

Relación albura-duramen en tres especies arbóreas de la Región Chaqueña Seca

Relationship between sapwood and heartwood in three woody species of the dry Chaco Region

A. M. Giménez¹, N. Ríos¹ y G. Moglia¹

Recibido en octubre de 1998, aceptado en mayo de 2000.

RESUMEN

La albura y el duramen son dos zonas fisiológicamente diferentes en la madera del árbol vivo. Durante la duraminización ocurren numerosos cambios en la madera. En determinadas industrias se descarta esta porción del fuste debido a su menor durabilidad, por lo que es sumamente importante cuantificar la albura en el volumen total de madera producida.

Los objetivos del presente trabajo son:

Caracterizar la albura y el duramen en *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, familia Anacardiaceae, *Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, Mimosaceae y *Prosopis kuntzei* Harms, itín, Mimosaceae, así como los cambios anatómicos que se producen en la transición albura-duramen. Analizar la albura expresada en número de anillos y en centímetros en función de la edad, y del DAP (diámetro a 1,30 m).

El estudio fue realizado en 10 individuos adultos de cada una de las especies estudiadas, provenientes del bosque nativo en la provincia de Santiago del Estero y se llegó a las siguientes conclusiones:

La albura esta formada por 16 anillos en *Sch. quebracho-colorado*, 3 en *P. alba* y 6 en *P. kuntzei*. El duramen presenta una obstrucción del 100% de los poros por tilosis en *Sch. quebracho-colorado* y por gomas en *P. alba* y *P. kuntzei* (15 a 30 y 70 %, respectivamente). Las alteraciones más comunes producidas en el sector albura-duramen son: en *Sch. quebracho-colorado*, heridas provocadas por fuego, y en *P. alba* y *P. kuntzei*, heridas provocadas por fuego y desaparición de la albura. El espesor de la albura disminuye con la altura y aumenta, hasta un valor en número de anillos característico para la especie, para luego permanecer constante.

Palabras clave: Parque Chaqueño Seco, *Prosopis alba*, *Prosopis kuntzei*, *Schinopsis quebracho-colorado*, albura, duramen.

ABSTRACT

Sapwood and heartwood are two physiologically distinct zones of the living tree. During heartwood formation, many changes take place in the transition zone of sapwood to heartwood.

Some industries discard the sapwood because it is less durable. Hence, it is very important to know the influence of sapwood on the total volume of wood produced.

The objectives of this paper are:

To characterize the sapwood and heartwood of *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, Anacardiaceae, *Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, and *Prosopis kuntzei* Harms, itín, Mimosaceae and anatomical changes during heartwood formation, to analyze the number of rings and the sapwood width as a function of age, dbh and height.

For that purpose, ten individuals of each species, from the native forest of Santiago del Estero, Argentina, were studied and the following conclusions were drawn:

Sapwood consists of 16 rings in *Schinopsis quebracho-colorado*, 3 in *Prosopis alba* and 6 in *Prosopis kuntzei*. The heartwood vessels are completely occluded by tylosis in *Schinopsis quebracho-colorado* while in the other species occlusion is caused by gums: 15-30 % in *Prosopis alba* and 70% in *Prosopis kuntzei*. Fire causes sapwood absence in *Prosopis*. Sapwood width decreases with height and increases with dbh up to a certain numbers of rings characteristic for each species, and then remains constant.

Keywords: Dry Chaco Region, *Prosopis alba*, *Prosopis kuntzei*, *Schinopsis quebracho-colorado*, sapwood, heartwood.

¹ Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques, 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; vimog@unse.edu.ar; riosna@unse.edu.ar

1. INTRODUCCIÓN

La madera del árbol vivo se caracteriza por presentar dos zonas definidas fisiológicamente y en muchos casos a nivel macroscópico. Ellas son albura y duramen. La albura es la parte activa del xilema, que en el árbol vivo, contiene células vivas y material de reserva (IAWA, 1964). Las normas IRAM, 9502 (1977) N° 674:168.1 definen la albura como la parte del leño naturalmente más expuesta a la alteración total ó parcial, cuando el árbol ha sido abatido. La albura conduce gran cantidad de agua y de sales en solución, de la raíz a las hojas; provee rigidez al tallo y sirve de reservorio de sustancias de almacenaje (Hook et al., 1972). En determinados usos industriales se descarta esta porción del fuste, por ser menos resistente que el duramen. El tema ha sido tratado por diferentes investigadores (Chattaway, 1952; Hillis, 1987; Hazenberg y Yang, 1991; Wellwood, 1955; Smith et al., 1966; Nelson, 1976; Takei, 1996).

El duramen es leño biológicamente inactivo, con funciones de sostén, que ocupa la porción del tronco entre la médula y la albura, generalmente es de estructura más compacta y de coloración más oscura que la albura. IAWA (1964), lo define como las capas internas de la madera, sin células vivas y en el cuál el material de reserva (almidón), ha sido removido ó transformado en sustancias del duramen.

Son objetivos del presente trabajo:

- Caracterizar la albura y el duramen en *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer, familia Anacardiaceae, *Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, Mimosaceae y *Prosopis kuntzei* Harms, itín, Mimosaceae, así como los cambios anatómicos que se producen en la transición albura-duramen.
- Analizar la albura expresada en numero de anillos y en cm en función de la edad, DAP (diámetro a 1.3 m) y altura y caracterizar los cambios anatómicos que se producen en la transición albura/duramen.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo es parte de las actividades desarrolladas en el marco del proyecto de investigación denominado “Crecimiento, arquitectura y calidad de madera de especies leñosas de la Región Chaqueña”, en el cual se realizó el estudio de crecimiento de árboles individuales, modelo arquitectural y calidad de madera de las especies que a continuación se detallan.

Se trabajó con 10 individuos adultos de cada una de las siguientes especies: *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer., quebracho colorado santiagueño, Anacardiaceae; *Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, Mimosaceae y *Prosopis kuntzei* Harms, itín, Mimosaceae. Los individuos estudiados provienen del bosque nativo, fueron seleccionados según el criterio de Helinska (1991) y apeados en julio de 1995. El material de estudio de *Schinopsis quebracho-colorado* fue obtenido del predio de la Cooperativa Forestal Los Pirpintos, de 5.000 has, en la localidad de Los Pirpintos, Departamento Copo, Provincia de Santiago del Estero, Argentina; el de *Prosopis alba* en Brea Pozo, Departamento San Martín; Las Delicias, Pellegrini y Sachayoj, Departamento Alberdi. Provincia de Santiago del Estero, Argentina; y el de *Prosopis kuntzei* en Sachayoj, Departamento Alberdi, Brea Pozo, Departamento San Martín y Suncho Corral, Departamento J. F. Ibarra, Provincia de Santiago del Estero, Argentina.

La elección de los árboles se realizó en forma selectiva siguiendo el criterio de: individuo de DAP superior a 30 cm, fuste sin defectos, dominante, copa simétrica y sano. El árbol seleccionado fue abatido y se extrajeron rodajas de 5 cm de espesor, en la altura de 0,30, 1,30 y de allí cada metro hasta la primera ramificación. Todos los árboles apeados fueron objeto de otros estudios (análisis epidométrico, calidad del leño y caracterización de la corteza). Las

muestras se trabajaron con cepilladora, lijadora de banda y orbital con juego de lijas de granulometría de 600 a 100, hasta obtener una superficie lisa que permita leer con fidelidad los anillos de crecimiento. La albura fue analizada en función de la edad, número de anillos, altura de corte y cuatro orientaciones. Yang et al. (1985) sugieren expresar el espesor de la albura en función del número de anillos por ser la interpretación biológica más adecuada. Con los valores obtenidos para cada sección se calculó el valor medio consignado en las correspondientes figuras. Los preparados microscópicos se llevaron a cabo siguiendo las normas tradicionales de anatomía de madera (International Association of Wood Anatomist, IAWA).

Las tres especies estudiadas presentan definición nítida entre albura y duramen por el color según se expresa en la Tabla 1.

Tabla 1. Color de albura y duramen.

Especie	<i>Schinopsis quebracho-colorado</i>	<i>Prosopis alba</i>	<i>Prosopis kuntzei</i>
Albura	Blanco amarillento	Blanco amarillento	Blanco amarillento
Duramen	Castaño rojizo	Castaño rosáceo	Castaño violáceo
Definición del contorno	Concéntrico (± 2 anillos)	Concéntrico (± 1 anillo)	Concéntrico (± 1 anillo)

Fuente: Tortorelli, 1956

3. RESULTADOS

3.1. Características de la albura y el duramen

En *Schinopsis quebracho-colorado*, la albura se caracteriza por estar constituida por un número medio de 16 anillos (14 a 22), CV %: 19. La definición del límite albura-duramen es concéntrica, con una variación de ± 2 anillos. El número de anillos de la albura con la edad del árbol presenta un coeficiente de correlación de Pearson de 0.5593.

Prosopis alba posee la albura de 3 (2 a 6) anillos de espesor, CV %: 28.19, no existiendo correlación entre la albura y la edad. A partir de 80 años se manifiesta una disminución del número de anillos de la albura. La definición del límite albura-duramen es concéntrica con una variación de ± 1 anillo.

Prosopis kuntzei, presenta una albura constituida por cinco anillos (4 a 7), CV %: 18 (Figura 1). La definición del límite albura-duramen es concéntrica con una variación de ± 1 anillo. La albura expresada en cm presenta similar tendencia que la manifestada en el número de anillos (Figura 2), con una disminución a partir de una determinada edad debido al efecto decrecimiento del espesor de los anillos con la edad. La albura varía según la altura de corte como se expresa en la Figura 3. Hay una disminución de la albura en la parte superior del fuste. El espesor de la albura en función del DAP se expresa en la Figura 4. Se estudió la proporción de la albura en referencia al DAP, expresándose los resultados en valores porcentuales (Figura 5).

El duramen se incrementa en función de la edad y el diámetro. El número de anillos de albura que se transforma en duramen es simultáneo. El proceso de duraminización se inicia a edades diferentes, según la especie, pudiendo ser modificado por factores endógenos y exógenos.

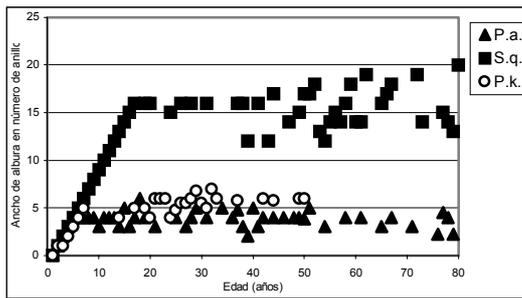


Figura 1. Relación entre el espesor de la albura en número de anillos (a 1,30 m) y la edad.

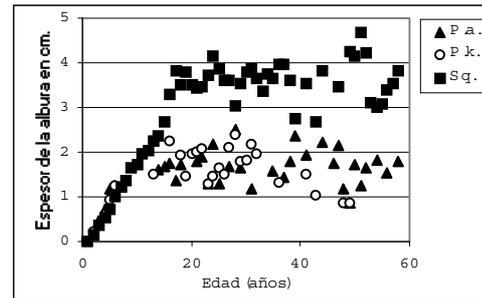


Figura 2. Relación del espesor de la albura en cm (a 1,30 m) y la edad.

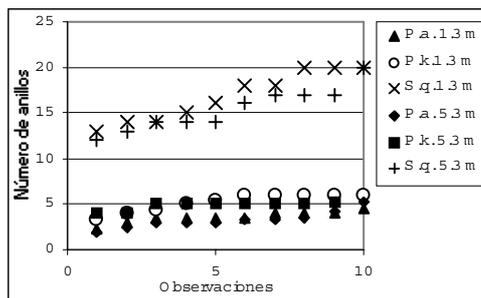


Figura 3. Espesor de la albura según la altura.

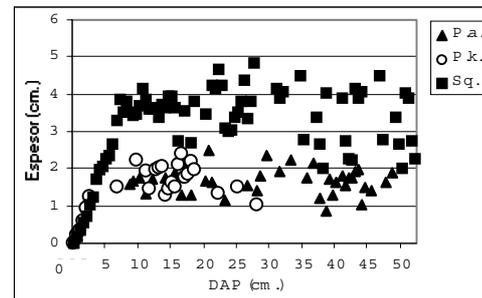


Figura 4. Relación espesor de albura en cm y el DAP.

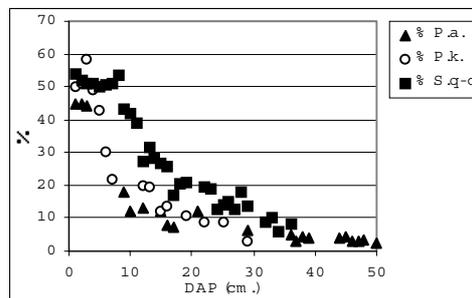


Figura 5. Relación proporción de albura y el DAP.

3.2. Cambios anatómicos producidos en el duramen

El fenómeno principal que caracteriza la transición de albura a duramen es la pérdida de la conductividad de los elementos vasculares y la muerte de las células vivas. *Schinopsis quebracho-colorado* presenta albura y duramen diferenciadas por el color (Figura 6). El duramen se caracteriza por la presencia de los vasos ocluidos por tilosis, tanino y cristales (Figura 7). Hay formación de células pétreas a partir de células parenquimáticas que constituyen la tilosis. El 100% de los vasos del duramen están ocluidos. La tilosis es el resultado de un proceso de envejecimiento y se forma en vasos de diámetros superiores a 90 micrones y puntuaciones parénquima-vasculares entre 10 y 16 micrones. Este rasgo contribuye a hacer que el leño sea resistente, de alta durabilidad, imputrescible y difícil de impregnar.



Figura 6. Sección transversal de un fuste de *Schinopsis quebracho-colorado*, donde se manifiesta la diferencia de color entre albura y duramen.

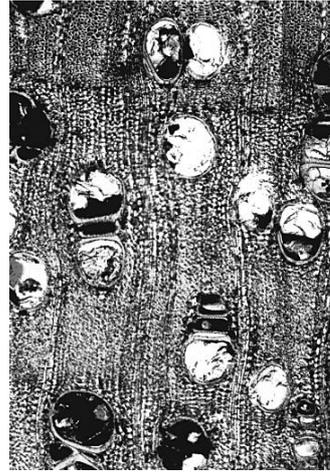


Figura 7. Sección transversal del xilema de *Schinopsis quebracho-colorado* en la zona de duramen donde se observan vasos ocluidos por tilosis y tanino (x100).



Figura 8. Sección transversal de fuste de *Prosopis alba*, donde se manifiesta la diferencia por el color entre albura y duramen.

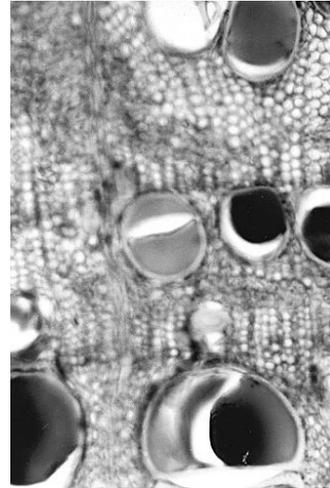


Figura 9. Sección transversal del xilema de *Prosopis alba* en la zona de duramen donde se observan los vasos ocluidos parcialmente por gomas (x100).

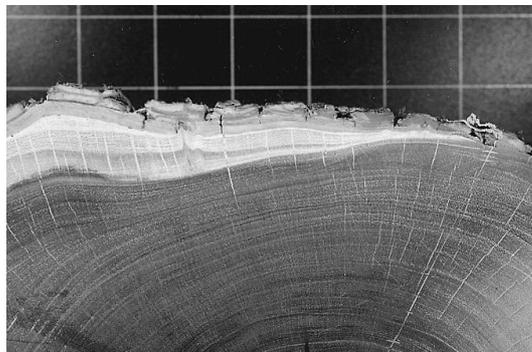


Figura 10. Aceleración del proceso de duraminización en leño de *Prosopis kuntzei*.

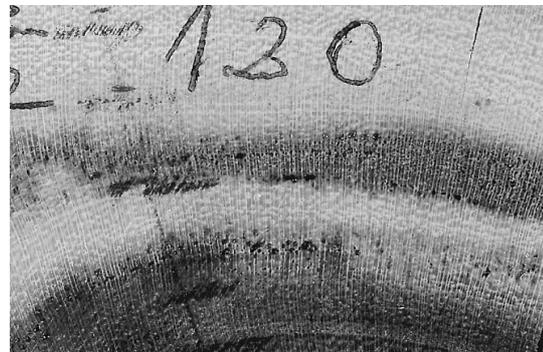


Figura 11. Producción de "zebra wood" en *Prosopis alba*.

El proceso de duraminización en la especie se inicia entre los 14 y 16 años. Causas externas pueden retardar el mismo. El contorno del duramen es regular en una sección sin signos de trastorno. Este dato concuerda con el inicio de formación de ritidoma.

El límite albura-duramen deja de ser concéntrico cuando se observa algún tipo de perturbación en el desarrollo normal del vegetal. Ante una herida que afecta la zona cambial, el vegetal responde mediante una reorientación del cambium.

Prosopis alba presenta el duramen diferenciado por el color (Figura 8). Anatómicamente se caracteriza por la oclusión parcial de los poros por gomas en un porcentaje del 10-30 % (Figura 9). No se observa otro tipo de diferencia. El límite albura duramen deja de ser concéntrico cuando se observa algún tipo de perturbación en el desarrollo normal del vegetal producido por agentes externos.

Prosopis kuntzei presenta el duramen diferenciado por el color. Anatómicamente se observa el 70 % de los vasos del duramen ocluidos por gomas pardas y la presencia de gran cantidad de cristales de oxalato de calcio en capas de septadas.

Una de las principales causas de alteración del contorno albura y duramen en las especies estudiadas es el fuego. Como reacción a esta perturbación en el normal crecimiento de la planta se observa:

1. Contorno irregular del límite entre la albura y el duramen por secreción de sustancias gomosas oscuras en las tres especies.
2. Aceleración del proceso de duraminización (Figura 10). En la zona de la herida de fuego la albura desaparece. La albura es infiltrada por sustancias gomosas producidas por las células parenquimáticas radiales y axiales y se produce la duraminización inmediata del xilema en la zona perturbada. Este proceso se transmite radial y longitudinalmente a la zona adyacente a la herida.
3. Formación de madera acebrada (zebra wood), anormal definición del duramen. Se observa este proceso en *Prosopis kuntzei* (Figura 11).

4. DISCUSIÓN

El espesor de la albura es: en *Schinopsis quebracho colorado* de 16 anillos y tiene escasa variación respecto a la edad, 3 en *Prosopis alba*, 6 en *Prosopis kuntzei* (Giménez et al., 1997).

El espesor de la albura fue analizado en número de anillos y en cm, siendo la primera de las interpretaciones biológicamente más adecuada (Yang et al., 1985).

Chattaway (1952) analiza el número de especies con escasos anillos constituyendo la albura. El espesor de la albura disminuye con la altura de corte. En las especies estudiadas la dimensión de la albura puede considerarse una expresión del funcionamiento y de la estructura ecofisiológica del árbol y es usada en análisis de crecimiento y modelos de simulación (Maguire y Batista, 1996).

Numerosos investigadores estudiaron el espesor de la albura y la edad del árbol (Marchand, 1984; Long y Smith, 1987; Hazenberg y Yang, 1991). Una relación clara entre el ancho de la albura y la edad pudo ser establecida por Todorovsky (1996), Smith et al. (1996).

La tendencia generalizada es la disminución del ancho de la albura a edades avanzadas, debido al fenómeno de decaimiento del árbol. Bamber (1976) sugiere que la formación del duramen es un proceso regulatorio que permite mantener el volumen de la albura a niveles óptimos. El espesor de la albura tiene importantes implicancias económicas en el aprovechamiento de la especie. A un DAP de 20 cm el espesor de la albura en *Schinopsis quebracho-colorado* representa un porcentaje del 15%; en *Prosopis alba*, 8 % y en *Prosopis kuntzei*, 10%. Esta proporción disminuye al aumentar el DAP.

El proceso de duraminización en la especie se inicia en *Schinopsis quebracho-colorado* a los 16 años, pudiendo causas externas retardar el mismo. El contorno del duramen es regular en una sección sin signos de trastorno, concordando con el inicio de formación de ritidoma.

El límite albura-duramen es regular, no obstante deja de ser concéntrico cuando hay perturbación externa. La reacción no se confina inmediatamente a la vecindad de la herida, sino que hay secuelas en el área circundante (Larson, 1994). Esta influencia se manifiesta a una distancia radial y longitudinal de la zona afectada (Woddzicki y Zajaczkowski, 1970; Shigo y Dudzik, 1985) y según la naturaleza de los signos traumáticos (Bostock y Stermer, 1989).

Se observó la formación de “zebra wood” en leño de *Prosopis kuntzei*, en individuos con manifiestos signos de perturbación externa. El proceso de duraminización se acelera cuando existen signos de heridas, produciendo la desaparición de la albura en algunos casos. La albura es infiltrada por sustancias gomosas derivadas del parénquima xilemático acelerándose el proceso de duraminización. Este proceso se manifiesta en las tres especies estudiadas.

5. CONCLUSIONES

Las especies *Schinopsis quebracho-colorado*, *Prosopis alba* y *Prosopis kuntzei* presentan las siguientes características:

La albura está formada por 16 anillos en *Schinopsis quebracho-colorado*, 3 en *Prosopis alba* y 6 en *Prosopis kuntzei*.

El duramen presenta una obstrucción del 100% de los poros por tilosis en *Schinopsis quebracho-colorado*; y por gomas en *Prosopis alba* y *Prosopis kuntzei* (15-40%).

Las alteraciones más frecuentes observadas en la zona límite de albura y duramen son: en *Schinopsis quebracho-colorado*, heridas provocadas por fuego, en *Prosopis alba* y en *Prosopis kuntzei*, heridas provocadas por fuego y desaparición de la albura.

El espesor de la albura disminuye con la altura y aumenta, en relación al DAP, hasta un valor en número de anillos característico para la especie, para luego permanecer constante.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero y a la Facultad de Ciencias Forestales por el apoyo financiero brindado al proyecto de investigación denominado “Determinación de patrones de crecimiento de especies arbóreas de la Región Chaqueña”.

A los ayudantes estudiantiles y de investigación: Patricia Hernández, Pedro Gelid, Andrés González y Roxana Gerez. Al Sr. Fabián Zubrinic por la compaginación y diagramación del trabajo. A la Sra. Mirta Sposetti, por los preparados microscópicos.

REFERENCIAS

- Bamber, R. 1976. Heart wood, its function and formation. Wood Science and Technology, Vol. 10(1):1-8.
- Bostock, R., B. Stermer. 1989. Perspectives on wound healing in resistance to pathogens. An Rev. Phytopathol. 27: 343- 371.
- Chattaway, M. 1952. The sapwood- heartwood tranformation. Aust. For. 16: 25- 34.
- Giménez, A., G. Moglia y N. Ríos. 1997. Leño y corteza de *Prosopis kuntzei*. Rev. Investig. Agrarias, Sistemas y Recursos Forestales, Vol. 6(1). Madrid.
- Hazenber, G. and K. Yang. 1991. Sapwood/Heartwood width relationships with tree age in Balsam fir. IAWA Bull. n.s. 12 (1): 95- 98.

- Helinska, R., E. Raczowska and G. Fabisiak. 1991. Radial variation and growth rate in the length of the axial elements of sessile oak wood. *IAWA Bull.* 12 (3): 257- 262.
- Hillis, W. 1987. Heartwood and tree exudates. Springer Series in Wood Science. 267 p.
- Hook, D., C. Brown and R. Wetmore. 1972. Aeration in trees. *Bot. Gaz.* 133 (4): 443- 454.
- IAWA. 1964. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Committee on Nomenclature International Association of Wood Anatomists. 186 p.
- IRAM. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales 1977. Maderas, definiciones, Norma N° 9502 CDU: 674:168.1.
- Larson, P. 1994. The vascular cambium. Development and structure. Springer series in Wood Science, 720 p.
- Long, J. and F. Smith. 1987. Leaf-area sapwood area relations of lodgepole pine as influenced by stand density and site index. *Can. J. For. Res.* 18: 247-250.
- Marchand, P. 1984. Sapwood area as estimation of foliage biomass and projected leaf area for *Abies balsamea* and *Picea rubens*. *Can. J. For. Res.* 14: 85-87.
- Maguire, D. and J. Batista. 1996. Sapwood taper models and implied sapwood volume and foliage profiles for coastal Douglas fir. *Canadian J. Forest Res.* 26 (5): 849-863.
- Nelson, H. 1976. Gross influence on heartwood formation in black walnut and black cherry trees. USDA For. Res. Pap. FLP 268.
- Shigo A. and K. Dudzik, 1985. Response of uninjured cambium to xylem injury. *Wood Sci. Tech.* 19: 195-200.
- Smith, J., J. Walters and J. Wellwood. 1966. Variation in sapwood thickness of Douglas fir in relation to tree and section characteristics. *For. Sci.* 12: 97- 103.
- Takei, F. 1996. Development of tending techniques to control the heartwood formation of the stems of Japanese larch (*Larix leptolepis*). *Journal Japanese Forestry Society* 78 (4): 347-353.
- Todorovsky, S. 1966. Effect of certain factors on the proportion of sapwood and heartwood in the stem of *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra*. Summary Abstr. 1968 N°. 2908.
- Tortorelli, L. 1956. Maderas y bosques argentinos. Ed. ACME, Buenos Aires 910 p.
- Wellwood, R. 1955. Sapwood heartwood relationships in second growth Douglas fir. *For. Prod. J.* 5: 108-111.
- Wodzicki, T. and S. Zajaczkowski. 1970. Variation of seasonal cambial activity and xylem differentiation in a select population of *Pinus sylvestris*. *Folia for Pur. Ser. A.* 25: 5-23.
- Yang, K., G. Hazenberg, G. Bradfield and J. Maze. 1985. Vertical variation of sapwood thickness in *Pinus banksiana* and *Larix laricina*. *Can. J. For. Res.* 15: 822- 828.

