

Ocurrencia de la mancha roja en el leño de *Aspidosperma quebracho-blanco*

Occurrence of red stained in Aspidosperma quebracho-blanco wood

Moglia, J. G.¹; I. C. Amórtegui² y A. M. Giménez¹

Recibido en enero de 2014; aceptado en junio de 2015

RESUMEN

Aspidosperma quebracho-blanco, es una de las especies arbóreas más importantes de la Región Chaqueña. Su madera de color blanco cremoso se ve afectada comúnmente por la mancha roja o falso corazón, producida por el hongo *Fusarium scirpii*. Los objetivos de este trabajo fueron: determinar la incidencia de la alteración en los individuos estudiados, establecer si existe una relación entre el radio total y el radio afectado, estudiar la severidad de la afección a través de la obstrucción de vasos en sección transversal, y determinar la probable correlación entre la obstrucción y la intensidad de color de la mancha en el leño. Las muestras corresponden a secciones a 1,30 m de 36 árboles. En 10 de ellas se tomaron 5 probetas radiales a distancias fijas en dirección médula a corteza, sobre el radio Norte. Se definió un rango categórico con 3 clases en función de la proporción del área de vasos obstruidos. Los resultados muestran que 71 % de las secciones están atacadas, y que no existe una relación consistente entre el radio del árbol y el radio de la superficie manchada. La alteración cromófera es más intensa en el centro y se atenúa hacia la periferia. Esto coincide con la tendencia de decrecimiento del porcentaje de vasos obstruidos por hifas, que varía desde 53 % en la médula hasta 0 % en la corteza. Las hifas del hongo penetran por las puntuaciones de los vasos, produciendo una obstrucción parcial o total. Aun en las secciones más atacadas, no se observan cambios estructurales anatómicos.

Palabras clave: madera; quebracho blanco; mancha roja.

ABSTRACT

Aspidosperma quebracho-blanco is one of the most important tree species of the Chaco Region. Its creamy white wood is commonly affected by a red stain, or false heart, produced by the fungus *Fusarium scirpii*. The objectives of this study were: (1) to determine the effect of the stain on the wood of the trees studied, (2) to establish whether a relationship exists between total radius and the affected radius, (3) to study the severity of the alteration through the obstruction of vessels in a cross section, and (4) to state the probable correlation between the obstruction and the color intensity of the stain on the wood. The samples came from cross sections of 36 trees taken at 1.30 m. In 10 samples, five radial specimens were taken at fixed distances, in the bark-pith direction, along the North radius. Based on the proportion of obstructed vessel area, a categorical range with three classes was defined. The results show that 71 % of the sections were affected, with no consistent relationship between the radius of the tree and the radius of the stained area. The color alteration is more intense at the center and diminishes towards the periphery. This is consistent with the decreasing trend in the percentage of hypha-obstructed vessels, which range from 53 % to 0 % toward the bark. The fungal hyphae penetrate through the vessel pits, causing partial or total obstruction. Even in the most severely affected sections, no structural anatomical changes were observed.

Keywords: wood; white quebracho; red stain.

¹ Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano 1912 (s). 4200 Santiago del Estero. Argentina.

E-mail: vimog@unse.edu.ar.

² Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Colombia.

1. INTRODUCCIÓN

Aspidosperma quebracho-blanco, Schlecht., Apocinaceae, es considerada una de las especies de mayor importancia comercial de la región Chaqueña de Argentina (Giménez y Moglia, 2003). La madera de quebracho blanco, posee buenas características tecnológicas en relación con la dureza y trabajabilidad, pero presenta dificultades en ciertas aplicaciones debido a su elevada higroscopicidad por ello, tiene tendencia a sufrir contracciones y alabeos (Martínez et al. 2006).

De madera blanco amarillento sin distinción de albura y duramen, el quebracho blanco sin embargo, pocas veces muestra su leño de color uniforme, pues presenta una zona central de color rosa fuerte a castaño rojizo. Las manchas rojas características tienen ubicación central algo excéntrica lo que le da el nombre de falso corazón, presentan contornos irregulares y se extienden desde la médula al exterior, (Iaconis, 1957; citado por Gherscovic, et al., 2009). De acuerdo a distintos autores (Zanni, 2008; Deschamps y Wright, 2001; Mena, 1967) esta alteración cromófera es causada por el hongo *Fusarium scirpii* Lambet Fautr). Mena en 1967, demostró que éste era el patógeno causante de la alteración en *Aspidosperma quebracho blanco* al inocular plantas vivas y aislarlo en cultivos puros. El grado de ataque se concentra en la parte inferior del tronco y disminuye con la altura. En madera afectada por este patógeno la coloración es más intensa en la zona central. Según Zanni (2008) y Mena (1967) afirman que la propagación del color rojo es lenta, estimándose en 0,5 cm mensuales para una condición de temperatura de 20 ° C.

En el momento en el que la madera es apeada el hongo no progresa más, según Zanni, (2008) esto se debe a que los hongos cromógenos se han especializado en alimentarse del contenido de las células vivas de la madera.

Aunque autores como Kreber (2015) indican que la madera descolorida es principalmente un problema cosmético, las propiedades de la misma pueden verse afectadas como la resistencia después de la infección por tinción de hongos. Si bien se reconoce que es importante el disponer de información sobre la presencia de alteraciones de la calidad de la madera, como manchas, pudriciones o huecos, su estimación es con frecuencia difícil y tediosa de realizar debido a que consume bastante tiempo (Castaño, 2002). Probablemente sea esta la razón que son muy pocos los trabajos sobre daños, enfermedades y patógenos en las especies arbóreas de bosques nativos a diferencia de lo que sucede en las plantaciones forestales (Quevedo Sopepi et al., 2004).

Los objetivos de este trabajo fueron determinar la incidencia de la mancha roja de *Fusarium scirpii*, establecer si existe una relación entre el tamaño del árbol y de la mancha, estudiar la severidad a través del porcentaje de obstrucción de vasos en sección transversal y establecer su relación con la intensidad de color en el leño de *Aspidosperma quebracho blanco*.

2. MÉTODOS

Se colectaron secciones transversales a 1,30 m (Dap) de 36 árboles adultos rectos y “sanos”, en su aspecto exterior, en 2 sitios de Santiago del Estero, Región Chaqueña Argentina: La María Campo experimental (Sitio 1), (28° 03' LS y 64° 15') y El Desierto (Sitio 2), en el Departamento Copo. En las mismas se calculó la incidencia como presencia de la alteración cromógena, utilizando los criterios de Vallone y Giorda (1997) y Carmona (2008) que expresan la incidencia como el número de unidades evaluadas que están enfermas, relativas al número total de unidades estudiadas, expresadas en porcentaje.

$$\% I = (N \text{ ejemplares con mancha} / N \text{ total de ejemplares}) \times 100$$

Para establecer la relación entre el tamaño del árbol y de la mancha producida por el hongo se midieron y determinaron los radios promedios de las rodajas (RT) y los radios de la secciones de la mancha roja (Radio afectado Ra). Se determinó la asociación entre ellas (Rt/Ra) mediante correlación de Pearson.

Para estudiar la variación del color producida por la mancha en una submuestra de 10 rodajas se tomaron probetas en 5 posiciones en sentido médula - corteza (dirección Norte), de acuerdo a la metodología usada por Moglia y López (2001). El registro del color se realizó a través del Atlas Munsell en todas las probetas utilizadas. La notación HUE representa la gama de color o la relación (proporción de color) Rojo (R) y Amarillo (Y). El Value por su parte indica la claridad del color siendo 1 el más oscuro y 9 el más claro y el chroma indica la saturación de color siendo 1 el menos saturado y 10 el más saturado. Su notación se hace en forma de fracción (HUE Value/Chroma). Los colores del ATLAS MUNSELL se tomaron como una variable ordinal, para poderla comparar en intensidad de color y variación del mismo en probetas sanas y afectadas por el patógeno, determinándose la moda de cada HUE, Value y Chroma en función de la posición radial. Se determinó la moda (valor más frecuente encontrado) debido a que al ser una variable cualitativa expresa mejor los resultados. Las secciones microscópicas de cada una de las muestras de 10 árboles se obtuvieron de acuerdo a las técnicas convencionales (Freund, 1970, citado por Moglia y López, 2001) luego se tiñeron con acridina-crisoidina y azul de astra, se deshidrataron en una secuencia creciente de alcoholes y se montaron en Bálsamo de Canadá.

Además la incidencia también se determinó a nivel microscópico en las secciones microscópicas transversales, en ellas se midieron las variables: número total de vasos por mm^2 y número de vasos (obstruidos por hifas) por mm^2 , determinándose el porcentaje de poros obstruidos.

Para evaluar la severidad (S) se realizó un índice categórico con 3 clases de daño en función a la proporción los vasos obstruidos por hifas según se muestra en la Tabla 1 y la Figura 1.

Ello se interpreta como el área de tejido afectado, con respecto al área total tejido evaluado, expresada en porcentaje (Vallone y Giorda 1997).

$$S\% = \text{superficie afectada} / \text{total de la superficie evaluada} * 100$$

Tabla 1. Categorías de severidad

Tipo obstrucción	Categoría	Porcentaje de afectación
Vasos poco obstruidos	1	0 – 25 %
Vasos parcialmente obstruidos	2	25 – 50 %
Vasos completamente obstruidos	3	50 – 100 %

Para la descripción microscópica se utilizó la terminología recomendada por el Comité de la IAWA (International Association of Wood Anatomists, 1989). Las microfotografías se tomaron con equipo LEITZ-OM 100, las fotografías de microscopio electrónico con un equipo, Philips SEM 515, Golden pattern, EMSCOPE Model: SC 500.

Para el análisis estadístico se utilizó el software STATISTICA (7). Se calcularon las “medidas de resumen”: promedio, desviación estándar y correlación entre las medidas del radio total y radio afectado.

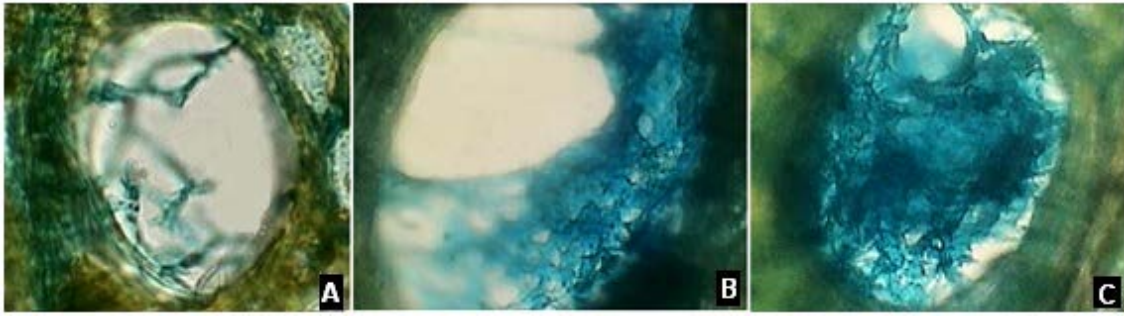


Figura 1. Categoría de daño en función del área de la placa de perforación de vaso obstruida. **A.** Daño tipo 1 (<25%). **B.** Daño tipo 2 (25-50%) **C.** Daño tipo 3 (>50%) Fuente: Amortegui 2012

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incidencia de la enfermedad en los 36 árboles estudiados reveló que el 71 % de los individuos considerados sanos exteriormente estaban atacados, en distinto grado, por el hongo *Fusarium scirpi* Lamb. De acuerdo Iaconis (1957) citado por Gherscovic, *et al.*, 2009 por su aspecto externo, *Aspidosperma quebracho-blanco* es una de las especies más sanas de nuestros bosques aunque generalmente presenta el falso corazón o duramen y es por eso que la afección se observa recién cuando el árbol está apeado. Tinto (1988) cita que el 47 % de los rollizos comercializados tienen la “mancha roja”.

El radio promedio total fue de 20,6 cm CV (19,09 %) y el promedio de radio afectado fue de 9,7 cm (CV: 61,6 %).

La Figura 2 muestra que existe una relación positiva y altamente significativa ($p=000028$) entre las variables radio total (Rt) y radio afectado (Ra), que ajusta mejor a una recta según la ecuación:

$$Ra = -98,2601 + 0,9455 * Rt$$

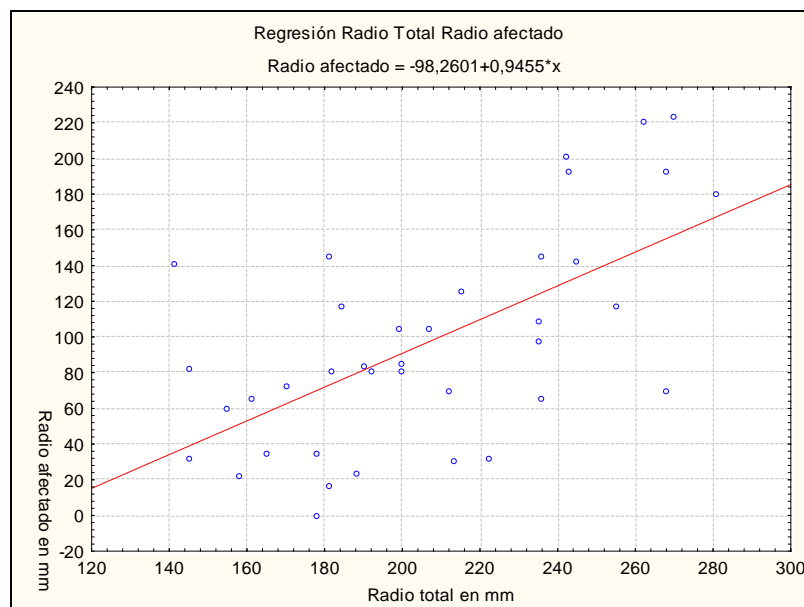


Figura 2. Relación entre radio total y radio atacado.

El análisis de regresión presenta un coeficiente de correlación de $R=0,62$ lo que señala una asociación positiva media. El coeficiente de determinación de $R^2=0,39$ indica que la variabilidad observada está poco explicada por el diámetro del árbol. Sin embargo en un estudio realizado sobre cuáles eran las variables ambientales y silvícolas que intervinieron en la sanidad de nueve especies arbóreas en Bolivia, se comprobó que en tres de ellas *Terminalia oblonga*, *Cariniana doméstica* y *Amburana cearensis*, la sanidad estaba relacionada con el diámetro del árbol (Quevedo *et al.*, 2004)

En las secciones transversales estudiadas el cambio de color presenta contornos irregulares a veces agudos, extendiéndose desde la médula al exterior (Figura 3.a). La coloración es más intensa en la zona central y contrasta con el color blanco amarillento del leño normal de *A. quebracho-blanco* (Figura 3.b), tal como lo mencionado por Iaconis (1957) citado por Ghercovic *et al.* 2009 y Zanni (2008) que indican al *Fusarium scirpii* como el hongo cromógeno que altera el color de la región central del tronco de esta especie



Figura 3 a. Sección transversal atacada por *Fusarium scirpii* aspecto general con la coloración rojiza de bordes irregulares. **b** Detalle de la transición de color de la médula hacia la periferia.

Los colores más frecuentes (la moda) determinados en las secciones afectadas de acuerdo a la posición considerada se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Categoría asignada al registro de color de la moda según distancia

Distancia cm	HUE	Value	Chroma	Color
D1 2,5-4,5	2.5YR	5	6	
D2 5,5-7,5	5 YR	5	6	
D3 8,5-10,5	7.5 YR	7	8	
D4 11,5-12,5	7.5 YR	7	8	
D5 13,5-15,5	2.5 Y	8	4	

El registro de color del xilema de los árboles estudiados mostró coloración más amarillento y similar a la madera sana (HUE 2.5Y 8/4, Categoría 1 (según Tabla 1) y 7.5YR 7/8 Categoría 2, en la zona alejada de la médula. Fig. 4.

Cerca de la médula, el registro de color tiene mayor proporción de rojo (HUE 5YR 5/6 Categoría 3) y 2.5YR 5/6 Categoría 4 (Figura 3).

El Value aumenta a hacia la periferia, el color es más oscuro cerca a la médula y más claro lejos de ella. En el Chroma aunque con mayor variabilidad se observa que los tonos más saturados se presentan con mayor frecuencia cerca a la medula y los menos saturados lejos de ella.

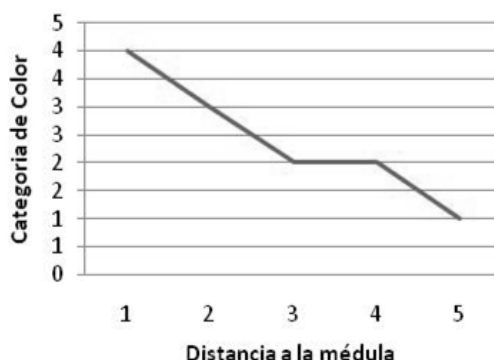


Figura 4. Moda de los rangos de color de función la distancia a la médula.

En efecto, los estudios realizados por Zanni (2008) y Mena, (1967) afirman que la madera expuesta al micelio es lo que refleja el color característico de la afección, haciendo que el signo pueda observarse a simple vista. Las zonas atacadas por el patógeno adoptan un violento tono carmín, consecuencia de la actividad vital del hongo.

La patología se presenta en la médula del árbol como una alteración cromógena de origen biótico que no causa pudrición. En la zona de afección la madera se torna rojiza en el centro y rosada en la periferia, concéntricamente la mancha se extiende a lo largo de la médula y se caracteriza por su contorno irregular.

En la Tabla 3 se muestra el Promedio de número vasos totales y obstruidos en valores de conteo y porcentaje para cada una de las distancias. Se encontró una marcada variabilidad en la cantidad de vasos a obstruidos por hifas a lo largo de la sección transversal, expresado en una tendencia decreciente.

Tabla 3. Promedio de número de vasos totales y obstruidos por distancia

Total de vasos/mm ²	Vasos obstruidos/mm ²	% de incidencia parcial
13	7	53
11	3	32
9	1	8
9	1	8
8	0	0

Teniendo en cuenta la tabla de distancias planteada en la metodología, la frecuencia de vasos obstruidos disminuye de la médula hacia la periferia, expresado como correlación negativa con un R: -0,7028 (Figura 5).

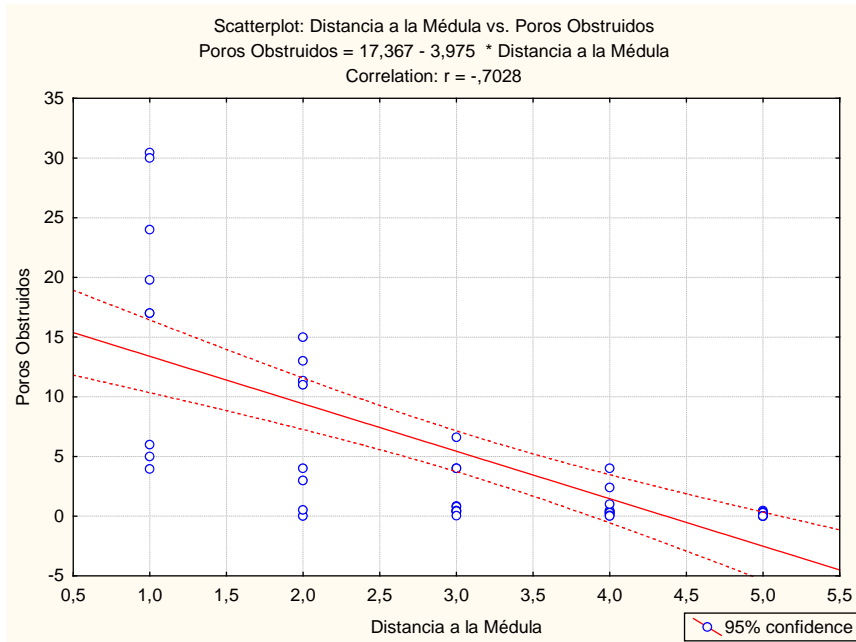


Figura 5. Correlación de vasos obstruidos y distancia a la médula

La afección varía desde un 53 % de vasos obstruidos en las zonas más cercanas a la médula, disminuye a 32 % en promedio en las muestras de la distancia 2 y desaparece en la periferia como se observa en la Figura 6.

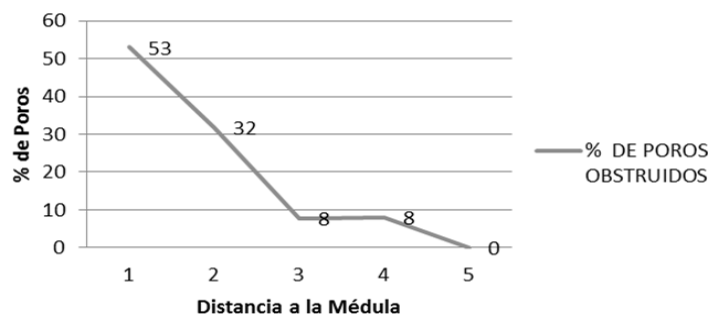


Figura 6. Tendencias de severidad de afección de acuerdo a la distancia a la médula.

La proporción de daño se relaciona con la intensidad del color en función del porcentaje del área obstruida del vaso. Los vasos con presencia de hifas son frecuentes en casi todas las distancias de la sección pero su proporción sólo es significativa en las Distancia 1 y 2. Aquellos con mayor grado de obstrucción (50-100 %) o daño tipo 3, sólo se presentan en las zonas cercanas a la médula, donde el color es de mayor intensidad y disminuyen hacia la periferia (Figura. 6), en la Fig. 7 se observa la proporción porcentual del tipo de daño en función de la distancias Aproximadamente un 30 % de los vasos obstruidos a lo largo de sección transversal presentan daño tipo 2 (Figura 7). La incidencia total a nivel microscópico fue de 20,8 %.

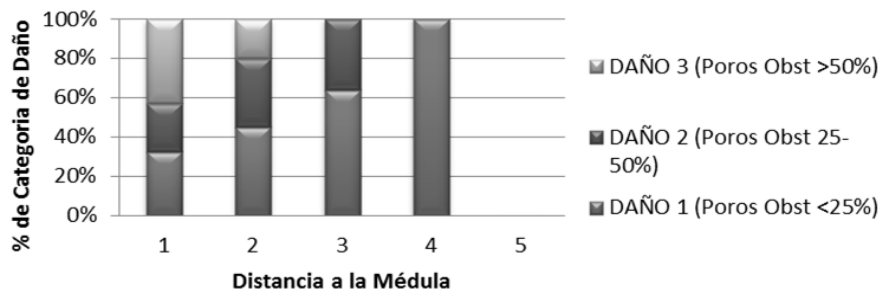


Figura 7. Número de vasos obstruidos dependiendo de su intensidad de afección en función de la distancia a la médula.

Relacionando la categoría de daño (porcentaje de obstrucción de vasos) con las categorías de color se infiere que son directamente proporcionales, la mayor obstrucción y el mayor porcentaje de vasos obstruidos genera colores más intensos. Estudios como el de Solano *et al.* (2011) describen también relaciones similares, en este caso entre el color del pigmento de *Fusarium verticillioides* y la virulencia en plantas de maíz, encontrado que existe una relación directamente proporcional entre la severidad de la afección (a nivel de raíz) y la concentración del inoculo en el suelo.

A nivel microscópico en la sección transversal se observa como las hifas atraviesan la pared celular obstruyendo los vasos, mientras que en la sección radial se ve claramente como penetran por las punteaduras de los vasos (Moglia, 2004) y tratan de llegar hasta el parénquima produciendo una obstrucción parcial o total del vaso. Según la sección analizada, las hifas se pueden ver en diferentes perspectivas. Figuras 8a, b, c y d.

En las muestras estudiadas, el leño afectado con la mancha roja no presenta alteración de la estructura normal del tejido, hay que distinguir bien cuando la coloración se debe al hongo y no a heridas de fuego. Bravo (2010) cita en un estudio sobre esta especie en heridas producidas por fuego, la presencia de una coloración rojiza producidas por transferencia de calor donde se observan cambios estructurales como aumento del tejido parenquimático y disminución del número de vasos.

Autores como Tinto (1988), Lizárraga (1972, citado por Gherscovic, *et al.*, 2009) y Tortorelli (2009) opinan que el cambio de color debido a la presencia del hongo que penetra en la madera y se nutre de sustancias que se asimilan muy fácilmente (almidón, proteínas, azúcares), no atacan la pared celular de la madera, por lo tanto, no tienen influencia en las propiedades mecánicas. Debido a la coloración anómala que las hifas causan en la madera, puede afectar su valor comercial. Para otros autores sin embargo como, Mena, 1967 (citado por Coronel, 1986), sostiene que dificulta la permeabilidad y podrían afectar la dureza siendo crítico en aplicaciones, como mangos de madera para herramientas y escaleras, que están sujetos a cargas de choque. Kreber (2015) señala que estos hongos cromógenos también pueden aumentar la permeabilidad de la madera mediante la degradación de las membranas de las puntuaciones que conectan células de las adyacentes, como resultado la madera descolorida seca más rápidamente. Esto puede ocasionar diferencias en el contenido de humedad dentro y entre las tablas en el horno de secado. Además, la madera infectada también absorberá el agua más rápidamente lo que aumenta el riesgo de infección posterior la decadencia en servicio (Kreber B., 2015).

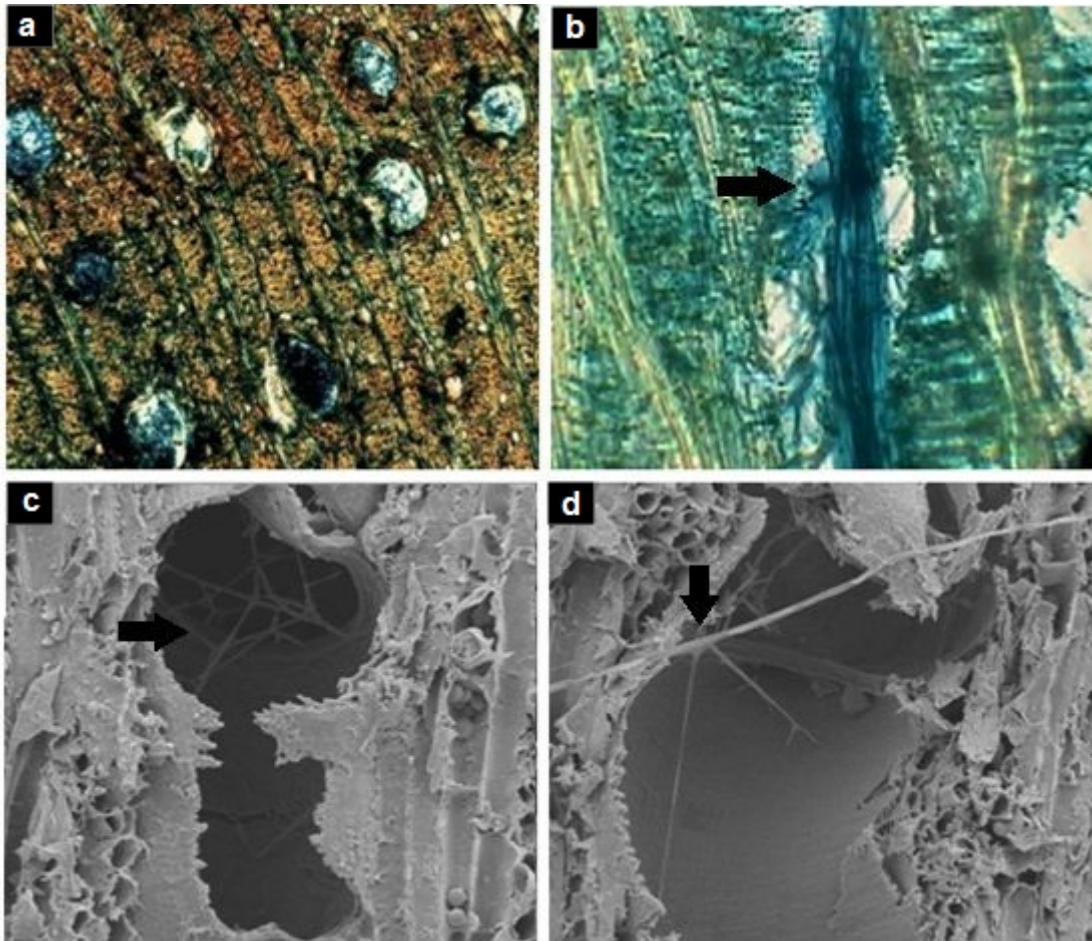


Figura 8.a. Sección transversal X100 A., alto grado de afección de *Fusarium scirpii*. **b.** Sección radial 400 X B. obstrucción total del vaso por hifas. **c.** Sección tangencial X500 A., obstrucción parcial de una placa del vaso. **d.** Sección tangencial X500 A., Detalle de la penetración de la hifas de *Fusarium scirpii* a través las puntuaciones de los vasos.

Aparentemente el único efecto inicial e importante que produce en la madera es el cambio de coloración, pero en general no afecta la resistencia de la misma, confirmando lo expuesto por Vignote y Martínez (2006), sin producir según degradación en la pared celular, pues sólo se alimentan de los contenidos almacenados en el interior de las células.

En general la madera con presencia de la mancha roja no debería descartarse en primera instancia, aunque de acuerdo a indica Vignote y Martínez (2006), la madera que se ve atacada por un hongo es un signo que puede haber condiciones favorables para que puedan desarrollarse otros hongos de pudrición.

Además Mena (1967) afirma que la presencia de *Fusarium scirpii* en la madera de *A. quebracho-blanco* impide la impregnación de sustancias protectoras, creando serios problemas en algunas de sus aplicaciones.

Aunque no se han realizado experiencias al respecto en quebracho blanco que lo confirmen, es probable que la presencia de hifas dentro de los vasos disminuya su impregnabilidad (debido a la obstrucción de los vasos por las hifas) ya que actúan como los tilos.

4. CONCLUSIONES

En los individuos estudiados se registró una incidencia de 71 % de la mancha roja.

No se encontró una relación consistente entre el radio afectado con la mancha roja y radio total.

La obstrucción de los vasos por hifas tiene una tendencia decreciente de médula a corteza.

El color rojizo que indica la presencia de *Fusarium scirpii* disminuye desde el centro a la periferia y concuerda con la disminución de la severidad de la afección.

La intensidad del color es directamente proporcional a la mayor obstrucción y porcentaje de vasos obstruidos por las hifas de *Fusarium scirpii*.

Las hifas del hongo penetran por las puntuaciones de los vasos. No se observan cambios estructurales anatómicos aún en las secciones más atacadas.

Convendría efectuar estudios posteriores para analizar si esta alteración tiene influencia en las propiedades físico-mecánicas de la madera de *Aspidosperma quebracho blanco*.

Reconocimientos

Este trabajo se realizó gracias al aporte que realiza el sistema de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, en el Proyecto Evaluación de la Calidad de madera para usos sólidos en especies maderables actuales y potenciales de la región Chaqueña.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amortegui, I. C. 2012 "Influencia del agente patógeno *Fusarium scirpi* Lamb & Fautrey a nivel microscópico y macroscópico en la madera de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht en Santiago del Estero - Argentina". Tesina de grado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Caldas. Colombia. 83p.
- Bravo, S. 2010. "Anatomical changes induced by fire-damaged cambium in two native tree species of the Chaco Region, Argentina". IAWA Journal, Vol. 31 (3):283-292.
- Carmona, M. 2008. "¿Cómo medir la Roya Común del Maíz?" Doc FAUBA [en línea] disponible en: <www.maizar.org.ar/.../308_comomedirlaroyacomu>.
- Castaño, J. 2002, "Principios básicos de fitoepidemiología". Ciencias Agropecuarias. Universidad de Caldas. Colombia. 398pp.
- Deschamps, J y I Wright. 2001. "Micosis de importancia forestal en el Cono Sur de América". Documento de Trabajo N° 74, Universidad de Belgrano, Argentina. 24pp
- Gherscovic, D.; Z. Cataldi y J. Languasco. 2009. "Impregnación de durmientes de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) con preservadores cromocuproarsenicales (CCA)". Proyecciones, 7 (1):19-35
- Giménez, A. G. y J. G. Moglia. 2003. "Árboles del Chaco Argentino - Guía para el reconocimiento dendrológico". Editorial El Liberal - FCF, UNSE y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Desarrollo Social.
- Iaconis, C. 1957. "Corazón rojo o falso color del quebracho blanco". Rev de Inv. Forestales. 1 (4):39-45.
- Kreber, B. 2015 "Understanding wood discoloration helps maximize wood profits". [en línea] disponible en: <<http://hdl.handle.net/1957/5187>> [Fecha de consulta: 14 de abril de 2015]
- Martínez, R. H.; J. C. Medina y R. Ledesma. 2006 "Improvement of quebracho blanco wood dimensional stability using pegs. Results above ten years of research". European Journal of Scientific Research Vol 13 N° 2(251-257)

- Mena, A. 1967. "La Mancha Roja del Quebracho Blanco". Revista Agronómica Noreste Argentina. 6 (1-2):113-117
- Moglia, J. G. 2004. "Presencia del hongo *Fusarium scirpii* en el leño de *Aspidosperma quebracho-blanco*". Resultados Preliminares. II Reunión Argentina de Ecología, Mendoza, Argentina.
- Moglia, J. G. y C. López. 2001. "Variabilidad radial de algunos caracteres anatómicos de *Aspidosperma quebracho-blanco*". Bosque, 22(2):3-14.
- Quevedo Sopepi, R.; J. Oliva Palau y J. A. Bonet Lledós. 2004. "Variables ambientales y silvícolas asociadas con el estado sanitario de los árboles en dos ecoregiones tropicales en el departamento de Santa Cruz, Bolivia". Ponencia presentada en la V Reunión de Investigación Forestal. Bolivia
- Vallone, S. y L. Giorda. 1997. "Enfermedades de la soja en la Argentina". Argentina, INTA-Centro Regional Córdoba. 72 pp.
- Vignote, S. y I. Martínez. 2006. "Tecnología de la Madera". 3° Edición. Mundi-Prensa. Madrid. 678 págs ISBN: 9788484762638
- Tinto, J. 1988 "Importancia de las Anomalías Detectadas en la Madera de seis especies Forestales Argentinas". En Actas del VI Congreso Forestal Argentino. 642-657.
- Tortorelli, L. 2009 2ed. "Maderas y bosques argentinos". ACME. SACI, Buenos Aires. 891 p.
- Zanni, E. 2008. "Patología de la madera: Degradación y rehabilitación de estructuras de madera". Editorial Brujas, Córdoba. 109p

