

ANÁLISIS DEL ESTADO DE DETERIORO DE MADERAS DE IMPORTANCIA PATRIMONIAL

ANALYSIS OF THE STATE OF DETERIORATION OF WOOD HERITAGE

María V. Correa ⁽¹⁾ (P), Gustavo D. Veloso ⁽²⁾, Paula V. Alfieri ⁽³⁾, Vilma G. Rosato ⁽¹⁾

(1) Dra., Investigadora, L.E.M.I.T., La Plata, Argentina

(2) Ing. Mecánico, L.E.M.I.T., La Plata, Argentina

(3) Lic. en Biología, L.E.M.I.T., La Plata, Argentina

Dirección de contacto: mavecorrea@hotmail.com; (P) Presentadora

Código de identificación: T9-03

Resumen

Se estudió el estado de deterioro y degradación de la madera perteneciente a la mesa de giro de locomotoras ubicada en la Estación cabecera del Ferrocarril Provincial La Plata, Meridiano V; estructura declarada de importancia patrimonial en 2006. Actualmente esta se encuentra en avanzado estado de deterioro ocasionado por factores ambientales y biológicos principalmente sus dos pasarelas constituidas por listones de madera de quebracho colorado de 120 x 14 x 3,5 cm cada uno.

Para evaluar el grado de biodegradación y compromiso estructural de la pasarela se extrajeron 4 listones con diferentes tipos de ataque. Para diferenciar estos ataques, se realizaron tomografías axiales computadas y exposición a rayos X con el fin de observar la profundidad y expansión del deterioro. Posteriormente los listones se ensayaron en máquina INSTRON para evaluar la pérdida de resistencia mecánica del material afectado. Para identificar el agente biológico causante del deterioro, se aislaron y cultivaron los basidiomas hallados tanto en superficie como en el interior de la madera.

Se observó que las maderas en servicio expuestas a intemperie durante varias décadas se encuentran afectadas por agentes bióticos y abióticos. Sin embargo, el deterioro biológico es el que más compromete las propiedades físico-mecánicas de la madera. Por otra parte, se demostró que la biodegradación no es proporcional a lo que se observa a simple vista, por lo tanto es necesario realizar una exhaustiva evaluación con el fin de garantizar el servicio de las estructuras y prevenir las pérdidas del patrimonio.

Palabras clave: deterioro; degradación; madera, bienes patrimoniales; hongos xilófagos

Abstract

This study was based on the current status of the locomotive turntable found in the Provincial Railway Station La Plata. It was declared as architectural heritage in 2006. The structure that consists in wooden slats into metal framework. Currently, this structure is in an advanced status of degradation caused by environmental and biological factors.

To evaluate the degree of biodegradation and structural compromise of the catwalk, four slats with different types of attack were extracted. To differentiate these attacks, computed axial tomography and x-ray exposure were performed to observe the depth and expansion of the deterioration. The slats were then tested in an INSTRON machine to evaluate the loss of mechanical strength of the affected material. To identify the biological agent causing deterioration, the basidiomes found on both the surface and the inside of the wood were isolated and cultured.

It was observed that the wood in service exposed to weather for several decades are affected by biotic and abiotic agents. However, the biological deterioration is the one that most compromises the physical-mechanical properties of the wood. On the other hand, it was demonstrated that biodegradation is not proportional to what is observed with the naked eye, therefore a thorough evaluation is necessary in order to guarantee the service of the structures and to prevent losses of the heritage.

Keywords: deterioration; degradation; wooden heritage; xylophages

1. INTRODUCCIÓN

El 27 de abril de 1910, se inauguraron los primeros 100 km de vía férrea del Ferrocarril Provincial Meridiano V y la Estación central de La Plata entre las calles 71 a 72 y 13 a 22 ocupando 142.000 m². El edificio, proyectado por el ingeniero Enrique Dengremont, posee rasgos arquitectónicos de origen francés dentro de un estilo ecléctico [1]. A fines del año 2006 entran en litigio la Provincia y la Nación por la tenencia del edificio y se comprueba que el edificio pertenece al O.N.A.B.E. (Organismo Administrador de Bienes del Estado) ese mismo año es declarada la importancia patrimonial del predio [2].

A 200 metros de la estación de pasajeros se halla la mesa de giro de locomotoras que consta de dos pasarelas de listones de madera de quebracho colorado de 120 x 14 x 3,5 cm que presentan un avanzado deterioro ocasionado por factores ambientales y biológicos. Por lo mencionado, el objetivo de este trabajo fue la evaluación del grado de biodeterioro y la afección a nivel estructural de las maderas que componen la mesa de giro de locomotoras de la estación Meridiano V [1,2].

En los procesos de biodegradación y el biodeterioro de la madera están involucrados factores abióticos tales como humedad y temperatura y también los hongos degradadores que alteran las propiedades físicas de la madera [3]. Esto ocasiona principalmente pérdida de la estabilidad dimensional y estructural.

2. MATERIALES Y METODOLOGÍA

Para evaluar el grado de biodeterioro y la funcionalidad estructural de la pasarela de madera se extrajeron 4 listones de 120 x 14 x 3,5 cm cada uno con diferentes tipos de ataque pertenecientes a las dos pasarelas de la mesa de giro. Para diferenciar estos ataques, las maderas fueron observadas bajo lupa estereoscópica, se realizaron tomografías axiales computadas y exposición a rayos X con el fin de observar la profundidad y expansión del deterioro. Para establecer el deterioro microestructural de la madera (pared celular), se realizaron cortes ultrafinos de las muestras para luego ser observadas mediante microscopía óptica (MO). Posteriormente los listones se ensayaron en máquina INSTRON para evaluar la pérdida de resistencia mecánica del material afectado. Para reconocer el agente causante del biodeterioro se aislaron y cultivaron los especímenes de hongos xilófagos hallados tanto en la superficie de los listones como en su interior.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó la especie de madera de los listones y se la caracterizó como *Schinopsis sp.* (quebracho colorado) la cual posee una densidad de 1340 g/cm³, es de color castaño a rojizo y se clasifica como dura según Tortorelli, 1940 [4], En la figura 1 se muestra el estado de deterioro de los listones extraídos. En el panel A se observa el desarrollo de estructuras correspondientes a los basidiomas del hongo. En el panel B se muestra en detalle el mismo y en el panel C se muestra, en corte transversal, la presencia de micelio desarrollándose en el interior del listón.



Figura 1: Listones de madera deteriorados.

La degradación fúngica fue analizada mediante métodos no destructivos: se utilizó rayos X y tomografía computarizada (TC) para evidenciar el área ocupado por micelio y basidiomas y se cuantificó mediante análisis de imagen utilizando el software ImageJ. Las escalas de grises de las imágenes obtenidas indicaron cambios de densidad, siendo la escala negra la menos densa y la escala blanca la más densa. En la figura 2, en el panel A se muestra una imagen de rayos X del listón de madera, el sector más oscuro de la imagen corresponde al espacio ocupado por el micelio del hongo. En los paneles B y C se observan cortes de las imágenes obtenidas por TC a diferente profundidad del listón. Al igual que en las imágenes de RX, las áreas más oscuras son las menos densas y están ocupadas por el hongo.

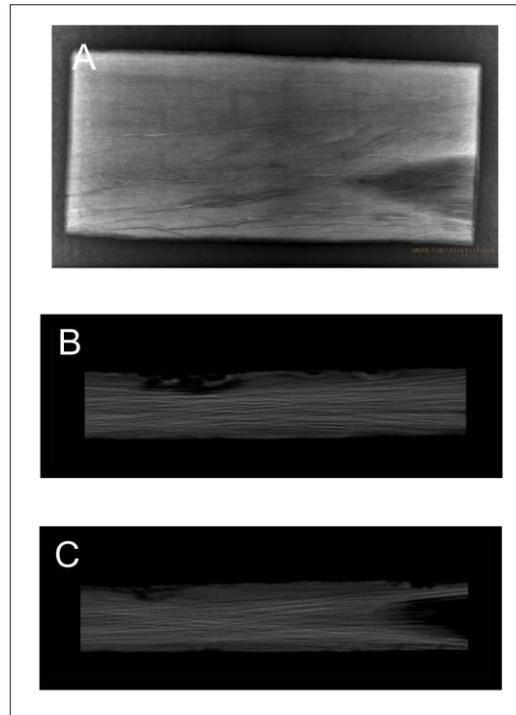


Figura 2: Ensayos no destructivos en maderas. Panel A: Rayos X. Paneles B y C: imágenes de TC a diferente profundidad. Nótese la pérdida de densidad del material en las zonas oscuras de las figuras.

Para identificar el agente biológico causante del deterioro se aislaron y cultivaron los basidiomas hallados tanto en superficie como en el interior de la madera, Figura 3. La determinación del hongo y sus características en cultivo in vitro se basó en Iaconis y Wright [5] y Robledo y Urcelay [6]. El cultivo en presencia de ácido tánico y gálico arrojó que los especímenes cultivados tenían capacidad oxidativa clasificándolos como muy fuerte según el método de Nobles [7]. Mediante observaciones macro y microscópicas de sus características morfológicas se determinó que los especímenes pertenecen a la especie fúngica *Phellinus chaquensis* (hongo de pudrición blanca). En la Figura 3, en el panel A se observa una foto del cultivo del hongo en presencia de los ácidos tánico y gálico, el color ocre es generado por la oxidación que realiza el hongo sobre los mismos. En el panel B se observa una fotomicrografía de las estructuras de las hifas del hongo. En los paneles C y D se muestran fotomicrografías de cortes ultrafinos de sectores de la madera que han sido degradados por la acción del hongo xilófago.

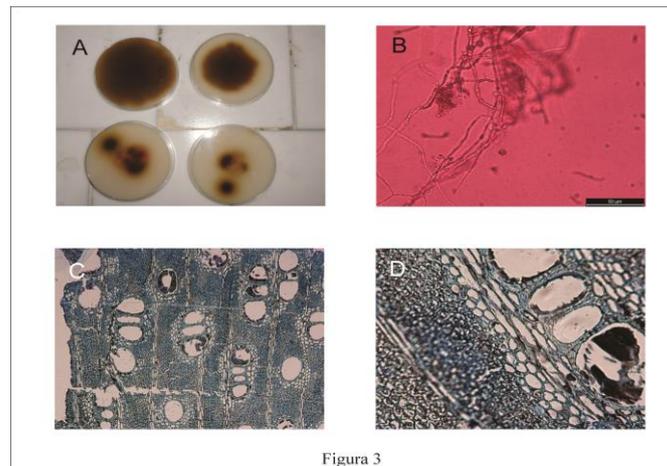


Figura 3: Madera degradada por xilófago. Panel A: Reacción positiva del hongo frente a ácidos tánico y gálico. Panel B: Hifas himeniales. Panel C: Corte ultrafino de *Schinopsis spp.* Panel D: Detalle de La pared celular atacada por el hongo.

Por otra parte se evaluó cómo el biodeterioro y el deterioro ambiental afectaron la resistencia mecánica de las maderas (resistencia a la compresión). Como referencia se utilizó un listón comercial en óptimas condiciones (sin exposición a agentes deteriorantes) del mismo tamaño y especie que los listones afectados. Los resultados demuestran que el deterioro provocado por la degradación ambiental (UV, desgaste abrasivo por viento, cambios dimensionales constantes por condiciones de humedad y temperatura variables) reduce la resistencia mecánica en un $15\pm 4\%$ mientras que el agente biológico la reduce en un $60\pm 10\%$. Esta diferencia radica en que los hongos xilófagos atacan y modifican los componentes estructurales de la madera (lignina y celulosa) mientras que los agentes ambientales solo modifican la superficie. Si bien esto último no compromete mecánicamente al material, facilita la generación de grietas y fallas que se traduce en el porcentaje obtenido. Además, aumentan el contenido de humedad por facilitación del ingreso de agua por capilaridad, dejando al material con mayor bioreceptibilidad [8].

4. CONCLUSIÓN

Las maderas en servicio expuestas a intemperie durante varias décadas se encuentran afectadas por agentes bióticos y abióticos que son los causantes de su deterioro.

El biodeterioro no es proporcional a lo que se observa a simple vista, por lo tanto es necesario realizar una exhaustiva evaluación con el fin de garantizar el servicio de las estructuras y prevenir las pérdidas del patrimonio como ocurrió en el caso aquí estudiado.

El deterioro biológico es el que más compromete las propiedades físicomecánicas de la madera: las maderas con mayor compromiso mecánico fueron aquellas más afectadas por hongos que causan el tipo de pudrición blanca, estos organismos atacan la lignina que es el componente responsable de la resistencia mecánica de las maderas duras.

Es importante considerar para este tipo de madera, elegida por su gran resistencia mecánica que, con el paso del tiempo, los agentes abióticos inician el proceso de deterioro: (I) los cambios en la humedad relativa del material propicia la lixiviación y/o la solubilización de los taninos (II) la radiación UV degrada lignina y cuarteo la superficie del material (III) la abrasión eólica genera grietas y desprende parte de la protección externa aumentando la absorción de agua por capilaridad.

Todos estos procesos favorecen la biorreceptibilidad del material generando un microambiente propicio para la colonización por hongos xilófagos.

5. AGRADECIMIENTOS

A la Comisión de Investigaciones Científicas por el subsidio otorgado por resolución N° 274/16 que permitió realizar este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Tartarini, J. Patrimonio ferroviario Bonaerense. Pasajeros Al tren, Ed. Dirección Provincial de Patrimonio Cultural. 2009, p. 1-220.
- [2] <http://estacionprovincial.com.ar>
- [3] Sterflinger K. Fungi: Their role in deterioration of cultural heritage. *Fung Biol Rev* 2010, 24(1–2): 47–55.
- [4] Tortorelli, L.A. (1940) Maderas argentinas. Ed. Universidad de Buenos Aires. pp. 250.
- [5] Iaconis C., Wright J. Studies on Basidiomycetes II. Systematic and biology of three species of Fomes. *Anal. Soc. Cien. Arg.* 1953, 151: 10–24.
- [6] Robledo G., Urcelay C. Wood fungi in native trees of the middle region of Argentina. Editorial Universitaria, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 2009, p. 1-201.
- [7] Nobles, M.K. (1965) Identification of cultures of Wood-inhabiting Hymenomycetes. *Canadian Journal of Botany*, 43:1097-1139.
- [8] Basilico, M.Z et al. (2004) Biorreceptibilidad y control de mohos. *FABICIB*, 8:219-226.