

# Pasajes de la historia colonial contados a través de las maderas

Giménez, A. M.<sup>1</sup>; J. G. Moglia<sup>2</sup>; F. Calatayu<sup>2</sup>; M. E. Figueroa<sup>2</sup> y J. A. Diaz Zirpolo<sup>2</sup>

## Introducción

La madera es el material que de forma ininterrumpida ha acompañado al hombre desde la más remota antigüedad hasta nuestros días, quedando su historia íntimamente ligada a la humanidad. La llegada de la revolución industrial durante los siglos XVIII y XIX permitió el desarrollo de otros productos como el hormigón armado y el acero. Dada la sencillez de manufactura en serie y a la capacidad de cubrir mayores luces, se erigieron progresivamente como materiales estructurales predominantes en el siglo XX relegando la utilización de la madera a construcciones de menor entidad (Herrero *et al.*, 2007).

Actualmente en el mundo, existen construcciones históricas en madera, y cada vez es más relevante el interés de su conservación y restauración. Blanchette *et al.* (2005) resaltan que los elementos históricos construidos con madera son importantes objetos culturales, los cuales proporcionan valiosa información acerca del pasado.

En España es creciente en los últimos años, tanto a nivel nacional como regional, la realización de importantes actuaciones en materia de patrimonio histórico y cultural, destacando el amplio despliegue legislativo que se generó a tal propósito (Basterra *et al.*, 2005). Las actividades de conservación son potenciales fuentes de trabajo y representan un valioso elemento del espacio socio-cultural y de dinamización económica dentro de una política sostenible de los recursos regionales. La madera, un material abundante y fundamental en el patrimonio inmobiliario y monumental de España, no ha recibido hasta la fecha la atención

---

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200 Santiago del Estero, Argentina. E-mail: amig@unse.edu.ar

<sup>2</sup> Laboratorio de Anatomía de Madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

que su protagonismo requiere. Por falta de conocimientos profesionales, en muchos casos es sustituido el material original por otros elementos como cemento, acero, etc. Los autores señalan que parte de ello subyace en una información científica y técnica insuficiente sobre la fiabilidad estructural de la madera a lo largo del tiempo. Proponen una metodología básica de diagnóstico, tipificación y tratamiento de maderas usadas en estructuras, constituyendo una base técnica científica a partir del cual legislar.

En Argentina es aún mayor el vacío, ya que escasa es la conciencia de conservación del patrimonio cultural edilicio. Salvo en contadas ocasiones en algunas provincias argentinas (Buenos Aires, Córdoba, Salta), las construcciones antiguas, han sido demolidas.

La restauración de obras patrimoniales contempla inmuebles con estructuras y elementos de maderas como techos, entrepisos, carpintería, balaustradas, etc. En la mayoría de los casos la madera se encuentra deteriorada por el paso del tiempo, la falta de mantenimiento y la exposición a agentes climáticos y biológicos. Por ello con frecuencia es indispensable la sustitución de algún elemento o la preservación con tratamiento químicos, para la conservación del material (Alonso *et al.*, 2001).

Surge el interrogante de cómo actuar ante casos de deterioro y pudrición de la madera ¿Se reemplaza por el mismo material o se incluyen otros elementos?

Para la primera incógnita se requiere la determinación de la madera, ya sea para sustituirla por la misma o seleccionar especies con propiedades similares, así como para conocer la durabilidad natural de las mismas (Cuza Pérez *et al.*; 2005).

Para tratar integralmente la protección del patrimonio cultural, como en el caso de las Misiones Jesuíticas de los Guaraní, la idea es valorizar los remanentes misioneros por medio del rescate de su documentación histórica, sus estructuras arquitectónicas y arqueológicas, recuperando la distribución espacial de los antiguos poblados (Villegas Jaramillo, 2006).

### **¿Cuáles son los métodos disponibles y más adecuados para evaluar el estado de las estructuras de maderas?**

Actualmente, en el campo de la conservación de material arqueológico a nivel mundial existe una seria preocupación en relación a los diferentes métodos implementados para el tratamiento de objetos de naturaleza orgánica, ya que en el curso de este siglo se han utilizado una serie larga de ellos que han tenido una variada gama de resultados.

Hoy mucha de esa información se ha sistematizado y se conocen cuantiosos fenómenos que se producen en la madera que ha permanecido sepultada en el contexto arqueológico y que por determinadas circunstancias ha llegado al mundo

moderno a través de las excavaciones arqueológicas. Las observaciones y los análisis practicados a los múltiples objetos han marcado una línea de estudio que ha enfatizado en la determinación de los procesos de deterioro para desembocar en un tratamiento mucho más preciso que atenúe esas condiciones de alteración y transformación acentuadas (Alonso *et al.*, 2001).

Mengyu Dong *et al.* (2017) examinaron cincuenta componentes estructurales principales de quince edificios históricos de madera en la Provincia de Shanxi, China y que datan de la dinastía Tang a la Qing. Se identificaron los géneros: *Cupressus*, *Larix*, *Malus*, *Picea*, *Pinus Subg. Diploxylon*, *Populus*, *Quercus*, *Sophora*, *Sorbus*, *Ulmus* y *Zizyphus*, mediante técnicas habituales de microscopía óptica. La selección de las maderas usadas proviene del área de distribución natural de las especies. La mayoría de los géneros identificados son nativos de las regiones de las construcciones

No obstante, los numerosos antecedentes existentes sobre las construcciones jesuíticas y el empleo de las maderas en las mismas, en muy pocas se hace hincapié, cuales son las especies empleadas en cada tipo de usos. En el caso de Argentina, las maderas del Gran Chaco participan significativamente en restos arqueológicos y construcciones históricas, así como en usos prehispánicos (Gonzales, Frere, 2009).

Díaz (2012) analiza el porqué de la escasez de maderas en el registro arqueológico de la Ciudad de Buenos Aires. Su análisis general y particular de los datos permitió hipotetizar que posiblemente la poca visibilidad de las maderas en el registro arqueológico porteño fue dada por la suma y articulación conjunta de diversos factores como la distribución geográfica de los bosques nativos, las características climáticas de la ciudad y la limitación de los recursos para ciertos sectores sociales, entre otros.

La principal dificultad en el trabajo con maderas pertenecientes a construcciones históricas es que el material es reducido, irregular y muy difícilmente se acerca a las normas para la preparación de material microscópico (Giménez *et al.*, 2014). Hay actualmente otras opciones para analizar las maderas por métodos no destructivos. Fioravanti *et al.* (2017) analizan instrumentos musicales antiguos con técnicas como microscopía de luz reflejada con dispositivo portátil con ampliaciones de 50× a 200× y LED (Light-Emitting Diode), para escanear aplicando Luz de sincrotrón X-ray  $\mu$ CT en modo de contraste de fase.

La cubierta de los edificios históricos es uno de los elementos constructivos que sufre con mayor rigor el paso del tiempo. La acción de los agentes atmosféricos o la falta de mantenimiento son las causas habituales de su deterioro (Gómez Sánchez, 2006) y en muchos casos, el comienzo del colapso integral del edificio.

Garabito López *et al.* (2015), después de analizar las lesiones observadas y describir las actuaciones realizadas para la rehabilitación estructural y constructiva de los edificios, recuperando así su carácter histórico y monumental, establece un diálogo conceptual entre la restauración y la reconstrucción arquitectónica. Los

criterios de actuación seguidos en los diferentes edificios son muy diferentes. Analizando las consideraciones estrictamente arquitectónicas, la restauración o la reconstrucción de las cubiertas pueden considerarse en ambos casos dos técnicas válidas en el objetivo de reconfigurar el edificio, manteniendo la esencia monumental e histórica del mismo.

La intervención arquitectónica persigue siempre la recuperación de la edificación y la conservación del legado en toda la extensión posible. Elegir entre la opción de restaurar o la de reconstruir los elementos constructivos, siempre debe ser una decisión profesional fundamentada en un diagnóstico adecuado sustentado en criterios profesionales (Noguera Jiménez, 2002). Antes de intervenir un monumento es preciso contar con la caracterización de los procesos patológicos, su origen y el grado de afección de los componentes de la construcción. En base a ello se establecerán criterios y prioridades a adoptar. Hay que decidir sobre que piezas sustituir, si es con el mismo material y el mismo sistema constructivo. Arquitectos, ingenieros civiles, especialistas en madera, deben dar la respuesta en conjunto.

Terán Bonilla (2004) indica que, en la elección adecuada de los materiales y técnicas de restauración para la solución de cada problema, requiere del conocimiento de los mismos, de su naturaleza, características, propiedades, saber cómo funcionan, su comportamiento y tiempo de vida útil, valorar las ventajas y consecuencias positivas y negativas que pueden traer su empleo en la restauración.

Además del diagnóstico técnico puramente constructivo es necesario también conocer la evolución histórica del monumento, estableciendo la temporalidad de las diferentes fases de actuación, las intervenciones precedentes y los motivos que las fundamentaron. Una buena recopilación bibliográfica y documental en archivos del propio monumento, es una opción a considerar para afianzar los criterios y decisiones adoptados. Conservar el legado es el propósito, pero la realidad de los hechos debe llevar a la reflexión y ponderar la opción de reconstruir lo que no puede ser restaurado, manteniendo en lo posible la naturaleza primigenia del edificio, eligiendo los materiales más parecidos a los originales y aplicando las técnicas constructivas que respeten la singularidad de la edificación. Cuando el sistema constructivo de la estructura prevalezca sobre otras consideraciones de carácter meramente arquitectónico, deberá prevalecer el criterio más restrictivo en el momento de planificar la intervención, respetando siempre la esencia histórica del monumento.

Amplia es la experiencia de Gómez y su equipo (Gómez *et al.* 2010), que desde la Facultad de Arquitectura, Urbanismo. y Diseño (U.N.C) y como Delegado en Argentina de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, realizan una labor extraordinaria en la restauración de edificios monumentales. A partir del análisis de la estructura de madera, ensayos físicos, mecánicos y anatómicos, se determina la capacidad resistente del material y por ende de la estructura en cuestión.

Gómez *et al.* (2008) a través del estudio del techo de construcciones jesuíticas del siglo XVII, verificó el estado de la construcción, afectada por deterioro. Concluye que gracias al sobredimensionamiento de las piezas, el mismo no colapsó. Se reemplazaron piezas dañadas con idéntica madera. El uso de la gammagrafía como técnica no destructiva para obtener información sobre posibles daños producido por las termitas en arcos, vigas y tablones de madera, permitieron la comparación con los anteriormente verificados y así poder aconsejar la preservación de este sector del techo como muestra intacta desde su ejecución en 1668.

Durante 10 años el Laboratorio de Anatomía de Madera (LAM) de la Facultad de Ciencias Forestales, UNSE y UNC han trabajado conjuntamente en la recuperación del patrimonio edilicio de construcciones históricas, colaborando con la determinación de maderas empleadas, para el posterior cálculo de la seguridad de la estructura (Giménez *et al.*, 2013).

En el presente capítulo se hace un resumen de lo actuado por el LAM en la identificación de maderas utilizadas en los edificios históricos, considerar su aptitud de uso y el estado de conservación de las piezas estructurales, para decidir si continúan en uso o requieren su reemplazo.

### ¿Por qué estudiar la identidad de las maderas de construcciones históricas?

La incógnita de los profesionales a cargo de la conservación de un edificio histórico, varía entre restaurar o reconstruir los elementos arquitectónicos. En ambos casos, se parte de la naturaleza del material y por ello en el caso de madera, se requiere conocer la identidad de la pieza a intervenir.

La madera investigada fue tomada de los componentes estructurales de edificios históricos que presentaron deterioro producido principalmente por humedad y termitas. Se recogieron bloques de madera de techos, columnas principales, vigas y otros partes, con el fin de obtener información clave de cada edificio. Un total de 17 unidades de muestra en 6 construcciones históricas de los siglos XVII y XVIII.

El material estudiado es el siguiente:

- A. **Capilla doméstica**, construcción jesuítica (1650) Córdoba, Argentina (M1: Arcos, M2: viga recta; M3: tablones; M4: cordón superior; M5 y M6: liernes).
- B. **Casa de Liniers**, Bs. As., Argentina (1780). Pórtico de la casa histórica (M 7: tablero; M8: marco de la puerta).
- C. **Estancia Santa Catalina Jesús María** (1622) Córdoba, Argentina (M9: viga de madera de techo de galería; M10: base de columna de madera de galería sección semicircular).

- D. **Museo jesuítico de Jesús María**, Córdoba, Argentina (M11: techo de la galería; M12: cabios, M13: vigas).
- E. **Templo de San Buenaventura de Yaguarón (1755)** Paraguay (M 14: cabios de galerías perimetrales, M15: arcos de bóveda interior en la sacristía del templo).
- F. **Ex-Biblioteca de la residencia de los Padres Jesuitas (1650)** Córdoba, Argentina. M16: cordón Inferior- cabriada ex-biblioteca, M17: nudillo-cabriada ex-biblioteca.

Los bloques se tomaron utilizando cuchillas de escarpelo, con el fin de evitar daños visibles a su integridad estructural. Las muestras fueron analizadas macro y microscópicamente. Las observaciones se realizaron con microscopio óptico y electrónico de barrido (MEB). En las descripciones del leño se siguió la terminología propuesta por IAWA (Wheeler *et al.*, 1989) y Tortorelli (2009). Las imágenes fueron tomadas con video cámara Sony. Además se trabajó con MEB Hitachi TM 1000 Tabletop del Laboratorio de Anatomía de Madera de la UFPR, Curitiba, Brasil. Se utilizó en primera instancia las claves de Tortorelli (2009) y DELTA Data Base para la determinación de especies. Se cotejó las muestras con material de la xiloteca del LAM Laboratorio de Anatomía de Madera de INSIMA, Facultad de Ciencias Forestales, UNSE, Argentina.

### **Las construcciones coloniales jesuíticas**

En la época de la colonia (Siglo XVI al XVIII), las misiones Jesuíticas fueron estructuras socio-religiosas que propiciaban la reunión de comunidades indígenas en un pueblo, para ser evangelizadas. Se trató de instituciones creadas y administradas casi en su totalidad por jesuitas o franciscanos. Durante más de siglo y medio en América del Sur, los indígenas y los jesuitas coincidieron en un escenario poblado por signos de cristianismo, las heterodoxas liturgias, el trabajo ritualizado y colectivo. Los jesuitas supieron aprovechar las habilidades artísticas de los indígenas. Los artesanos indígenas pronto aprendieron el uso y las técnicas para el trabajo de la madera incorporando los modelos que habían llegado de Europa, a sus propias expresiones locales. Los conjuntos religiosos son producto de la simbiosis creada entre la técnica constructiva nativa y el estilo barroco de procedencia europea (Page, 1999).

La construcción, más emblemática de la misión fue la iglesia. En los templos, se destaca un sistema constructivo original basado en la estructura portante de pórticos de madera, que trabajan independientemente de los cerramientos y sostienen la cubierta monolítica a dos vertientes (Rodríguez Trujillo, 2010). La misma estaba constituida con un techo de madera, sostenida por columnas de madera dura labrada y horcones en las naves laterales formando un sistema estructural de madera casi independiente de los muros. En las construcciones se empleó siempre la madera local. Estas construcciones son un referente muy interesante de la edificación durante el período virreinal.

## A. Capilla doméstica

En 1599 los jesuitas se radican en Córdoba, en el solar cedido por el Cabildo de la ciudad, donde existía desde hacía una década una pequeña ermita. A partir de 1606 comienzan las obras de edificación que darían forma a la actual Manzana Jesuítica. La misma comprende un bloque integrado por la iglesia, la capilla doméstica, la residencia de la orden y el Rectorado de la Universidad Nacional de Córdoba –antiguo Colegio Máximo de la Compañía de Jesús (1610) con sus dependencias administrativas, claustro, salón de grados, Biblioteca Mayor y Colegio Nacional de Monserrat (Venturini, 2003). La iglesia y la capilla doméstica se levantaron entre 1644 y 1671. La ermita, una de las construcciones eclesiásticas más antiguas que se conserva en el país, constituye la sacristía de la capilla doméstica (Fig. 1). Es el templo más antiguo de la Argentina, el primer patrimonio arquitectónico jesuita registrado en el país. Los detalles de su fachada, emerge como una fortaleza pétrea. La carencia en la región de maderos con dimensiones suficientes, impuso una original manera constructiva para su bóveda: la nave posee forma de casco o quilla de barco invertido (Page, 1999).

Gómez y Ruata (2002) analizan desde un modelo conceptual el comportamiento estructural de la Iglesia de la Compañía de Jesús en Córdoba. Las cubiertas de maderas empleadas en el siglo XVII se basaban en las posibilidades tecnológicas, conformadas por elementos lineales: vigas y puntales. El sistema copia los que usa la naturaleza. La viga como si fuese una rama principal que a su vez recibiera las cargas de una mayor cantidad de ramas más pequeñas que soportan representados por las hojas.

Ante signos evidentes de deterioro en el techo por filtraciones, se decide la intervención de la estructura iniciando la actividad por la evaluación primaria y la determinación de las maderas de las piezas afectadas en primer grado (Giménez *et al.*, 2014).



**Fig. 1.** Vista de Iglesia de la Compañía de Jesús en Córdoba.

Se trabajó con muestras pertenecientes a M1: Arcos, M2: viga recta; M3: tablonces; M4: cordón superior; M5 y M6: liernes.



Fig. 2. M3: *Prosopis* sp. (Mimosaceae), madera de algarrobo

M4- del cordón superior de la Ex-biblioteca. Residencia Jesuítica (Fig.3).

M4: *Juglans australis*, madera de nogal criollo

Madera de color castaño violáceo, vetado suave, textura media y heterogénea.  
Leño de porosidad semicircular a difusa.



Fig. 3. M4: *Juglans australis*, madera de nogal criollo

Muestra 6 - Liernes inferior empleada en el cordón Inferior de la cabriada de la ex-biblioteca

*Tabebuia avellanedae* (Lapacho), Bignoniaceae, madera de lapacho

Madera parda verdosa, muy dura y pesada, de textura fina y heterogénea y grano entrelazado. Leño con porosidad difusa, poros solitarios (60%), múltiples cortos, escasos múltiples largos.

### **B. Casa de Liniers, ciudad de Buenos Aires (siglo XVIII) Pórtico**

La Casa de Santiago de Liniers, en la ciudad de Buenos Aires fue declarada Monumento Histórico Nacional por Decreto 120412/1942 (Fig. 4). Localizada en la calle Venezuela 469, su primer propietario fue don Martín Simón de Sarratea, suegro de Santiago de Liniers, penúltimo virrey del Río de la Plata. El propio Liniers, jefe de la Reconquista de Buenos Aires durante las Invasiones Inglesas, vivió en esa casa entre 1806 y 1809. Allí se trataron los términos de la capitulación del general Beresford.

De la construcción original, con características propias del período colonial, tales como los muros anchos, la cubierta de tejas, las ventanas enrejadas y una maciza puerta de entrada, se conserva solamente la fachada y unas pocas paredes. El interior del edificio, que pertenece actualmente a la Editorial Estrada, sufrió severas.

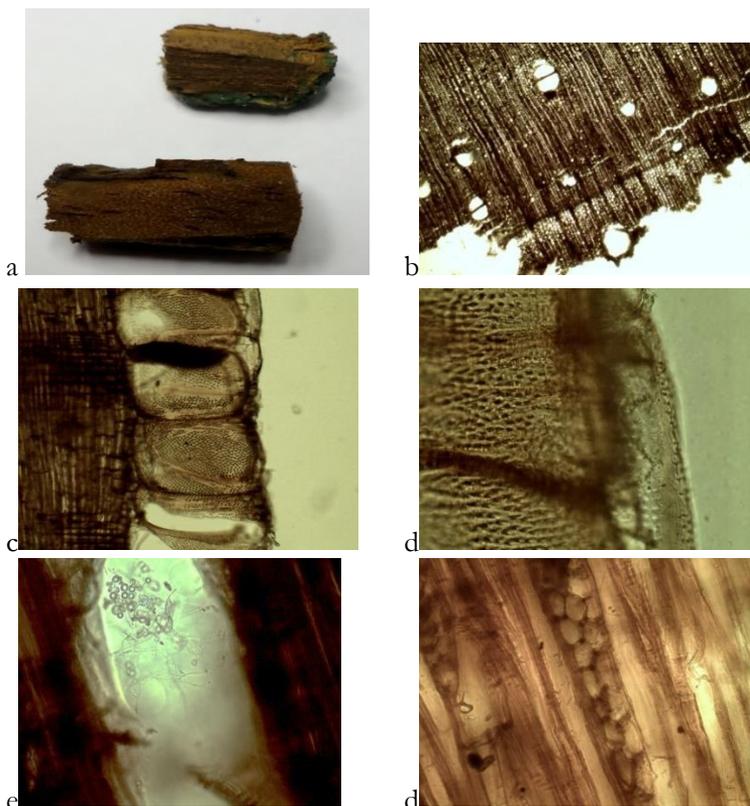
Se trabajó con partes del Pórtico para analizar las maderas del que fue construida: M7 tableros de la puerta y M8: marco (Giménez *et al.*; 2016).

Muestra 7 tableros de la puerta

La muestra pertenece a: *Cedrela sp.* (Meliáceas).

Anillos demarcados por una banda de fibras Porosidad circular a semicircular. Las maderas de las diferentes especies de cedros nativos, son de alto valor estético y decorativo, por el color castaño rosáceo, la porosidad circular a semicircular, que brindan un vetado en arcos superpuestos tan característico. Aromática, liviana a moderadamente pesada, con peso específico variable de entre 0,42 a 0,60 se la utiliza en mueblería fina y carpintería de obra de calidad, así como en laminados.

Muestra 8: marco de la puerta: *Prosopis sp.* (Mimosaceae). Las maderas del género *Prosopis* son famosas por su calidad, estabilidad dimensional, durabilidad y aroma. Duras y pesadas, de color castaño rosáceo a amarillento, sus pesos específicos varían entre 0.7 y 1.1 kg/dm<sup>3</sup>. Sus usos más importantes son en carpintería de obra, mueblería, pisos, estructuras, tornería, tonelería entre otros.



**Fig. 4 a** - Macro de la muestra M2. **b:** Microscopía de madera de M2 (sección transversal); **c y d:** Miembro de vasos con puntuaciones intervasculares; **e:** Hifas de hongos y huevos de insectos en la madera; **f, g y h:** Radios leñosos en sección tangencial.

### **C. Estancia Santa Catalina Misiones jesuíticas, Jesús María, Córdoba (1622)**

Erigida en tierras de Calabaluba la Vieja, adquiridas por los jesuitas junto a varias cabezas de ganado, la Estancia Santa Catalina se convertiría en el establecimiento más grande y mejor trabajado de la Orden (Fig. 6). Fundada en 1622, desafió la insuficiencia de agua existente en el lugar promoviendo la construcción de un conjunto de conductos subterráneos que traían el líquido vital desde la distante Ongamira hacia un tajamar en el que se lo almacenaba para su uso adecuado. Además de su grandeza productiva, Santa Catalina destaca por el estilo barroco colonial de su iglesia, flanqueada en el exterior por dos torres y un portal en curva, y ornamentada en el interior por una nave en cruz latina que culmina en la cúpula. Luego de la expulsión de los Jesuitas, la estancia fue adquirida por Don Francisco Antonio Díaz en una subasta promovida por la Junta de Temporalidades. En 1941 fue declarada Monumento Histórico Nacional. Se ubica sobre un camino provincial secundario, unos 20 kms. al noroeste de la ciudad de Jesús María.

Esta estancia, con su templo barroco, se distingue por varias razones: data de 1622, se trata de la única que sigue en manos de la misma familia desde 1774 y es Patrimonio de la Humanidad de la Unesco desde 2000. Es la estancia mejor conservada de la ruta jesuita cordobesa. (Fig. 5)



Fig. 5. Estancia Santa Catalina, Jesús María, Córdoba.

Auténtica joya del barroco colonial, detrás de sus añosas paredes, sus retablos dorados a la hoja, sus ángeles de rostro mestizo y sus admirables obras de hidráulica destacan.

Se trabajó con: M9. Estancia Santa Catalina- Viga de madera de techo de galería rectángulo-

M9: *Aspidosperma quebracho-blanco* (Apocinaceae), quebracho blanco.

Madera dura y pesada, blanco amarillenta ( $\rho_e$ ; 0.80 kg/dm<sup>3</sup>). Leño con porosidad difusa no uniforme. Poros exclusivamente solitarios. El parénquima es apotraqueal reticulado o difuso en agregados. Los radios homogéneos son, en su mayoría, tri a tetraseriados con 14 a 15 células de altura (Fig. 6).

M 10: Base de columna de madera de galería sección semicircular: corresponde a *Prosopis alba*

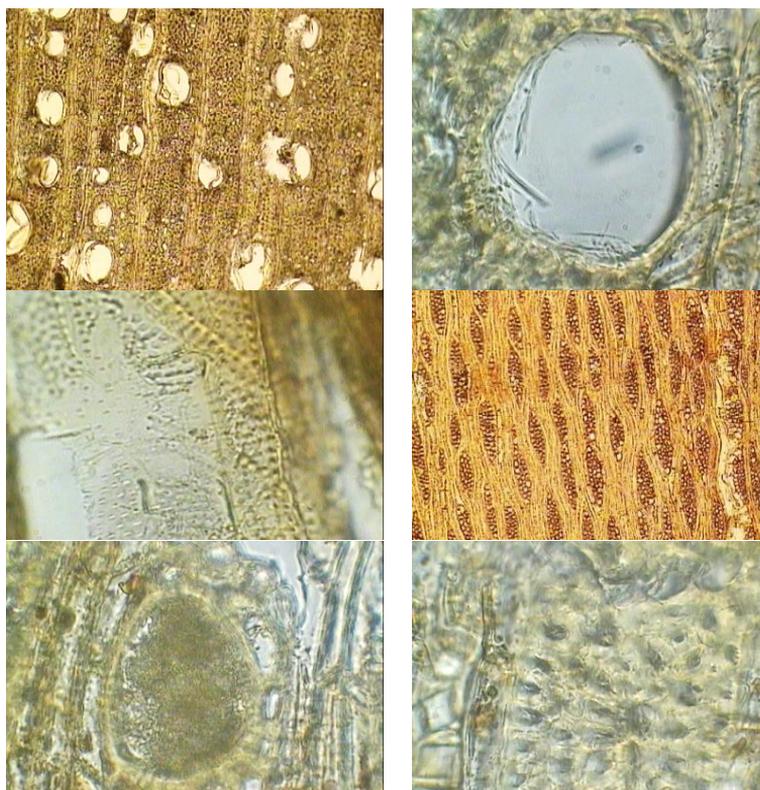


Fig. 6. Detalles anatómicos del leño de *Aspidosperma quebracho-blanco*

#### D. Museo jesuítico de Jesús María, Córdoba

Este edificio es una de las joyas arquitectónicas jesuíticas coloniales de Córdoba. El 14 de mayo de 1941 la Comisión Nacional de Museos y Monumentos y Lugares Históricos declaró a la antigua Estancia Jesuítica de Jesús María Monumento Histórico Nacional por Decreto N° 90732, debido a su alto valor histórico y arquitectónico. (Fig. 7)

En esta propiedad se trabajó con maderas estructurales deterioradas que corresponden a: 11 techo de la galería de planta baja, 12- cabios del techo de galería planta alta 13 - vigas reticuladas del techo de habitaciones planta alta. La estructura de las galerías del Museo jesuítico presenta un forjado de entrevigado con viguetas de madera de un entrepiso aproximadamente cada 60cm, donde pisan las bóvedas de ladrillo

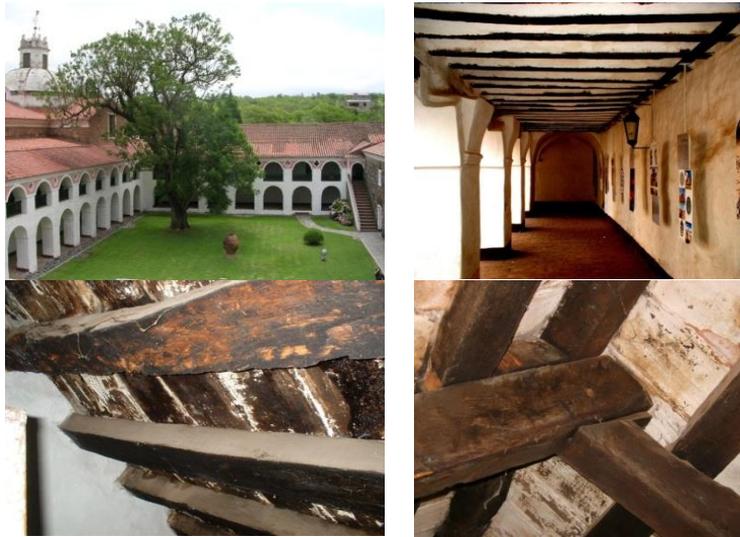


Fig. 7. Museo jesuítico de Jesús María, Córdoba, vista de la estructura del techo.

Muestra 11-12

Pertencen a la especie: *Aspidosperma quebracho-blanco* (Apocinaceae) madera de quebracho blanco.

Muestra 13 -vigas reticuladas del techo de habitaciones planta alta. *Prosopis sp.* (Algarrobo) con presencia de galerías de insectos (Fig. 8)

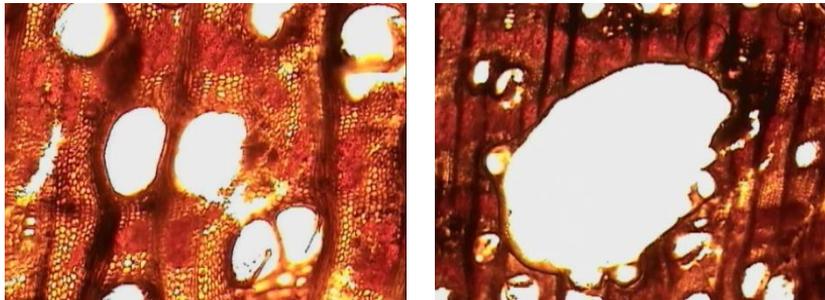


Fig. 8. *Prosopis sp.* con taladro por larvas de insectos.

### E. Templo de San Buenaventura de Yaguarón, Paraguay

El templo de San Buenaventura de Yaguarón es una antigua iglesia Franciscana ubicada en el departamento de Paraguari, Paraguay (Fig. 9). Es una de las iglesias más conocidas del país debido a su excelente estado de conservación. Maravilla del arte barroco Franciscano-Guaraní, la construcción del templo se inició en 1755 y fue finalizada en 1772: La dirección de esta obra es atribuida al artista

portugués José de Sousa Cavadas, quien habría orientado a los indígenas para construir el retablo.



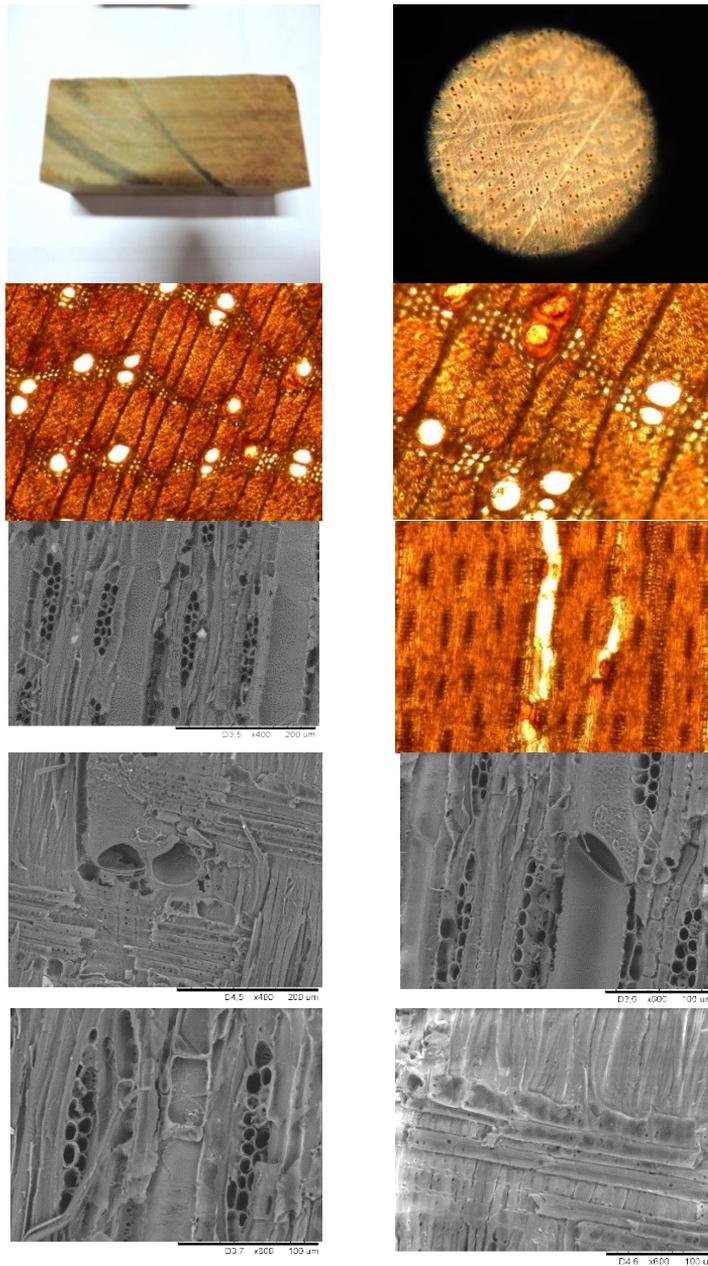
Fig. 9. Vista de Templo de San Buenaventura de Yaguarón

Es una hermosa obra arquitectónica construida con madera de lapacho, dividida en tres naves separadas por columnas cuadradas revestidas por tabloncitos de madera policromada. Con una bóveda que se destaca por su hermoso artesanado, el altar ricamente ornamentado y decorado en oro, con retablos tallados en madera y recubiertos con láminas de oro. Los templos de todas las reducciones franciscanas fueron muy semejantes a esta iglesia, por ello es de gran importancia histórica, ya que sirve como modelo superviviente de aquellos cánones estilísticos. Otro rasgo que caracteriza a las antiguas iglesias franciscanas, es su tipo de campanario.

Se trabajó en 2 muestras:

Muestra 14- Cabios originales de la zona de galerías perimetrales. *Myrocarpus frondosus* Incienso

Pe: 0.845 kg/dm<sup>3</sup>. Madera dura y pesada (Fig. 10). Madera castaña rosácea, en relativo estado de conservación, ha sido deteriorado por temitas. Anillos demarcados por una banda de parénquima terminal. Leño con porosidad difusa a semicircular, vasos con placa de perforación simple.



**Fig. 10.** Madera de *Myrocarpus frondosus*

Muestra 15 -Arcos que constituyen una bóveda interior en la sacristía del templo. *Luehea divaricata* Tiliaceae (azota caballos) Pe: 0.62. Madera semi a moderadamente pesada (Fig. 11). Madera castaña amarillenta. Anillos moderadamente demarcados por una banda de parénquima terminal delgado. Leño con porosidad difusa, vasos

con placa de perforación simple. En la muestra se observan hifas de hongos en los vasos.

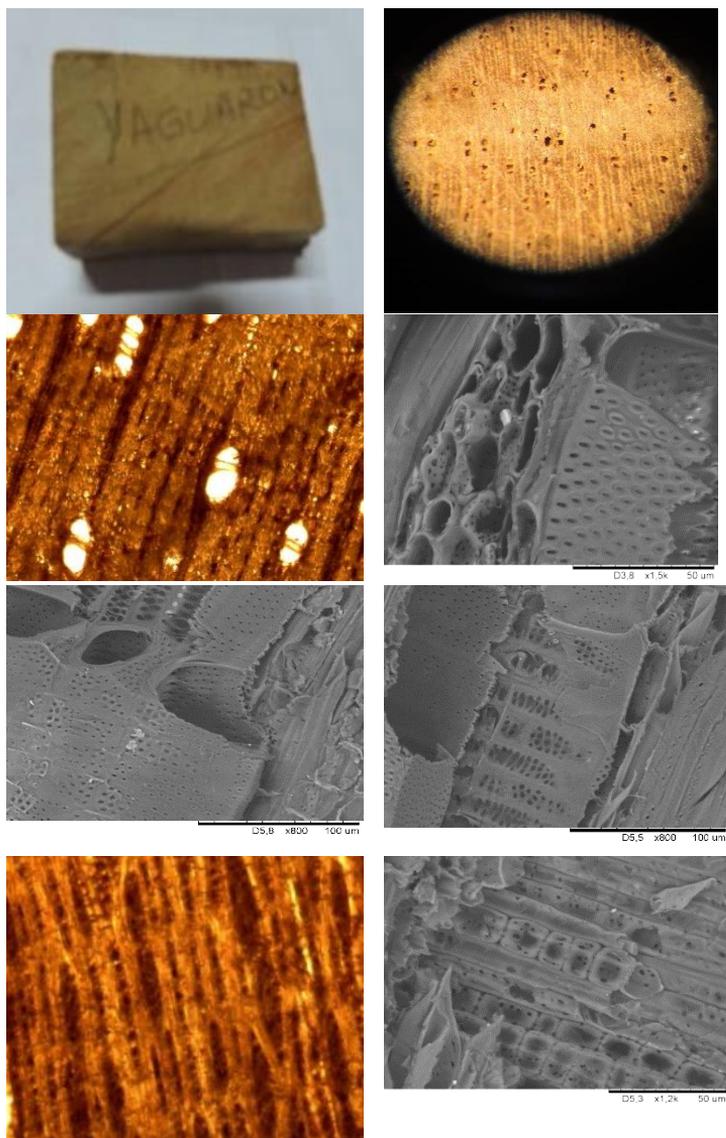


Fig. 11. Madera de *Luebea divaricata*

A pesar que la bibliografía cita que la iglesia está construida en lapacho, las 2 muestras entregadas para su análisis (cabios originales de la zona de galerías y arcos que constituyen una especie de bóveda interior en la sacristía) no pertenecen a esta especie.

## F. Ex-Biblioteca de la residencia de Jesuitas, Córdoba

Este local se encuentra ubicado sobre la Sacristía de la Capilla Domestica de la Compañía de Jesús, hoy Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Muestra 16- Cordón Inferior - Cabriada Ex-biblioteca. *Tabebuia* sp. (Lapacho), Bignoniaceae, madera de lapacho

Muestra 17 Nudillo Cabriada Ex-biblioteca. M17: *Prosopis* sp. (Mimosaceae), madera de algarrobo

### ¿De qué distancia se traía la madera empleada en las construcciones?

En todas las construcciones coloniales analizadas se emplearon maderas nativas. Recién a partir de 1850 según Giménez *et al.* (2014) está registrado el uso de madera de gimnospermas exóticas en construcciones de valor histórico, lo que indica la apertura a mercados madereros americanos y europeos.

Sobre los recursos maderables que se han utilizado en la región para las construcciones jesuíticas, todas las maderas son nativas, aunque algunas de otras regiones fitogeográficas. Ello demuestra que se transportaba maderas de zonas distantes. Es probable que la necesidad de piezas de mayores dimensiones haya sido la razón de recurrir a especies de otras provincias. Es probable que este se el caso del uso de nogal criollo, cedro y lapacho provenientes de la Selva tucumano-oranense, en las construcciones jesuíticas de Córdoba (Chaco árido).

La madera de algarrobo es una constante en los monumentos analizados, y resulta ser la madera de mayor presencia. Su distribución es típica del Chaco. Los pobladores del área la reconocen como una madera aprovechable para distintos usos, especialmente construcción, muebles y carpintería de obra. La distribución del algarrobo es en la región homogénea y relativamente abundante, aunque en la actualidad es muypreciado porque tienden a la desaparición promovida por la deforestación y la creación de áreas no maderables por la intromisión de pastos para el ganado.

*Aspidosperma quebracho-blanco*, una de las maderas más abundantes de Argentina, sólo está presente en dos oportunidades como viga de madera de techo de galería.

Es interesante destacar que madera de quebracho colorado (*Schinopsis lorentzii*) no ha sido determinada en ninguna de las piezas de análisis. Resulta sorprendente que no haya sido empleada en columnas o vigas de estructuras.

## ¿Las maderas permanecieron intactas a la actualidad?

Si bien en la época que se empleó las maderas, no había instrumental ni los métodos actuales para el estudio de las propiedades física-mecánicas, se seleccionaron las especies de mejor aptitud para el uso conferido. Las maderas están en obra desde las últimas décadas del siglo XVII. Por lo que requiere un párrafo aparte la durabilidad que hay que destacar.

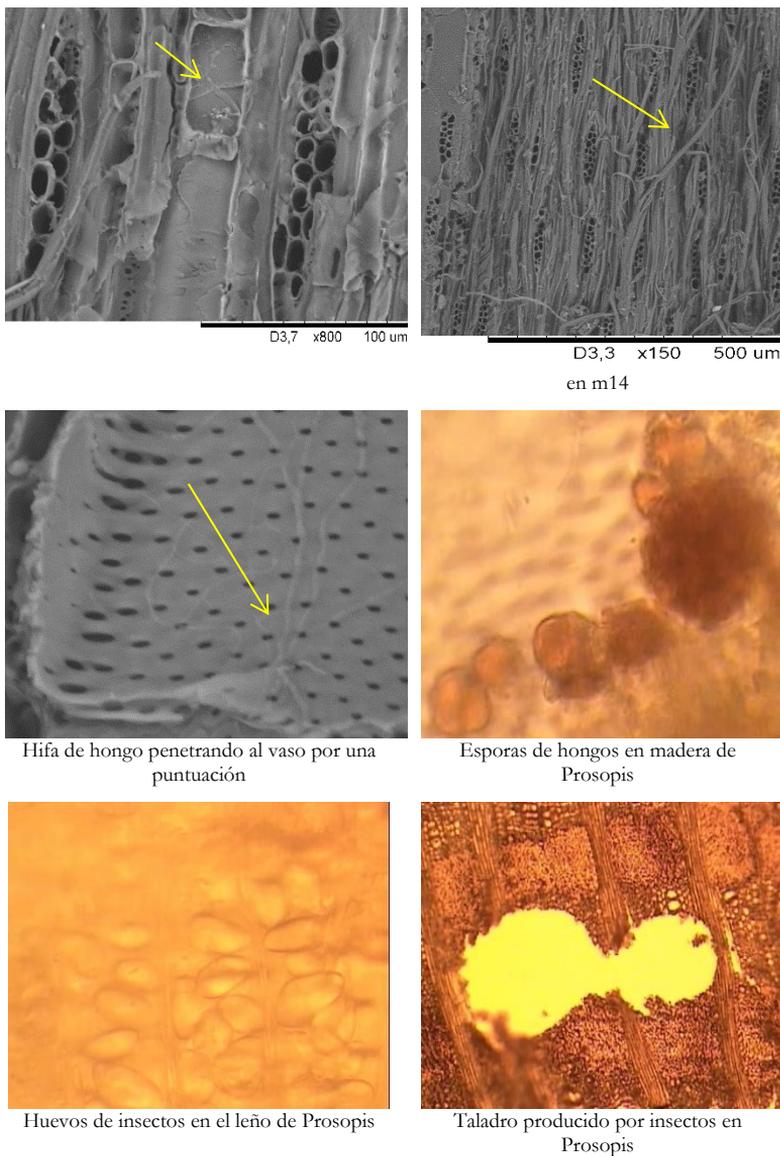
La durabilidad natural es una propiedad física de la madera que hace referencia a la resistencia natural a los ataques por agentes destructores de origen biótico o abiótico (Zabel, Morrell, 1992). Comprende aquellas características de resistencia que posee la madera sin tratamiento frente al ataque de hongos, insectos, perforadores marinos y otras influencias ambientales. Normalmente se mide como el tiempo en años que una madera es capaz de mantener sus propiedades mecánicas estando puesta en servicio empotrada en contacto con el suelo o el agua (González Laredo, 1996). La mayoría de las maderas tiene una durabilidad diferente frente a los diversos organismos que la pueden degradar. Hay una gran cantidad de especies muy durables frente a la acción de hongos mientras que son menos las especies que lo son frente al ataque de termitas. La sensibilidad a los hongos es variable, algunas maderas son susceptibles al ataque de basidiomicetes o deuteromicetes. La durabilidad de la madera también se ve afectada por efecto del medioambiente. La durabilidad natural de las maderas se clasifica, en el caso de deterioro producido por hongos, en cinco clases: Con más de 20 años de duración corresponde a la clase 1. Los tipos de deterioro más frecuentes presentes en el material estudiado son hongos e insectos, que se ilustran en la Fig. 12.

Algunas muestras de *Prosopis* presentan signos de agentes patógenos. La M13 presenta galerías de insectos (diámetros 0.5-1 cm.), huevos de insectos y además ataque de hongos, con descomposición de la madera. En las M14 y 15 se detectó ataque biológico, presentando estado de deterioro, se observan hifas de hongos xilófagos.

La muestra M9 de quebracho-blanco presenta daños de fuego en obra. Hay rastros de carbonización en la madera, por efecto de incendio. Las marcas son sólo superficiales lo que se puede inferir que el fuego fue sofocado tempranamente. También evidencia esporas de hongos en el lumen de los vasos.

Por otro lado, *el agua* es una de las principales causas del deterioro superficial de la madera. El agua de lluvia que moja la superficie de la madera sin protección, es absorbida rápidamente por capilaridad por la capa superficial de la madera seguida por la adsorción en las paredes de las células. El vapor de agua es recogido directamente por adsorción por las paredes de las células. La diferencia de humedad entre el interior y la capa superficial que tenderá a hinchar, provoca un estado de tensiones en la pieza, que si no está equilibrado origina deformaciones en la madera. La humedad es uno de los factores de agresividad del medio y es la base a partir de la cual las normas europeas 335.1 y 335.2/95 determinan categorías de riesgo de la madera en función de su ubicación. La madera que conforma estructuras de techos corresponden según la norma al RIESGO 2: para

aquellas maderas colocadas en lugares protegidos de la intemperie en los que sólo de forma ocasional puede aparecer un grado alto de humedad sin que se produzcan condensaciones constantemente.



**Fig. 12.** Muestras con alteraciones

En todos los casos del estudio, el deterioro de las estructuras se debe en principio al agua filtrada por los techos. Una vez perdido el aislamiento, la humedad inicia el deterioro de la madera. Las zonas sin humedad están intactas. Es fundamental

mantener protegidas las estructuras a la acción del agua. Son numerosos los ejemplos donde se documenta tal situación. Rodríguez Liñán *et al.* (2004) diagnostican en el Convento de Santa Clara (Sevilla), que la estructura de madera del techo, presentan daños producidos por filtraciones de agua procedentes de la cubierta del piso superior, en mal estado. Debido a la flecha del forjado, el agua se acumuló, el deterioro de la madera por humedad ha propiciado el ataque de distintos agentes xilófagos reduciendo notablemente la capacidad mecánica del material. Por tal razón algunas vigas presentaban fisuras de rotura a flexión en el centro del vano.

Todas las muestras estudiadas corresponden a leño de duramen. Las maderas están, después de 350 años, en buen estado salvo excepciones. El resto no manifiestan signos de deterioro. Lo cual está indicando la excelente durabilidad de las maderas nativas en cuestión.

Basterra *et al.* (2005) indican sobre las técnicas empleadas para estudiar la madera de construcciones, el pasaje de técnicas destructivas, a la incorporación de métodos no destructivos ha permitido determinar las características mecánicas generales de la madera de la estructura incorporando una clasificación mixta. Esto permite analizar fácilmente los resultados por técnicos ajenos al proceso de diagnóstico, facilitando el acierto en la toma de decisiones de intervención. La integración de los resultados obtenidos mediante ensayos no destructivos ha permitido determinar las características mecánicas generales de la madera de la estructura. Esta clasificación mixta, resulta ser la más adecuada para clasificar este tipo de piezas de madera de escuadrías medianas y grandes.

En base a lo anteriormente expuesto se concluye:

- Todas las muestras de las seis estructuras de madera antiguas examinadas, son nativas.
- Se identificaron según la anatomía de la madera los géneros: *Prosopis*, *Aspidosperma*, *Cedrela*, *Juglans*, *Tabebuia*, *Myroxylon* y *Lubea*. El género recurrente en el 60% de las muestras es *Prosopis*.
- En la mayoría de los casos las maderas duras, las más comúnmente usadas.
- Si bien en la época que se empleó las maderas, no había instrumental ni los métodos actuales para el estudio de las propiedades física-mecánicas, se seleccionaron las especies de mejor aptitud para el uso conferido.
- El agua es una de las principales causas del deterioro superficial de la madera.

## Referencias Bibliográficas

- Basterra, A.; Ramón, G.; Barranco, I.; López, G.; Acuña, L. y M. Casado. (2005). Avance de propuesta metodológica para el diagnóstico y análisis de estructuras de madera históricas. Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción pag: 121-131. Santiago Huerta Ed. Madrid.
- Blanchette, R., Jurgens, J., Held, B., Arenz, B., Smith, J. (2005). Decay of historic and archeological wooden structures: degradation processes and molecular characterization of Wood destroying fungi. En: X Reunión sobre investigación y desarrollo en productos forestales - International Academy of Wood Science Meeting: 14-17 de Noviembre de 2005. Concepción, Chile
- Díaz, I. (2012). Las maderas en el registro arqueológico porteño: primera aproximación a las transformaciones dentro y fuera de la estructura social. Zaranda ideas [online], vol.8, n.1 [citado 2017-05-12], pp. 0-0. Disponible en: <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1853-12962012000100003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-12962012000100003&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1853-1296.
- Fioravanti, M.; Di Giulio, C.; Signorini, G.; Rossi, G.; Rognoni, Sodini, N.; Tromba, G.; and Franco Zanin. (2017). Non-invasive wood identification of historical musical bows. IAWA Journal 38 (3), 2017: 285–296
- Garavito López, Javier; Sáiz, Á.; Rodríguez, Petrement, C. Garavito López, J. (2015). Intervenciones en cubiertas históricas de madera: ¿Restaurar o reconstruir? Anales de Edificación Vol. 1, N°1, 16-22 (2015) ISSN: 2444-1309 Doi: 10.20868/ade.2015.3035
- Giménez, A. M., Moglia, J. G., & Gómez, J. (2014). Maderas empleadas en construcciones históricas jesuíticas de Córdoba, Argentina. In Anales del Museo de América (Vol. 21, pp. 212-228).
- Giménez, A. M., Figueroa M.E, J. Díaz Zúrpolo. (2016). Madera con historia: pórtico colonial de la casa de Liniers. Revista Urbania N°5: 20:30. UBA. Buenos Aires.
- Giménez, A. M., Gómez, J.; Moglia, J.; Díaz Zúrpolo, J.; D. González. (2014). Registro del ingreso de pino en argentina, a partir de construcciones históricas. Bol. Soc. Argent. Bot. 49 (4): 649-658. 2014.
- Gómez Sánchez, M. I. (2006) Las estructuras de madera en los Tratados de Arquitectura (1500-1810). Madrid, España: Asociación de Investigación Técnica de Industrias de la Madera. AITIM
- Gómez, J. L., Moisset de Espanés, D., Ruata, M. E., & Fernández, M. D. C. (2010). Comportamiento estructural de la Iglesia de la Compañía de Jesús: Modelo de diseño conceptual. <https://es.scribd.com/doc/15472869/Comportamiento-estructural-de-la-iglesia-de-la-Compania-de-Jesus-01>
- González Laredo, R. (1996). Preservación de madera con taninos. *Madera y Bosques*, otoño, 67-73.
- Herrero, M. E., Álvarez, R. A., Mariátegui, F. A., González, G. & Maldonado, i. B. (2007). Estado actual de la investigación sobre madera estructural en España. *Informes de la Construcción*, 59 (506), 15-27.
- Mengyu Dong; Haibin Zhou; Xiaomei Jiang; Yun Lu; Weibin Wang and Yafang Yin. 2017. Wood used in ancient timber architecture in Shanxi Province, China. *IAWA Journal* 38 (2): 182–200.
- Rodríguez Liñán, P.; Rubio de Hita, Gómez de Cózar, J.; Pérez Gálvez, F. 2004. Diagnóstico mediante técnicas de ultrasonidos del forjado de madera del refectorio del convento de santa clara en Carmona (Sevilla) *Carmen Informes de la Construcción*, Vol. 55: 490, marzo-abril

- Roth, I.; Giménez, A.M. (1997). Argentine Chaco forests. Dendrology, tree structure, and economic use.1- The semiarid Chaco. Encyclopedia of plant anatomy.XIV/5. 180 pag. Gerbruder-Borntraeger-Berlin-Stuttgart.
- Terán Bonilla, J. 2004. Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectónica Conserva N0 112 8,
- Tortorelli, L. 2009. Maderas y bosques argentinos. 2 Ed. Buenos Aires. Orientación Gráfica Editora. Tomo 1 y 2: 1105 p.
- Wheeler, E. A., baas, P., & P. E. Gasson. (1989). IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bull. (ns) 10: 219-332.
- Zabel, R.A. & J.J. Morrell. 1992. Wood microbiology. Decay and its prevention. Academic Press Inc. 476