



Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico
CONSEJERÍA DE CULTURA

SAN SEBASTIÁN, SAN JUAN Y SAN ANTÓN

RETABLO DE LOS EVANGELISTAS.

CATEDRAL DE SEVILLA.

ESTUDIO BIOLÓGICO:

IDENTIFICACIÓN DE MADERA

AGENTES BIODETERIORANTES

TRATAMIENTO NO TOXICO DE DESINFECCIÓN/DESINSECTACIÓN

Marzo, 2000

IDENTIFICACIÓN DE MADERA

INTRODUCCIÓN

Al ser un producto natural de origen biológico, la madera está caracterizada por un alto grado de diversidad y variabilidad en sus propiedades.

Existen maderas comunes que se pueden identificar con gran rapidez, sin embargo otras maderas menos frecuentes resultan difíciles de determinar. Así pues, el análisis macroscópico ha de complementarse con el microscópico, mediante el cual se puede asegurar la identificación de la especie, o al menos del género. En todos los casos se recurrió a análisis microscópicos de la estructura celular.

Se tomó una muestra de una zona poco visible y de pequeño tamaño, teniendo en cuenta las tres caras en las que se han de realizar los cortes para su correcta identificación.

Las muestras de madera necesitan una preparación previa antes de su observación al microscopio óptico. Las secciones observadas son: radial, tangencial y transversal; en las cuales se analizan los distintos caracteres anatómicos.

En muchos de los casos estudiados no es posible determinar la especie por lo que, o bien aparece el género, o bien la familia a la que pertenece dicha especie. Los resultados obtenidos se constatan con los datos históricos de la obra.

MATERIAL Y MÉTODO

Localización de la muestra:

PRm. 1 Zona inferior izquierda

Análisis:

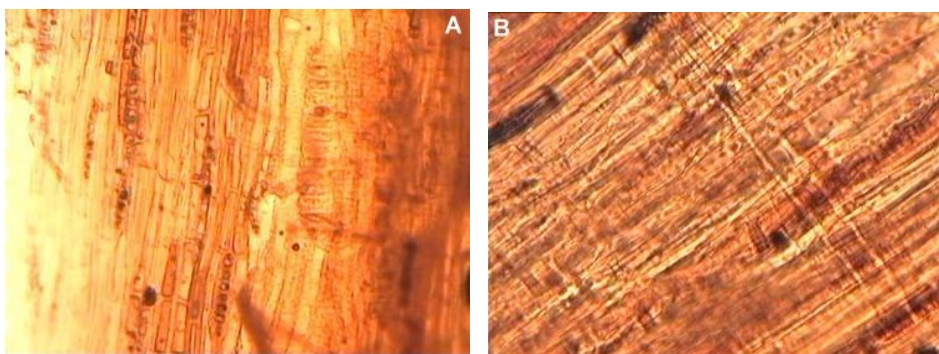
- Observación previa de la madera al estereomicroscopio (lupa binocular).

- Preparación de las muestras:
Puesta en ebullición de la muestra de madera en un vaso de precipitado lleno de agua destilada, hasta que el bloque se hunda. Esto se hace para facilitar los cortes de las distintas secciones y para hacer salir el aire de las cavidades de la madera. Esta operación se puede acelerar pasando el bloque de madera del vaso con agua hirviendo a otro con agua fría que, de nuevo, es llevada a ebullición.

- Observación de las muestras de nuevo al estereomicroscopio y realización de cortes, mediante bisturí, de las secciones: TRANSVERSAL, perpendicular a los haces del árbol; LONGITUDINAL RADIAL; paralelo a los haces del árbol, pasando por el centro del tronco; LONGITUDINAL TANGENCIAL; paralelo a los haces del árbol, pero no pasando por el centro del tronco.

- Observación al microscopio óptico con luz transmitida de las distintas secciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Muestra: PRm. 1

Especie: *Quercus sp.*

A: sección tangencial, 100X;

Figura: 1

Familia: FAGACEAE

B: sección radial, 200X.

Las muestras se identificaron como madera del género *Quercus*, en la cual se observó anillo poroso y los grupos de poros en la madera tardía están orientados radialmente y tienen forma de llama (sección transversal). Radios homogéneos (sección radial). Radios uniseriados y multiseriados, de 0,5 a 1 mm de ancho, conteniendo más de 30 células (sección tangencial y transversal).

La madera de *Quercus* es muy similar a la de *Castanea*. Se puede distinguir de esta última por la presencia de radios multiseriados.

La madera analizada pertenece a un árbol del grupo de las ANGIOSPERMAS (frondosas).

La madera de las angiospermas es heteróxila (heterogeneidad de sus elementos).

Posee :

- vasos, cuya función es de conducción;
- fibras, cuya función es de sostén y
- células parenquimáticas y secretoras.

En la sección transversal se observan: una zona tardía, una zona primaveral, radios parenquimáticos, vasos y parénquima axial.

La madera de gimnospermas es homóxila (homogeneidad en sus elementos).

Posee:

- traqueidas, cuya función es de conducción y de soporte y
- células parenquimáticas.

En la sección transversal se observan: traqueidas tardías, traqueidas primaverales, radios parenquimáticos monoseriados y canales resiníferos. Los canales resiníferos



Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico
CONSEJERÍA DE CULTURA

son aberturas elípticas o circulares, cuya estructura está constituida de un número variable de células epiteliales que pueden excretar diversas sustancias resinosas.

AGENTES BIODETERIORANTES

INTRODUCCIÓN

La madera, como cualquier material de naturaleza orgánica, está sujeta a una degradación natural que depende de varios factores y, principalmente, de las condiciones ambientales a las que está sometida.

Los fenómenos de biodeterioro de la madera son causados por diversos organismos con características metabólicas diferentes. Los principales responsables del biodeterioro de la madera son organismos heterótrofos como hongos, bacterias, actinomicetos e insectos.

Los fenómenos de biodeterioro se determinan según las condiciones microclimáticas, en particular la temperatura y la humedad relativa (H.R.) que favorecen el desarrollo de estos organismos y microorganismos.

Estas condiciones no son raras en los ambientes en los que se conservan normalmente estas obras; una H.R. superior al 65% asociada a una temperatura de 20°C o superior, es suficiente para causar el desarrollo de microorganismos (hongos). Por lo tanto, los hongos junto a los insectos, son los biodeteriólogos más frecuentes de las obras de arte que se suelen conservar en este tipo de ambientes.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó una inspección visual de la pintura sobre tabla para determinar la presencia de microorganismos o insectos causantes de un posible deterioro. Además se observó la muestra de madera, recogida para su identificación, con el fin de encontrar cualquier posible agente biológico deteriorante. La observación y la toma de muestras se realizó en el mes de enero.

ANÁLISIS

Se observaron zonas con pudrición parda, restos de serrín y de insectos en el interior de orificios y galerías localizados en los travesaños y en la propia tabla (ver figuras 2).

MICROORGANISMOS

Previamente a la realización de los cultivos, en la inspección visual de la tabla (reverso), se observaron varios focos de pudrición parda.

Las muestras de microorganismos se tomaron con material estéril, para su posterior análisis y determinación. En este caso concreto se trata de detectar la presencia de posibles microorganismos causantes del deterioro del soporte. Se utilizaron medios específicos para determinados organismos.

Toma de muestras. Localización

PRh.1 Pudrición parda. Reverso, zona izquierda cultivo

PRh.2 Pudrición parda. Reverso, zona derecha cultivo

Técnicas de aislamiento en cultivos

Análisis cualitativos:

Se realizan según una metodología: Cultivo del microorganismo en estudio sobre medio agarizado distribuido en placas de Petri de diámetro 15 cm. Los análisis se realizaron por triplicado y en condiciones estériles.

Incubación:

Por norma, la incubación se efectúa a la temperatura de 30°C en ambiente aeróbico.

Valoración de los resultados:

Al finalizar el tiempo de incubación se procede a la lectura de los resultados. Para los cultivos en medio sólido la verificación se realiza mediante la observación directa de la colonia que se ha desarrollado.

INSECTOS

Se tomaron muestras de serrín y de restos de insectos del interior de orificios y galerías localizados en los travesaños y en la propia tabla (ver figura 2).

- Toma de muestras. Localización

- Pri. 1 Galerías de anóbidos (reverso)
- Pri. 2 Galerías de anóbidos (reverso)
- Pri. 3 Galería de cerambícido (reverso)

Se observaron al estereomicroscopio y se utilizó bibliografía especializada para su determinación.



Fig. 2 – Orificios y galerías de insectos xilófagos, reverso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

MICROORGANISMOS

En ninguno de los casos estudiados se ha detectado crecimiento fúngico.

INSECTOS

Se han observado galerías de sección oval (cerambícidos) y orificios de salida de anóbidos.

Tras la toma de muestras y su observación al microscopio, se han observado distintos tipos de excrementos de insectos xilófagos, mayoritariamente de anóbidos y de cerambícidos. No se pudo obtener ningún insecto adulto completo sólo algunos restos e indicios típicos de las familias *Anobiidae* y *Cerambycidae*.

PRI. 1 Restos de madera atacada por anóbidos, galerías y excrementos; pupas de anóbidos (ver figura 3 y 4)

PRI. 2 Excrementos y pupas de anóbidos (ver figura 5)

PRI. 3 Pupa de lepidóptero (ver figura 6)

Orden *COLEOPTERA*; familia *Anobiidae*

***Anobium punctatum* De Geer**

Hábitat natural. Especie muy común en España y Europa, países de clima templado. Ataca casi todas las maderas, aún cuando sean viejas y secas, excepto el duramen de roble y algunas maderas tropicales (caoba). La humedad favorece su desarrollo y la temperatura óptima es de 22º C.

Daños causados. Los daños más graves se observan en lugares de mayor humedad y reducida temperatura. Las galerías son numerosas en la zona primaveral de la madera y pueden extenderse a la zona tardía en aquellas maderas en las cuales no se distinguen bien ambas zonas (ej. aliso, haya, abedul, olmo y píceas).

Reconocimiento de los daños. Los orificios de salida son perforaciones redondas de 1 a 6 mm de diámetro. Cuando se observa el serrín al estereomicroscopio se distinguen unas bolitas elipsoidales o con forma de limón que son los excrementos. Una actividad continua de la plaga se pone de manifiesto por los montoncitos de polvo o serrín y por la aparición de orificios con restos frescos en el verano.

Hábitos y ciclo de vida. La emancipación de los imagos es continua en primavera hasta fin de verano. La hembra coloca sus huevos, aproximadamente en fisuras o perforaciones de la madera o en los orificios causados por generaciones precedentes. Las larvas no perforan la superficie, por lo que el serrín y excrementos quedan sueltos en las galerías. El imago sale por una perforación redonda. El plazo de generación es muy variable, de 8 meses a 3 años, según las condiciones.

El cerambícido que más habitualmente ataca la madera de frondosas o latifolias, entre ellas algunas del género *Quercus*, pertenece a la especie *Hesperophanes cinereus*.

Orden *COLEOPTERA*; familia *Cerambycidae*

Hesperophanes cinereus Villers

Hábitat natural. La importancia de este xilófago se extiende por toda Europa, sobre todo por la zona mediterránea. La madera más frecuentemente atacada es la de frondosas (robinia, haya, álamo, nogal y castaño).

Daños causados. La madera atacada puede ser completamente desintegrada y la extensión de los daños estructurales depende de la importancia de la plaga.

Reconocimiento de los daños. La infestación es fácilmente reconocible. Los orificios de salida tienen forma oval y un diámetro máximo de 6 a 10 mm, pero no siempre son fáciles de observar. Los restos de serrín se acumulan en el interior de las galerías del objeto atacado pero son menos numerosos que en el caso de los anóbidos (*Anobium punctatum*). Las galerías aparecen cubiertas, por tanto, de fibras de la madera (virutas), serrín y excrementos.

Hábitos y ciclo de vida. La hembra coloca sus huevos en grandes grupos en grietas de la madera. Las larvas nacen después de unos 10-20 días, entrando en la madera perforando galerías de sección transversal elíptica en las cuales el serrín que contienen, mezclado con excrementos cilíndricos, es apretado continuamente por las larvas formando una masa compacta. La larva raramente expulsa el serrín, pero como éste es muy fino, a veces cae al exterior. La larva se alimenta de la madera durante algunos años (1-3). Ésta se empupa en una galería cercana a la superficie, tapando ambos lados con serrín y virutas. La fase de pupa dura alrededor de tres semanas y los adultos emergen mediante una perforación elíptica en los días cálidos entre mayo y agosto. El plazo de una generación varía mucho entre 1 y 3 años.

No se puede asegurar que el tipo de coleóptero xilófago que está infestando la obra sea el anteriormente descrito, puesto que no se dispuso de ningún ejemplar para su estudio. Se trata sólo de una hipótesis basada en los restos de madera, en la forma y tamaño de los excrementos y en el tipo y tamaño de las galerías que se han observado durante la inspección.



Fig. 3 – Restos de madera atacada por anóbidos, galerías, 7X



Fig. 4 – Excrementos de anóbidos, 10X



Fig. 5 – Pupas de anóbidos, 7X



Fig. 6 – Pupa de lepidótero, 7X

PROPUESTA DE DESINSECTACIÓN

La aplicación de insecticidas y pesticidas utilizados en museos, archivos y bibliotecas ha venido planteando graves problemas que incluyen toxicidad y alto riesgo tanto para las personas que los aplican como para los que manipulan los objetos tratados. Por otro lado, se producen alteraciones físico-químicas en los materiales desinsectados.

Como tratamiento alternativo a los convencionales fumigantes se propone la aplicación de un gas inerte, argón, aplicado en un sistema herméticamente cerrado en cuyo interior se deposita el objeto infestado. Es necesario el control de factores ambientales tales como la temperatura, la humedad y la concentración de oxígeno.

La aplicación de este sistema no tóxico de desinsectación permite eliminar por completo poblaciones de insectos destructores habituales de colecciones históricas.

TRATAMIENTO NO TÓXICO DE DESINSECTACIÓN

El desplazamiento del aire por un gas inerte como el argón produce un efecto letal en insectos que se suelen encontrar en las obras de arte. Investigaciones previas realizadas en laboratorio, demuestran que una atmósfera de gas inerte, aplicada a baja concentración de oxígeno, produce una anoxia completa en todas las fases del ciclo biológico de especies de insectos.

El gas descrito no es tóxico, tiene un bajo coste y es estable por lo que no produce alteraciones físico-químicas en los objetos tratados.

La desinsectación de la tabla se realizó depositando ésta en una bolsa de plástico de baja permeabilidad fabricada por termo sellado. Dentro de la bolsa se depositó un termohigrómetro para controlar la humedad relativa y la temperatura durante el tratamiento, y un absorbente de oxígeno que facilita el descenso de la concentración de éste en el interior de la bolsa.

La bolsa llevaba instaladas dos válvulas, una de entrada por donde penetra el gas inerte y otra de salida a la que se conectó una bomba de vacío. Previamente a la entrada de gas se realizó un suave vacío. El gas se introdujo en la bolsa con una presión suave de 0,5 bares aproximadamente, manteniendo cerrada la válvula de salida. Una vez que la bolsa se llenó, se procedió a abrir la válvula de salida conectando la bomba de vacío que permite que la mezcla de aire del interior de la bolsa salga con mayor rapidez. Así comenzó la fase de barrido. Esta fase dura un tiempo que está relacionado con el tamaño de la bolsa. La fase de barrido concluyó cuando el analizador de oxígeno, conectado también a la bolsa, señalaba que la concentración de éste era inferior a 0,05%.

Finalmente, se cerraron las válvulas y la bolsa se mantuvo en fase de estanquidad con unas condiciones de temperatura, humedad y % de oxígeno estables.

Observaciones

En este caso concreto, al tratarse de materiales expuestos a altas humedades, fue conveniente humidificar el gas utilizado en los tratamientos. Con esto se evitan descensos bruscos de la humedad relativa en el interior de las bolsas durante la fase de barrido.

Por otro lado, se realizó previamente una suave succión del aire atmosférico del interior de la bolsa para así disminuir el consumo de gas.

CONCLUSIONES

El tratamiento se llevó a cabo y, una vez concluido el tiempo de exposición al gas inerte, que fue de quince días, se procedió a cortar la bolsa y extraer la obra.

FICHA TÉCNICA

ANÁLISIS BIOLÓGICO: Marta Sameño Puerto

Bióloga del Departamento de Análisis

Centro de Intervención del IAPH