

## **SOLUCIÓN TECNOLÓGICA**

---

### **Clasificación de daños producidos por agentes de biodeterioro en la madera**

Alexander Berrocal Jiménez<sup>1</sup>.

#### **Resumen**

Para madera procesada y elaborada, la clasificación de daños causados por agentes de biodeterioro que más se ha utilizado, es la que toma en cuenta el grupo al que pertenecen dichos organismos. Esta clasificación se ve complementada con el conocimiento de los requerimientos en cuanto al contenido de humedad de la madera, que tienen dichos agentes biológicos de deterioro. Mamíferos, aves, crustáceos, moluscos, insectos, bacterias y hongos constituyen los principales grupos de agentes de biodegradación de la madera, que se incluyen en esta clasificación.

**Palabras clave:** Biodeterioro, Madera, Contenido de humedad, Roedores, Pájaro carpintero, Limnoria, Folados, Teredos, Termitas, Hormiga carpintera, Escarabajos, Bacterias lignocelulósicas, Mohos, Hongos cromógenos, Hongos de pudrición, Costa Rica.

#### **Abstract**

**Damage classification due to wood biodeterioration agents:** For sawn wood, most used classification of damage caused by biodeterioration agents is the one taking in account the group to which such agents belong. The classification is complemented with the knowledge of the requirements regarding of wood moisture content that such organisms have. Mammals, birds, crustaceans, molluscs, insects, bacteria and fungi are the main groups of wood biodeterioration agents, included in this classification.

**Key words:** Biodeterioration, Wood, Moisture content, Rodents, Wood pecker, Limnoria, Pholads, Tereds, Termites, Carpenter ants, Wood borers, Lignocelulosic bacteria, Molds, Staining fungi, Decay fungi, Costa Rica.

## **INTRODUCCIÓN**

Dada la naturaleza biológica de la madera, así como su composición química, este material es propenso al deterioro por acción de organismos vivos. El poder reconocer los daños causados por estos bio-degradadores del material lignocelulósico, constituye una de las primeras medidas de control, debido a que una vez identificado el agente causal, es posible implementar las mejores estrategias de manejo y eliminación de estos organismos, que causan tantos problemas a quienes utilizan la madera.

Esta nota complementa las soluciones tecnológicas publicadas en esta revista y tituladas **Clasificación de tipos de daños producidos por insectos forestales (Primera y Segunda partes)** (Arguedas, 2006<sub>a</sub> y <sub>b</sub>).

---

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Costa Rica, aberrocal@itcr.ac.cr

## CLASIFICACIÓN

En el siguiente cuadro se resume el sistema empleado para la clasificación de daños causados por agentes de biodeterioro.

Tipo	Clasificación	Agente de biodeterioro	Requerimientos de contenido de humedad (CH)	
<b>Animales</b>	<b>Mamíferos</b>	Roedores	Madera seca	
	<b>Aves</b>	Pájaro carpintero	Madera seca y podrida	
	<b>Crustáceos</b>	Limnoria	Madera en contacto con agua de mar	
	<b>Moluscos</b>	Folados y Teredos	Madera en contacto con agua de mar	
	<b>Insectos</b>		Termitas	Madera verde y seca
			Hormiga carpintera	Madera seca
		Escarabajos	Madera verde y seca	
<b>Microorganismos</b>	<b>Bacterias</b>	Bacterias lignocelulósicas	Madera verde	
	<b>Hongos</b>	Mohos	Madera verde	
		Hongos cromógenos	Madera semiseca	
		Hongos de pudrición	Madera a la intemperie	

## Animales

### Mamíferos

#### Roedores:

Por lo general son comunes en las casas de habitación y en construcciones rurales. Aunque no se alimentan directamente de la madera, la dañan cuando la roen para construir sus nidos, para llegar donde hay comida ó para desgastar y mantener afilados sus dientes (incisivos).



Nido de ratas en una casa de habitación  
(Fuente: Orlandorats, 2007)

### Aves

#### Pájaros carpinteros:

Taladran árboles enfermos o moribundos, para hacer sus nidos y buscar insectos barrenadores que están dentro de la madera, aunque también se alimentan de hormigas, nueces, bayas, algunos frutos y savia. En ocasiones construyen sus nidos en postes de electrificación, postes de cercas, horcones de casas y otras edificaciones.



Daño en postes causado por pájaro carpintero  
(Fotografía: Edwin Canessa)



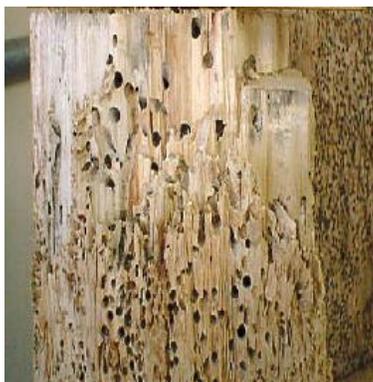
Daño en la madera causado por *Limnoria lignorum*  
(Fotografía: UBC, 2007)

#### **Crustáceos:**

Abren galerías superficiales (de 2 mm de diámetro y menos de 15 mm de profundidad) en la madera que está en contacto con el agua de mar, su daño es paulatino, pero se ve favorecido por acción de las mareas, provocando un daño mecánico importante en la estructura que afecta, hasta el punto que ésta puede colapsar con el tiempo.

#### **Moluscos:**

Los inmaduros (de menos de 1 mm de largo) se adhieren a la madera por medio de su pie muscular; al comienzo abren un orificio de no más de 1 mm de diámetro, luego van aumentando el tamaño de la galería. Penetran en la madera en dirección perpendicular a la fibra, pronto cambian su trayectoria en forma paralela al grano. Consume celulosa y hemicelulosa con rapidez. Sus galerías son fáciles de reconocer, ya que dejan una capa delgada de carbonato de calcio dentro de ella.



Daño en postes de un muelle causado por moluscos  
(Fotografía: Edwin Canessa)

## Insectos

### Termitas de madera seca:

Al igual que todas las termitas, son Insectos sociales, agrupados en clases (reina, rey, obreros, soldados y ninfas), viven en colonias poco numerosas, no requieren suministros especiales de agua, basta con el contenido de humedad de la madera. Abren las galerías en la madera ó aprovechan grietas y ranuras; los obreros hacen agujeros pequeños, conectados con el exterior, por donde secretan restos de lignina. No requieren de una reina para una nueva colonia.



Ninfas y alados de *Cryptotermes brevis* (Walker)  
(Fotografía: Marcela Arguedas)



Nido de *Nasutitermes* sp  
(Fotografía: Marcela Arguedas)

### Hormiga carpintera:

La "hormiga carpintera" (*Camponotus* spp.) hace nidos en los troncos, tocones y árboles huecos, casi nunca hacen túneles en la madera sana y seca, por lo general sólo excavan en la madera húmeda y podrida y en otros materiales. Sin embargo, las obreras invaden los hogares en busca de alimento. Raras veces, la expansión de un nido dentro de la madera de un edificio causa daños estructurales. Las construcciones cerca de las áreas boscosas, están sujetas a infestaciones con estas hormigas.



Daño en madera causado por *Camponotus* spp  
(Fuente: Grupp, SM., 2007)

**Escarabajos:**

Se conoce como escarabajos a algunos insectos adultos del orden Coleoptera. Los grupos específicos se describen a continuación.

Cerambícidos y bupréstidos (taladradores)

Los adultos no perforan la madera, solamente las larvas, las cuales viven de 3 a 11 meses en este estado, son medianas y grandes. Se alimentan de parénquima, afectan árboles en pie podridos ó por secarse, pocos atacan madera sana recién cortada. Las galerías que construyen son de 8 a 100 cm de largo, el ancho y diámetro varía con la especie; por lo general están taponeadas con aserrín.



Daños en troza causados por cerambícidos  
(Fotografía: Alexander Berrocal)

Escolítidos y platipodios (escarabajos de ambrosía)

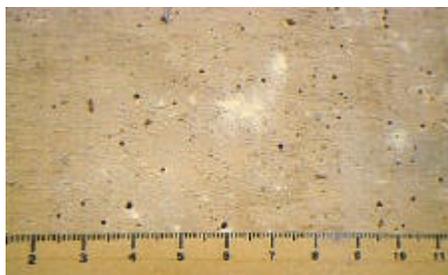
Las larvas se alimentan de hongos que “cultivan” en las galerías que construyen dentro de la madera recién cortada, ó con altos contenidos de humedad. El daño es fácilmente reconocible, ya que las perforaciones ó galerías quedan ennegrecidas por efecto del hongo, los agujeros de entrada y salida de adultos son circulares de 0,5 a 3,2 mm de diámetro, este tipo de daño no afecta las propiedades mecánicas de la madera.



Daño en pieza de madera causado por  
escarabajos de ambrosía  
(Fotografía: Edwin Canessa)

Bostríchidos y líctidos (barrenillo de la madera)

Se alimentan del parénquima de la madera. Los agujeros de entrada y salida de adultos son circulares de 1,6 mm de diámetro. Dejan en las galerías un aserrín fino (“harina de madera”). Los bostríchidos son cosmopolitas y de mayor tamaño que los líctidos, hacen galerías en forma de Y, por lo general siguen la dirección de los anillos de crecimiento, las galerías maternas están libres de aserrín, las de las larvas si lo contienen. Los líctidos son más pequeños y delgados, las hembras no penetran la madera para colocar los huevos, lo hacen introduciendo el ovipositor en los poros ó vasos. Su ciclo puede durar hasta un año, dependiendo de las condiciones de temperatura y son incapaces de atacar las coníferas.



Daño en tabla de madera de *Terminalia amazonia* causado por líctidos  
(Fotografía: Edwin Canessa)

Anóbidos (picadores de madera vieja)

Atacan madera muy seca y vieja, tanto coníferas como latifoliadas; las galerías son hechas únicamente por las larvas, las cuales tienen diámetros de 1,1 a 1,2 mm y se encuentran llenas de aserrín áspero, no ennegrecen la superficie. Los huevos son puestos en galerías antiguas de insectos.



Daño en madera causado por Anóbidos  
(Fuente: André, 2007)

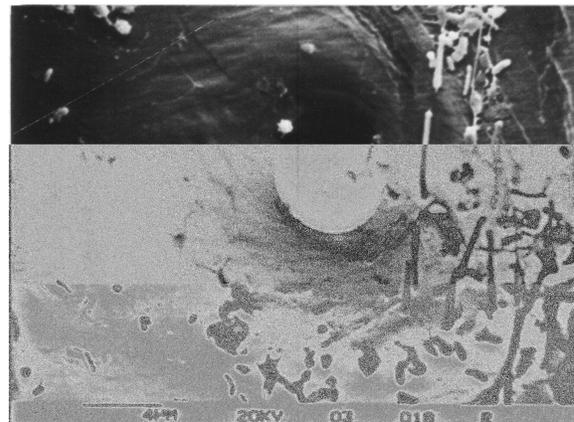
**Microorganismos**

**Bacterias**

**Bacterias lignocelulósicas:**

Son los primeros microorganismos que colonizan la madera expuesta en ambientes húmedos, han sido encontradas en maderas sumergidas en agua salada y dulce y en contacto con el suelo. El efecto de las bacterias sobre la madera es variado, se ha detectado un aumento en la permeabilidad, como resultado de la degradación de las membranas de las punteaduras, también se ha reconocido la capacidad enzimática para degradar la pared celular; algunas poseen la facultad de atacar maderas que han sido tratadas químicamente con preservantes. En general, se considera que el efecto del ataque de las bacterias sobre la madera es mucho menor que el de los hongos, sin embargo un ataque bacteriano condiciona la madera para la sucesión microbiana. Algunos géneros de importancia en la microbiología

de la madera son *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* y *Brevibacterium* (Mora y Encinas, 2006).



Degradación de la membrana de la punteadura en madera de pino caribe atacado por bacterias  
(Fotografía: Mora y Encinas, 2006)

## Hongos

### Mohos:

Son los típicos hongos de humedad, no influyen en las propiedades de resistencia mecánica de la madera, solamente se desarrollan en su superficie y no en el interior; producen proliferaciones algodonosas de micelio de diversas tonalidades. Los mohos crean condiciones para el desarrollo de los hongos pudridores, debido a que les otorgan humedad. Se desarrollan en los depósitos y patios de madera aserrada, cuando el material no se apila correctamente y se impide de esta forma un secado rápido. Pueden ser eliminados fácilmente por medios mecánicos.



Presencia de moho sobre la madera  
(Fotografía: Alexander Berrocal)

### Hongos cromógenos:

Son todos los hongos capaces de producir cambios de coloración en los tejidos de la madera, los cuales se alimentan de los azúcares que se encuentran en el tejido parenquimático, los desechos metabólicos que se dan en el momento del ataque son coloreados y producen esa pigmentación azulada-negrizca característica, el crecimiento de estos hongos en la madera es muy rápido, de hasta 1 cm en el espesor en 24 horas. El ataque se da en el periodo entre la corta y el almacenamiento de las trozas; bajo condiciones óptimas para el hongo de temperatura (24 y 35 °C) y humedad (> 30%), las maderas de colores claros tienden a mancharse más fácilmente que las maderas oscuras, lo mismo que las maderas menos densas. En algunos casos, los hongos causantes del manchado se asocian con insectos capaces de transportar las esporas a diferentes sitios, propagando la infección (escarabajos de ambrosía), también son transportadas por el aire y la lluvia, causando infecciones en patios de

secado. La mancha azul no causa efecto considerable en esfuerzos de flexión, compresión, pero si es muy intenso reduce la resistencia al impacto, disminuye la velocidad de secado y aumenta la susceptibilidad a la pudrición.



Tablas de pino caribe manchadas por hongos cromógenos  
(Fotografía: Alexander Berrocal)

### Hongos de pudrición:

Penetran la madera mediante hifas y permanecen ocultos en ella, lo que hace muy difícil reconocerla hasta que ya sea tarde, cuando ya se han dado cambios de color ó manifestaciones miceliarias. En estados avanzados la madera pierde peso, se estima que una pérdida de peso del 4% representa una disminución en la resistencia físico-mecánica de un 28%. La remoción de los cuerpos fructíferos no detiene la degradación de la madera. Se describen a continuación los tipos de pudrición.

---

Pudrición blanca

La madera se vuelve fibrosa, toma un color blancuzco y se desmenuza con facilidad. El elemento químico que degrada este tipo de hongos es la lignina, a través de un proceso de oxidación. En este tipo de pudrición existe una relación lineal entre pérdida de peso y daño en la madera.



Pudrición blanca en un pedazo de madera  
(Fotografía: Alexander Berrocal)

---

Pudrición café

La madera se desmenuza y resquebraja en sentido transversal a la fibra y se torna de color pardo-café. Es un proceso complejo en el cual se da la degradación de la celulosa, a través de la hidrólisis enzimática. No hay relación directa entre pérdida de peso y daño, lo que significa que una pequeña pérdida de peso, implica una alta disminución de las propiedades físico mecánicas.



Pudrición café en una troza de madera  
(Fotografía: Alexander Berrocal)

---

Pudrición blanda

Es causada principalmente por hongos ascomycetes, los cuales degradan los carbohidratos de la madera y producen un reblandecimiento superficial. Los hongos de pudrición blanda atacan la celulosa de las paredes celulares y forman a menudo cavidades microscópicas en la pared celular secundaria.



Pudrición blanda en restos de una troza de madera  
(Fotografía: Luley, 2006)

---



## BIBLIOGRAFÍA

- André, GC. 2007. Plagas de la Madera (en línea). Buenos Aires, AR, CFI (Technical Pest Research). Consultado 10 set 2007. Disponible en <http://www.cfi-plagas.com.ar/madera.htm>
- Arguedas, M. 2006a. Clasificación de tipos de daños producidos por insectos forestales. Primera parte. (en línea). KURU: REVISTA FORESTAL (Costa Rica) 1(8). 6 p. Consultado 10 set. 2007. Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/revistakuru/antiores/antior8/pdf/solucion%201.pdf>
- Arguedas, M. 2006b. Clasificación de tipos de daños producidos por insectos forestales. Segunda parte. (en línea). KURU: REVISTA FORESTAL (Costa Rica) 1(9). 8 p. Consultado 10 set. 2007. Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/revistaKuru/pdf/Solucion%201.pdf>
- Grupp, SM. 2007. Hormiga carpintera. Directorio de Insectos. (en línea). Illinois, US, Programas de extensión en español. Universidad de Illinois. Consultado 10 set 2007. Disponible en [http://www.urbanext.uiuc.edu/bugreview\\_sp/carpenterants.html](http://www.urbanext.uiuc.edu/bugreview_sp/carpenterants.html)
- Luley, CJ. 2006. Identificación del tipo de pudrición de la madera y hongos xilófagos en árboles urbanos. (en línea). Illinois, US, La página hispana de la Sociedad Internacional de Arboricultura. USDA Forest Service. Consultado 10 set 2007. Disponible en <http://www.isahispana.com/pubs/decay-fungi.htm>
- Mora, N, Encinas O. 2006. Biodegradación de maderas. Mérida, VE, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Ingeniería Forestal, Grupo de Investigación en Conservación de la Madera, Laboratorio Nacional de Productos Forestales. 111 p.
- Orlandorats. 2007. Professional Rat Control, Removal & Prevention in Orlando Florida. (en línea). Florida, US. Consultado 10 oct. 2007. Disponible en <http://www.orlandorats.com/photopoop.htm>
- UBC (University of British Columbia, CA). 2007. Course Bulletins Limnoria lignorum (en línea). British Columbia, CA, Faculty of Forestry. Consultado 10 set 2007. Disponible en [http://www.forestry.ubc.ca/fetch21/FRST308/lab8/limnoria\\_lignorum/gribbles.html](http://www.forestry.ubc.ca/fetch21/FRST308/lab8/limnoria_lignorum/gribbles.html)