomodeal: el donante ofrece nutrientes desde el aparato bucal incluyendo fragmentos de madera y/o saliva. Larvas y ninfas jóvenes, reyes y reinas sólo reciben saliva, mientras que larvas y ninfas más desarrolladas reciben una mezcla de saliva y fragmentos de madera.

Alimentación proctodeal: obreras y soldados producen un fluido del ano, diferente a los pellets fecales, el que es embebido por otras termitas especialmente después de cada muda. Durante este proceso de la muda (Foto 39), la pared interior del proctodeo es descartada junto a su contenido debiendo reaprovisionarse de protozoos y probablemente de bacterias para digerir la madera (Foto 40) (Edwards y Mill 1986).

Las primeras larvas producidas por una pareja de reina y rey son alimentadas con saliva y alimento proctodeal hasta que éstas después de algunas mudas, pueden alimentarse por sí mismas (Edwards y Mill 1986).



Foto 39:

Termita en proceso de muda



Foto 40:

Alimentación proctodeal.

H. Comunicación y sistema neurosensorial.

A diferencia de la mayoría de los insectos, las termitas viven en la oscuridad razón, por la que la comunicación táctil y química juega un papel muy importante en su biología y comportamiento. Las feromonas sexuales y huellas olfativas, son

captados por las antenas y aparato bucal, esto es, palpos y otras piezas. También el gusto es captado por estas estructuras. Los receptores de humedad presentes en las antenas les permiten orientar las galerías a fuentes de agua, lo que explica la capacidad de ubicar e iniciar el ataque en los sectores más húmedos de las viviendas.

El forrajeo de alimento es un proceso colectivo en el cual grupos de individuos buscan en un patrón organizado nuevas fuentes de alimento y comunican su localización a otros miembros de la colonia, a través de una feromona (dodecatrienol en *Reticulitermes flavipes*) producida por la glándula esternal (Traniello y Leuthold 2000).

El acicalado es una de las formas más importantes de comunicación en la colonia. En el contacto químico y táctil emplean las mandíbulas y palpos y a la vez remueven partículas de suelo, bacterias, hongos y parásitos. Además a través de este comportamiento y de la trofalaxis, ocurre la transmisión de hormonas juveniles al interior de la colonia (Kaib 1999).

Los huevos recién colocados por las reinas están cubiertos por un líquido atractivo que las obreras beben, que contiene hormonas juveniles secretadas por la reina (Kaib 1999). Posteriormente las obreras limpian y cuidan los huevos en las cámaras. Las hormonas juveniles entre otras, regulan la proporción de las castas en la colonia.

Durante el raimiento en la madera, las obreras liberan saliva que genera la agregación de individuos en esta fuente de alimento (Kaib 1999).

Los mecanorreceptores, constituidos por sencilas especializadas responden a movimientos de aire, tacto y al parecer colaboran en la detección del stress de los materiales debido a que las termitas no continúan atacando y debilitando madera que está bajo estrés. Las termitas son muy sensibles a las corrientes de aire lo que se observa durante la revisión de estaciones de monitoreo, produciéndose la huida de las termitas producto de las corrientes al abrir la estación. Por esta razón las estaciones, en especial si se utilizan cebos, deben manipularse con delicadeza, con el fin de alterarlas lo menos posible.

6. CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE TERMITAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA PRESENTES EN CHILE

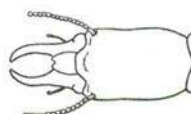
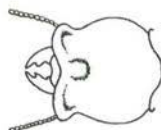
Jan Krecek

Las tres Claves de Isoptera de Chile indicadas a continuación están basadas

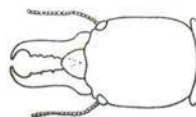
- (A) en la casta de soldados
- (B) de los imagos alados
- (C) las pseudobreras o ninfas

A. Soldados.

1. Cápsula cefálica incluyendo mandíbulas alargada, casi rectangular u oval en su forma, no cortada o truncada, sin rugosidad o cavidad frontal, ligeramente pigmentada, mandíbulas muy alargadas, vive en madera húmeda, soldados frecuentes 2
- Cápsula cefálica con mandíbulas muy cortas, cuboide, truncada y muy oscura, frente notablemente cóncava, su parte anterior muy rugosa, mandíbula muy corta, vive en madera seca, casi únicamente en viviendas, soldados muy poco frecuentes *Cryptotermes brevis*
2. Mandíbulas izquierda y derecha sin dientes marginales, en la misma base una protuberancia redonda en ambas mandíbulas; mandíbula izquierda notablemente de forma sinuosa y el labro es más largo que ancho en su base y se estrecha hacia ápice *Reticulitermes flavipes*
- Ambas mandíbulas con dentición marginal en la mayor parte de su largo, incluyendo la mitad distal. La mandíbula izquierda no es sinuosa y el labro es ancho 3

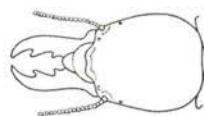


3. Cápsula cefálica sin considerar mandíbulas, casi del mismo ancho que largo, levemente ovoide, las mandíbulas no convexas en la base y color casi negro uniforme en todo el largo. Pronoto de contorno semicircular *Porotermes quadricollis*



- Cápsula cefálica (sin considerar mandíbulas) alargada, de contorno subrectangular. Ambas mandíbulas en la base son convexas lateralmente; base de mandíbula color castaño rojizo, parte distal de la mandíbula casi negra. Pronoto de contorno arriñonado 4

4. Cápsula cefálica robusta (~2,6 mm ancho), alta, mandíbulas muy convexas en la base, ojos notables, endémico de Chile continental. Mandíbulas en vista lateral son fuertemente curvadas arriba *Neotermes chilensis*



- Cápsula cefálica mediana en su tamaño (~1,6 mm ancho), ligeramente comprimida dorso-ventralmente, mandíbula levemente convexa, ojos no visibles, endémico exclusivo del Archipiélago de Juan Fernández e Isla de Pascua, ausente en el continente. Mandíbulas en vista lateral paralelas con la base de la cabeza *Kalotermes gracilignathus*

B. Imagos alados.

1. Coloración muy oscura, incluyendo cabeza, antenas, tórax, abdomen y fémur; ocelos muy chicos (~0.07mm de largo) y ojos compuestos muy separados de los ocelos. Pronoto evidentemente más estrecho que la cabeza y de forma acorazonada; la única especie verdaderamente subterránea, que construye túneles subterráneos o en la superficie y forrajea en busca de alimentación en diversos lugares. Dentición de mandíbulas ver en la clave obrera; especie introducida *Reticulitermes flavipes*

- Coloración castaño más claro, sin ocelos o si están presentes tienen diámetro cercano a 0.11 mm, y pueden estar o no adyacentes a los ojos compuestos. Pronoto aproximadamente del mismo ancho que la cabeza y casi rectangular o arriñonado en su contorno. Toda colonia

vive y se alimenta de "una pieza" de madera. Dentición diferente de la especie anterior (ver la clave obrera)2

2. Ocelos ausentes; cercos (los apéndices abdominales terminales laterales) son penta-articulados. Pronoto casi rectangular; colonias habitan madera muy húmeda, generalmente muy biodeteriorada (dampwood termites). Para dentición ver clave de obreras *Porotermes quadricollis*

- Ocelos presentes; cercos bi-articulados, pronoto reniforme; colonias que habitan madera seca o moderadamente húmeda, generalmente menos biodeteriorada, aun sólida. Para dentición caracteres ver la clave obrera 3

3. Las patas con arolia entre las garras terminales, pequeños ojos compuestos, casi triangulares, pequeños ocelos distantes de los ojos; para dentición ver clave obrera *Kalotermes gracilignathus*

- Las patas sin arolia entre las garras terminales, ojos compuestos de tamaño mediano, ocelos relativamente grandes y cercanos a los ojos, para dentición ver la clave obrera 4

4. Imago grande, cabeza con ojos ~1.8 mm ancho, para dentición ver clave obrera *Neotermes chilensis*

- Imago tamaño mediano, cabeza con ojos ~1.2 mm ancho como su máximo; alas ligeramente iridiscentes. Para dentición ver la clave obrera *Cryptotermes brevis*

C. Pseudoobreras ("obreras") basado principalmente en la dentición de las mandíbulas, válido también para los imagos.

1. La forma del tercer diente (incluyendo el apical) de la mandíbula izquierda es claramente cónica alargada (triangular agudo) con lados iguales. Los primeros tres dientes completos ocupan aproximadamente 1/3 del largo interno de la mandíbula; los primeros tres dientes en la mandíbula izquierda son casi iguales en su tamaño, casi paralelos e igualmente distantes uno del otro; entre las

bases del primer y segundo diente de la mandíbula derecha esta un pequeño diente llamado subsidiario. Pronoto más estrecho que la cabeza y de forma trapezoidal *Reticulitermes flavipes*

- El tercer diente de la mandíbula izquierda tiene una forma que cónica alargada; tres primeros dientes ocupan aproximadamente 1/2 del lado interno de mandíbula y son notablemente diferentes entre ellos, no son paralelos. Pronoto es casi del mismo ancho de la cabeza, y de forma semicircular o arriñonado 2
- 2. El tercer diente de la mandíbula izquierda está poco definido, muy ancho, 1/3 más corto que el segundo y pegado a este, su margen anterior es muy corto mientras el margen posterior es aproximadamente 5 veces más largo que su lado anterior; en la mandíbula derecha, entre el primer (apical) y segundo diente pequeño, pero bien definido se encuentra un diente adicional llamado subsidiario. Pronoto de forma semicircular *Porotermes quadricollis*
- El tercer diente de la mandíbula izquierda es bien definido, de perfil muy similar al anterior; la mandíbula derecha no presenta diente adicional (subsidiario) diente entre los dos primeros. Pronoto arriñonado 3
- 3. El tercer diente de la mandíbula izquierda tiene el margen anterior 2 veces más largo que su margen posterior, y también comparando con el margen posterior del segundo diente *Cryptotermes brevis*
- El margen anterior del tercer diente en la mandíbula izquierda es casi igual a su margen posterior y al margen posterior del segundo diente 4
- 4. Especie robusta, ancho de la cabeza ~0.20 mm; endémico exclusivo de Chile continental *Neotermes chilensis*
- Especie de tamaño mediano; ancho de la cabeza ~0.15 mm; endémico del Archipiélago Juan Fernández, e Isla de Pascua, ausente en el continente *Kalotermes gracilignathus*

7. ESPECIES DE TERMITAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA PRESENTES EN CHILE

Renato Ripa y Paola Luppichini

A nivel mundial, 183 especies de termitas se encuentran asociadas al daño en construcciones y 83 producen daño significativo. El 80 % de las especies económicamente importantes (147) son termitas subterráneas (Su y Scheffrahn 2000).

Hasta hace unos años en Chile existían sólo dos familias de termitas, Kalotermitidae y Termopsidae, agregándose con la introducción de la termita subterránea, la familia Rhinotermitidae.

Actualmente de las 5 especies presentes en Chile, 4 de ellas presentan importancia económica relacionada con el daño que causan tanto en viviendas, muebles y árboles (ornamentales, frutales, entre otros), estas son: *Reticulitermes flavipes*, *Cryptotermes brevis*, *Neotermes chilensis* y *Porotermes quadricollis*. La quinta especie, presente únicamente en las Islas Juan Fernández e Isla de Pascua, *Kalotermes gracilignathus*, presentaría una importancia económica menor (Krecek com. per. 2004).

Las termitas que causan daño a las estructuras pueden clasificarse en tres grandes grupos basados en sus hábitos de alimentación y nidificación: termitas de madera húmeda, termitas de madera seca y termitas subterráneas.

- Las termitas de madera seca, pueden sobrevivir en condiciones de muy baja humedad, incluso en maderas en el desierto. Ellas no requieren contacto directo con fuentes de humedad y no realizan conexiones con el suelo. Pertenecen a este grupo *Cryptotermes brevis* y *Neotermes chilensis*. Con el fin de sobrevivir en las condiciones de carencia de agua, las termitas de madera seca desarrollaron almohadillas rectales muy elaboradas que absorben el agua de las fecas antes de expelerlas, estas almohadillas no están presentes en las termitas subterráneas dado que estas acceden a fuentes de agua en el suelo.
- Las termitas de madera húmeda, en general se encuentran en regiones frías y de bosques húmedos, en diferentes zonas del mundo, alimentándose de árboles vivos o muertos. El interior de las galerías está parcialmente cubierta con materia fecal (Edwards y Mill 1986). En nuestro país pertenecen a este grupo *Porotermes quadricollis* (Jan Krecek 2004 com. pers.).

Ambos grupos de termitas construyen sus nidos en los mismos trozos y estructuras de madera que constituyen su fuente de alimentación. Una vez que toda la madera disponible y adecuada es consumida, la colonia de termitas de madera húmeda y/o de madera seca, declina en su actividad, produciendo un último grupo de alados o la colonia eventualmente muere siendo incapaces de moverse a una nueva fuente de alimento.

El tercer grupo incluye a las termitas subterráneas, en las que los sitios de alimentación y "nidificación" están separados, pero conectados a través de un sistema de galerías subterráneas. Las termitas subterráneas mantienen un territorio de forrajeo pudiendo utilizar varias fuentes de alimento simultáneamente. Este grupo a su vez, puede subdividirse de acuerdo al comportamiento de nidificación. Algunas especies tienen un sistema de construcción de galerías en el suelo o en maderas en desuso; otras en cambio construyen nidos constituidos por grandes montículos de suelo y fecas en la superficie del suelo o en árboles.

A. Termitas de madera seca

I. Nombre común: Termita de los muebles

Nombre científico: *Cryptotermes brevis* (Walker).

Orden: Isoptera

Familia: Kalotermitidae

Distribución

Cryptotermes brevis (Walker), es la especie de más amplia distribución en el mundo, ha sido encontrada en Asia, África, Australia, y en toda América (Potter 1997) (Foto 41). Su distribución mundial muestra que se ubica principalmente en países costeros (Edwards y Mill 1986). Posiblemente originaria de las Indias Occidentales, Centro y Sudamérica, se ha distribuido ampliamente (Artigas 1994).

En Chile, esta especie se encuentra distribuida entre la Primera y Quinta regiones (Artigas 1994), incrementando su ataque en las ciudades cercanas a la costa y atenuando hacia las zonas del interior. Esto coincide con lo indicado por Edwards y Mill (1986) dado que requiere un contenido mayor de humedad en la madera. Fue introducida a la Isla de Pascua y Juan Fernández.



Foto 41:
Obreras, adultos y soldado de *C. brevis*

Características de las castas:

Las obreras (Figura 14), son de tamaño pequeño, cuerpo alargado, color blanco a crema, de hasta 5 mm de largo (Foto 42). Viven en madera seca, no tienen hábitos subterráneos.

Los adultos alados (Figura 15) son de color marrón claro con la cabeza color castaño, sin fontanela, con ocelos (Foto 43), presentan alas iridiscentes (tornasol), miden entre 10 y 12 mm (Foto 44) y su cuerpo es blando. Su período de vuelo (enjambrazón), se produce entre la primera y segunda quincena de diciembre, donde se observa el vuelo crepuscular de individuos alados. Estos vuelos ocurren al interior de las viviendas y en muchas ocasiones en los entretechos, lugar en el cual no es detectado.



Foto 42:
Obrera de *C. brevis*

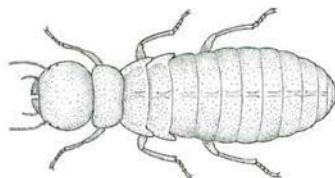


Figura 14:
Obrera de *C. brevis*



Foto 43:
Alado de *C. brevis*



Figura 15:
Alado de *C. brevis*



Foto 44:
Acumulación de alas de *C. brevis*
en entretecho. Valparaíso. V Región

Época de vuelo:
Termita madera de los muebles, *C. brevis*

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Los soldados (Figura 16) son muy escasos y de color crema pálido de 4 a 6 milímetros de largo y con la cabeza achatada (fragmótica) y oscura y mandíbulas relativamente pequeñas (Fotos 45 y 46).



Foto 45:
Soldado de *C. brevis*



Foto 46:
Cabeza de soldado *C. brevis*

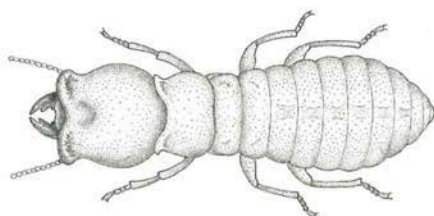


Figura 16:
Soldado de *C. brevis*.

Ciclo de vida:

Las colonias son similares a otras termitas, integradas por de un número limitado de individuos, coexistiendo múltiples colonias en un trozo de madera. Los individuos alados, reproductores, se desarrollan desde colonias. Estos vuelos o enjambrazones pueden ocurrir durante el día o la noche a fines de primavera y comienzos de verano (hemisferio sur).

Se ha observado en la especie *Cryptotermes brevis* (Walker), que la pareja fundadora alada, elige la madera que servirá para establecer la colonia de acuerdo con ciertas características que les son necesarias como, madurez de la madera, humedad, espesor, ausencia de productos químicos como impregnante o pintura repelente (Artigas 1994). Una vez que pierden las alas, inician la construcción de una pequeña cámara en la que se aparean y luego colocan 2 a 5 huevos pequeños, color blanco brillante (Foto 47), los que la pareja cuida y mantiene limpios y libre de hongos, la incubación demora 75 a 81 días en laboratorio. Al término del primer año se han incorporado a la pareja fundadora sólo 3 a 4 individuos y aún no se ha producido ningún soldado, mostrando el lento crecimiento poblacional de esta especie (Edwards y Mill 1986).

En invierno la oviposición de *Cryptotermes brevis* (Walker), se detiene, en algunos casos hasta 5 meses, luego la colonia reanuda el crecimiento. Las nodrizas alimentan por regurgitación (alimentación estomodeal) a las ninfas en sus dos primeros estadios y a los soldados durante toda la vida de éstos. Una colonia adulta o madura llega a tener alrededor de 300 individuos en proporción de 1 soldado por cada 45 de las otras castas (Artigas 1994), aunque observaciones realizadas en Valparaíso mostraron un número cercano a un soldado por cada 200 obreras.



Foto 47:
Reina y huevos de *C. brevis*

Impacto económico

Dentro de las especies de esta familia (Kalotermitidae), *Cryptotermes brevis* (Walker) es considerada una de las termitas más destructivas a nivel mundial, causando considerable daño económico en maderas en las áreas donde se ha llegado a establecer (Peters 1996).

El impacto económico de las termitas de madera seca y su control, varía entre un 5 y un 20% del total de US\$ 1.5 billones utilizados anualmente en Estados Unidos en el control de insectos que destruyen la madera. En California los tratamientos más frecuentes contra estas termitas incluyen: químicos localizados sobre 70% del mercado, fumigaciones y otros métodos no químicos 20 y 10 % del mercado, respectivamente (Lewis et al 1996; Scheffran et al 1997).

En nuestro país, no existen estudios que muestren el impacto económico de esta especie de termita. Sin embargo, es necesario destacar que se han encontrado severos daños en construcciones de 5 a más de 20 años de antigüedad, lo cual confirma que estos insectos se encuentran en plena actividad, lo que es un índice de la urgente necesidad de su control (Artigas 1994).

Daño de gran magnitud por *Cryptotermes brevis* se observa desde la V Región al norte. Uno de los sectores más atacados corresponde al plan de Valparaíso, en el cual varios edificios declarados monumentos nacionales se encuentran muy afectados. Los análisis del costo de reparación del daño de esta especie es complejo, sin embargo, en aquellos casos en que se ha efectuado la reparación, como por ejemplo en el Museo Baburizza, las cifras son alarmantes (Fotos 48 y 49).



Foto 48:

Daño de *C. brevis* en pared de álamo Museo Baburizza. Valparaíso. V Región.



Foto 49:

Vista exterior Museo Baburizza. Valparaíso.

Daño

A diferencia de las termitas subterráneas, las colonias de termitas de los muebles (de madera seca) usualmente son pequeñas, conteniendo tal vez unos cientos de individuos (Potter 1997). La mayoría de las especies de termitas de madera seca sólo infestan árboles, sin embargo, *Cryptotermes brevis* no ha sido reportada de árboles (Krecek 2000, com. pers.).

Sólo en dos casos se observó a esta especie en árboles, el primero en un árbol muerto, posiblemente retamo, en el jardín de una edificación muy dañada por la plaga en Valparaíso y el segundo en Copiapó, III Región, en un parronal Thompson Seedless plantado en 1952 actualmente en producción, en el cual alrededor del 1 a 2% de las vides mostraron un intenso daño de esta especie, sin causar la muerte de las plantas (Foto 50).



Foto 50:

Planta vid atacada por *C. brevis*, Copiapó, III Región.

El daño causado en la madera por estas termitas es difícil de detectar a simple vista pues la o las colonias están en el interior de la madera y sólo son detectadas debido a la presencia de pequeños montículos de fecas similares al aserrín, evacuados desde pequeños orificios, característicos del ataque de esta especie (Foto 51) (Edward y Mill 1986; Shelton et al 2000). Las numerosas galerías dentro de las estructuras atacadas están interconectadas y construidas en varias direcciones. La superficie de estas galerías es relativamente limpia y lisa, y no contiene suelo en ellas (Foto 52). Debido a la delgada capa de madera que cubre la galería hacia el exterior, producto del daño de la termita de los muebles, con frecuencia esta capa se desprende y quedan abiertas amplias zonas hacia el exterior, creando un aspecto de gran deterioro.

Ataca preferentemente el álamo utilizado en el entablado del cielo y emparrillado para recibir cemento o adobe de muros de edificaciones antiguas.

También ataca roble (Foto 53 y 54), pino insigne y, en menor intensidad, el pino Oregón. En este último por lo general daña hasta una profundidad de 1 cm, probablemente por la pérdida en este sector de compuestos que protegen la madera de esta especie.

La intensidad del ataque de *Cryptotermes brevis* tiende a aumentar a medida que se sube en altura en la edificación. Es así como frecuentemente los últimos pisos y entretechos son los sectores que presentan mayor intensidad de ataque. Los entretechos y otros ambientes muestran generalmente alas adheridas a muros, pisos y vigas, preferentemente sobre telas de araña. La densidad de alas presentes es probablemente función entre otros, de la acumulación a través de años y la intensidad del ataque. A su vez la producción y disponibilidad de adultos estimularía el aumento de la densidad de arañas, de sus telas y, por consiguiente, la cantidad de alas adheridas y en cierta medida el control biológico de los alados.

Producto de intensos ataques durante muchos años ha ocurrido el desplome de algunas áreas en edificaciones (Foto 57), en especial sectores del techo sujetos a vigas (Foto 55), balcones sujetos en madera, adornos, exteriores (Foto 56), etc.



Foto 51:

Acumulación de fecas de *C. brevis* expulsadas de las galerías.
Iglesia La Matriz (MN), Valparaíso. V Región.



Foto 52:

Daño de *C. brevis* en ventana, Iglesia La Matriz (MN), Valparaíso. V Región.

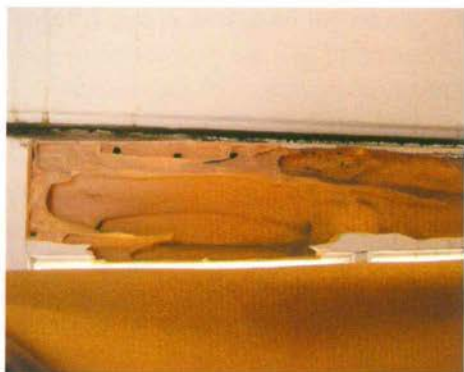


Foto 53:
Viga de roble dañada por *C. brevis*



Foto 54:
Galerías de *C. brevis* en madera de roble



Foto 55:
Vigas entretecho con daño por *C. brevis*, Valparaíso, V Región.



Foto 56:
Vivienda atacada por *C. brevis*,
Alcones, III Región.



Foto 57:
Desprendimiento de balcón por
daño de *C. brevis*, Ovalle, IV Región

2. Nombre común: Termita de la madera seca / Termita Chilena
Nombre científico: *Neotermes chilensis* (Blanchard).
Orden: Isoptera
Familia: Kalotermitidae

Distribución

Llamada también "Termite chileno", es una especie nativa, se encuentra entre la III a V Regiones (Artigas 1994; Peña 1988).

Biología

Se establecen en el interior de madera en galerías, formando amplios espacios limpios. Se les puede encontrar, además, atacando maderas con una humedad moderada tanto en edificaciones como en árboles nativos. En estos últimos la colonia puede continuar desarrollándose hacia la parte alta del árbol, si éste tiene partes secas y/o muertas, y en raíces.

Los adultos alados (Figura 17) miden 17 - 22 mm de largo, son de color pardo claro (Foto 58). Los soldados (Figura 19) poseen una cabeza grande, abultada y aplanada en la región frontal, color pardo castaño (Foto 59). En esta familia de termitas no existen las obreras verdaderas, son las "pseudobreras" las que realizan el trabajo de las obreras, de otras familias (Edwards y Mill 1986). Las obreras (Figura 18) son de color blanco amarillento y miden entre 10 y 12 mm (Foto 60).

Se ha observado que las obreras, reinas y especialmente los soldados aumentan considerablemente el tamaño de sus abdómenes después de una lluvia, sugiriendo que acumulan agua de esta forma. Esto se observó en la localidad de Cerro Negro, Ovalle, IV Región, en colonias de termitas en espinos *Acacia cavens*, litre *Lithraea caustica*, guayacán *Porlieria chilensis*, alcaparra *Cassia arnottiana*, ñipas y quiscos. En ellas se encontró una reina fisiogástrica en cada colonia, abundantes huevos y ninfas, probablemente producto del estímulo generado por la disponibilidad de agua producto de las lluvias invernales.

El período de vuelo (enjambrazón) de esta especie, ocurre de acuerdo a González (1989), desde mediados de diciembre hasta febrero especialmente en las horas crepusculares y nocturnas, sin embargo, en la V Región se ha observado que la enjambrazón ocurre preferentemente en marzo, continuando en menor escala hasta abril. Los días de mayor calor presentan los vuelos más intensos.



Foto 58:
Alado de *N. chilensis*



Figura 17:
Alado de *N. chilensis*



Foto 59:
Obreras y soldado de *N. chilensis*

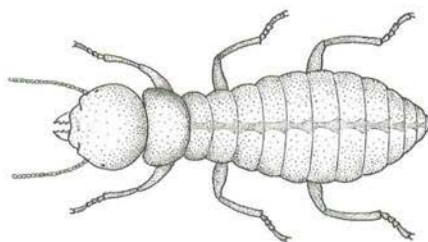


Figura 18:
Obrera de *N. chilensis*



Foto 60:
Soldado de *N. chilensis*

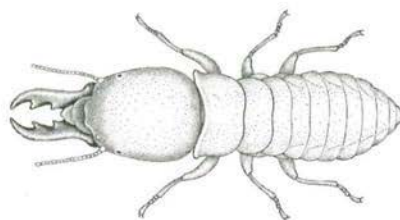


Figura 19:
Soldado de *N. chilensis*

Su hábitat natural son ramas secas de: espino, *Acacia cavens*; molle, *Schinus latifolius*, tallos florales secos de chagual, *Puya chilensis*; quillay, *Quillaja saponaria*; Romerillo; Ñipa, *Escallonia illinita*; K. Prest.; Grossulariaceae; quisco, *Trichocerus chilensis*.

Control biológico

Se ha observado que la termita madera seca *Neotermes chilensis* es depredada por la hormiga arborícola *Pseudomyrmex lynseus* (Det. Luis Torrelli, ver foto 23), especie que establece sus colonias en galerías vacantes de esta termita en espino (*Acacia cavens*). También arañas que construyen telas depredan frecuentemente alados de *Neotermes chilensis* (Foto 61)



Foto 61:

Alados de *N. chilensis* depredados por araña. La Cruz

Época de vuelo:

Termita madera seca, *Neotermes chilensis*

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Ciclo de vida

El inicio de una colonia es a través de una pareja fundadora alada (rey y reina) que durante la enjambrazón abandona la colonia. La pareja elige la ubicación para establecerse de acuerdo con ciertas características de la madera como: madurez y humedad. Se ha observado parejas en el interior de grietas en la madera, en las cuales excavan una pequeña cámara y posteriormente sellan la entrada con fragmentos de madera y material fecal líquido.

Impacto Económico y daño.

La especie *Neotermes chilensis* (Blanchard) es cuarentenaria para estados Unidos. Su presencia ha sido detectada en embarques de cebollas, duraznos, melones, peras y uvas, de exportación. Estos insectos en estado adulto alado, son atraídos por la luz, por lo que pueden contaminar embarques durante las faenas de embalaje.

Esta especie es muy frecuente en maderas de edificaciones sobre 10 años, en especial en marcos de ventanas, orientadas hacia el mar en ciudades costeras, en vigas, tapacanes, aleros, puertas, marcos de ventanas y puertas, dinteles, etc. Ataca varias especies de madera, como pino insigne, álamo, roble, etc. (Foto 62). En viviendas de adobe daña las vigas ubicadas sobre las aberturas de puertas y ventanas, causando un serio debilitamiento de la estructura.

Generalmente se detecta el daño de esta especie gracias a la acumulación de fecas (Foto 63), expulsadas desde las galerías hacia el exterior, las que se acumulan en marcos de ventanas, muebles y piso. El examen del daño muestra galerías parcialmente llenas de fecas. Estas últimas son de mayor tamaño que las de *Cryptotermes brevis*, lo cual asiste en la determinación de la especie.



Foto 62:

Daño de *N. chilensis* en molle.

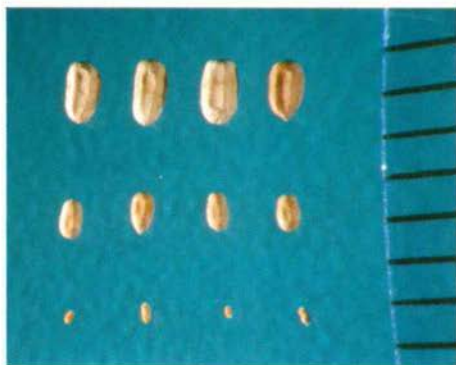


Foto 63:

Fecas de *N. chilensis* arriba, *C. brevis* centro y Anobidae abajo. Barra = 1 mm

La progresión del daño de esta especie en una pieza de madera es en general lento, requiriéndose varios años para provocar un daño importante. Consecuentemente edificaciones con un grave daño son el resultado de un ataque acumulativo no manejado durante muchos años (Foto 64).

El cálculo del daño económico total en Chile a la fecha de acuerdo a Ripa y Smith (2000) alcanza a \$70.000.000 US.



Foto 64:

Daño de *N. chilensis*, en puerta, La Dormida, V Región.

B. Termitas de madera húmeda

Nombre común: Termita de madera húmeda.

Nombre científico: *Porotermes quadricollis* (Rambur)

Orden: Isoptera

Familia: Termopsidae

Distribución

Dentro de las termitas de madera húmeda, en Chile la especie *Porotermes quadricollis* (Rambur), es la de más amplia distribución, se encuentra entre la V y XI región, (Artigas 1994; Camousseight 1999) alcanzando hasta Magallanes de acuerdo a Eggleton (2000), sin embargo, en la V Región solo se ha observado en tocones muy húmedos.

Biología

Este grupo de termitas infesta maderas con un elevado contenido de humedad. Las colonias se encuentran en el interior de la madera y no requiere estar en contacto con el suelo, sin embargo, muchas veces se las encuentra en trocos caídos y biodegradados. Las termitas de madera húmeda se encuentran en tocones, árboles muertos y en maderas afectadas por hongos y muy húmedas. La infestación en estructuras normalmente ocurre cuando la madera está en contacto con el suelo o en áreas húmedas por causa de filtraciones. Estructuras, postes, maderas apiladas expuestas a la humedad del suelo y a la intemperie son objeto de ataque de estos insectos (Potter 1997).

En ambientes húmedos, hacen galerías de mayor tamaño que otras especies de termitas, consumiendo la madera, expulsando gran parte de las fecas hacia el exterior:

Las obreras de *Porotermes quadricollis* (Rambur), son insectos alargados (Figura 20), color claro, ligeramente aplastados, con cabeza castaño claro (Foto 65). Se distingue de otras termitas por la cabeza pequeña de las obreras, sin ocelos, ojos bien desarrollados ubicados detrás de la fosa antenal.

El cuerpo de los alados mide hasta 9 mm y cada ala hasta 20 mm de largo (Figura 21), son de color castaño a anaranjado (Foto 66). El período de vuelo (enjambrazón) de esta especie, varía de acuerdo a la Región en que se encuentre, de esta manera en la VIII Región se pueden observar vuelos crepusculares de individuos alados (color marrón anaranjado) desde noviembre hasta febrero y algunos años se han observado volando en el mes de abril (Artigas 1994).



Foto 65:
Obreras de *P. quadricollis*

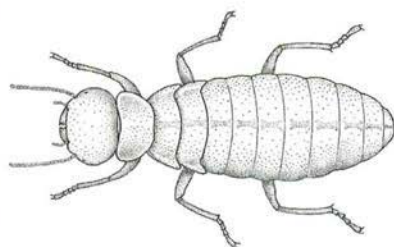


Figura 20:
Obrera de *P. quadricollis*



Foto 66:
Alado de *P. quadricollis*



Figura 21:
Alado de *P. quadricollis*

Época de vuelo:
Termita madera húmeda, *Porotermes quadricollis*

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

En los soldados (Figura 22) la cabeza es dorso ventralmente aplastada, mandíbulas fuertes con los ápices curvados hacia la línea media (Fotos 67 y 68).



Foto 67:
Soldado de *P. quadricollis*



Foto 68:
Cabeza soldado de *P. quadricollis*

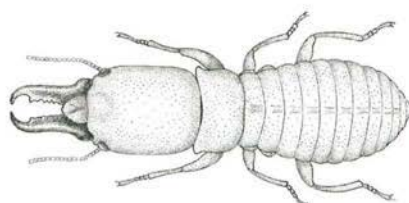


Figura 22:
Soldado de *P. quadricollis*

Ciclo de vida

La reproducción se produce en lugares con alta humedad, en cuyo interior hay galerías y celdas que corresponden a un patrón típico de la especie *Porotermes quadricollis* (Rambur).

Los alados reproductores, antes de copular, pierden las alas, la pareja entra en una grieta en la madera e inician la vida reproductiva, para lo cual construyen una pequeña galería.

La actividad ovárica de las reinas se divide en 2 períodos, el primero dura 25 días, en este se produce el depósito del 70 a 80% de la postura total. Las posturas son de 1 a 3 huevos por día.

Los huevos (Foto 69) son cuidados permanentemente por el macho y la hembra, manteniéndolos limpios y con la humedad adecuada. A los 45 días eclosionan las larvas.

Las larvas son alimentadas por regurgitación por las obreras. En las colonias recién fundadas, a partir de la ninfa de tercer estadio, se diferencian algunos soldados (Artigas 1994).



Foto 69.
Huevos de *P. quadricollis*

Daño e Impacto Económico

De acuerdo a Artigas, (1994) esta termita se encuentra normalmente asociada a bosques, construcciones antiguas especialmente en marcos de puertas, ventanas, madera en paredes y vigas en un ambiente húmedo. Destruye postes, soportes de casa y galpones, madera abandonada en lugares húmedos. Estas termitas hacen galerías de mayor tamaño consumiendo la madera, expulsando gran parte de las fecas hacia el exterior; dejándolas relativamente limpias y no se observa el traslado de suelo. Es muy útil al consumir tocones de pino después de la cosecha de los bosques (Fotos 70 y 71), lo que hace innecesario el destronque (Camousseight 1999; Potter 1997).

Normalmente el daño no es visible, excepto cuando las paredes colapsan y se observan las extensas galerías en la madera. Cuando el ataque es severo se puede observar gran cantidad de fecas cercanas al lugar atacado.

En Chile no hay estudios respecto al daño económico asociado a esta especie de termita.



Foto 70.

Tocón de pino insigne (*Pinus radiata*) en plantación. Purén, IX Región.



Foto 71.

Tocón de pino insigne (*Pinus radiata*) consumido por *P. quadricollis*. Purén, IX Región

3. Termita subterránea

Nombre común: Termita subterránea.

Nombre científico: *Reticulitermes flavipes* (Kollar)

Orden: Isoptera

Familia: Rhinotermitidae

Con el establecimiento de esta especie en Chile, el escenario ha cambiado drásticamente ya que mantiene gran parte de su colonia bajo el suelo, característica de donde deriva su nombre común de "termita subterránea" (INFOR, 1997). Este hábito hace que sea de difícil control pues en las colonias se encuentran los machos y hembras responsables de la reproducción y diseminación de la especie, además de los huevos y estados inmaduros.

El tamaño de las colonias varía según la especie, la edad, las condiciones (tipo de suelo, disponibilidad agua, alimento y su calidad) y el vigor de ésta, alcanzando algunas más de un millón de individuos en una misma colonia.

1. Distribución

Las termitas subterráneas tienen una amplia distribución a nivel mundial, es así, que se encuentran distribuidas en los 5 continentes incluida Australia.

En Chile, la primera detección de termitas subterráneas del género *Reticulitermes* sp., se reportó a fines de los ochenta (1986), en la Región Metropolitana. Actualmente se encuentra distribuida, además, en gran parte de la V Región y en una localidad de la VI Región. En la V Región se han detectado 56 focos.

Esta especie ingresó a nuestro país probablemente desde la costa este de Estados Unidos (N-Y Su 2004 com. pers.). A diferencia de las demás especies de termitas esta especie ataca el pino Oregón, el cual se importó por barco en grandes volúmenes a nuestro país desde Estados Unidos, siendo también el material en el cual se transportó esta especie desde Estados Unidos a Hamburgo a fines de la década de 1930 (Pearce 1999). Considerando su actual distribución, el tamaño de los focos en especial en Santiago y Valparaíso y la tasa de crecimiento de las colonias, se estima que ingresó alrededor de la década del 50.

Las termitas pueden ser transportadas desde un territorio a otro en madera, partes de madera de barcos (se han reportado barcos con colonias de termitas subterráneas), durmientes, plantas ornamentales, suelo y muebles.

2. Biología

Estos insectos se caracterizan por ser de tamaño pequeño a mediano (4 a 5 mm), presentan el cuerpo alargado.

Por lo general, las hembras oviponen en forma aislada, es decir, no depositan los huevos en grupos (Foto 72). Una vez que eclosa la larva del huevo, las obreras la alimentan por un período de tiempo. Por sucesivas mudas se produce la diferenciación que dará origen a: obreras (Foto 73, Figura 23), soldados (Foto 74, Figura 24) e individuos alados (Foto 75, Figura 25). Este período de desarrollo puede durar 2 a 4 meses o más, dependiendo de diversos factores como disponibilidad de alimento, temperatura y vigor de la colonia. Los ejemplares reproductivos, alados, abandonan la colonia durante la época de vuelo para formar eventualmente nuevas colonias.

Cuando un par de ejemplares alados han perdido sus alas y encontrado un ambiente propicio, éstos cavan una pequeña cámara donde se aparean, luego la hembra deposita un número reducido de huevos, siendo la responsabilidad del cuidado de éstos, del macho y la reina, y de los primeros ejemplares vivos, posteriormente el cuidado y alimentación de las larvas pasa a ser la labor de las obreras (Thorne 1998).



Foto 72.

Huevos de *Reticulitermes flavipes*



Foto 73.

Obrera de *Reticulitermes flavipes*

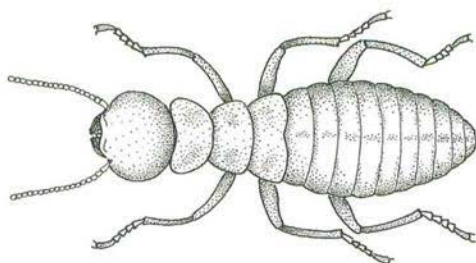


Figura 23:
Obrera de *Reticulitermes flavipes*



Foto 74:
Soldado de *Reticulitermes flavipes*

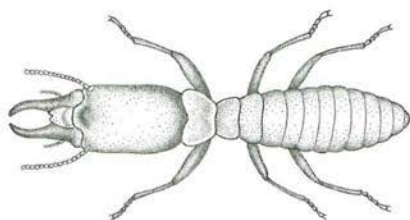


Figura 24:
Soldado de *Reticulitermes flavipes*

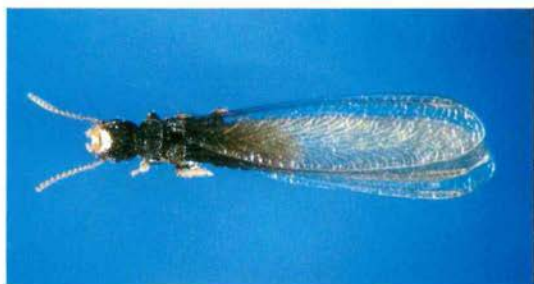


Foto 75.
Alado de *Reticulitermes flavipes*

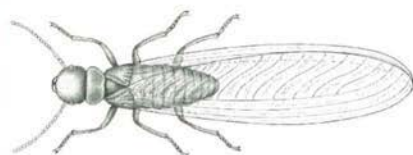


Figura 25:
Alado de *Reticulitermes flavipes*

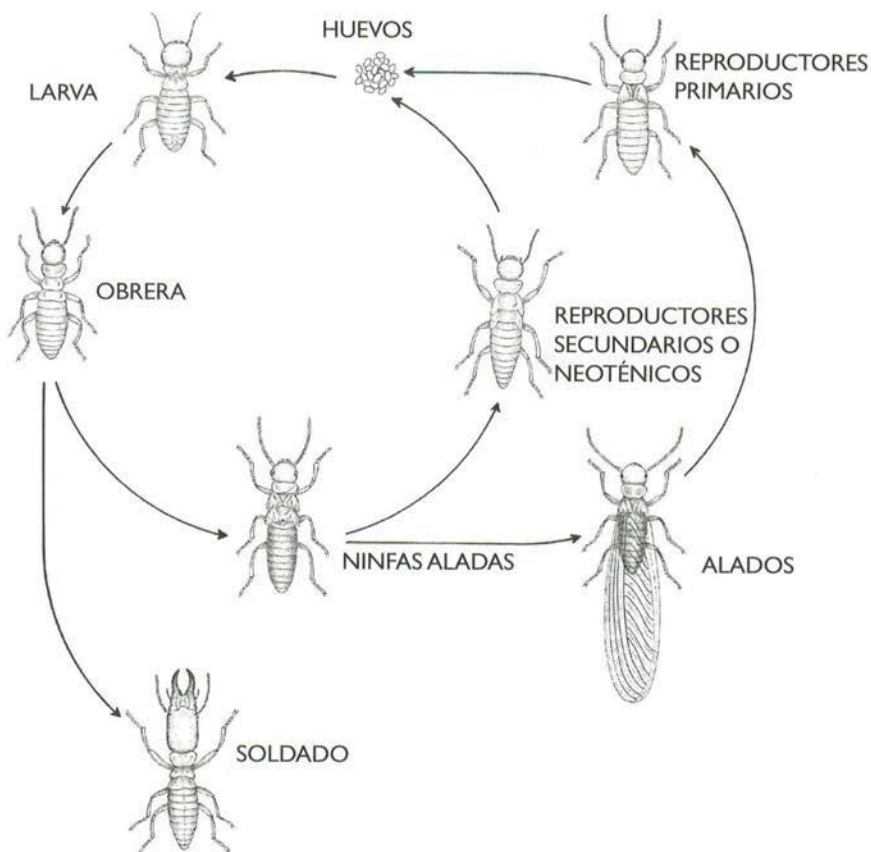


Figura 26.

Ciclo de Vida general de la Termita Subterránea, *Reticulitermes flavipes* (Kollar)

3. Creación de nuevas colonias

Se conocen dos formas a través de las cuales las termitas subterráneas producen nuevas colonias:

- A través de una pareja de alados la cual después del apareamiento inician la postura de huevos, iniciando una nueva colonia (Figura 26).
- Por yemación, esto es, parte de una colonia se separa constituyéndose una colonia independiente.

No existe certeza si la termita subterránea en nuestro país se reproduce formando nuevas colonias a través de alados. Las observaciones en la V Región tienden a confirmar que la yemación es más importante debido a:

- Muchos de los focos ubicados en la V Región, se encuentran alejados entre si, lo cual no apoya la creación de colonias a partir de alados, dado que éstos no son buenos voladores y no lograrían desplazarse estas largas distancias.
- Por otra parte durante el transcurso de los estudios no se han encontrado cámaras nupciales o grupos pequeños que pudiesen corresponder a colonias incipientes. Además, se ha observado una extensa mortalidad de los adultos por la depredación de la hormiga Argentina *Lineptema humile* Mayr., especie muy común en el ambiente urbano.
- Los estudios de crianzas efectuados en laboratorio a partir de parejas de reinas y reyes lograron la oviposición de máximo dos huevos por algunas reinas, que dieron origen a larvas, ocurriendo posteriormente mortalidad.
- Los reproductores neoténicos son especialmente abundantes en colonias vigorosas y condiciones favorables, lo que explica el relativamente rápido aumento de la población incluso, ante una eventual ausencia de reina (Foto 76).
- La producción de neoténicos de acuerdo a las necesidades de la colonia es una estrategia muy adecuada a la proliferación por yemación, ya que no requiere de una reina para incrementar la población.
- La reproducción por yemación fue observada durante la dispersión a nuevas áreas en *Reticulitermes flavipes* en Estados Unidos (Esenther 1969) y en *Coptotermes lacteus* en Australia (Lenz et al 1988)



Foto 76.

Grupo de Neoténicos de *Reticulitermes flavipes*

Lo anterior sugiere que la multiplicación de colonias de esta especie en nuestro país, ocurre principalmente a través de yemación y la ayuda del hombre al trasladar materiales que contienen termita subterránea, como por ejemplo, durmientes de ferrocarril (Fotos 77 y 78), madera para la construcción y combustible, árboles caídos, suelo y escombros procedentes de focos, etc.



Foto 77.

Acumulación de durmientes infestados por *R. flavipes*, Viña del Mar. V Región.



Foto 78.

Inspección de durmiente atacado por *R. flavipes*. Quillota. V Región.

4. Tamaño de las colonias

Basado en el método de marcaje liberación y captura (Thorne *et al* 1996; Evans *et al* 1999) realizado en Quillota y Valparaíso, en el cual se capturaron, se tiñeron (Foto 79), se liberaron y luego se capturaron nuevamente, la colonia de mayor tamaño mostró una extensión de 100 m de largo por 70 m de ancho. Estas colonias extienden sus galerías de forrajeo abarcando varias edificaciones a la vez. De acuerdo a observaciones realizadas *Reticulitermes flavipes* no posee un nido central como ocurre con otras especies como *Coptotermes formosanus* (Shiraki).



Foto 79.

Termitas subterráneas (*Reticulitermes flavipes*) teñidas con colorante rojo (Neutral Red). La Cruz. V Región.

5. Caracterización del daño de la termita subterránea

Una de las características de las termitas subterráneas es la presencia de gran cantidad de suelo en el interior de las galerías (Foto 80). Los beneficios obtenidos con el traslado de suelo serían, la adecuación de condiciones de humedad y temperatura para su desarrollo, la eliminación o disposición de suelo extraído de sus galerías y protección contra depredadores, en especial hormigas.

Otra característica de la termita subterránea es la construcción de galerías de barro y fecas sobre superficies como paredes (Fotos 81 y 82), techos, pisos, vigas, etc. a través de las cuales circulan en busca de alimento. Ambas características son muy útiles con el fin de diagnosticar la presencia de termitas subterráneas.



Foto 80.

Viga dañada por *Reticulitermes flavipes*



Foto 81.

Galería externa de barro, *Reticulitermes flavipes*



Foto 82.

Galería externa en poste telefónico de madera. Quillota.V Región.

También es importante examinar árboles y arbustos en jardines y calles, ya que éstos son atacados y es posible detectarlas. Uno de los árboles más atacados por la termita subterránea es el Olivo de Bohemia (*Elaeagnus argentea*). Esta especie común en calles y parques, frecuentemente muere debido a este daño y la presencia de árboles con escaso follaje y / o árboles muertos, por lo general, denota el ataque de esta especie.

Las colonias de termita subterránea (*Reticulitermes flavipes*) se encuentran preferentemente en el subsuelo, por lo que en general, los daños se encuentran en las estructuras cercanas al suelo (Fotos 83 y 84) o directamente enterradas en él, en lugares con alta humedad y en sitios con acumulación de maderas.



Foto 83.

Piso de madera bajo macetero dañado por *Reticulitermes flavipes*. Casablanca.



Foto 84.

Pared con daño *Reticulitermes flavipes*. Quintero

Otra forma de detectar la presencia de termita subterránea es en su período de vuelo (enjambrazón), éste ocurre durante la segunda quincena de agosto hasta fines de septiembre, en los días de mayor calor, observándose el vuelo a media tarde de cientos a miles de individuos alados (color marrón oscuro a negro). La enjambrazón ocurre tanto en el exterior como en el interior de las viviendas. En el interior emergen frecuentemente entre uniones de maderas cercanas al cielo y, de no tener acceso a ello, de lugares próximos al piso. En general los alados caminan en el interior y se acumular en esquinas, bordes de ventanas, quedando algunos adheridos en telas de araña.

La termita subterránea no es buena voladora y una vez que se encuentra sobre la superficie, la hembra es seguida por un macho, comportamiento conocido como "tandem" (Edwards y Mill 1986) (Ver Foto 30). En éste, el macho continuamente palpa con sus antenas y piezas bucales el extremo

del abdomen de la hembra, lugar en el cual se ubican glándulas tergaes que producen un compuesto volátil que atrae al macho. Durante este desplazamiento o antes, los individuos desprenden las alas. La hembra busca una grieta por lo general en el suelo, lugar en que se mantiene con el macho.

Se ha observado que la cantidad de individuos alados de termita subterránea que emerge cada año es variable (Fotos 85 y 86). Al parecer depende del vigor de la colonia relacionado a su vez con las condiciones de humedad del suelo dependiente de la lluvia. Durante el año 2002 se registró una alta pluviometría, observándose enjambrazones constituidas por gran cantidad de individuos, mientras que los años siguientes la cantidad de individuos fue moderada.



Fotos. 85 y 86:
Acumulación de alados en cocina. Quillota.V Región.

Época de vuelo:
Termita subterránea, *Reticulitermes flavipes*

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

La termita subterránea muestra un patrón de actividad característico durante el año. Su actividad es mayor en los meses de verano y disminuye en invierno, lo cual se refleja en la cantidad de estaciones de monitoreo activas que se registran durante el año. En las figuras 27 y 28 se indica la proporción de estaciones activas en Quillota y Valparaíso, respectivamente, durante dos años de muestreo. De acuerdo a esto s resultados es altamente probable que la temperatura del suelo condicione la actividad de estos insectos, dado que en invierno la temperatura descien- de a cerca de 11 °C a 20 cm de profundidad y sube a 18 °C en verano.

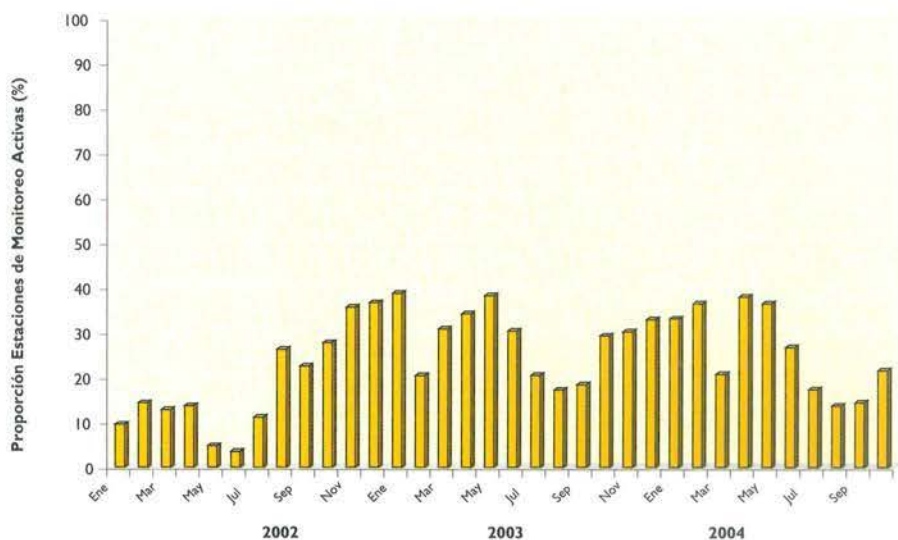


Figura 27. Fluctuación del porcentaje de estaciones de monitoreo activas. Quillota.V Región

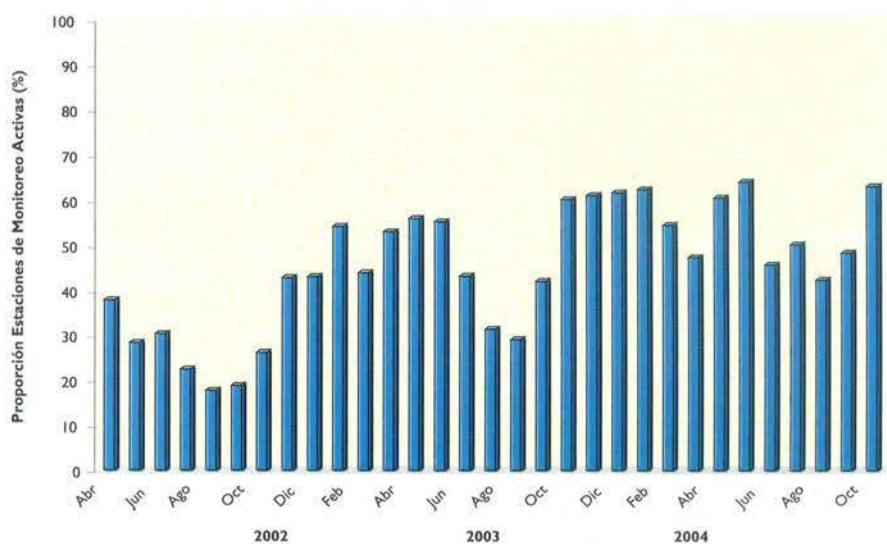


Figura 28. Fluctuación del porcentaje de estaciones de monitoreo activas. Valparaíso.V Región.

Un comportamiento muy similar se observa con el consumo de madera, evaluado utilizando grupos de tablillas de pino, indicado en las Figuras 29 y 30 de Quillota y Valparaíso, respectivamente. Debido a que las viviendas se calefaccionan en invierno es probable que se estimule el consumo en los elementos de madera.

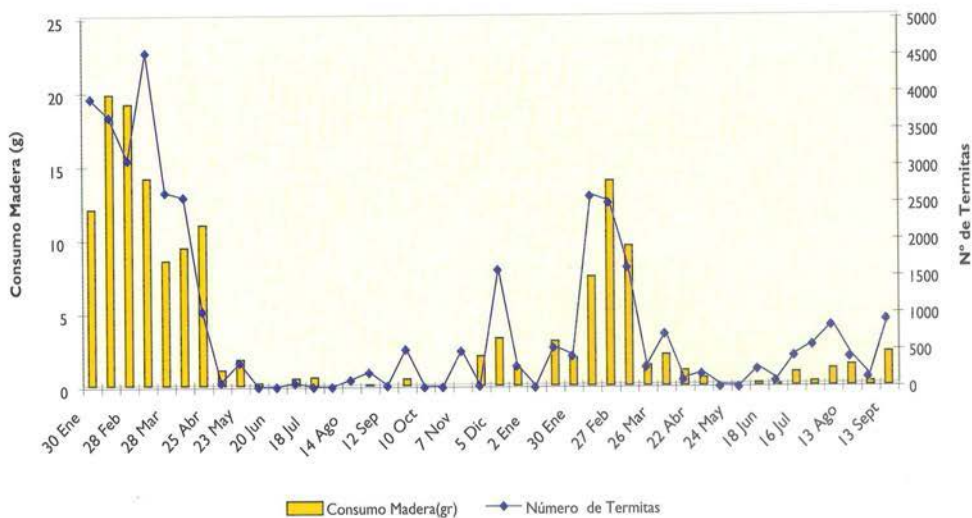


Figura 29: Fluctuación del consumo de madera y número de termitas. Quillota.V Región.

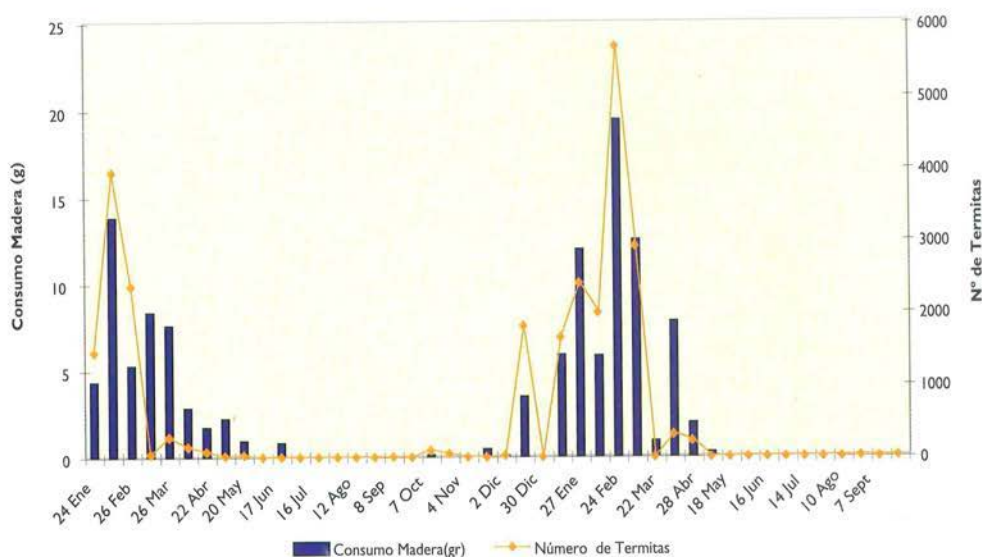


Figura 30: Fluctuación del consumo de madera y número de termitas. Valparaíso.V Región.

6. Especies de madera atacadas

Esta especie daña y se alimenta de las siguientes especies:

- Pino insigne, *Pinus radiata*, probablemente la especie en la que causa el mayor daño debido a la gran disponibilidad y frecuencia de uso. En ocasiones requiere que esta madera se envejezca o exponga al medio por un tiempo antes de atacarla.
- Roble, *Nothofagus obliqua*
- Pino Oregón, *Psedotsuga menziesii*
- Álamo, *Populus nigra* var. *italica*
- Olivo de Bohemia, *Elaeagnus argentea*
- Sauce, *Salix babylonica*
- Sauce Alemán, *Salix caprea* (Foto 89)
- Acacio, *Robinia pseudoacacia*
- Olmo, *Ulmus minor* (Foto 90)
- Pimiento boliviano, *Schinus molle*
- Retamo, *Spartium junceum*
- Olivo, *Olea europea*
- Hibisco, *Hybiscus syriacus*
- Rosas, *Rosa* sp.
- Pitosporo, *Pittosporum undulatum*
- Corona del Inca, *Euphorbia pulcherrima*
- Cardenales, *Pelargonium hortorum*
- Maíz, *Zea mays* (Foto 92)
- Eucalyptus, *Eucalyptus globulus*
- Aromo Acacia, *dealbata* (Foto 91)
- Damasco, *Prunus armeniaca*
- Ciruelo, *Prunus domestica*
- Manzano, *Pyrus malus*
- Vides, *Vitis vinifera*
- Nísperos, *Eryobotria japonica*
- Higuera, *Ficus carica*
- Palto, *Persea americana*
- Chirimoyo, *Annona cherimola*
- Cítricos, *Citrus* sp., se ha observado mortalidad de árboles de dos y tres años debido a que se alimenta en la corteza en el cuello de la planta, impidiendo el transporte de savia a las raíces (Fotos 87 y 88).
- Ensayos realizados en laboratorio (Ripa et al 2002), mostraron que en las siguientes especies se alimentó la termita subterránea: coigüe (*Nothofagus dombeyi*), álamo (*Populus* sp.) y lingue (*Persea lingue*) y se observó consumo muy bajo o casi nulo en, tepa (*Laurelia philippiana*) y Canelo (*Drimys winteri*).



Fotos 87 y 88:

Daño de *R. flavipes*, en la zona de la corona en naranjo. Quillota.V Región.



Foto 89.

Daño de *R. flavipes* en sauce alemán.
Quillota.V Región.



Foto 90.

Daño de *R. flavipes* en olmo,
Viña del Mar.V Región.



Foto 91.

Daño de *R. flavipes*
aromo.Villa Alemana.V Región.



Foto 92.

Daño de *R. flavipes* en maíz.
San Pedro, Quillota.V Región.

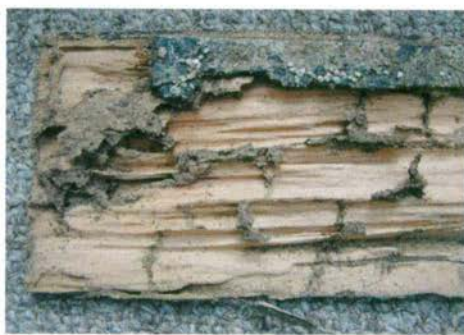


Foto 93.

Puerta (a) y parquet (b) dañados por *R. flavipes*

Además del daño a madera en viviendas (puertas, ventanas, pisos, etc., Foto 93 a y b) y árboles se ha observado daño a libros y documentos (Foto 94 a y b), envases de cartón, tejidos de algodón e incluso billetes.



Foto 94.

Libro (a) y Facturas (b) dañados por *R. flavipes*

7. Costo de reparación

El daño causado por termita subterránea en viviendas tiene un alto impacto económico de reconstrucción. Cienfuegos (2003) realizó un estudio mediante el cual determinó el costo de reparación en viviendas afectadas por la termita subterránea. Este estudio fue realizado en Valparaíso y contempló el registro y análisis de los daños producidos en viviendas de diferentes materiales de construcción, arquitectura y niveles de infestación por termita subterránea. Se definió el grado de deterioro/infestación en términos estructurales y generales, este diagnóstico permitió determinar el costo de reparación de las viviendas.

Uno de los parámetros utilizados para el análisis de costos fue diferenciar los tipos de construcción, de acuerdo a esto, en el grupo de casas estudiadas (13), el

53.84 % correspondió a casas con estructura de madera y piso de madera, el 30.76 % a estructura de madera piso de radier, el 12.40% a estructura de albañilería y piso de madera y el 3% a estructura de madera y piso de radier. Con esta distribución obtuvo los siguientes costos promedio de reposición (Cuadro 4):

Cuadro 4:
Clasificación de viviendas según estructuras de soporte y pisos.

Tipo de vivienda	Costos de Reconstrucción (UF)
Estructura de madera y piso de madera	206.58
Estructura de madera piso de radier	201.89
Estructura de albañilería piso de madera	21.24
Estructura de madera y piso de radier	5.6

*Fuente: Cienfuegos 2003

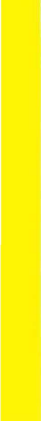
Cuadro 5:
Costos por elemento a reponer

Elementos	Costos totales	(UF) % del total
Pisos	206.58	47
Tabiques	201.89	4
Marcos y Puertas	21.24	5
Cielos	5.60	1

*Fuente: Cienfuegos 2003

Al realizar una extrapolación de los datos obtenidos por Cienfuegos (2003) y evaluando el impacto económico en viviendas afectadas por termita subterránea, mostrando que el costo promedio de reconstrucción alcanza a 108 UF / vivienda (Cuadro 5).

Asumiendo que en la V Región existen alrededor de 5000 viviendas dañadas por esta termita, se alcanza una cifra de: \$ 9.250.000.000 o su equivalente en dólares, US \$ 14.920.000 que representa el daño realizado en la V Región.



8. MANEJO DE TERMITAS

Renato Ripa y Paola Luppichini

A. Detección de termitas en edificaciones

Durante el inicio de la infestación, las termitas causan daño no visible el cual se hace aparente cuando es extenso, generalmente después de varios años. La detección temprana por lo tanto tiene un favorable costo - beneficio.

Con el fin de facilitar la detección de termitas mediante sistemas no destructivos, se han desarrollado varios equipos algunos de los cuales se mencionan a continuación.

• Detector de emisiones acústicas

Capta el sonido causado por las termitas al arrancar las fibras de madera y por llamados de alerta desde las cabezas de los soldados cuando éstos las golpean en señal de presencia de algún peligro, captándolo mediante un transductor, señal que luego es amplificada y filtrada. El detector debe ubicarse máximo a unos 80 cm del lugar donde se alimentan las termitas y menos de 8 cm de grosor. Se ha reportado un 80% éxito en la detección utilizando este equipo (Foto 95). Un exceso de ruidos de fondo puede resultar en falsos positivos (Lewis y Solek 2003).



Foto 95.
Detector de emisiones acústicas

- **Detector de gases**

Las termitas generan gas metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) durante el metabolismo de la madera utilizando los microorganismos simbios. El equipo detecta el CH_4 (por ejemplo Termitec II y Sensit R) o CO_2 mediante un sensor del gas. Se deben realizar pequeños orificios por los que se inserta un tubo que alimenta el sensor (Foto 96).

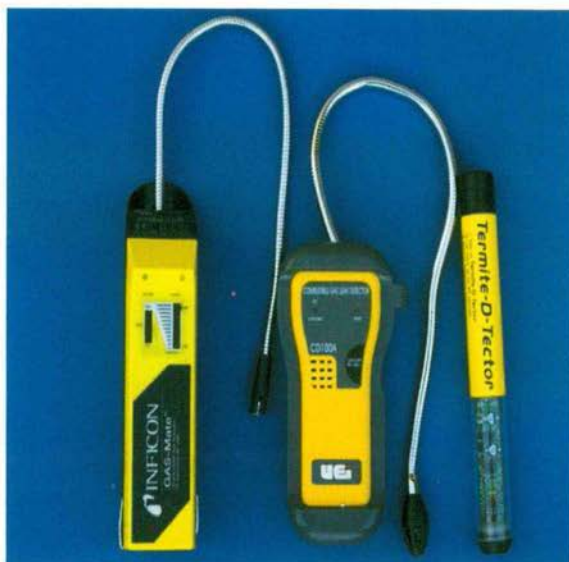


Foto 96.
Detectores de gas metano.

- **Detector de Humedad**

Detecta sectores con mayor humedad que tienen mayor probabilidad de estar infestados con termitas.

- **Imágenes infrarrojas**

Escanea la irradiación infrarroja de la superficie de objetos, por ejemplo murallas, detectando áreas que poseen mayor temperatura. Estas áreas pueden contener termitas.

- **Visor de fibra óptica**

Consiste en un tubo delgado y flexible con fibra óptica o baroscopio que permite ser insertado en pequeñas cavidades u orificios pudiendo observar visualmente el interior, detectando daño y actividad de termitas en espacios muy reducidos (foto 97).



Foto 97.
Detector Microondas



Foto 98.
Visor de fibra óptica

Fotos 95 a 98,
gentileza del Dr. Vernard Lewis, U. de California.

- **Perros entrenados**

Perros se someten a un entrenamiento con el fin de que detecten el olor a metano (CH_4). Los perros poseen una alta sensibilidad olfativa, facilitando la detección de termitas especialmente en lugares de difícil acceso.

Las razas más utilizadas son los Beagles y los German shepherd (pastor alemán), encuentran las termitas a través del olfato y la audición. Pruebas de laboratorio han mostrado una tasa de éxito en la búsqueda que fluctúa entre un 20 - 100% para termitas subterráneas y alrededor de un 88.8% para termitas de la madera seca. Falsos positivos son menores al 1% para termitas de madera seca y entre el 1 - 28% para subterráneas (Lewis y Solek 2003).

- **Microondas**

Desarrollado en Australia, funciona en forma similar a un radar, enviando una señal de microonda, la que detecta el movimiento de termitas en el interior de estructuras. La distancia máxima a la cual detecta es 35 mm a lo largo de la fibra y 25 mm de profundidad en la madera (Foto 98).

- **Equipo de rayos X**

Consiste en una máquina de rayos X portátil, del tamaño de una maleta mediana.

Debe evitarse la exposición de los operadores a los rayos X

• Otros métodos:

Entre los métodos no destructivos que se utilizan en la detección del movimiento de las termitas en la madera, se encuentra en estudio: el uso de láser, infrarrojo y y Emisión Atómica (Lewis y Solek 2003).

En general todos los equipos son de alto costo y se requiere entrenamiento en el uso.

B. Métodos de control para termitas de madera seca y madera húmeda

I. Prevención

La prevención de la colonización puede seguir dos caminos:

- Prevenir el establecimiento a través de madera no palatable o intoxicando la madera (por ejemplo madera tratada ver capítulo N° 9)
- Excluyendo el establecimiento de adultos reproductivos

El polvo de silica aerogel ha sido recomendado para el control de alados en aplicaciones en entretechos y espacios en paredes, siendo tóxico para *Cryptotermes brevis* en evaluaciones en laboratorio (Su y Scheffrahn 2000).

Las termitas de madera seca y húmeda, pueden llegar a una estructura o vivienda de dos formas: introducida en una pieza de madera infestada, incluidos muebles o a través de los vuelos.

Es importante, por lo tanto, realizar una inspección exhaustiva de las maderas, muebles o estructuras de madera que ingresan a una edificación desde otros sitios, especialmente si se sospecha la presencia de estos insectos.

Un efectivo control de un ataque de termitas comienza con una adecuada inspección del lugar sospechoso de infestación, determinación de la o las especies que causan el daño.

2. Control

La determinación precisa de la ubicación de la infestación de termitas es uno de los aspectos más difíciles. Después de varios ciclos de recolonización una estructura de madera puede contener varios elementos infestados, cada uno con una o más colonias. La accesibilidad a cada una de las colonias puede ser limitada, en cuyo caso el único método viable es fumigación o tratamiento por calor para erradicarla (Su y Scheffrahn 2000).

Por otra parte se debe comprender la biología y comportamiento de la especie de termita que se está buscando y reconocer algunos signos típicos de la infestación.

Las inspecciones regulares de lugares sospechosos de la presencia de estos insectos no previenen un posible ataque, pero pueden minimizar la generalización del daño que puedan causar, aplicando medidas de control tempranas.

Los métodos de control más utilizados son:

2.2. Tratamientos totales. Consisten en tratamientos con calor y la fumigación de la estructura/construcción completa.

- Fumigación. Se utilizan gases letales como bromuro de metilo o Vikane (fluoruro de sulfuro) o la aplicación de calor (aire caliente) a las estructuras (Scheffran *et al* 1997; Shelton 2000; Rust 1998; Peters 1996). La fumigación requiere la evacuación de personas y animales desde la construcción. Además, se requiere el uso de señalética de precaución del uso de estos gases en la zona.

La fumigación erradica completamente las termitas de una edificación, sin embargo, carece de protección residual. El uso de dióxido de carbono (CO_2) aumenta la toxicidad de los fumigantes, sinergizando la acción de bromuro de metilo y fluoruro de sulfuro, permitiendo la reducción de un 45% de la concentración del fumigante (Su y Scheffrahn 2000).



Foto 99:

Colocación de la carpa empleada para la fumigación y control de termitas de madera húmeda y seca. Papudo.V Región.

Fotos gentileza de Don Juan Manuel Santos.

Debido a la especialización y capacitación requerida para este tipo de tratamiento, no serán tratados en esta publicación los aspectos técnicos de este método. Dado los riesgos que presenta la fumigación, esta labor la debe realizar únicamente personal capacitado y acreditado específicamente en esta metodología (Fotos 99 a y b).

- **Uso de calor.** El límite de temperatura para *I. minor* fue estimado en 49° a 52 ° C, requiriéndose alrededor de 1 hora para elevar la temperatura a 50 °C, en una edificación de 154 m², tratamiento que eliminó todas las colonias de esta termita, salvo aquellas cercanas a fundaciones de concreto que actuaron como un drenaje del calor (Su y Scheffrahn 2000). Límites muy similares se han observado en *Cryptotermes brevis*.

2.3. Los tratamientos localizados incluyen el uso de calor, frío (nitrógeno líquido), químicos, electricidad y microondas, aplicados al área dañada en la que se encuentran los insectos (Scheffrahn et al 1997; Rust 1998; Lewis et al 1996).

El adecuado control de las termitas de la madera seca y de la madera húmeda al utilizar los tratamientos localizados, requiere la localización de estas colonias en la estructura infestada, aspecto complejo dado el número de colonias y la dificultad de ubicar la totalidad de ellas.

Los tratamientos químicos consisten en la perforación y posterior inyección de insecticida en las galerías construidas por las termitas a través de pequeñas perforaciones. Este tipo de tratamiento provee de una protección residual en las áreas tratadas.

Los insecticidas utilizados en los tratamientos localizados son: compuestos borados clorpirifos, ciflutrina, safrotin y, últimamente spinosad ha mostrado buenos resultados (Su y Scheffrahn 2000).

La inyección de los insecticidas especialmente formulados vía espuma ha dado resultados adecuados. Ello requiere un agente espumante y equipo específico que mezcla el caldo con aire, generando una espuma densa similar a la usada para afeitarse. Esta se inyecta en las galerías por medio de toberas en orificios taladrados previamente. Ello disminuye la cantidad de líquido necesario, se esparce fácilmente en las galerías, dejando un residuo activo al interior de las galerías.

Equipos generadores microondas (energía electromagnética de alta frecuencia) y electrocución (implemento denominado Electrogun, genera alto voltaje) han mostrado resultados variables.

- Otra forma de control más simple es el cambio de la o las piezas de madera dañadas por madera tratada con boratos u otros preservantes de la madera (Rust 1998).

C. Monitoreo de la actividad de la termita subterránea

Previo y durante labores de control se debe monitorear la actividad de la termita subterránea con el fin de determinar, la presencia, su ubicación geográfica en el área y evaluar la efectividad del o los métodos de control.

El comportamiento críptico de las termitas subterráneas, dificulta su observación, razón por la que se debe utilizar metodologías y herramientas que se adapten al hábito de construir, desplazarse, buscar alimento y vivir en galerías y que reflejen adecuadamente su actividad. A continuación se describen los materiales utilizados en el monitoreo.

I Estaciones de monitoreo de Suelo

Una manera práctica de monitorear la actividad de estos insectos es a través de la colocación en el suelo de estaciones de monitoreo que contengan su alimento, material celulósico.

Estas estaciones pueden confeccionarse de:

- Estacas de madera de pino aguzadas en un extremo, por lo general de 2.5 cm por 5 cm y 40 cm de largo que se insertan en el suelo dejando 5 a 10 cm fuera del suelo.
- Trozos de tubería sanitaria de PVC, de 10 cm de diámetro y 25 de largo, eventualmente provistas de cortes transversales para facilitar el ingreso de termitas (Foto 100 a y b). En estas se deben introducir rollos de cartón corrugado o porciones de madera de pino insigne. En suelo seco se debe colocar en el interior alrededor de 1 litro de agua lo que contribuye a activar la estación. Posteriormente deben taparse herméticamente para evitar los movimientos de aire y el ingreso de la hormiga argentina, *Linepitema humile* a las estaciones ya que desplaza las termitas.
- Envases de bebidas de 1,5 a 3 litros con el fondo removido, constituyen una alternativa económica, siguiendo las recomendaciones indicadas para la estación de tubería sanitaria de PVC.

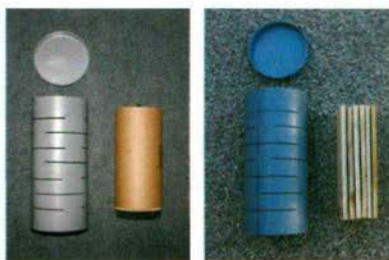


Foto 100:

Estaciones de monitoreo de suelo, (a) cartón corrugado, (b) tablillas de pino.

- Cartón corrugado

Ventajas:

- Atractivo para la termita,
- Económico

Desventajas:

- Requiere el reemplazo frecuente de este material, aproximadamente cada 15 días,
- Eventualmente ante altas poblaciones es totalmente consumido, produciéndose posteriormente la desactivación de la estación
- Es afectado por hongos.

- Madera

Este material posee un mayor costo y duración y puede ser empleada para evaluar el consumo.

2.Estaciones de monitoreo al interior de la edificación

Tienen por objeto monitorear la actividad de termitas en el interior de las edificaciones sin necesidad de abrir, deteriorar o destrozar elementos de madera. Se confeccionan con cajas plásticas adosadas por lo general a paredes por medio de cintas adhesivas de doble faz utilizadas para fijar alfombras al piso (Foto 101 a y b). Son colocadas sobre maderas atacadas o sobre galerías de barro activas. La cara adosada a la pared debe poseer una abertura con el fin de que las termitas penetren fácilmente en la caja. En el interior de la caja se dispone un rollo de cartón corrugado humedecido con agua. Deben revisarse cada 15 días abriendo la tapa de la caja. El ingreso de hormigas frecuentemente las desactiva, razón por la que debe procurarse hermeticidad.

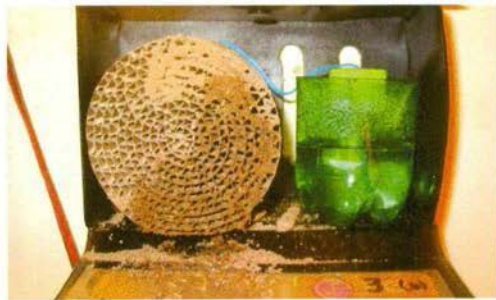


Foto 101:

Estaciones de monitoreo Interior (a) cerrada, (b) abierta, mostrando el material usado.

3. Ubicación o distribución de las estaciones de suelo

Las estaciones de monitoreo de suelo deben distribuirse de manera de abarcar el área infestada (Fotos 102 y 103). Los focos por lo general abarcan un conjunto de edificaciones y las áreas aledañas, como calles, plazas, sitios no construidos, etc.

La determinación precisa del área infestada está dada por la ubicación geográfica de las estaciones activadas.



Figura 31.

Distribución de estaciones de monitoreo de suelo en una colonia de termita subterránea.

Una vez instaladas (Figura 31) se requiere de, al menos dos a tres meses en verano para lograr la activación de un 10 a 30 % de las estaciones. En invierno la tasa de activación es muy baja y, por lo tanto, se deberá esperar hasta Noviembre a Diciembre (Ver Figuras 27 y 28).

Las estaciones que presentan mayor probabilidad de ser activadas (Fotos 104 y 105) son aquellas en lugares sombríos, cercanas a paredes y con mayor humedad, como orillas de canales, bajo grifos de agua, jardines con riego, etc.

El número de estaciones varía de acuerdo a las condiciones del sitio afectado, colocándose una estación cada 2 a 3 m alrededor de la estructura atacada y en los patios y/o jardines.



Foto 102 y 103:
Colocación de estaciones de monitoreo de suelo. Valparaíso. V Región.

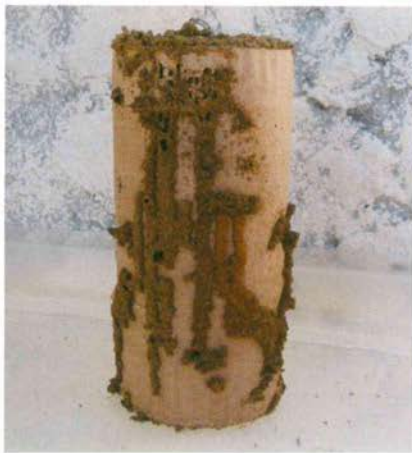
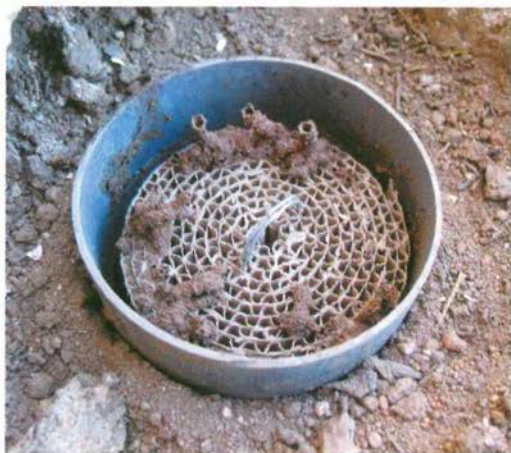


Foto 104 y 105:
Estación de monitoreo de suelo activa.

Manipulación de las estaciones

Durante la inspección y cambio del cartón corrugado o madera se debe evitar aplastar termitas, ya que ello tiende a desactivar la estación. De igual manera la inspección debe ser breve ya que el movimiento de aire las ahuyenta.

D. MÉTODOS DE CONTROL DE TERMITA SUBTERRÁNEA

1. Barreras Físicas

En general, el uso de barreras físicas en el control de las termitas subterráneas fue concebido para tratamientos de pre-construcción. Su instalación deberá realizarse previo a la construcción de la edificación.

- Utilización de arenas. Consiste en la colocación de arenas de una determinada granulometría debajo de la edificación, que no permiten que las termitas subterráneas construyan galerías. Este efecto se logra ya que el tamaño de los granos de arena impide que puedan ser tomados con sus mandíbulas y movidos evitando que pasen por espacios interfaciales. La obtención de estas arenas es difícil, de un costo relativamente alto y su uso no es totalmente efectivo.
- Mallas de acero. Estudios de campo han demostrado que la utilización de mallas de acero inoxidable, como barreras físicas contra termitas, impide el acceso, debido a que poseen orificios muy pequeños que impiden el paso de las termitas. Esta barrera física puede ser usada con mayor efectividad como una barrera horizontal continua, instalada durante la pre-construcción de una estructura (Su et al, 1998). Las mayores desventajas que presenta esta malla son costos bastante elevados y su compleja instalación.
- Plásticos impregnados. Estos plásticos son impregnados con insecticida termiticida y su función es impedir el avance de las termitas por medio de una barrera física repelente y tóxica, ejemplo, Impasse TM termite barrier.

2. Barreras Químicas

Las barreras químicas han sido utilizadas desde hace muchos años tanto en tratamientos preventivos como curativos contra eventuales ataques de termita subterránea en pre y post-construcción. El objetivo de la barrera es la exclusión de las termitas subterráneas de las estructuras (Su y Scheffrahn 2000) Los criterios usados para seleccionar los insecticidas son, que permanezcan activos por un largo período y muestren toxicidad y/o repelencia, baja toxicidad para mamíferos, baja solubilidad en agua y estables en el suelo (Edwards y Mill 1986). Recientemente se dispone en el mercado de insecticidas que, de acuerdo a la información de las empresas fabricantes, no serían repelentes, penetrando las termitas subterráneas en el suelo tratado (cuadro 6). A este grupo de insecticidas pertenece el Termidor (Fipronil), Premise (Imidacloprid), Optigard 25 WG* (Tiamethoxam)

Cuadro 6:
Insecticidas usados como barreras químicas en el control de termita subterránea.

Producto activo	Ingrediente Químico	Grupo	No Repelente	Repelente
Phantom	Chlorfenapyr	Pirroles	x	
Dursban*	Clorpirifos	Fosforado		x
Termidor*	Fipronil		x	
Optigard 25 WG*	Thiametoxam	Neonicotinoide	x	
Premise	Imidacloprid	Neonicotinoide	x	
Demon TC 25 *	Cypermethrin 0.25	Piretroide		x
Dragnet FT, Prelude	Permetrina	Piretroide		x
Biflex FT	Bifentrina	Piretroide		x
Tribute	Fenvalerate	Piretroide		x

*= Con registro en Chile, Oct 2004.

Fuente: Comunicación Personal Dr. Su, 2004.

2.1. Aplicación en Pre-construcción

El tratamiento de pre-construcción está concebido para la aplicación con termiticidas al suelo previo o durante la construcción de la edificación, por lo general en zonas donde la termita subterránea ya está presente o existe un mayor riesgo de infestación.

El uso comercial de estos productos y el resultado de investigaciones han demostrado que el uso de insecticidas-termiticidas disponibles a nivel mundial mantienen la protección efectiva durante 5 a 20 años.

La duración de la efectividad depende en gran medida del producto, las concentraciones aplicadas, calidad del tratamiento y del ambiente en cual están aplicados. La mayoría de los productos utilizados se formulan para ser efectivos en una extensa gama de suelos y condiciones ambientales. La dosis empleada en Estados Unidos de caldo insecticida es de 4.1 litros por metro cuadrado de superficie y 5 litros por metro lineal de perímetro de la construcción (Su y Scheffrahn 2000).

Los termiticidas convencionales son aplicados en forma líquida y están diseñados para formar barreras efectivas bajo pisos o pavimentos, alrededor de muros y cañerías. Su aplicación requiere de personal especializado en el manejo de insecticidas, el proceso de aplicación es rápido, seguro y las empresas por lo general garantizan su efectividad. Existe un consenso en que las barreras químicas son efectivas y es el método de control más usado en preconstrucción.

2.2. Métodos de control en post-construcción

2.2. Barreras Químicas Líquidas: son utilizadas para proteger la estructura, colocando mediante inyección un termiticida bajo la construcción, para crear una barrera que impida que ingresen las termitas a la edificación. La instalación requiere de numerosas perforaciones en la estructura en contacto con el suelo, esto es piso, radiadores interiores y exteriores de las viviendas, pavimentos, veredas u otras estructuras, además de introducir y depositar un volumen aproximado de termiticida de 5 L/m lineal tratado.

El trabajo de aplicación debe ser realizado por profesionales con experiencia, con el fin de asegurar una aplicación correcta y para evitar daños en cañerías, cerámicos, sistemas eléctricos y de calefacción. Para ello es conveniente obtener los planos de las edificaciones y conocer la disposición de las cañerías que ingresan.

La aplicación se realiza perforando la superficie del contorno exterior y eventualmente en el perímetro interior y, en algunos casos, en toda la superficie de la edificación. Para esta labor se utiliza un taladro percutor de al menos 600 W de potencia y una broca de cemento de 12,5 mm de diámetro y, al menos 14 cm de largo. Las perforaciones deben distanciarse 30 cm entre sí y 15 cm de las paredes (Foto 106 a y b). Las perforaciones en el interior de las edificaciones están sujetas a:

- La gravedad del ataque
- Los lugares que presentan daño
- El material del piso
- La accesibilidad
- El incremento del costo
- La probabilidad de ataque. Ello está relacionado a la disponibilidad de humedad y alimento (madera) razón por la que baños y cocinas deben tener prioridad en la aplicación. En viviendas con piso de concreto, las termitas acceden por lo general a través de grietas en la unión del piso con las paredes y las tuberías que atraviesan el piso, lugares donde se debe aplicar tratamiento adicional, debido a la mayor probabilidad de ingreso de termitas por estas áreas.



Foto 106:

perforación del radier con taladro percutor (a) exterior, (b) interior.

Una vez perforado se inyecta 1.7 litros del caldo por perforación por medio de un tubo metálico de 12 mm de diámetro provisto de:

- Un grifo que controla el flujo del caldo (Foto 107 a).
- Una "pisadera" (Foto 107 b) bajo la cual se dispone de una goma.
- Una manguera que lo conecta a una bomba que impulsa el caldo y que lo aspira desde un estanque de al menos 100 litros de capacidad.

Una vez en funcionamiento se coloca el tubo en la perforación, se aprieta la pisadera con el pie, para que la goma lo selle sobre la superficie y se eviten escurrimiento o pérdidas no deseadas. Se abre el grifo durante un período previamente determinado con el fin de inyectar 1.7 litros de caldo por perforación. Una vez finalizada la aplicación se debe tapar las perforaciones, con el fin de evitar el ingreso de agua y reparar la superficie afectada.



Foto 107:

Inyección del termiticida para generar la barrera química (a) barra de aplicación (b) pisadera.

Una vez tratado el suelo con termiticidas alrededor de la edificación esta área no debe alterarse, con el objeto de evitar el deterioro de esta barrera. Esto es, no se deberá colocar plantas, colocar suelo no tratado sobre su superficie o excavar en ella. Se debe dejar una franja de 30 cm de ancho.

Aplicación en zanjas

La aplicación de termiticidas en zanjas alrededor de las edificaciones ha sido recomendada en la literatura (Potter 2002) y ocasionalmente en nuestro país (Foto 108 a y b). Consiste en cavar una zanja de 30 cm de profundidad por 35 de ancho alrededor de la edificación. En ella se vierte 5 litros de caldo por metro lineal, colocando pequeñas represas de suelo al interior de la zanja con el fin de distribuir el caldo homogéneamente a lo largo del la zanja, en especial si ésta tiene declives. Una vez percolado el caldo se devuelve el suelo extraído y se tapa.

Ello tiene los siguientes inconvenientes:

- Se requiere un tiempo mayor para cavar la zanja en especial en suelos compactados
- No es posible realizarlas en edificaciones o costados de éstas donde no hay suelo descubierto
- El suelo devuelto a la zanja carece de termiticida y protección
- El riesgo de dañar a cañerías aumenta.



Foto 108:

Aplicación termiticida en zanjas alrededor de la vivienda. (a) sin termiticida. (b) con insecticida. La Palma, Quilota.

Efectividad y resultados de la evaluación de barreras termiticidas

La evaluación de las barreras de Demon (cipermetrina) y Termidor (fipronil) en la V Región mostró que se obtuvo protección de las edificaciones, sin embargo, ésta no es completa. Ello se fundamenta en los siguientes resultados:

- La colocación de testigos o señuelos de madera en el suelo tratado mostró que las termitas atacan una pequeña proporción de éstos, mostrando que construyen las galerías bajo el suelo tratado, no obstante en menor proporción que en el suelo sin tratar (cuadro 7).
- También se observó que las termitas ingresan a estas edificaciones tratadas, también en menor proporción que en las edificaciones no tratadas, produciéndose ocasionalmente vuelos en ellas (cuadro 8).
- Las estaciones de monitoreo colocadas en el suelo alrededor de edificaciones tratadas mostraron una proporción de activación decreciente a medida que se acercaron al suelo tratado.

Cuadro 7:

Evaluación de la actividad de las termitas (%) en los suelos tratados con barreras químicas, a través de palillos de madera.

Porcentaje de palillos activados (%)														
Tratamientos	Sep 03	Oct 03	Nov 03	Dic 03	Ene 04	Feb 04	Mar 04	Abr 04	May 04	Jun 04	Jul 04	Ago 04	Sep 04	Oct 04
Testigo	3,75	3,75	10,00	11,25	16,47	11,76	11,76	13,79	6,32	1,59	0,00	0,00	0,65	3,92
Demon TC	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	0,00	1,15	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fipronil	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Cuadro 8:

Número de vuelos de adultos en los sitios tratados contra termitas subterráneas

Tratamientos (Quillota + Valparaíso)	Número total de vuelos 2003	Número total de vuelos 2004	Total Vuelos
Demon	1	2	3
Termidor	0	2	2
Testigo	3	3	6

Observaciones efectuadas en dos estaciones de monitoreo de interior activas en viviendas tratadas en enero 2003 con la barrera de Termidor (Fipronil) en Valparaíso y Quillota, respectivamente, mostraron en una de ellas termitas muertas en su interior, un mes después de la aplicación. Ambas mostraron una secuencia de activación y desactivación, a partir de la fecha de aplicación de los tratamientos.

Ello indicaría que ocurre mortalidad en aquellas termitas cuyas galerías son alcanzadas por este caldo. Es probable que esta mortalidad provoque el abandono de estas galerías, motivando la construcción de otras que luego evitan pasar por el suelo tratado, ya que observaciones de laboratorio muestran repelencia a suelo tratado con las dosis comerciales con Demon (cipermetrina) y Termidor (fipronil). Estas observaciones se basan en ensayos de laboratorio empleando el suelo de edificaciones tratadas con ambos productos, dispuesto entre dos láminas de vidrio con el fin de observar el desplazamiento de las termitas (Foto 109).

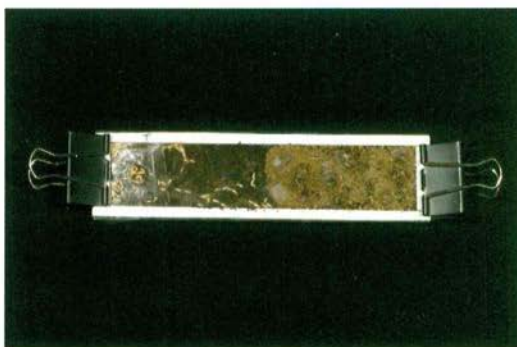


Foto 109:

Implemento empleado en la evaluación de repelencia de los termiticidas.

2.2.2 Uso de Cebos

La finalidad de los cebos es la eliminación de colonias de termitas. Están diseñados para ser ingeridos por las termitas y repartidos a los demás integrantes de la colonia por trofalaxis, produciendo con ello una mortalidad generalizada. Consisten en una estructura de plástico que se coloca en el suelo (Foto 110), en la que se dispone un alimento mezclado con un insecticida que causa mortalidad retardada. Su instalación contempla la colocación de estaciones en el suelo cada 3 a 5 metros, preferentemente alrededor de estructuras afectadas, en patios, jardines, veredas, etc. De esta manera las termitas subterráneas ubican las estaciones y se alimentan. Algunos de estos cebos comerciales requieren la colocación inicial de madera u otro alimento sin insecticida (Foto 111). Una vez que las termitas ingresan a ella, se reemplaza este alimento por el cebo (Foto 112). En otros cebos comerciales se incorpora el alimento con insecticida desde el inicio. Una vez que el cebo es consumido casi totalmente se reemplaza sucesivamente por nuevas unidades, hasta que no se observen termitas vivas.



Foto 110:
Colocación estación de monitoreo Sentricon System(r)



Foto 111:
Tablillas de monitoreo activas
de Sentricon System(r)



Foto 112:
Adición de agua al tubo
de cebo y colocación

Los cebos efectivos deben incorporar insecticidas de acción lenta, no repelentes que no sean detectados por las termitas, con el fin que este pueda ser llevado a toda la colonia, utilizando el sistema de galerías. Los insecticidas que poseen esta característica son los reguladores de crecimiento, inhibidores metabólicos y agentes controladores biológicos (Su y Scheffrahn 2000). Estos insecticidas causan mortalidad durante la muda, lo que ocurre aproximadamente cada uno a dos meses en las obreras, debido a que éstas mudan periódicamente durante la extensión de su vida. Por lo general ocurre un aumento de la proporción de soldados en las estaciones monitonas de los cebos. Este aumento es una forma práctica de comprobar el efecto avanzado del cebo sobre la colonia; ello ocurre debido a que los soldados no mudan y por lo tanto, no son afectados por cebos con reguladores de crecimiento.

Cebos con insecticidas que causan un trastorno en el corto plazo a las termitas, como, por ejemplo, insecticidas que afectan el sistema nervioso, generan un abandono de la fuente de

alimento (cebo), razón por la que no son efectivos (Foto 113 a y b). El cebo debe causar una mortalidad generalizada con lo cual se elimina toda la colonia. La mortalidad total ocurre en aproximadamente 6 meses a un año, dependiendo del tipo de cebo empleado, tamaño de la colonia, cantidad de cebos colocados, etc.

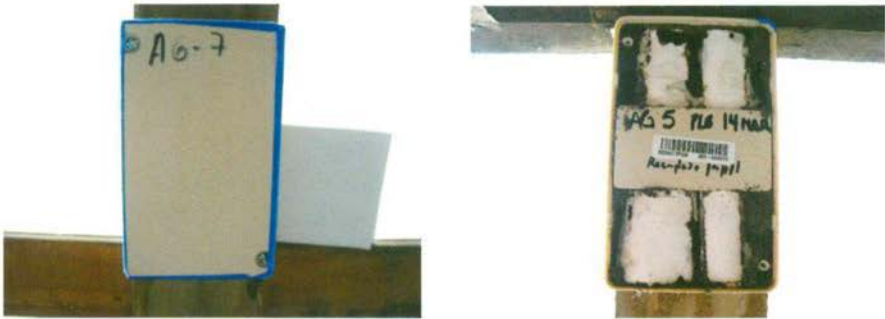


Foto 113:
Estación de monitoreo aérea de Sentricon System(r)
(a) cerrada (b) abierta y activa

Los ensayos efectuados con cebos en la V Región mostraron que Sentricon System(r) (Hexaflumuron 0,5%) eliminó totalmente colonias en Valparaíso y Quillota al cabo de un año y First Line GT (Sulfluramid 0,1%) no tuvo efecto.

El uso de cebos requiere seguir un riguroso procedimiento, el que debe ser realizado por profesionales capacitados, ya que de ello depende su eficacia.

La eliminación de colonias utilizando cebos (cuadro 9) reduce drásticamente las cantidades de insecticidas utilizadas en el control, en comparación a los termiticidas aplicados al suelo como barrera química en los tratamientos pre y post construcción (Su 1994).

Cuadro 9:
Cebos desarrollados para control de termita subterránea.

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Tipo de insecticida	% i.a	Empresa
Zyrox™	Lufenuron	i. q.	0.15	Syngenta
Exterra™	Diflubenzuron	i. q.	0.25	Ensysstex
First Line GT	Sulfluramid	i. m.	0.01	FMC
Sentricon System®*	Hexaflumuron	i.q.	0.50	DowAgroscience
Sentricon System®	Noviflumuron	i.q.	0.50	DowAgroscience
TERMINATE™	Sulfluramid	i. m.	0.01	SPECTRACIDE
Advance	Diflubenzuron	i. q.	0.25	Whitmier Micro-Gen
Subterfuge	Hydramethylnon	i. m.	0.30	BASF

*Con registro ISP en Chile (i.m. = Inhibidor metabólico; i. q. = inhibidor de quitina; Neo. = Neonicotinoide) Fuente: Comunicación Personal Dr. Su, 2004.

3. Control Biológico

El ambiente de humedad y temperatura en las galerías construidas por las termitas subterráneas en el subsuelo es apropiado para el desarrollo de algunos agentes biológicos. Estudios de laboratorio con agentes biológicos como Nemátodos y Hongos entomopatógenos, han demostrado que son patogénicos para termita subterránea y han sido evaluados en el control de las termitas (Edwards y Mill 1986).

Se han realizado numerosos estudios en laboratorio y en el campo acerca de la capacidad de control sobre termitas subterráneas de hongos y nemátodos entomopatógenos, con resultados variables.

- **Nemátodos**

Comúnmente llamados gusanos redondos son generalmente muy pequeños (1 -2 mm de largo) y están presente en el suelo en gran número. Algunas especies atacan insectos, estos son los llamados Nemátodos entomopatógenos (Edwards y Mill 1986).

Entre todos los nemátodos que parasitan insectos, especial atención se ha concentrado en las familias Steinernematidae (Foto 114) y Heterorhabditidae, las cuales son parásitos obligados de numerosos insectos. La acción parasitaria ocurre a través de bacterias del género *Xenorhabdus* y *Photorhabdus*, las cuales viven en el tracto digestivo de estos nemátodos y son las responsables de causar la muerte del insecto. Estas especies de nemátodos reúnen las principales características de un controlador biológico efectivo, estas son: matan a su huésped rápidamente (24 - 48 horas), son específicos contra muchos insectos plaga, inocuos para vertebrados y plantas, de fácil propagación y almacenamiento, tienen la capacidad de buscar a su huésped por sí mismos, no contaminan el medio ambiente y se adaptan bien a un control integrado de plagas, ya que son compatibles con la mayoría de los agroquímicos (France et al 2000).

En las investigaciones realizadas con nemátodos, los resultados poco exitosos han sido atribuidos a la habilidad de las termitas para reconocer y aislar individuos infectados, limitando la dispersión de los nemátodos a través de la colonia. Por otra parte la humedad y el tipo de suelo también aparecen como limitantes en la capacidad de estos nemátodos de moverse en el suelo y localizar a las termitas (Jones y Jordan 2003 Texas).

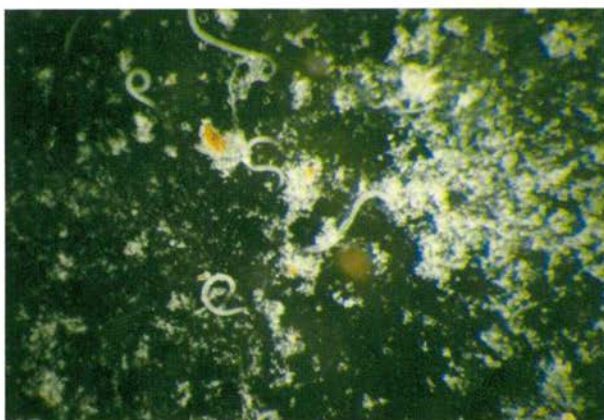


Foto 114.

Nemátodo *Steinernema* sp entomopatógeno

• Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos son microorganismos capaces de causar enfermedad y dar muerte a insectos, constituyéndose en una importante herramienta de control de insectos plagas. El potencial de los hongos entomopatógenos para el control de plagas es enorme, ya que es una alternativa ambientalmente sustentable al uso de productos químicos.

Los hongos entomopatógenos actúan por síntesis de enzimas y toxinas, llegando a causar la muerte de los insectos, para luego producir esporas sobre el cadáver; ayudando a la diseminación de la enfermedad (Gerding y France 2003). Los hongos entomopatógenos tienen la particularidad de ser específicos para cada plaga, de ahí la importancia de conocer las características del producto a utilizar en el control de plagas.

Dentro de los hongos entomopatógenos destaca el uso de *Metarhizium* y *Beauveria*, los que se encuentran ampliamente distribuidos en el mundo y son considerados inocuos para el medio ambiente. Ambos hongos se caracterizan por producir esporas libres permitiendo que éstas queden disponibles a partir de sus estructuras reproductivas sobre los insectos parasitados, para repetir el ciclo. Además, poseen ciclos cortos y son relativamente fáciles de producir en forma masiva, lo que ha llevado a que estos dos géneros sean los más frecuentemente citados y utilizados como controladores biológicos de insectos (Foto 115).

Estudios realizados en laboratorio y en campo con hongos entomopatógenos para el control de termitas, han tenido resultados variables. La mayor dificultad que presenta este tipo de control está en la dispersión del hongo dentro de la colonia. Además, no poseen un largo tiempo residual ya que las esporas del hongo mueren con la termita (Jones y Jordan 2003 Texas).



Foto 115:

Termitas afectadas con hongos. Purén IX Región.

4. Prevención

Este tipo de medidas de prevención consiste en crear un ambiente menos favorable al desarrollo de las termitas subterráneas. Algunas de ellas son:

- Reducir las fuentes de agua permanentes y estacionales, así como la humedad dentro de las viviendas. Esto se logra asegurando que las instalaciones de agua no tengan filtraciones y estableciendo una adecuada red de evacuación de aguas lluvia.
- Es importante reducir la oferta de celulosa en contacto con el suelo. Esto implica mantener estructuras de madera, pilares, enchapes, porches y leña, entre otros, sobre el nivel del suelo. Remover troncos cortados y no dejar desechos y escombros de celulosa enterrados en el sitio.
- Eliminar las plantas colocadas muy cercanas a los muros de la vivienda.
- Disminuir el riego alrededor de construcciones, reemplazando, por ejemplo, las plantas por aquellas que requieren menor riego (suculentas).
- Evitar el traslado de maderas, escombros, leña, durmientes o suelo desde lugares sospechosos de la presencia de termita subterránea (Foto 116 a y b, 117 y 118).
- Utilizar madera tratada (ver capítulo n° 9) cuando se requiera insertar madera en el suelo o apoyarla sobre éste.

- Si se colocan plantas alrededor de la edificación, se deberá proyectar el crecimiento de ésta en un período de 10 años. Se debe evitar que las plantas tapen la base de la edificación, ya que pueden ocultar la actividad de termitas. Si las plantas crecen deberán podarse.
- En relación a la construcción de la edificación:
 - Facilitar la inspección, evitando la obstrucción fundamentalmente en la base de la construcción (por ejemplo: jardineras, casetas para servicios, cañerías, etc.)
 - Remoción de material de desecho a base de celulosa (madera, sacos de papel, cartones, etc.) durante la construcción y posterior a esta, con el fin de disminuir las fuentes de alimentación.
 - Considerar el drenaje de agua en la construcción.
 - Usos de materiales resistentes a termitas



Foto 116:

Traslado de maderas infestadas con termita subterránea (a) leña, (b) escombros



Foto 117 y 118:

Desarme de vivienda infestada con termita subterránea



9. NUEVOS DESARROLLOS EN LA PRESERVACIÓN DE MADERA CON RELACIÓN AL MANEJO DE TERMITAS

Jim W. Creffield y Michael. Lenz

La madera es un importante material de construcción para uso interior e exterior. Sus propiedades inherentes de solidez son, firmeza, flexibilidad y largo período de servicio. Sin embargo, es propensa a la degradación del clima y organismos, incluyendo termitas.

Numerosas formulaciones preservantes y procesos de aplicación pueden extender el período de servicio de la madera protegiéndola de la degradación.

Dentro de las formulaciones en uso se encuentran las convencionales, de bajo costo, de propósito general tales como la creosota, pentaclorofenol, sales inorgánicas en agua, compuestos insecticidas a base de organoclorados (OCs) y organofosforados (OFs). Todos han funcionado bien, pero están bajo un creciente escrutinio a nivel mundial, debido a temáticas ambiental, de salud y seguridad.

En este contexto están ocurriendo cambios significativos en el campo de la preservación de la madera, tales como:

- Más preservantes convencionales están siendo eliminados y reemplazados con formulaciones nuevas.
- Mezclas de biocidas orgánicos en formulaciones de preservantes están reemplazando formulaciones basadas en metales.
- Formulaciones preservantes destinadas a nichos de mercado están siendo usadas cada vez más especialmente en sistemas que requieren sistemas ambientalmente más benignos y seguros.
- La notable reaparición de compuestos a base de boro (B) en especial para manejo de termitas.
- Piretroides sintéticos, insecticidas modernos y productos naturales está siendo usados como compuestos insecticidas en nuevas formulaciones.
- Aumento del uso de productos derivados de la madera.

- Aumento del uso de madera modificada y materiales compuestos
- Enfoque holístico de la madera tratada con preservante a través de su período de uso.

A. Más y más preservantes convencionales están siendo eliminados y reemplazados por nuevas formulaciones, específicamente formuladas en base a metal mezclados con biocidas orgánicos.

Se está realizando un esfuerzo especial para evitar preservantes que contienen metales pesados tales como cromo (Cr) y arsénico (As) en el preservante más usado, cobre-cromo-arsénico (CCA).

El CCA (ver cuadro 10) actualmente está siendo eliminado o restringido en Europa y en Estados Unidos (restricciones para uso doméstico, puede ser usado aun en agricultura en cercas, postes, etc.) y está en revisión por las autoridades en Australia. Sustitutos para estas formulaciones incluyen compuestos a base de cobre cuaternario alcalinos (ACQ), Azoles de cobre (CuAz) y CuHDO.

Los azoles están reemplazando el tri butil naftanato (TBTN) común en solventes preservantes orgánicos ligeros.

B. Tendencia a la formulación de preservantes destinadas a nichos de mercado en especial donde se requieren sistemas ambientalmente más benignos y seguros.

Algunos ejemplos significativos de nichos de mercado donde se requiere de madera tratada con preservante son:

Madera blanda para marcos para uso en Riesgos Tipo 2-F (protección de los efectos del clima) [ver Cuadro 11:Tipos de Riesgos] puede ser tratado ahora en Australia de dos formas. En forma muy económica, grupos de marcos de madera son bañados en Tanalith(r)T. El ingrediente activo es el piretroide sintético Permetrina en un solvente novel. El tratamiento a través del baño crea una capa envolvente de 5 mm de profundidad que repele todas las especies de termitas con excepción de la termita tropical, *Mastotermes darwiniensis*. El piretroide sintético bifentrina denominado 'Determite', puede ser aplicado por aspersión para el tratamiento superficial de maderas blandas para marcos otorgando una penetración de 2 mm.

Uniones de maderas laminadas con elementos estructurales pueden ser protegidas de termitas añadiendo Determite al adhesivo fenólico. Las uniones pueden recibir protección adicional usando una aplicación superficial de Determite como tratamiento final.

La madera laminada empleada en el piso de contenedores navieros era protegida con el agregado de OCs y OFs a los adhesivos durante la manufactura. Estos ingredientes activos han sido reemplazados por piretroides sintéticos (cipermetrina, bifentrina), o insecticidas no-repelentes como imidacloprid y clorfenapir.

Barreras de sonido a lo largo de carreteras principales (para proteger residentes cercanos del ruido excesivo) puede ser construido de madera laminada tratada con preservantes. Las capas para la madera laminada son tratadas con ACQ (un reemplazante de CCA), secadas y luego unidas con un adhesivo fenólico. En este nicho de mercado, ACQ tiene una ventaja ya que las capas tratadas con CCA no se adhieren exitosamente.

C. La notable reaparición de compuestos a base de boro en especial para manejo de termitas

Las formulaciones a base de boro son ampliamente usadas en Estados Unidos, particularmente para madera de marcos y diversos otros productos de madera e incluso algunos materiales de construcción que no son de madera, como espumas. Sin embargo el boro puede lixiviarse en condiciones muy húmedas. Por lo tanto las formulaciones de boro están restringidas a ambiente H2, esto es donde la madera está protegida del clima (ver cuadro 11).

Estudios del CSIRO, Australia, con ésteres de boratos que se fijan a la madera y retienen la actividad biocida pueden permitir el reemplazo del CCA incluso en situaciones de H3 (ver cuadro 11) donde la madera esta expuesta sobre el suelo al clima (ver cuadro 11).

D. Piretroides sintéticos, insecticidas modernos y productos naturales como compuestos insecticidas en nuevas formulaciones.

Tal como Piretroides sintéticos e insecticidas modernos están siendo investigados un número de ingredientes activos de productos naturales candidatos a la preservación de madera.

La búsqueda de productos naturales como preservantes de maderas se orientó a compuestos extraídos de maderas naturalmente durables.

La literatura contiene muchos ejemplos de estos estudios. En años recientes extractos de especies de pinos Cypress de Australia fueron investigados. Otra fuente de ingredientes activos son las algas rojas y ajíes que contienen furanonas y capsaínas respectivamente. Las furanonas de algas marinas han sido sintetizadas y tratado madera con soluciones al 2% mostrando resis-

tencia al ataque de termitas en situaciones H2. Existen muchos otros extractos de plantas potenciales con un perfil de actividad biocida útil en la protección de productos de madera.

E. Aumento del uso de madera modificada y materiales compuestos.

La resistencia a la biodegradación de la madera también puede lograrse a través de la modificación química de la madera (madera acetilada y furfurilada) o produciendo polímeros compuestos. Se observa un incremento de la oferta de estos productos en el mercado. En este contexto vale la pena notar que el tratamiento de la madera con calor (incrementa la resistencia a degradación por hongos) no intensifica la resistencia a termitas.

F. Enfoque holístico de la madera tratada con preservante a través de su período de uso

El enfoque de la preservación de madera es cada vez más holístico. Las formulaciones preservantes deben cumplir estrictos requisitos ambientales, de salud y de seguridad.

Además, es igualmente importante considerar, la producción y proceso de tratamiento seguro, el uso final y eliminación o reciclaje de madera tratada, modelando la dirección moderna en el rol de la preservación de madera.

Hoy en día, el análisis del ciclo de vida de la madera tratada con preservantes es un prerrequisito del mercado para cualquier nuevo producto que mejora la resistencia al bio- deterioro.

**Cuadro 10.
Cobre Cromo Arsénico (CCA) - Revisión del uso.**

CCA es un preservante usado en agua que contiene arsénico, cromo y cobre, para la protección a largo plazo de la madera contra los efectos de hongos, insectos y taladradores marinos.

La madera tratada con CCA es usada preferentemente en el exterior (juegos de niños, cercas, postes, madera para superficie, elementos marinos, etc.). El CCA se fija firmemente a la madera.

Estudios recientes han mostrado que a través del tiempo se lixivia lentamente el arsénico de productos de madera tratados con CCA. La concentración de arsénico en el suelo producto de la lixiviación de madera

tratada disminuye rápidamente dentro de una corta distancia de la madera tratada. Pequeñas cantidades de arsénico pueden desprenderse también de la superficie de la madera.

Es probable que la madera tratada con CCA no exponga al público o al ambiente a un riesgo excesivo. Al mismo tiempo, arsénico es un conocido agente cancerígeno. Por lo tanto es deseable cualquier reducción de los niveles de exposición potencial al arsénico.

Los grupos que deberán recibir una consideración especial son los operarios de las plantas de tratamiento y los niños que usan juegos de madera tratada con CCA.

A través de la vida, la exposición al arsénico de los alimentos, como arroz, otros granos, carnes, agua potable y otras fuentes, puede ser más elevada que la exposición a la madera de juegos durante la infancia. Sin embargo el riesgo estimado de la exposición al arsénico de equipos de juego tratado con CCA se adiciona al riesgo de cáncer de otras fuentes de arsénico. Los padres deben manejar el riesgo de sus hijos y seguir prácticas básicas de higiene tales como lavarse minuciosamente las manos después de actividades que involucran el contacto con madera tratada.

Deben tomarse un número de precauciones cuando se trabaja con madera tratada con CCA como:

- Sólo elegir madera tratada con CCA que esté visiblemente limpia y sin residuos de preservante (estos residuos superficiales pueden incluir productos químicos tóxicos que se desprenden).
- Usar guantes y mangas largas al manipular la madera tratada.
- Usar máscara contra polvos, protección para los ojos, guantes y mangas largas al cortar, lijar o usar máquinas en la madera tratada para evitar el contacto con la piel o la inhalación de polvo de la madera.
- Lavarse las manos y otras áreas de la piel expuestas después del contacto, y antes de comer, beber o fumar.
- Lavar la ropa antes de volver a usarla (separadamente de otra ropa).
- Los desechos y aserrín deben ser limpiados y manejados de acuerdo a las normas existentes.
- No se debe compostar o hacer mulch con los desechos de madera tratada con CCA.

- No se debe quemar madera tratada con CCA. La combustión de esta madera concentra y libera los preservantes en la ceniza y humo del fuego.

(Fuentes: Fact Sheet on Chromated Copper Arsenate (CCA) treated Wood. Health Canada, June 2003; Questions and Answers – CCA-treated wood.. US Consumer Product Safety Commission, February 2002)

Cuadro II. Clases de Riesgo para productos de madera

Clase de riesgo	Exposición	Condiciones Específicas de Servicio	Riesgo Biológico	Usos Típicos
H1	Interior y sobre el suelo	Completamente protegido del clima, bien ventilado	Otros Insectos diferentes a termitas	Marcos, pisos, muebles, uniones interiores
H2	Interior y sobre el suelo	Protegido del mojamiento; sin lixiviación	Coleópteros xilófagos y termitas	Marcos, pisos, etc. usados en situaciones secas
H3	Exterior, sobre el suelo	Sujeto a mojamiento periódico y lixiviación	Degradación moderada, xilófagos y termitas	Paneles resistente al clima, tapacantos, uniones de ventanas, marcos y pisos
H4	Exterior en el suelo	Sujeto a mojamiento severo y lixiviación	Degradación severa, xilófagos y termitas	Postes de cercas, invernaderos, pérgolas; maderas paisajismo
H5	Exterior contacto suelo, con o en agua dulce	Sujeto a mojamiento extremo y lixiviación y/o donde el uso crítico requiere un mayor nivel de protección	Degradación muy severa, xilófagos y termitas	Murallas de retención, pilotes, postes para casas y construcción
H6	Exposición a agua de mar	Sujeto a inmersión prolongada en agua de mar	Taladradores marinos y degradación	Postes marinos, embarcaderos, escalinatas, etc.

GLOSARIO DE TERMINOS

Albura: Parte viva del leño de un tallo, por oposición a duramen. La albura forma toda la sección en tallos jóvenes significados y una corona gruesa en troncos o ramas de suficiente edad, presentando color más claro que el cilindro central de corazón o duramen.

Anisotropía: Comportamiento diferente en las tres direcciones del espacio (longitud, anchura, espesor), respecto a las presiones y fuerzas a que esté sometida.

Aislamiento acústico: La madera es un material poroso por lo que tiene la propiedad de absorber los sonidos. Es por esto y por su conductividad térmica que se le califica como un material noble para la construcción.

Ápoda: Sin patas.

Ápteros: Sin alas.

Arolio: (Gr.Arole= protección): lóbulo medio del pretarso ubicado entre las garras.

Cambium: Capa situada entre el xilema y el floema que estimula el desarrollo del tronco, haciendo que cada año éste aumente ligeramente de espesor.

Coleóptero/Coleoptera (español/latín): Orden de insectos que poseen aparato bucal masticador y un par de alas gruesas coriáceas llamadas élitros, que cubren un par de alas membranosas que permanecen plegadas, bajo las anteriores.

Conductividad térmica: en general es baja, las dilataciones térmicas son muy reducidas (calor específico: 0.324 kcal/K °C). En general la madera es un buen aislante térmico, incluso en condiciones de frío y humedad.

Cuarentenario: Cualquier insecto que presente restricciones de ingreso en un país, afectando a los productos hortofrutícolas de exportación, los cuales son rechazados durante las inspecciones fitosanitarias.

Densidad: Varía según se trate de madera densa (pesada) o ligera; como valor patrón para la madera se considera 1 g/cm³. A modo de ejemplo, pino 0.32 - 0.76 g/cm³, abeto 0.32 - 0.62 g/cm³, y roble 0.71 - 1.07 g/cm³.

Eclosionar: Nacer la larva de un huevo.

Elasticidad: La madera se deforma bajo presiones o compresiones, volviendo a su

estado primitivo cuando éstas dejan de actuar. Esta propiedad también está presente inclusive cuando la madera está seca.

Élitros: Par de alas anteriores coriáceas propias de los coleópteros y dermápteros que sirven de cubierta a las alas posteriores.

Escapo: Segmento basal o primer artejo de antenas.

Escarabiforme: (larva) (*L. Scarabaeus*= escarabajo): larva gruesa con cuerpo cilíndrico curvado

Estadio: Forma y tamaño característico que adquiere el insecto entre una muda y otra.

Estado: Cada una de las formas diferentes que adquieren los insectos durante su desarrollo (ej: en insectos con metamorfosis completa, huevo, larva, pupa y adulto).

Exuvio: Estructuras cuticulares del exoesqueleto eliminadas durante la muda.

Fenología: Estudios de los fenómenos característicos en los ciclos de vida de organismos vivos y sus lapsos de tiempo, en especial relación con el clima y factores ambientales.

Fisiogástrica: Reina de termita con abdomen hipertrofiado producto del crecimiento del cuerpo adiposo y los ovarios.

Fitófago: Organismo que se alimenta de tejidos vegetales.

Floema: Tejido vascular conductor de savia elaborada.

Geniculadas: Antenas en forma de codo con el primer segmento largo, viene la curva y los demás segmentos pequeños.

Hemimetábolo: (Gr. hemi= medio; meta= cambio; balloo= lanzar) especies con juveniles que poseen rudimentos externos de alas durante la metamorfosis.

Higroscopicidad: Capacidad que tiene la madera de absorber o ceder agua desde y hacia el ambiente que la rodea, en estrecha relación con la época del año. La madera posee una cantidad de agua estimada en 20 a 30% de su peso.

Holometábolo: (Gr. holo= total; meta= cambio; balloo= lanzar) tipo de desarrollo con juveniles muy diferentes del adulto; metamorfosis completa.

Hospedero: Organismo en el cual otro organismo pasa parte o toda su vida y del que obtiene alimento y/o protección.

Imago: (L. imago= imagen) individuo con forma de adulto.

Instar: (L. instar= forma) estructura de un insecto joven entre mudas de tegumento.

Larva: Insecto juvenil que proviene de un huevo, estado temprano del desarrollo morfológico de insectos con metamorfosis completa que difiere fundamentalmente en la forma del adulto.

Metamorfosis: Transformaciones que se producen en los insectos durante su desarrollo.

Moniliforme: Con aspecto de cuentas de collar

Movimientos de tracción-turgencia: Por su anisotropía la madera se hincha y/o se contrae produciéndose variaciones dimensionales.

Ninfa: Estado propio de la metamorfosis de insectos hemimetábolos (paurometábolos). Las ninfas son anatómicamente similares al adulto, con el mismo tipo de aparato bucal y hábitat, sin embargo, difiere del adulto ya que sus alas y aparato reproductor no se han desarrollado.

Ovipostura: Todos los huevos que una hembra coloca durante un proceso de oviposición.

Pronoto: Porción dorsal anterior del protórax.

Protozoo: Son organismos microscópicos, unicelulares, heterotrofos, que viven libremente en medios líquidos y que se reproducen por bipartición.

Protórax: Primer segmento del tórax en el que van insertas el primer par de patas.

Pupa: Estado de la metamorfosis de insectos, intermedio entre larva y adulto.

Simbionte: Organismo que vive en simbiosis. Se dice de un organismo que vive asociado con otro organismo manteniendo una relación de mutua colaboración.

Tarso: Quinto segmento de la pata de los insectos.

Traqueidas: Células alargadas, puntiagudas, de extremos cerrados y provistas de puntuaciones que permiten el paso de líquidos entre células. Cumplen la doble función de transportar líquidos y servir de sostén a la estructura leñosa.

Transmisión acústica: Se relaciona con la velocidad con que se transmite el sonido a través del material. La madera es de los materiales que mejor transmite el sonido, es por ello que se utiliza en la construcción de instrumentos musicales. Esta propiedad permite conocer la resistencia de una pieza, sin necesidad de realizar ensayos destructivos, solamente a través de la densidad de la madera.

Xilófago: Organismo que se alimenta de madera.

Xilema: Conductos de células muertas que transportan agua desde las raíces a las otras partes de una planta.

Referencias bibliográficas

Abe, T. D. E. Bignell y M. Higashi 2000. *Termites*. Kluwer Academic Publishers. 466 pp.

Anderson E.L., Z. Pawlak, N. L. Owen and W. C. Feist. 1991. *Infrared Studies of Wood Weathering. Part I: Softwoods*. Disponible en: <http://www.fpl.fs.fed.us/docummts/PDF1991/Ander91a.pdf>. Conectado el 27 de agosto de 2004.

Anónimo 2000 a. Disponible en: <http://www.saludambiental.net>. Conectado el 15 de junio de 2004.

Anónimo 2003 b. *Composición química de la madera*. Disponible en: <http://www.librys.com/madera/>. Conectado el 26 de agosto de 2004.

Artigas J. 1994. *Entomología Economía. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario*. Ediciones Universidad de Concepción. Volumen 2 Concepción, Chile.

Artigas J. 1994. Orden Isoptera. In: *Entomología Económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario*. p. 872 - 885. Ediciones Universidad de Concepción. Chile..

Camousseight, A. 1999. *Las termitas y su presencia en Chile*. 8 p. Museo Nacional de Historia Natural. Chile..

Castillo M.I. y José J. Erdoiza. 1995. *Acabados para madera en exteriores*. In: *Madera y Bosques*. España. I (2). 9 -22.

Cienfuegos O. 2003. *Estudio de los daños producidos en viviendas de Valparaíso por Termita Subterránea*. Tesis Ingeniería en Construcción. 64 p. Pontificia Universidad de Valparaíso, Facultad de Ingeniería. Valparaíso. Chile.

Day E. 1996. *Bark Beetles*. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University. Disponible en: <http://www.ext.vt.edu/departments/entomology/factsheets/barkbeet.html>. Conectado el 30 de septiembre de 2004.

Ebeling Walter. 1978. *Urban Entomology*. 695 p. University of California. Berkeley. USA.

Edwards R. y Mill, A.E. 1986. *Termites in Buildings. Their biology and control*. 260 p Rentokill Limited Eds. Felcourt, East Grinstead.

Eggleton, P. 2000. Global patterns of termite diversity. p. 25 - 51 . In: Termites: Evolution, sociality, symbioses, ecology. Abe, T., D. E. Bignell, y M. Higashi (Eds). Kluwer Academic Publishers. USA.

Elgueta Mario. 1993. Las especies de Curculionidae (Insecta: Coleóptera) de Interés Agrícola en Chile. 79 p. Museo de historia Natural. Publicación Ocasional N° 48...

Esenther, G. R. 1969. Termites in Wisconsin. Annals of the Entomological Society of America. 62, 1275-1284.

Evans T., M. Lenz and P. Gleeson. 1999. Estimating population size and forager movement in tropical subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). Pest Management and Sampling Vol. 28 N° 5. 823-830.

Fernández Carmelo. 2001. La Madera: Composición, Alteraciones y Restauración. Boletín del Museo de las Villas Pasiegas. Asociación de Estudios Pasiegos. Santander. Disponible en: http://www.grupos.unican.es/acanto/aep/BolPas/la_madera_BMVP-2001.htm - 91k -. Conectado el 15 de junio de 2004.

France A., Gerding M. y Sandoval A. 2000. Control de insectos mediante hongos y nematodos en Chile agrícola 24(238): 121-122.

Gay, F.J. y J.H. Calaby. 1970. Termites of the Australian Region. Chapter 9 en Krishna, K., y F.M. Weesner [eds.] Biology of Termites, Vol. 2. Academic Press, New York. 393 - 448.

Gerding, M.G., A. France, M. Gerding y E. Cisternas. 2002. Control de plagas con hongos entomopatógenos. Tierra Adentro 43: 45-47.

González R.H. 1989. Insectos y Ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. 310 p. Universidad de Chile. Santiago. Chile.

Grassé, P. y C. Noirot. 1955. La fondation de nouvelles sociétés par *Bellicositermes natalensis* Hav. Insectes Sociaux: 2: 213-219.

Holt, J.A. y M Lepage. 2000. Termites and soil properties. p. 389-407. In: Evolution, sociality, symbioses, ecology. Abe, T. D.E. Bignell y M. Higashi (Eds). Kluwer Academic Publishers, USA

Instituto Forestal (INFOR). 1997. La termita subterránea en Chile, su distribución geográfica y asociación a las construcciones. Chile. pp 17

Johnson H. 1999. Ventajas de la madera. Disponible en: <http://bibarquitectura.us.es/pagine-trabajos/patologia3/maderas1.htm>. Conectado el 26 de agosto de 2004.

Jones S y K. Jordan. 2003. An overview of urban entomology research. Workshop: Pest World. Dallas. Texas.

Kaib, M. 1999. Termites. p. 329-353. In: Pheromones of Non-Lepidopteran Insects Associated with Agricultural Plants. Eds: J. Hardie and A. K. Minks. CAB International. USA.

Koehler P.G and Donald E. Short. 1998. Pest In and Around the Florida Home. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Gainesville.. (Powderpost Beetles and Other wood-infesting). USA

Kramer Richard. 1997. Wood-Boring Beetles. p. 357-383. Chapter 8. In: Handbook of pest control. Mallis Ed. Eighth Edition. USA.

Lenz R, R. A. Barret y L. R. Miller. 1988. Mechanisms of colony re-establishment after orphaning in *Coptotermes lacteus* (Froggatt) (Isoptera; Rhinotermitidae). Sociobiology 14, 245-268.

Lewis V and M. I Haverty. 1996. Evaluation of six techniques for control of the western drywood termite (Isoptera: Kalotermitidae) in structures. Household and Structural Insect Vol 89 N°4. 922 -934.

Lewis V and C. Solek. 2003. University Update on termite inspections & In-ground baiting for subterranean termite. Workshop: Pest World. Dallas. Texas.

Nalepa y Bandi 2000 Characterizing the ancestors: Paedomorphosis and termite evolution. p. 53-75. In: Evolution, sociality, symbioses, ecology. Abe, T. D.E. Bignell y M. Higashi (Eds). Kluwer Academic Publishers, USA.

Olkowski W., Sheila Daar and Helga Olkowski. 1992. Wood - Boring Beetles, Chapter 25. p. 456 - 465. In: Common - Sense Pest Control. The Taunton Press. USA..

Orea U., L. Carballo y E. Cordero. 2004. Apuntes sobre la composición de la madera. Disponible en: <http://www1.monografias.com/trabajos15/composicion-madera/composicion-madera.shtml>. Conectado el 24 de agosto de 2004.

Pascal Kamdem D. 2004. Degradation and Protection of Hardwood. Disponible en: <http://www.forestry.msu.edu/hardwood/degradation.htm>. Conectado el 27 de agosto de 2004.

Peña L. 1986. Introducción a los insectos de Chile. Editorial Universitaria. 265 p.

Peters B. C. J. King and F.R. Wylie. 1996. Pest of Timber in Queensland. Institute, Department of Primary Industries, Brisbane. 175 p.

Peters B.C., J. King and F.R. Wylie. 1999. Powderpost Beetles in Timber in Queensland. Disponible en: <http://www.dpi.qld.gov.au/forestry/5053.html>. Conectado el 24 de agosto de 2004.

Potter M. 1997. Termites. p. 233 - 333. In: Handbook of Pest Control. Mallis (ed) Eighth Edition. USA.

Potter M. and Anne E. Hillery. 2002. Exterior-Targeted liquid Termiticides: An Alternative Approach to Managing Subterranean Termites (Isoptera: Rhinotermitidae) in Buildings. Sociobiology. Vol 39 (2). 373 - 405.

Ripa R. and J Smith. 2000. Termites as structural pests in Chile. Report of the UNEP/FAO/GLOBAL IPM Facility Termite Biology and Management workshop. Feb. 200, Geneva Switzerland. p. 59.

Ripa R., L. Castro, N-Y Su and P. Palma. 2002. Laboratory estimate of consumption rates by *Reticulitermes* sp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in Chile. Sociobiology. Vol 39 (2). 285 - 290.

Rust M. 1998. Drywood Termites. Department of Entomology. University of California, Riverside. 2 p.

Sáez Patricio. 2002. Coleópteros xilófagos asociados a la madera en servicio en el sector urbano de la comuna de Padre Las Casas, IX Región de la Araucanía. Tesis Ingeniero Forestal. 54 p. Universidad de La Frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Temuco, Chile.

Scheffrahn R, G.S. Wheeler, N-Y. Su. 1997. Heat tolerance of structure-infesting Drywood Termites (Isoptera: Kalotermitidae) of Florida. Sociobiology. Vol. 29 (37). 238 - 245.

Smith R. 2002. Termites. Disponible en: http://www.desertmuseum.org/books/nhsd_termites.html. Conectado el 26 de agosto de 2004.

Su, N.Y. 1994. Field evaluation of a hexaflumaron bait for population suppression of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology 87:38

Su, N-Y and R. Scheffrahn. 2000. Termites as pest of buildings. p. 437 - 453. In: Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology. T. Abe et al. (eds). USA..

Su, N-Y and R. Scheffrahn. 1998. A review of subterranean termite control practices

and prospects for integrated pest management programmes. Integrated Pest Management Reviews 3, 1 - 13.

Sugimoto, A., Bignell, D. E. y MacDonald, J. A. *et al* 2000. p. 409-435. Global impact of termites on the carbon cycle and atmospheric trace gases. In: Evolution, sociality, symbioses, ecology. Abe, T. y Bignell, D. E. Eds. Kluwer Academic Publishers 466 p.

Thorne, B.L. 1998. Biology of Subterranean Termites of the Genus *Reticulitermes*. Part I, Research Report on Subterranean Termites., National Pest Control Association, Dunn Loring, Virginia. p. 1-30

Thorne, B.L., E. Russek-Cohen, B. T. Forschler, N.L. Breisch and J.F.A Traniello. 1996. Evaluation of Mark-Release-Recapture methods for estimating forager population size of Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae) colonies. Pest Management and Sampling Vol. 25 N° 5. 938-951.

Toro H, E. Chiappa y C. Tobar. 2003. Categorías taxonómicas de la superclase hexápoda. p. 341-446, capítulo 17. In: Biología de Insectos. Ediciones Universitarias de Valparaíso (Primera Edición). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

Traniello, J. F.A. y Leuthold, R. H. 2000. Behaviour and ecology of foraging in termites. p. 141-168. In: Evolution, sociality, symbioses, ecology. Abe, T. y Bignell, D. E. Eds. Kluwer Academic Publishers. USA

syngenta®
Productos Profesionales



GOBIERNO DE CHILE
INIA