

# CALIDAD DE MADERA Y POTENCIALIDAD DE CRECIMIENTO DE PALO SANTO (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb.)

## WOOD QUALITY AND POTENTIAL FOR GROWTH OF PALO SANTO (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb.)

Ana María Giménez<sup>1</sup>  
Patricia Hernández<sup>2</sup>  
Carlos Spagarino<sup>3</sup>  
Juana Graciela Moglia<sup>4</sup>  
Norfol Aristides Ríos<sup>5</sup>

Fecha de recepción: 01/07/2008  
Fecha de aceptación: 05/12/2008

1. Dr. Ing. Ftal. Dendrología- FCF-UNSE.- E mail: amig@unse.edu.ar
2. Ing. Forestal- Becario Proyecto PICTO Biodiversidad -hernandez\_patricia03@yahoo.com.ar
3. Ing. Forestal- APCD. (Asociación para la Promoción de la Cultura y el Desarrollo) Formosa.
4. Dr. Ing. Ftal. Dendrología- FCF-UNSE.- E mail: vimog@unse.edu.ar
5. MSc. Dasometría. FCF-UNSE.- E mail: nar@unse.edu.ar

### SUMMARY

The study aims to characterize the quality of roundwood of palo santo (*Bulnesia sarmientoi*), and analyse the potential growth of individual trees. We worked in Formosa, G. Bazán, Lote 27. To study the growth of 10 adult trees were alighted from the plots of forest inventory. Stacks of wood were studied for wood quality. *Bulnesia sarmientoi* presents a wood with anatomical features that characterize a xerophytic specie with an adaptive strategy that combines the presence of vascular elements, small numerous aggregates, accompanied by vascular tracheids. Growth rings are small with a mean thickness of 2.2 mm. Sapwood is formed by 8-rings (7 -14). Transit time between class diameters of 5 cm is estimated in 12 years and a rotation of 62 years to reach the minimum diameter of cutting. The quality of the logs is good, and the most frequent defects are basal ribs and eccentricity.

**Key words:** *Bulnesia sarmientoi*, wood, growth

### RESUMEN

El estudio tiene por objeto caracterizar la calidad de madera rolliza y analizar la potencialidad de crecimiento de palo santo (*Bulnesia sarmientoi*). Se trabajó en Formosa, Bazán, Lote 27. Para el estudio de crecimiento y leño se aparearon 10 individuos en parcelas de inventario. Para calidad de la madera se estudió en estibas de madera. *Bulnesia sarmientoi* presenta un leño con rasgos anatómicos que caracterizan una especie xerofítica, con estrategia adaptativa que combina la presencia de elementos vasculares, pequeños agregados, numerosos, acompañados por traqueidas vasculares. Los anillos son pequeños, espesor medio de 2.2 mm. La albura está formada por 8 anillos (7 -14). Se estima un tiempo de tránsito entre clase diamétrica de 5 cm de 12 años y rotación de 62 años para alcanzar el diámetro mínimo de corta. La calidad de la madera rolliza es buena y los defectos más frecuentes son las costillas basales y la excentricidad.

**Palabras clave:** *Bulnesia sarmientoi*, madera, crecimiento

### INTRODUCCIÓN

*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. (Palo santo) (Zigophyllaceae) es una de las leñosas arbóreas argentinas emblemáticas del Chaco semiárido argentino por las bondades de su madera. Su área de distribución esta restringida a la región norte del país, donde es un componente poco común en el bosque de maderas duras. El palo santo habita en diferentes ambientes al oeste de Formosa, Chaco y este de Salta, crece aislado o formando rodales pequeños en sitios bien drenados, donde desempeña el papel de árbol emergente en el estrato arbustivo espinoso (GIMÉNEZ, MOGLIA, 2003).

GIMÉNEZ *et al.* (2006) citan para un estudio de biodiversidad en un palosantal como principales componentes de la asociación las siguientes especies: *Bulnesia sarmientoi*, *Aspidosperma quebracho-blanco*; *Pisonia zapallo*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Ziziphus mistol*, *Prosopis ruscifolia*, *Tabebuia nodosa*, *Cercidium praecox*, *Prosopis nigra*, *Diplokeleba floribunda*, *Capparis salicifolia*, *Capparis twediana*, *Maytenus vitis-idaea*, entre las principales leñosas arbóreas.

El principal valor del palo santo es la calidad de la madera, sumado a su área de distribución hacen

necesario implementar medidas de conservación por su inigualable valor ecológico. Esta especie, muy apreciada por sus múltiples aplicaciones, es una de las maderas que por su color pardo-verdoso, peso específico mayor a 1,1 kg./dm<sup>3</sup>, brillo y aroma intenso, se considera de un valor inapreciable en la flora dendrológica argentina. El nombre vulgar hace referencia al hecho que la madera una vez encendida, mantiene la llama largo tiempo y despiden olor muy agradable (TORTORELLI, 1956). Para uso exterior se la emplea en trabajos de tornería, tallados, pisos, marcos y para postes de gran duración.

De la madera se destila un aceite esencial conocido como guayacol, que se emplea como ingrediente de perfumes. Es fuente de productos bioquímicos: insectífugo, medicinal, planta melífera y con propiedades tintóreas. Tiene aplicaciones en manufactura de barnices y pinturas oscuras (PFNM, 2003). Como ocurre con gran parte de las especies nativas, se conoce poco sobre el crecimiento de árboles individuales, información necesaria para establecer planes de manejo acorde a las posibilidades de crecimiento y a la calidad efectiva de la madera en rollo.

Se plantea el siguiente trabajo que tiene por objetivo: caracterizar la calidad del leño de *Bulnesia sarmientoi*, y su potencialidad de crecimiento en árboles individuales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en bosques naturales del Chaco semiárido formoseño, localidad Ampliación Lote 27, G. Bazán, Provincia de Formosa. La superficie del total del lote es 2917.32 ha., en ella se realizó una división con criterios prácticos, basados en las posibilidades de uso de los distintos tipos forestales y la accesibilidad. Estas divisiones son las siguientes: 1-Zona de reserva, para marisca y recolección; 2- Monte alto (dominado por quebracho colorado, quebracho blanco, y palo santo); 3- Monte bajo (dominado por vinalares puros y palosantales puros, ambos de zonas anegables).

Se aparearon 10 individuos adultos que provienen de las parcelas de inventario forestal para realizar el análisis epidométrico y el estudio del leño. La elección de los árboles se realizó en forma selectiva con el criterio de: individuo adulto, DAP (diámetro a la altura de pecho) superior a 30cm; fuste sin defectos; árbol dominante; copa simétrica y sana. En él se midió el DAP, altura de fuste y altura total y se marcó la dirección Norte en el fuste. Los árboles seleccionados fueron abatidos y se extrajeron rodajas de 5 cm de espesor, en la altura de 1.30m (HELINSKA *et al.* 1991).

Las muestras se cepillaron y lijaron hasta tener una superficie lisa que demarque con la mayor fidelidad los anillos de crecimiento. Para el estudio de anillos de crecimiento se trabajó con las secciones transversales determinándose las orientaciones Norte,

Sur, Este y Oeste. La albura se contabilizó en número de anillos y en cm. La marcación y medición de anillos se efectuó con el Equipo Computarizado ANIOL y el programa CATRAS (ANIOL, 1991). En este procedimiento se consignó el número de años y el espesor del anillo con una precisión de centésima de milímetro.

Para el estudio del leño, se obtuvo la muestra de 2 cm de lado para realizar los preparados microscópicos. Se tiñeron las muestras con crisoidina-acridina roja y azul de astra y se montaron en bálsamo de Canadá. Para los macerados se empleó una solución de una parte de ácido acético glacial y dos partes de peróxido de hidrógeno (BERLYN, MISKSCHE, 1976). Para la descripción anatómica se siguió la terminología del Comité de Nomenclatura de IAWA (BAAS *et al.* 1989).

Las imágenes se obtuvieron con video cámara Sony. Para determinar calidad de madera se usó la metodología de GIMÉNEZ *et al.* (2007). Se trabajó con madera estibada en playa de acopio de madera en rollo. Se seleccionaron al azar 100 rollos donde se consignó si el rollo presenta algún tipo de defecto indicados a continuación: acebolladuras, bolsas, grietas, heridas y marcas de fuego, nudos, corteza incluida, grano espiralado o inclinado; excentricidad.

## RESULTADOS

La madera es dura, muy pesada, con diferencia entre albura y duramen. La albura es de color blanco amarillento (HUE 2.5 Y 8/6 Munsell) y el duramen pardo-verdoso (HUE 7.5 GY 5/2 a 6/2 Munsell). El veteado es pronunciado, espigado-plumoso debido al grano entrecruzado con zonas muy angostas, realizado por el ángulo divergente de las líneas vasculares.

El leño presenta porosidad difusa no uniforme, con patrón dendrítico. Los vasos constituyen el 25% del tejido leñoso, están dispuestos en cadenas oblicuas o radiales y también solitarios, acompañados por traqueidas vasicéntricas. Vasos pequeños a medianos, moderadamente numerosos a muy numerosos, de elementos vasculares cortos 98μ (75-130), son del tipo bajos; placa de perforación simple, con puntuaciones intervascuales alternas, hexagonales pequeñas. Los vasos del duramen están ocluidos por sustancias orgánicas de color pardo-verdoso, solubles en agua. El leño presenta rasgos anatómicos de alta especialización al xerofitismo (índice de vulnerabilidad muy bajo 0,91).

El tejido parenquimático axial y radial es escaso y representa el 25,5 % del leño. El parénquima axial se presenta en banda marginal, de hasta 3 células de ancho, además bajo la forma de parénquima apotraqueal difuso y paratraqueal escaso, vasicéntrico y confluyente. Los radios leñosos son homogéneos Tipo 1 de Kribs, con todas sus células procumbentes, muy numerosos (14-18/ mm), del tipo biseriados (66%), uniseriados (20,5 %) y escasos triseriados (13,5%); bajos de una altura media de 70,8 μ. El

carácter de mayor relevancia del leño es la estratificación completa de los radios, así como del parénquima axial y elementos de vasos. El número de estratos por mm es de 8–12.

El tejido mecánico es el más abundante (46,5% del tejido leñoso), de ahí las propiedades físico-mecánicas de su madera. Presenta fibras y fibrotraqueidas cortas (500–774-1400µ), con paredes muy gruesas, diámetro medio de 6,6 µ, con puntuaciones simples. Presenta cristales de oxalato de calcio, prismáticos, localizados en células del parénquima axial septado, con un cristal por cámara. Los rasgos anatómicos descriptivos concuerdan en los aspectos generales con TORTORELLI (1956).

La demarcación del anillo de crecimiento a nivel microscópico es bastante complicada ya que intervienen diferentes factores tales como: el tamaño, la frecuencia, distribución y orientación de los vasos.

El anillo de crecimiento se caracteriza por la presencia de vasos abundantes en el leño temprano y menor número en el tardío, adoptando una disposición dendrítica. Las traqueidas vasicéntricas están presentes en todo el anillo. Corresponde a una estructura de anillo del tipo 6 según la clasificación de CARLQUIST (1988).

A nivel macro el anillo se demarca a partir de una línea oscura definida, seguida por una zona clara y así sucesivamente. La presencia de contenidos colorantes pardo verduzcos entorpece la lectura. Ante la dificultad de definir los anillos en sección transversal, se contabilizó los mismos en la cara radial para ver coincidencia con la edad. Se pudo determinar la presencia de leño con grano entrelazado, en cada anillo varía de ángulo de los elementos, lo cual favorece la lectura.

El espesor medio de anillos es de 2,077 mm (1,18-3,27); S: 0,47; varía con la edad y ajusta a una ecuación polinómica de tercer grado (Gráfico 1). El ANOVA de la relación es altamente significativa entre individuos (p< 0,95) según Tabla 1.

El espesor de anillos presenta un máximo entre los 50-55 años de edad, el comportamiento en cada individuo permitió leer sus respectivas historias de crecimiento. La edad máxima estudiada es de 104 años, con tendencia a que el espesor de anillos se incremente. La evolución del DAP y edad ajusta a una ecuación polinómica de segundo grado, que estima un DAP de 42 cm a los 100 años de edad (Gráfico 2).

La albura está formada por un promedio de 8 anillos de crecimiento (7 -14) y ajusta a una ecuación logarítmica (Gráfico 3).

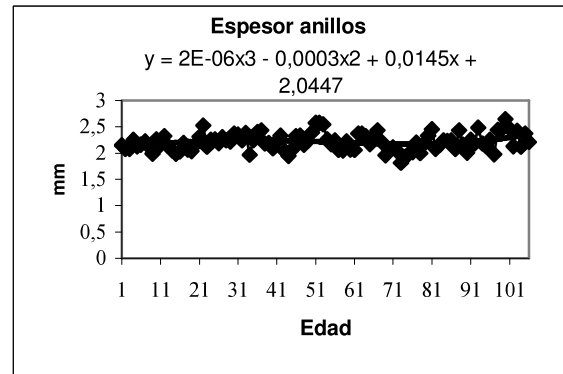


Gráfico 1. Evolución del espesor de los anillos y la edad.

Graphic 1. Rings thickness evolution and age

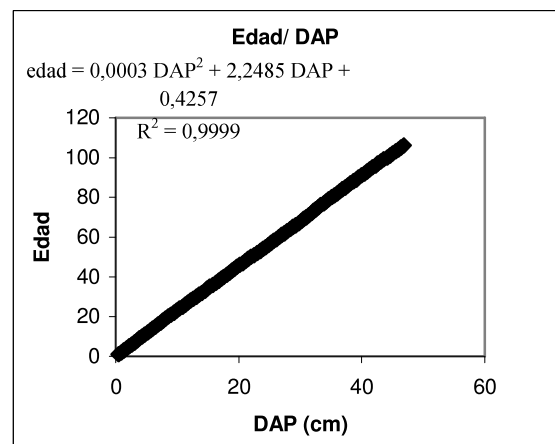


Gráfico 2. Relación edad y DAP.

Graphic 2. Relationship age and DBH

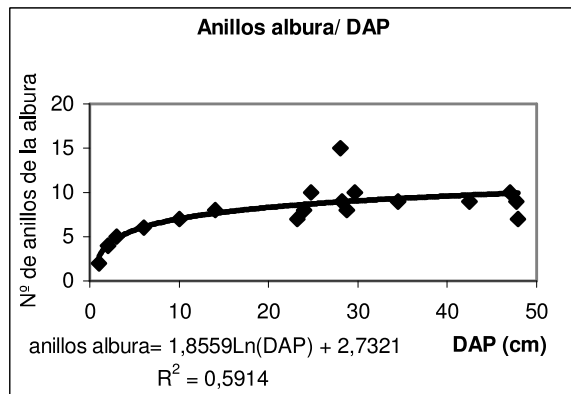


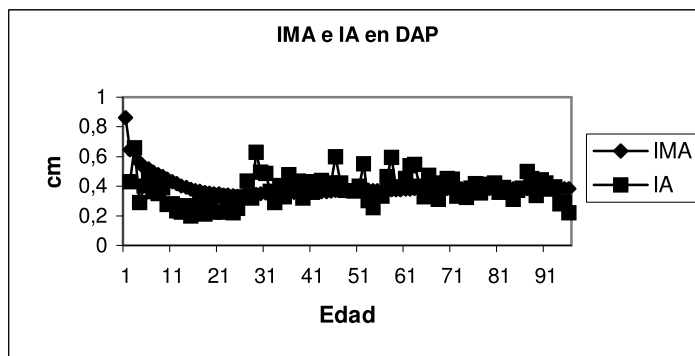
Gráfico 3. Espesor de la albura en número de anillos y el DAP.

Graphic 3. Sapwood thickness in rings number and DBH

Tabla 1- ANOVA

Table 1- ANOVA

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4567,49015	1	4567,49015	14,0843315	0,0002894
	Residual	33402,4718	103	324,295842		
	Total	37969,9619	104			



**Gráfico 4. Evolución del IA e IMA en DAP**  
**Graphic 4. AI and IMA evolution in DBH**

El incremento anual diamétral (IA) para la edad de 104 años es de 4,42 mm. y el incremento medio anual (IMA) de 4,18 mm (Gráfico 4). Para el árbol 10 el IA máximo se presenta a los 31 años.

La sección normal y la edad ajustan a la siguiente función polinómica de segundo grado. A los 100 años de edad le corresponde una sección normal de 1500 cm<sup>2</sup> (Gráfico 5).

El IMA e IA en Sección normal no se intercepta a la edad considerada (Gráfico 6).

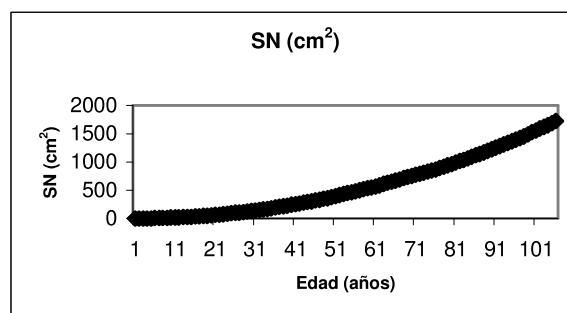
La culminación en crecimiento en SN a los 104 años no se ha producido aún. Actualmente los diámetros mínimos de corta son de 35cm de DAP, según la normativa vigente. Disp. 355/89 (Provincia de Formosa), que corresponde a un árbol de 80 (+5) años de edad.

Particularmente el estudio del crecimiento diamétrico permite analizar que se puede esperar del incremento en diámetro a través de las sucesivas clases de diámetro y estimar el número de años necesarios para que los individuos que se encuentran en una clase diamétrica pasen a la siguiente. Tales estimaciones sirven para calcular el tiempo de tránsito y el módulo de rotación, determinación fundamental para la obtención de un rendimiento sostenido y para la organización de la masa en el tiempo y en el espacio (ARAUJO, 1993).

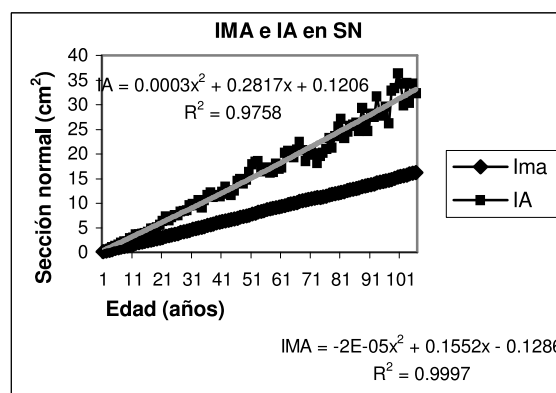
Para calcular el tiempo de tránsito por clase diamétrica se empleó la curva de espesor de anillos promedio y a partir de ella se estableció en número de años que tarda en pasar de una clase a otra. Se calcula una rotación de 62 años, con un tiempo de tránsito de 12 años.

De los individuos inventariados el 27% tienen sanidad buena; 41% media; 32% baja. Los defectos presentes en la madera en rollo fueron: costillas basales; excentricidad; pudrición; acañonado u oquedad; acebolladura; rajaduras; heridas de fuego, galerías producidas por insectos, madera decolorada y corteza inclusa.

Costillas basales: un 25% de los fustes presentan costillas basales que producen la pérdida de la forma cilíndrica.



**Gráfico 5. Evolución SN y edad**  
**Graphic 5. NS and age evolution**



**Gráfico 6- Evolución del IA e IMA en SN**  
**Graphic 6- IA and IMA evolution in NS**

Excentricidad: se observó en el 25 % de las muestras transversales. Según KOLLMAN (1959) este defecto puede presentarse por efecto de los vientos, o una fuerte insolación lateral. La excentricidad en quebracho blanco (MOGLIA, 2001), itín y otras nativas arbóreas, se modifica según la altura del fuste (GIMÉNEZ *et al.* 1997). Esto se debe probablemente a que el árbol tiende a mantener el fuste erecto y cilíndrico.

Madera decolorada: la presencia de madera decolorada está siempre asociada a alteraciones producidas por heridas o infecciones. Se caracteriza por una diferencia de color con el normal de la albura o duramen. La decoloración de la madera es

un efecto del decaimiento de la misma que afecta la calidad y puede tener diferentes causas.

El palo santo presenta el tipo de decoloración que corresponde a albura incluida en el duramen, formada por más de tres anillos en un 6% de los rollos estudiados. Las muestras con bandas decoloradas presentan signos de pudrición lo que indica la presencia de un patógeno que origina la transformación de los contenidos del leño.

Heridas de fuego: el fuego daña la madera, produciendo heridas que están relacionadas a la intensidad, edad de la planta y a sus propias características.

Marcas producidas por fuego no son un defecto frecuentemente observado (5%). Lo que se debe investigar es si el leño resiste al fuego ó el alto contenido de extractivos ocasiona muerte del individuo.

Acañonado u hoquedad del fuste: hace referencia a un hueco cilíndrico en el interior del fuste, producido por desintegración total del tejido leñoso. El 10% de los rollos presentan el defecto.

El 12% de los rollos presentan acebolladura (separación del leño entre dos anillos consecutivos).

La madera en rollo estudiada tiene el 61% de calidad buena en; 42% media y 7% baja, siendo los defectos más frecuentes las costillas basales y la excentricidad.

## CONCLUSIONES

*Bulnesia sarmientoi* presenta un leño con rasgos anatómicos especializados al xerofitismo, con una estrategia adaptativa que combina la presencia de elementos vasculares, pequeños, agregados, muy numerosos y acompañados por traqueidas vasculares.

La calidad de la madera rolliza es buena, y los defectos más notorios son las costillas basales y la excentricidad.

Los anillos de crecimiento son pequeños, con espesor medio de 2.2 mm. El incremento anual diametral (IA) para la edad de 104 años de 4.42 mm. y un IMA de 4.18 mm. La albura está formada por un promedio de 8 anillos de crecimiento (7 -14).

Se estima un tiempo de tránsito entre clase diamétrica de 5 cm de 12 años y una rotación de 62 años para alcanzar el diámetro mínimo de corta. El IA e IMA en sección normal no se interceptan a la edad estudiada de 104 años.

## BIBLIOGRAFÍA

ANIOL, R. 1991. Computer Aided Tree Rings Analysis System, User manual. Schleswig, F.R.G, Germany, 31 p.

ARAUJO, P. A. 1993. Idade relativa como subsídio á determinação de ciclo de corte no manejo sustentável de povoamentos florestais nativos.

Tesis de M. Sc. Universidad Federal de Viçosa, Viçosa. Brasil. 119 pp.

BAAS, P.; WHEELER, E.; GASSON, P. 1989. IAWA List of Microscopy features for Hardwood Identification. IAWA Committee. 322 pp.

BERLYN, G.; MISKSCHE, J. 1976. BOTANICAL Microtechnique and Cytochemistry. Iowa State University, Ames, Iowa.

CARLQUIST, S. 1988. Comparative wood anatomy. Systematic, Ecological and evolutionary aspect of Dicotyledons wood. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 460 pp.

GIMÉNEZ, A.; RÍOS, N.; Moglia, G. 1997. Leño y corteza de *Prosopis kuntzei* (Harms) en relación a algunas magnitudes dendrométricas .Rev. Investig. Agrarias Sistemas y Recursos Forestales. España. Vol. 6(1-2): 163 – 182.

GIMÉNEZ, A.; Moglia; J. 2003. Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico. FCF. Secretaria de Ambiente y Desarrollo sustentable. 307 pp.

GIMÉNEZ, A.; Moglia, G.; Hernández, P.; Gerez, R. 2007. Calidad de maderas nativas del Chaco Argentino. IBEROMADERAS 1:1-15

GIMÉNEZ, A.; Hernández, P.; Gerez, R.; Ríos, N. A. 2006. Biodiversidad Vegetal en un bosque de Palo Santo en la Provincia del Chaco, Argentina. Trabajo Voluntario. Comisión Biodiversidad,: Educación y Conservación.12 Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales Eldorado. Misiones. 56.1:13.

HELINSKA, R., Raczkowska, E.; Fabisiak, G. 1991. Radial variation and growth rate in the length of the axial elements of sessile oak wood. IAWA Bull. Vol.12 (3): 257- 262.

KOLLMAN, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones". Tomo I. Ministerio de Agricultura. Madrid. 675 pp.

MOGLIA, J.G. 2001. Tesis Doctoral. Variabilidad de leño de *Aspidosperma quebracho blanco*. UNT. 100p.

PFNM. 2003- Base de Datos PFNM. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

TORTORELLI, L. 1956 Maderas y b bosques argentinos. ED. ACME. Bs. As. 560 pp.