

MANCHAS EN LA MADERA DE CARPINTERÍA

IGNACIO BOBADILLA MALDONADO. DR INGENIERO DE MONTES. PTUI DE LA EUIT FORESTALES DE MADRID
FRANCISCO GARCÍA FERNÁNDEZ. INGENIERO DE MONTES. DPTO. TÉCNICO DE AITIM.
LYDIA GARCÍA ESTEBAN. TÉCNICO DE LABORATORIO DE AITIM.

Uno de los problemas más frecuentes relacionado con las instalaciones de carpintería, son las manchas o coloraciones que aparecen en las piezas, tanto de madera maciza como de rechapados, en estos últimos con mayor frecuencia actualmente, debido a su creciente uso.

En ocasiones estas manchas aparecen poco tiempo después de realizada la



FOTO 1 (MANCHAS TANINO)

instalación, otras veces se ponen de manifiesto meses e incluso años después. Por otro lado no parece haber unanimidad a la hora de pronunciarse acerca del carácter y la procedencia de dichas manchas (hongos, taninos, óxidos...) debido de una parte, a la complejidad de la cuestión, y de otra, a que en muchas ocasiones la procedencia es diferente en cada caso.

Esta aparente confusión nos ha llevado a realizar una serie de ensayos

y análisis para intentar, si no resolver, por lo menos acotar en parte este problema.

1ª aproximación: Partículas y oxidaciones

Es interesante y aporta bastante información hacer una observación con lupa binocular (de 10x a 75x) de la zona afectada, ya que en algunos casos el origen de las manchas ha



FOTO 2 (MANCHAS ÓXIDO)

podido ser determinado con esta metodología. Este es el caso de manchas que surjan de la oxidación de partículas metálicas, que procedentes de algún estropajo metálico u otra herramienta utilizada previamente o durante el proceso de acabado hayan quedado incrustadas en la madera y posteriormente atrapadas entre madera y acabado. Con los aportes de humedad a la pieza, sobre todo si se trata de carpinterías exteriores, las partículas se oxidan y aparecen manchas negras en la periferia.

Si en el análisis con la lupa binocular no obtenemos datos significativos, podremos concluir que o

bien se trata de hongos, o bien de algún tipo de reacción química de la propia madera con la humedad o con algún otro elemento externo, lo que ha provocado las manchas en la madera.

Hongos

El siguiente paso para intentar descubrir la procedencia de las coloraciones sería descartar el ataque biótico de los



FOTO 3 (MOHOS Y HONGOS)

hongos, para lo cual podemos realizar una preparación microscópica con el objeto de observar y analizar la zona deteriorada.

En este análisis se puede observar si en las células de la madera aparecen o no las hifas del hongo. Nuestro primer reto ha sido encontrar un método de preparación adecuado para la óptima observación de las hifas del hongo.

Metodología de preparación microscópica

En todos los casos se han realizado preparaciones microscópicas siguiendo los métodos tradicionales de corte, tinción y montaje. Ver anexo.



Preparación y corte

El corte de la preparación parte de la realización de un prisma cuadrado o rectangular de aproximadamente 10 mm de lado, perfectamente orientado según las tres direcciones principales de la madera, es decir transversal, tangencial y radial. De este prisma vamos a extraer los cortes en el microtomo, de unas 15 a 20 micras de espesor. En la realización de las preparaciones para la observación de los hongos, los cortes más interesantes son tangencial y radial, este último es el óptimo, ya que podemos observar tanto los tejidos longitudinales como los radiales, en los que hay más probabilidad de encontrar hifas del hongo, sobre todo si se trata de hongos cromógenos, ya que estos se alimentan de las sustancias de reserva que se encuentran fundamentalmente en el parénquima, y en el tejido radial es más fácil encontrar ese tipo de células.

Un caso particular bastante habitual, como ya hemos adelantado, es que la muestra sea un tablero, generalmente de fibras, rechapado. En este caso, la cantidad de madera disponible nos impide realizar el prisma de partida y por supuesto, elegir la orientación del corte. En este caso, la formación del cubo para la realización de los cortes la resolvemos encolando un trocito cuadrado o rectangular, de la chapa deteriorada, de unos 10 mm de lado a un cubito de madera blanda (de conífera por ejemplo) previamente realizado. En este caso, la orientación del cubo

carece de importancia ya que lo que cortaremos será la chapa. La cola utilizada en los ensayos realizados ha sido «araldit» de dos componentes, y el resultado de resistencia al proceso de cocción en el baño maría satisfactorios, pudiendo extraer de la chapa suficientes láminas para la realización del análisis.

La tinción

Se han utilizado diferentes métodos de tinción para analizar la calidad de la imagen observada y facilitar en la medida de lo posible la observación de las hifas del hongo.

- 1.-Tinción tradicional con safranina
- 2.-Tinción con safranina y verde sulfú
- 3.-Tinción con verde yodo y safranina
- 4.-Tinción con verde yodo y rojo congo en varias concentraciones y tiempos

La descripción de cada metodología queda recogida en el anexo.

Los mejores resultados se han obtenido con el método del verde

yodo y rojo congo, o verde yodo y safranina, ambos en concentraciones del 1% y tiempos de 90 s y 360 s respectivamente. En el caso de los hongos cromógenos, las hifas quedan teñidas de una mezcla de rojo y verde (pardo) sobre la célula de parénquima de la madera con fondo rosa-amorado, el resto de tejidos lignificados se tiñen de verde tenue, lo cual permite que resalten más que con la tinción tradicional con safranina, en que todos los tejidos y las hifas quedan del mismo color. No obstante en todos los métodos de tinción se han podido observar las hifas del hongo, siempre y cuando en el proceso no se utilice el agua de Javel, ya que este producto destruye las hifas y desaparecen de la preparación. También depende mucho del grado de ataque del hongo, ya que si este está muy extendido en la muestra resulta más fácil la observación de las hifas. Como conclusión podemos subrayar que, aunque las hifas del hongo aparecen más contrastadas con los métodos de tinción del verde yodo y rojo congo

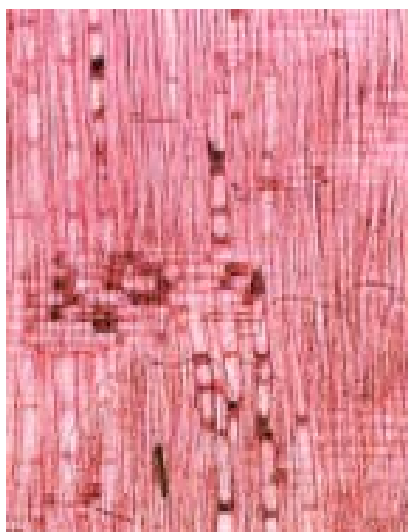
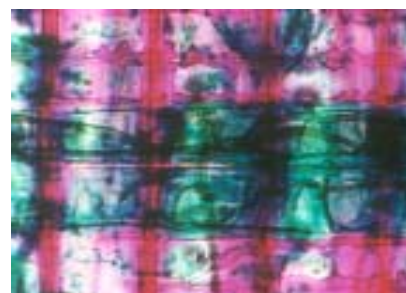


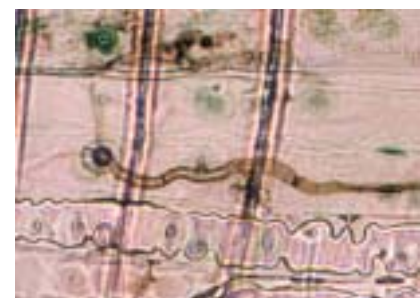
FOTO AL MICROSCOPIO DE CHAPA DE ROBLE



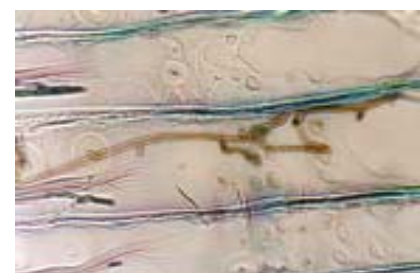
TINCIÓN CON SAFRANINA: HIFAS DE AZULADO EN GÉNERO PINUS. OBSÉRVESE COMO SE COMUNICAN A TRAVÉS DE LAS PUNTEADURAS PARA ACCEDER A LAS CÉLULAS DE PARÉNQUIMA DE LOS RADIOS, DE LAS QUE SE ALIMENTAN



TINCIÓN CON SAFRANINA – VERDE SULFO: HIFAS DE AZULADO EN GÉNERO PINUS.



TINCIÓN CON VERDE YODO – SAFRANINA: HIFA DE HONGO DE AZULADO EN GÉNERO PINUS. COMUNICACIÓN DE LA HIFA DE UNA TRAQUEIDA LONGITUDINAL A UNA CÉLULA DE PARÉNQUIMA RADIAL A TRAVÉS DE UNA PUNTEADURA DEL CAMPO DE CRUCE.



TINCIÓN CON VERDE YODO – ROJO CONGO: DETALLE DE COMUNICACIÓN DE UNA HIFA DE HONGO DE AZULADO EN GÉNERO PINUS ENTRE DOS TRAQUEIDAS A TRAVÉS DE UNA PUNTEADURA AREOLADA.



(o safranina como sustituto del rojo congo), su mayor complejidad hace que quizá no sea el más adecuado, quedando como alternativa más sencilla la tinción clásica con safranina, de resultados bastante aceptables.

Montaje

El montaje se hace siguiendo la metodología tradicional descrita en el anexo, con porta, cubre y utilizando como resina, en lugar del bálsamo de Canadá, una resina sintética llamada «Eukitt», cuyo endurecimiento es más rápido, y no requiere secado en estufa.

Conclusiones de la observación al microscopio

De la observación al microscopio de las diferentes muestras analizadas con manchas susceptibles de ser ataques bióticos, un porcentaje muy pequeño ha dado resultados positivos de presencia de hifas. Una vez descartado el ataque biológico de los hongos quedaría por determinar aún, la procedencia de las manchas.

Reacciones químicas de naturaleza desconocida

Los exudados y extractos de la madera, sustancias metabólicas complejas más o menos viscosas como resinas, taninos, aceites, ceras, antioxidantes y colorantes, pueden aflorar en la superficie de forma irregular según las especies y manifestarse a través de la película del recubrimiento con velados blanquecinos o manchas negruzcas muy comúnmente confundidas con hongos.

Las distintas sustancias de impregnación utilizadas en los acabados pueden así mismo desencadenar diferentes reacciones químicas con las sustancias metabólicas propias de las

maderas, ocasionando coloraciones más o menos oscuras de las paredes celulares.

Por tanto, algunas maderas son más propensas a sufrir este tipo de coloraciones, por ejemplo el roble, castaño, iroko, elondo, doussie y teka.

En el caso de los rechapados, además del acabado, también pueden estar involucrados en el proceso químico de coloración, el tablero y la cola que une tablero y chapa, lo cual complica aún más el problema.

Lo que parece ser evidente, y causa común a todos los casos, es que los cambios de humedad juegan un papel importante en el proceso, por lo que se han realizado experiencias con manchas en rechapados, sometiendo a las probetas afectadas a ciclos de humedad relativa elevada para observar el desarrollo de las manchas, y no se han detectado cambios reseñables. Esta puede ser otra metodología válida para descartar el ataque biológico, ya que en condiciones de humedad elevada el hongo se desarrolla más rápidamente.

En gran parte de los casos las manchas tienen un carácter localizado en la parte inferior (en contacto con el suelo) de elementos verticales de carpintería como tapajuntas y cercos de puertas de paso. En estos casos, además se suele observar que la mancha tiene una trayectoria ascendente (lo que es normal si se ha debido a aportes de humedad desde el suelo). Si descartamos humedades en la solera (ya que en algunos casos las manchas han aparecido meses e incluso años después de acabada la obra), y la inundación esporádica y puntual (ya que suelen aparecer asociadas a un conjunto más o menos amplio de viviendas y no a una sola), el último aporte posible de humedad a estas piezas es el fregado frecuente

de los suelos.

Partiendo de esta hipótesis se han realizado experiencias de aporte de humedad a la unión chapa-tablero mediante inmersión y mediante la colocación de la muestra sobre un sustrato (algodón) empapado. Las diferentes probetas se han sometido a 10 ciclos de humectación (8h) y secado al aire (16h), utilizando como sustancias humectantes, agua del grifo, agua con lejía y agua con detergente para suelos (en estos casos en las dosis recomendadas por el fabricante del producto de limpieza). El resultado ha sido positivo (han aparecido manchas) en el caso del agua con lejía, y negativo para el agua y el detergente. En el caso del elemento analizado, un rechapado de roble sobre tablero de fibras, ha sido la reacción química con la lejía el detonante de la coloración oscura aparecida en los tableros.

Parece pues bastante probable, que el aporte de humedad con determinados productos de limpieza, en el fregado de los suelos, sea en muchos casos el que origina las manchas o coloraciones (teniendo en cuenta además que hay maderas como el roble, más propensas a este tipo de reacción). La solución podría ser interponer un material diferente entre el suelo y el elemento, para que funcione como barrera al agua. Esta solución se utiliza ya con frecuencia en el caso de tapajuntas en carpintería interior.

En el caso de los cercos, es evidente que esta solución no es viable, ya que complicaría mucho la instalación, pero al menos en estos casos se debería tratar de sellar la testa inferior del tablero para que el ascenso de humedad por las limpiezas sea mínimo.

Conclusiones finales

1.-La secuencia de actuación para diagnosticar la causa de la aparición de este tipo de manchas en la madera sería:

- Observación con lupa binocular: Para detectar partículas y situar el daño (madera, acabado,...)
- Preparación para microscopio y análisis: Para detectar posibles ataques de hongos y observar el estado de los tejidos afectados.

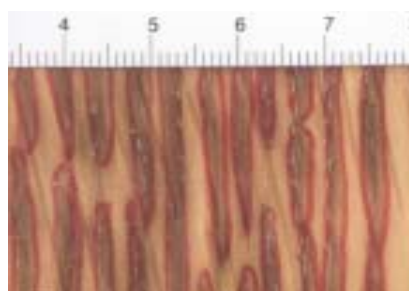
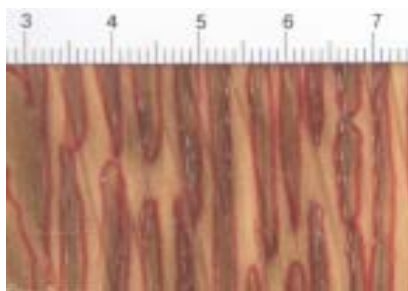


FOTO MANCHAS ANTES DEL CICLO HÚMEDO

FOTO MANCHAS DESPUÉS DEL CICLO HÚMEDO

FOTOS DE CHAPA DE ROBLE CON MANCHAS ANTES Y DESPUÉS DE CICLOS DE HUMEDAD



MUESTRA 1 (AGUA)

- Observación de la situación del elemento (posibles humedades) y de la especie de madera o chapa (especies propensas): Para analizar las posibles causas.

2.-La gran mayoría de las manchas aparecidas en elementos de carpintería pertenecen al grupo de reacciones químicas de naturaleza desconocida,



MUESTRA 2 (AGUA + DETERGENTE)

generalmente propiciadas por tratarse de especies con elevados contenidos en sustancias de impregnación que reaccionan con el agua o con agua mezclada con otros productos como la lejía.

3.-Un pequeño porcentaje de las piezas afectadas pertenece al grupo de elementos o partículas (metálicas o



MUESTRA 3 (AGUA + LEJÍA)

no) atrapadas entre madera y acabado.

4.-El elemento común a todos los casos es que hay una fuente de humedad, ya sea ambiental, de lluvia, condensaciones, riego, fregado, etc. Por tanto, si se eliminan las posibles fuentes de humedad se eliminarán las futuras manchas **A**

Anexo1 Preparaciones

Preparación de la muestra

Partiendo de un cubo de madera de 15 a 20 mm de lado, se limpia la sección transversal con una cuchilla, con el fin de verificar la dirección de los radios o de los anillos de crecimiento. Conocido este dato se orientan los planos transversal, tangencial y radial. Realizada la orientación de los tres planos de observación, es suficiente y recomendable que las dimensiones del cubo no sean superiores a 10 mm de lado para facilitar la realización de los cortes. Es recomendable la orientación de tres muestras y destinar cada una de ellas a una sección de corte.

Para facilitar la realización de los cortes con el microtomo se procede a reblandecer la madera mediante inmersión en agua a 80-90°C, este proceso se resuelve en un baño maría, y tendrá una duración variable dependiendo de la especie, las maderas duras requieren periodos largos, de semanas o incluso meses, mientras que las blandas, pueden estar listas en horas o días. Sólo la experiencia establece los criterios para definir el tiempo de tratamiento.

Corte con microtomo

Se realizan los cortes con microtomo, el espesor de las láminas estará comprendido entre 15 y 20 micras. La fijación de la muestra sobre el micrótopo se realiza mediante mordazas. Cuando los tres cortes se realizan sobre la misma muestra se recomienda comenzar por la superficie radial, siguiendo por la tangencial, y por último, la

transversal.

Normalmente se obtienen mejores resultados cuando la dirección de los radios leñosos de la muestra a cortar, forma un ángulo de 45 a 90° con la de recorrido del microtomo. La posición de la cuchilla, no ha de ser ni demasiado horizontal, ya que resbala y no corta, ni demasiado oblicua, ya que picaría la pieza. Al igual que con la cocción, la experiencia nos dirá cual es el ángulo más adecuado en cada caso.

Para proceder al corte, fijada la muestra sobre las mordazas, se puede mantener húmeda

aportando agua caliente sobre la muestra cuando se trata de especies duras o simplemente con alcohol, o alcohol y glicerina al 50% cuando son ligeras, con un pincel con el que además se van recogiendo las hojuelas cortadas. Los primeros cortes servirán para igualar o enrasar la superficie de corte y a partir de un determinado momento los cortes comienzan a obtenerse con regularidad sobre toda la superficie, Si las láminas se enrollan, normalmente quiere decir que le falta tiempo de cocción.



CUBITOS DE MADERA



MICROTOMO



BAÑO MARÍA

Proceso de tinción

Los reactivos más utilizados en anatomía de maderas son:

- Safranina

El reactivo a utilizar es una disolución de safranina, compuesta por 1 g de safranina en polvo, 50 g de agua destilada y 50 g de alcohol de 96°, que dará un tono rojizo a las muestras.

Se colocan las láminas obtenidas en un vidrio de reloj, se elimina el exceso de agua y se añaden unas gotas de la disolución preparada que se mantienen durante 1 a 3 minutos. El grado de coloración será función del tiempo que quede la muestra expuesta a la safranina. A continuación se retira el reactivo sobrante y se lavan las muestras con alcohol de 90° que detendrá la acción del tinte.

Una vez teñidas las muestras es necesario someterlas a un proceso de deshidratación para su posterior montaje. Para ello se someten a dos nuevos procesos de lavado con alcohol de 96° y alcohol absoluto respectivamente. Por último se retira el exceso de alcohol absoluto y se sumergen las muestras en xileno o xilol donde permanecerán hasta que se monten.

- Verde yodo

Los cortes de madera son situados en primer lugar en hipoclorito sódico puro o muy poco diluido. El tiempo del baño oscila entre 30 minutos y 1 hora en función del espesor de los cortes y los contenidos de impregnación de las paredes celulares. A continuación, se elimina el exceso de hipoclorito con agua destilada en varias pasadas y se introducen en ácido acético puro durante unos segundos para eliminar el hipoclorito restante y facilitar la fijación del colorante.

La solución colorante de verde yodo se prepara por disolución de 1 gramo de verde yodo en polvo en 30 cc de agua destilada, a la que se añade 70 cc de alcohol etílico. Para eliminar el exceso de colorante, las preparaciones son pasadas dos veces por alcohol etílico de 96° y la tercera de alcohol absoluto, consiguiendo simultáneamente la deshidratación de las mismas. Por último se retira el exceso de alcohol absoluto y se sumergen las muestras en xileno o xilol donde permanecerán hasta que se monten.

- Safranina - verde sulfo

En ocasiones puede resultar interesante colorear las preparaciones con una mezcla de safranina y verde sulfo, ya que los tejidos lignificados se colorean en rojo y los no lignificados en verde. La solución se prepara por la mezcla de safranina, agua anilina y verde sulfo. El agua anilina es una solución de 5 cc de anilina en 85 cc de agua destilada y 10 cc de alcohol etílico de 96°. El verde sulfo se obtiene por disolución de 1 gr de verde



TEÑIDO



BÁLSAMO

sulfo en polvo en 25 cc de alcohol absoluto y 75 cc de esencia de clavo.

El método de tinción consiste en situar las preparaciones en safranina disuelta en agua de anilina durante algunos minutos, según la intensidad de coloración deseada. A continuación, se pasan por alcohol de distintas gradaciones (90-96°), terminando en alcohol absoluto. Posteriormente se sitúan en verde sulfo durante 2 o 3 horas y se observa el grado de coloración. Por último, se sumergen en xileno y se termina como en los procedimientos anteriores.

-Verde yodo y rojo congo

El rojo congo es un colorante que tiene afinidad por la celulosa. Se utiliza en concentración de 1g de colorante en 100 cc de agua destilada.

El verde yodo es un colorante con afinidad por la lignina. Se utiliza mezclado en concentración de 1g de colorante en 1 cc de ácido acético y 100 cc de agua destilada.

La metodología sería, partiendo de las láminas cortadas con el microtomo, se elimina el agua y se bañan en hipoclorito de sosa o agua de Javel, calentándolo sin llegar a ebullición, después se lava el hipoclorito con agua dos o tres veces. Se vierte sobre los cortes agua acética al 3% y se deja actuar 2 minutos. Se sustituye el agua acética por verde yodo al 1% y se deja actuar 1 minuto. Se elimina el



TEÑIDO



SECADO

colorante verde con alcohol de 90° en dos o tres lavados. Se lavan los cortes con agua para eliminar el alcohol y se añade el rojo congo al 1% y se deja actuar 5 minutos. Se lava el rojo con agua.

Proceso de montaje

Una vez realizados cualquiera de los métodos de tinción, los cortes deben ser montados sobre un porta de vidrio. El procedimiento consiste en situar al corte o cortes sobre el porta, depositando a continuación una gota de bálsamo de Canadá o una resina sintética equivalente como Eukitt. La operación siguiente consiste en situar un cubre sobre la resina, quedando la muestra entre porta y cubre. Para facilitar el proceso de secado de la resina, las muestras son introducidas en estufa a 60°C durante unos 15 o 20 días manteniendo presionado porta y cubre con la ayuda de una pinza. Si se utiliza Eukitt, el tiempo de fraguado es mucho más corto, 7 u 8 días, y además no se necesita introducir la muestra en estufa, ya que seca a temperatura ambiente. Finalmente se elimina el exceso de resina que haya rebosado sobre la periferia del cubre. Otra ventaja del Eukitt sobre el bálsamo de Canadá, es que el primero es más transparente y no amarillea con el tiempo, por lo que la observación al microscopio es mucho más nítida.