

# **IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA PUESTA EN OBRA**

IGNACIO BOBADILLA MALDONADO <sup>1</sup>, MIGUEL ESTEBAN HERRERO <sup>2</sup>, FRANCISCO ARRIAGA MARTITEGUI <sup>2</sup>, NATIVIDAD CASTRO ALONSO <sup>1</sup>

## **Resumen**

La madera, pese a sus excelentes prestaciones como material de construcción, presenta algunas limitaciones. Por tratarse de un material orgánico puede ser destruida por organismos xilófagos. Como resultado aparecen con frecuencia patologías y problemas en las obras de rehabilitación y restauración, máxime, cuando se trata de elementos del patrimonio histórico o artístico. A menudo, el personal encargado de la ejecución de dichas actuaciones carece de los conocimientos adecuados sobre el material y sus patologías, por lo que resulta habitual recurrir a expertos, con el consiguiente incremento de tiempo y presupuesto. Para paliar esta problemática se propone la utilización de una base de datos y una clave descriptiva de múltiple entrada para la identificación, mediante equipo informático, de los agentes atacantes de la madera. De esta forma se permite, con unos conocimientos básicos, la determinación del organismo xilófago y sus posibles tratamientos. Se expone detalladamente la metodología desarrollada y se presenta una primera clave de caracteres así como una base de datos descriptiva y fotográfica de los agentes destructores más habituales en España.

**Palabras clave:** Hongos e Insectos Xilófagos, Patología de la Madera, Rehabilitación, Restauración.

**Mesa temática:** nº 9 Tecnología e industrialización de los productos forestales

## **Agradecimientos**

A D. Eudaldo González Rosa, de la Empresa SILCO SL, por su colaboración en la búsqueda de bibliografía y archivo fotográfico de muchos de los insectos de la base de datos del proyecto.

A D. Francisco García Fernández, y D. Santiago Antoranz Pons, de AITIM, por las muestras de referencia que nos han facilitado y por sus fotografías de algunos de los agentes destructores.

A D. Andrés Remacha Gete y D. Daniel Ballarín Montesinos de la UD de Industrias de los Productos Forestales de la EUITF de Madrid por su colaboración desinteresada en el proyecto.

A D. Luis García Esteban de la UD de Tecnología de la Madera de la ETSI de Montes, por facilitarnos las medidas con el microscopio y el analizador digital de imágenes.

## **INTRODUCCIÓN**

Con este trabajo, se pretende poner en marcha una herramienta que facilite la toma de decisiones en las actuaciones de restauración y rehabilitación de edificios con estructuras, mobiliario, carpintería u objetos de arte de madera, afectados por agentes destructores de carácter biótico. Por un lado agilizará el proceso de identificación del agente o agentes destructores, por otro, establecerá las posibilidades de actuación o los tratamientos curativos más adecuados según el caso, todo ello de una manera sencilla e intuitiva, de forma que el no experto en la materia, sea capaz de encontrar una solución a su problema. Se trata de un trabajo, por tanto, eminentemente práctico, y está basado en la experiencia, tanto del personal técnico de AITIM (Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y el Corcho), empresa que lleva más de 20 años realizando informes y peritaciones en este campo, como del personal investigador de la Universidad, tanto de la EUIT Forestal, como de la ETSI de Montes, ambas de Madrid.

## **METODOLOGÍA**

El trabajo se ha estructurado en las siguientes fases:

- Recolección de las muestras de referencia

- Recopilación bibliográfica
- Realización de la base de datos
- Creación de la clave de identificación
- Realización de las fichas descriptivas
- Creación del programa informático

### **Recolección de las muestras de referencia**

Durante los últimos 6 años, se ha estado realizando a través de AITIM, una colección de muestras de referencia de los agentes destructores más comunes en España. Estas muestras pertenecen en su mayor parte a informes y peritaciones realizados por los técnicos de esta empresa entre los años 1999 y 2005. Así mismo se han obtenido algunas muestras del INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias), de la Unidad Docente de Industrias de los Productos Forestales de la EUIT Forestal de Madrid y de las Unidades Docentes de Estructuras y de Tecnología de la Madera de la ETSI de Montes de Madrid.

### **Recopilación bibliográfica**

En paralelo con la colección de muestras se han ido recopilando numerosas referencias bibliográficas, ya sean libros, artículos o informes técnicos, cuyos datos aparecen citados en la bibliografía. Esta recopilación de información nos ha servido, junto con el material de referencia, para crear la base de datos y las fichas, así como la clave de identificación.

### **Realización de la base de datos**

Los datos procedentes de la recopilación bibliográfica, así como de las muestras y de sus fotografías, conforman la base de datos sobre la que se apoya el proyecto. Se han realizado más de 350 fotografías macro y microscópicas de las muestras de la colección, que servirán, tanto para la confección de la clave, como para las fichas descriptivas.

### **Creación de la clave de Identificación**

De todos los datos obtenidos de los procesos anteriores se han extraído aquellos que permiten separar o diferenciar unos agentes de otros. Con ello, se han podido generar 122 caracteres divididos en 6 grupos, fácilmente reconocibles y observables, objetivos, y de manejo sencillo. Se han seleccionado así mismo las fotografías de muchos de estos caracteres, que facilitan la identificación y asignación de los mismos a un determinado agente.

### **Creación de las fichas descriptivas**

Para aunar toda la información recabada, y que su consulta resulte más cómoda y sencilla, se han confeccionado más de 40 fichas descriptivas de los agentes destructores más relevantes manejados en la base de datos. En estas fichas se recogen las características morfológicas y biológicas del agente, su efecto sobre la madera y los datos referentes a las posibilidades de actuación, todo ello, acompañado de numerosas fotografías. Por último se asignan a cada agente, los caracteres de la clave correspondientes.

### **Creación del programa informático**

Para finalizar el proyecto, con toda la información recopilada en las fichas y en la base de datos, se está desarrollando una aplicación informática que permita el diagnóstico rápido de la madera afectada, así como el tratamiento o tratamientos curativos correspondientes más adecuados.

### **CLAVE DE CARACTERES**

Como hemos comentado anteriormente, se propone una clave formada por 122 caracteres divididos en 6 grupos, que se presentan en la tabla 1.

## PROGRAMA INFORMÁTICO

Este programa se basa en el lenguaje de programación “Visual Basic. Net” y plantea una sencilla navegación por la aplicación en la que sin grandes conocimientos informáticos o de patología de la madera, y tras aportar algunos datos de entrada extraídos de manera muy intuitiva con la observación detallada de la muestra dañada, obtenemos unos datos de salida del agente o agentes degradadores presentes en la muestra y sus posibles tratamientos curativos.

El software consta de una interfaz en la que aparecen distintas opciones a seleccionar dependiendo de las características del ataque producido sobre la pieza. El procedimiento se apoya en las fotografías y breves descripciones de las opciones de entrada de datos, que se corresponden con los diferentes apartados de la clave anteriormente descrita. Una vez seleccionados los caracteres, el programa realiza una comparación entre los códigos elegidos y los correspondientes a cada organismo patógeno, presentes en la base de datos, obteniendo como resultado el agente o agentes destructores de la pieza analizada. Desde la lista de salida de estos organismos xilófagos, podremos acceder, si así lo deseamos, a la descripción detallada de los mismos y/o a los posibles tratamientos curativos.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- ANONIMO. 1991. *Fiches signalétiques de 25 insectes xylophages Préservation*. Ed. CTBA (Centre Technique du Bois et de L`Ameublement). 30 pp.
- ARRIAGA, F; PERAZA, F; ESTEBAN, M; BOBADILLA, I; GARCÍA, F. 2002. *Intervención en estructuras de madera*. Ed. AITIM. Madrid. 476 pp.
- BENITO, J. 1956. *Los termitos en España. Biología, daños y métodos para combatirlos*. Ministerio de Agricultura. Servicio de plagas forestales. Madrid. 16 pp.
- BENITO, J. 1957. *Los termes de madera seca (Cryptoterme brevis) en las islas Canarias*. Ministerio de Agricultura. Servicio de Plagas Forestales. Madrid. 15 pp.
- CEBALLOS, G. 1962. *Elementos de entomología general con especial referencia a los insectos de interés forestal*. Secc. Publicaciones de la ETSI de Montes. Madrid. Pp 121 a 126.
- DE LIÑAN V, C (Coordinador). 1998. *Entomología agroforestal*. Ediciones Aerotécnicas. Madrid. 1309 pp.
- ESPAÑOL, F. 1992. *Fauna ibérica. Vol. 2. Coleoptera anobiidae*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 196 pp.
- KOLLMANN, F. 1959. *Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Tomo primero*. Ministerio de Agricultura. Dirección general de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Madrid. Pp 47 a 119.
- MARTIN DIEGUEZ, J. 1959. *Cuatro coleópteros líctidos de la fauna española*. Ministerio de Agricultura. Servicio de Plagas Forestales. Madrid. 29 pp.
- PERAZA, F. 2001; *Protección preventiva de la madera*. Ed. AITIM. Madrid. 437 pp.
- RODRIGUEZ BARREAL, J.A. 1998. *Patología de la madera*. Coedición FUCOVASA – MUNDIPRENSA. 349 pp.
- TORRES JUAN, J. 1968. *Los organismos xilófagos y su tratamiento*. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Madrid. 53 pp.

### Artículos

- HALPERIN, J; GEIS, KU. 1999. *Lyctidae (Coleoptera) of Israel, their damage and its prevention*. Phytoparasitica 27 (4): 257-262.
- HANSEN, LS; JENSEN, KMV. Abril – Junio 1996. *Upper lethal temperature limits of the common furniture beetle Anobium punctatum*. International Biodeterioration and Biodegradation 37 (3-4): 225-

232.

LYON, WILLIAM F. 1991. *Powderpost beetles*. Ohio State University Extensión Fac. Sheet. Entomology.6 pp.

MORALES, J. Noviembre de 2003. *Control de termitas subterráneas: La prevención es clave, nadie está libre*. Revista BIT. Corporación de Desarrollo Tecnológico. Cámara Chilena de la Construcción. Pp 48 a 52.

RUST, MK; DANIEL, V; DRUZIK, JR; PREUSSER, FD. 1996. *The feasibility of using modified atmospheres to control insect pests in museums*. Restaurator International Journal for the Preservation of Library and Archival Material 17 (1): 43-60.

RUST, MK; PAINE, EO; REIERSON, DA. Octubre 1997. *Evaluation of freezing control wood destroying insects (Isoptera, Coleoptera)*. Journal of Economic Entomology 90 (5): 1215-1221.

TAVCES, C; POHLEVEN, F; KOESTLER, RJ. 2001. *Effect of anoxic conditions on Wood decay fungi treated with Argon or nitrogen*. International Biodeterioration and Biodegradation 47 (4): 225-231.

VALENTIN, N. 1993. *Comparative análisis of insect control by nitrogen, argon and carbon dioxide in museum, archive and herbarium collections*. International Biodeterioration and Biodegradation 32 (4): 263-278.

## ANEXO 1: TABLAS

**Tabla 1: Caracteres de identificación.**

<b>1.-Características de la madera atacada</b>
1.1.-Cambios de coloración y en el aspecto de la madera:
C1 Color azulado
C2 Presenta delgadas líneas negras, y en ocasiones, un color pardo con franjas blancas
C3 Color pardo, más oscuro que la madera normal
C4 Color más claro o blanquecino, de forma uniforme o a franjas blancas
C5 Aspecto fibroso
C6 Aspecto esponjoso, cuando la madera está húmeda, (como queso fresco)
C7 Superficie agrietada perpendicular y transversalmente, en cubos o prismas, cuando la madera está seca
C8 Superficie cubierta por pelusilla o proliferaciones algodonosas de color variable, desde blancas a negras
1.2.-Tipo de madera atacada:
C9 Coníferas
C10 Frondosas
C11 Albura
C12 Duramen
1.3.-Contenido de humedad en el momento de la inspección
C13 < 10 %
C14 10 – 18 %
C15 > 18 %
<b>2.-Galerías</b>
2.1.-Forma
G1 Circular
G2 Oval
G3 Polimorfos
2.2.-Diámetro
G4 < 2 mm
G5 < 4 mm
G6 < 6 mm
G7 < 10 mm
G8 < 12 mm
G9 < 15 mm
2.3.-Dirección
G10 Perpendicular a las fibras
G11 Paralela a las fibras
G12 Cualquier dirección, perpendicular o paralela a las fibras
2.4.-Paredes
G13 Paredes estriadas
G14 Paredes de las galerías oscurecidas, de color negro o muy oscuro, debido a la presencia fúngica.
G15 Paredes cubiertas de capa caliza (recubrimiento blanco)
2.5.-Presencia de detritus:
Características del detritus
G16 Detritus de madera aglomerada con forma de cilindro apuntado en los extremos (limón)
G17 Detritus de madera aglomerada con forma de cilindro regular (pellets)
G18 Detritus de madera aglomerada con forma de disco (galletas)
G19 Detritus de madera sin aglomerar y sin forma determinada
G20 Detritus formado por madera y barro, de color pardo oscuro
Tamaño
G21 Elementos detríticos muy finos, de tacto fino (como harina)(< 150 micras)
G22 Elementos detríticos intermedios, de tacto rugoso (50 - 600 micras)
G23 Elementos detríticos grandes, de tacto rugoso (200 – 1200 micras o mayores)

Otros
G24 Galerías solamente localizadas en la madera de primavera, (ofreciendo un aspecto de hoja de libro)
G25 Galerías muy numerosas, superficiales y sinuosas, de forma que la madera está cribada como un panal.
<b>3.-Orificios de salida:</b>
O1 Sin orificios de salida, aunque se observan galerías
3.1.-Forma
O2 Circular
O3 Elíptica u oval
3.2.-Diámetro
O4 Diámetro de los orificios < de 2 mm
O5 Diámetro de los orificios entre 2 y 4 mm
O6 Diámetro de los orificios entre 4 y 6 mm
O7 Diámetro de los orificios entre 6 y 10 mm
O8 Diámetro de los orificios entre 10 y 12 mm
O9 Diámetro de los orificios entre 12 y 15 mm
<b>4.-Morfología del organismo xilófago</b>
4.1.-Adulto
Longitud
I1 Longitud < 3 mm
I2 Longitud entre 3 y 4 mm
I3 Longitud entre 4 y 6 mm
I4 Longitud entre 6 y 10 mm
I5 Longitud entre 10 y 20 mm
I6 Longitud entre 20 y 35 mm
I7 Longitud > de 35 mm
I8 Longitud > de 100 mm
Color
I9 Color marrón oscuro o negro
I10 Color marrón rojizo
I11 Color blanquecino, beige o marfil
I12 Color azulado
I13 Color amarillo
Pubescencia
I14 Pubescencia amarilla
I15 Pubescencia blanquecina
I16 Pubescencia gris
I17 Elitros ocres recubiertos de una pubescencia roja
I18 Elitros cubiertos de pubescencia en forma longitudinal (en hileras)
I19 Elitros con 2 bandas transversales pubescentes más o menos continuas
Forma
I20 Forma más o menos cilíndrica
I21 Cierta parecido con las hormigas, pero de color marfil
I22 Similar a las hormigas, de cabeza y tórax negros, y abdomen pardo
I23 Similar a un abejorro
I24 Similar a mariposas nocturnas (polillas)
I25 Similar a una gamba o cochinilla, con 7 pares de patas y 2 pares de antenas
Otros
I26 Posee una prolongación de la cabeza en forma de trompa, de dónde parten las antenas
I27 Elitros con puntos
I28 Elitros con 2 bandas amarillas transversales más o menos continuas
4.2.-Larva:
Longitud
L1 Larvas de < de 6 mm de longitud
L2 < de 11 mm
L3 < de 30 mm
L4 < de 40 mm
L5 < de 100 mm

Color
L6 Color blanco
L7 Color crema o amarillento
L8 Color rojo - rosado
Forma
L9 Arqueada
L10 Cilíndrica y alargada
Otros
L11 Presencia de pelillos o pubescencia
L12 Patas visibles
L13 3 ocelos pigmentados
L14 2 ocelos laterales
L15 Aspecto brillante
<b>5.-Otros caracteres</b>
5.1.-Época de vuelo, salida de adultos:
OC1 En Marzo
OC2 En Abril
OC3 En Mayo
OC4 En Junio
OC5 En Julio
OC6 En Agosto
OC7 En Septiembre
OC8 En Octubre
OC9 En Noviembre
5.2.-Estructura a la que pertenecía
OC10 Postes: eléctricos, telefónicos,... o vallas
OC11 Depósitos de refrigeración
OC12 Madera estructural
OC13 Muebles
OC14 Objetos de arte
OC15 Libros antiguos y papeles
OC16 Carpintería de interior
OC17 Cubiertas y tejados
OC18 Pavimentos
OC19 Árboles en pie, árboles débiles, recién apeados o muertos
OC20 Tocones, raíces
5.3.-Zona dónde se encontraba la pieza:
OC21 En contacto con el mar (con el agua salada)
OC22 En contacto con el suelo
OC23 Empotradas en muros
OC24 En el interior de algún local o vivienda (no al aire libre)
5.4.-Otros
OC25 En primavera se escuchan 4 ó 5 golpes seguidos sobre la superficie y tras una breve pausa se vuelven a repetir.
OC26 Cuando hay silencio se escucha al insecto roer la madera
<b>6.-Actividad del ataque</b>
A1 Detritus de color más claro que la madera
A2 Presencia de detritus en el exterior de la galería, amontonado bajo los orificios de salida
A3 Presencia del insecto adulto
A4 Galerías visibles desde el exterior

## ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1: Detalle de la sección longitudinal de una galería de anóbido llena de detritus de tamaño intermedio y con forma cilíndrica apuntada en los extremos característica de las especies de esta familia.



Fotografía 2: Detalle de sección transversal de una galería de cerambícido (*Hylotrupes bajulus* L.) llena de detritus de tamaño grande y con forma cilíndrica característica de las especies de esta familia.

## DATOS DE LOS AUTORES:



### **Ignacio Bobadilla Maldonado**

Dr. Ingeniero de Montes por la UPM.  
Profesor Titular de Universidad Interino  
UD de Industrias de los Productos Forestales  
EUIT Forestal.  
Avda. de Ramiro de Maeztu s/n  
28040 MADRID  
e-mail: [i.bobadilla@upm.es](mailto:i.bobadilla@upm.es)

### **Francisco Arriaga Martitegui**

Dr. Arquitecto por la UPM  
Profesor Titular de Universidad  
UD de Estructuras  
ETSI de Montes de Madrid  
Cno de las Moreras s/n  
28040 Madrid  
e-mail: [francisco.arriaga@upm.es](mailto:francisco.arriaga@upm.es)

### **Miguel Esteban Herrero**

Dr. Ingeniero de Montes por la UPM  
Profesor Titular de Universidad Interino  
UD de Estructuras  
ETSI de Montes de Madrid  
Cno de las Moreras s/n  
28040 Madrid  
e-mail: [miguel.esteban@upm.es](mailto:miguel.esteban@upm.es)