

Sapindales
Zygophyllaceae (Zigofiláceas)

Bulnesia sarmientoi

Lorentz ex Griseb.

Nombres comerciales: español: Palo santo
inglés: Holy wood
francés
portugués: Pau santo
Vera. Verawood, lignum vitae, Paraguay lignum vitae, Argentine lignum vitae, guaiac.

Nombres comunes: “palo santo”, (Paraguay y Argentina), ibocaí (Argentina), “yvyrá ocái”, (Guaraní, Paraguay), “guayacán morado”(Bolivia); “guayacan”, “palo santo”, (Bolivia), “meemong”, (Lengua Maskoy), “ticiyuk”, (Maká) y “jooç”, (Nivaklé, Paraguay), “arai” (Ayoreo), “palosaunda” (dialecto menno)

Bajo control CITES: trozas, madera aserrada, láminas de chapa de madera, madera contrachapada, polvos y extractos.

Características macroscópicas de la madera

Organolépticas

Albura: blanco amarillenta (HUE 2.5 Y 8/6 Munsell)

Duramen: pardo amarillento a pardo verdoso con tonalidades castaño claras, presentando un veteado en el corte longitudinal que forma espigas. (HUE 7.5 GY 5/2 a 6/2 Munsell)

Brillo o lustre sin tratamiento superficial: suave

Grano: entrelazado

Textura: fina y homogénea

Veteado: espigado o plumoso suave

Porosidad: dendrítica o flamiforme

Olor: agradable característico

Durabilidad natural: resistente al ataque de hongos e insectos

Propiedades mecánicas

Flexión estática: Modulo de rotura: 891 Kg/cm²; Modulo de elasticidad: 98.800Kg/cm²

Compresión axial: Modulo de rotura: 843 Kg/cm²

Dureza Janka: Perpendicular a las fibras: 14.48 unid

Madera muy apreciada, muy dura y pesada.

Principales defectos en la madera en rollo: costillas basales; excentricidad; pudrición; acañonado u hoquedad; acebolladura; rajaduras; heridas de fuego, galerías producidas por insectos, madera decolorada y corteza incluida.

Contenido de humedad	Densidad (Kg/m ³)	Peso por pie ² (Kg/pie ²)	Observaciones
Madera anhidra	1.090	2,57	Madera seca en estufa a 103±2°C hasta lograr peso constante
Madera con 10% de humedad	1.120	2,64	Madera seca en secadero
Madera con 12% de humedad	1.132	2,67	Madera seca en secadero
Madera con 15% de humedad	1.150	2,71	Madera estacionada al aire
Madera con 25% de humedad	1.225	2,89	Madera oreada

Madera verde	1.260	2,97	Madera con una humedad equivalente a la del árbol en pie o recién cortado 30%
Madera saturada	1.330	3,13	Madera con humedad superior al de la madera del árbol en pie que puede llegar por fenómenos de imbibición a la absorción máxima que su estructura y densidad le permiten (40%)

Fuente: INTI

Características microscópicas de la madera

Leño altamente evolucionado, con estratificación completa y porosidad difusa no uniforme, con patrón dendrítico. Parénquima axial en bandas marginales finas, los radios medulares homogéneos, con estratificación completa. Las células del parénquima axial son fusiformes. Se presenta bajo la forma de parénquima apotraqueal difuso y paratraqueal escaso, vasicéntrico y confluyente.

Vasos pequeños a medianos, moderadamente numerosos a muy numerosos. Dispuestos en cadenas oblicuas o radiales (múltiples radiales cortos de 2–3 vasos). Los vasos conservan su forma respectiva a pesar del agrupamiento y se entremezclan con traqueidas vasicéntricas. El diámetro tangencial de los vasos promedio es de 52,30 μm (entre 40 y 70), correspondiendo al tipo pequeño a mediano. El número promedio de vasos/ mm^2 : 57,33 (entre 38 y 90).

La longitud de los elementos vasculares es de 98 μm (entre 75 y 130), son del tipo bajos. La placa de perforación es simple, con puntuaciones intervasculares alternas, hexagonales pequeñas, con diámetro promedio de 4–6 μm . Las puntuaciones radiovasculares con aréolas distintas, son similares a las puntuaciones intervasculares, de tamaño y tipo uniforme, del mismo tipo en elementos adyacentes, localizadas a través de todo el radio. Los vasos del duramen están ocluidos por sustancias orgánicas de color pardo-verdoso, solubles en agua.

El índice de vulnerabilidad es 0,91 y el de mesomorfismo es 0,0093. El índice F/V (longitud de fibra/longitud miembro de vaso) es de 7,857.

Los radios leñosos son homogéneos Tipo 1 de Kribs, con todas sus células procumbentes, muy numerosos (entre 14 y 18 por mm), del tipo biseriados (66%), uniseriados (20.5%) y escasos triseriados (13.5%), bajos de una altura media de 70,8 μm .

Los anillos de crecimiento, a nivel microscópico, son pequeños, con un espesor medio de 2,077 mm (entre 1,18 y 3,27).

El anillo se caracteriza por vasos dispuestos en patrón ramificado diagonal formando diferentes tramos separados por áreas sin vasos. Tal disposición diagonal hace referencia a vasos que parecen redundantes, pero que aseguran la conducción por la presencia tanto de traqueidas vasicéntricas o de vasos muy delgados mezclados con los vasos más anchos. En general las bandas de vasos se interceptan y por lo tanto refuerzan la seguridad de la conducción. (Fuente: Spagarino, Gimenez; 2007).

Características de los árboles

Árbol inerme de hasta 20 metros de altura y 0.80 metros de diámetro en el tronco; fuste relativamente corto (de 3 a 4m. de largo), recto.

Corteza pardo grisácea, de poco espesor, con grietas poco profundas y placas pequeñas irregulares.

Hojas pequeñas bifoliadas, gran cantidad ramas, y frutos en forma de cápsula orbiculares trialadas, de color verde oscuro.

Flores hermafroditas blanco amarillentas, reunidas en inflorescencias de a dos.

Entre las fibras existen células cristalíferas con oxalato de calcio y abundantes resinas de color pardo-oscuro que le confieren resistencia al ataque de hongos e insectos y extraordinaria durabilidad.

Especie de crecimiento lento. Heliófila, mesoxerófila y longeva.

Distribución

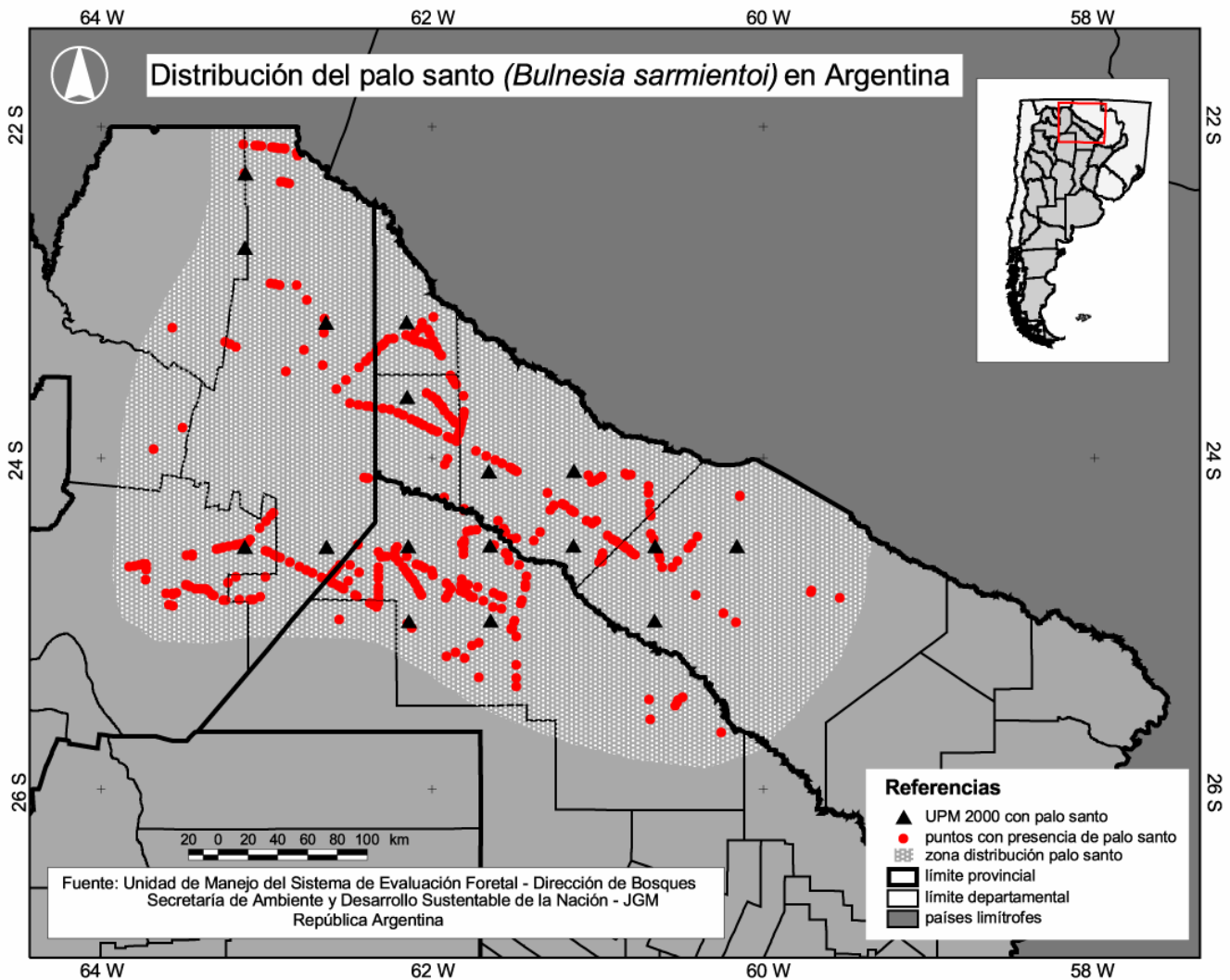
Argentina: en diferentes ambientes al oeste de Formosa y Chaco y este de Salta. Se encuentra en dos tipos de unidades fisonómicas: matorral o bosque bajo sobre paleocauces y en un mosaico de fisonomías sobre planicies aluviales de cursos menores.

Países limítrofes: Bolivia, Brasil, Paraguay.

- Bolivia: Distribución en Bolivia: Sudeste (Departamentos de Santa Cruz, Tarija y el sur de Chuquisaca)

- Brasil: Sudoeste (citas aisladas en el Estado de Mato Grosso do Sul).

- Paraguay: Oeste (Departamentos de Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes).



Características de la comercialización

Gran importancia a nivel internacional. Se comercializa en su mayoría en trozas, madera aserrada, aceites y extractos.

Se comercializa otra especie con el mismo nombre: *Bursera graveolens* de la familia de las Burseraceae, oriundo del bosque seco tropical de la costa pacífica de Sudamérica

Utilización

Esta especie es muy apreciada por sus múltiples aplicaciones.

Para uso exterior se la emplea en trabajos de tornería, tallados, pisos, marcos, postes de gran duración, y construcciones que permanecen bajo tierra. Su excepcional resistencia al desgaste la hace muy apta para usos que obligan un gran esfuerzo al rozamiento, como ser bujes para hélices de embarcaciones.

Se realizan artesanías y numerosos utensilios de la madera, tales como pipas, morteros y hachas. Actualmente es muy utilizada la madera en obras de arte y artesanías de calidad. También se la utiliza para ciertos instrumentos musicales, mueblería de lujo, y otros trabajos que requieran excelente terminación y durabilidad.

Extractos y derivados

El aceite esencial de palo santo proviene de la extracción de las glándulas aceitosas de la planta.

El proceso de extracción para la obtención del aceite esencial se denomina "Extracción por arrastre con vapor"; y se logra haciendo pasar por el aserrín una corriente de vapor; esto hace que las glándulas aceitosas se abren, permitiendo de esta manera que su contenido (el aceite esencial) se evapore y se mezcle con el vapor de agua; cuando

este, por un sistema de enfriamiento se condensa, el aceite esencial y el agua se separan de forma natural por diferencia de densidades.

Este tipo de destilación, no usa entonces ninguna clase de solventes químicos, es decir que el aceite esencial del palo santo es 100% natural.

Destilando la madera del palo santo con el método a través de la corriente a vapor, se llega a conseguir un aceite esencial del color amarillo-oro, que emana un aroma intenso.

Composición química de la esencia de palo santo

Análisis GC MS:

Alfa-pinene	0,70-0,66
Limonene	62,88-34,16
Mentofurano	0,70-6,07
Terminen-4-olo	0,60-0,54
Alfa-terpineolo	23,53-19,67
Carvone	3,68-4,05
Sesquiterpeni	3,95-25,53
Acido Acetico V.O.	0,1360
Acido Guayeretico C.R.	0,007
Características:	
P. ebullición	40-50 °C
Gravedad específica	0,960-0,980
Rotación óptica	-3 a -12°
Índice de refracción	1,502-1,507
Soluble en alcohol 70°	
Insoluble en agua	
Punto de fusión	200°C

El aceite esencial de palo santo, conocido como guayacol, guajol o guayaco, se usa ampliamente en la industria de perfumes debido a su sueva y agradable fragancia, que es similar a la de la rosa o de violeta.

Es fuente de productos bioquímicos: insectífugo, medicinal, planta melífera, con propiedades tintóreas. Tiene aplicaciones en manufactura de barnices y pinturas oscuras.

Especies similares

El genero comprende 9 especies divididas en dos subgéneros : *Gonopterodendron* y *Bulnesia*. *Bulnesia (Gonopterodendron) arborea*; *Bulnesia (Gonopterodendron) carrapo*; *Bulnesia (Bulnesia) chilensis* ; *Bulnesia rivasmartinezii*; *Bulnesia (Bulnesia) schickendantzii*; *Bulnesia (Gonopterodendron) bonariensis*; ; *Bulnesia (Bulnesia) foliosa*; *Bulnesia (Bulnesia) retama*; *Bulnesia (Gonopterodendron) sarmientoi*. Las ultimas 5 especies son nativas de Argentina.

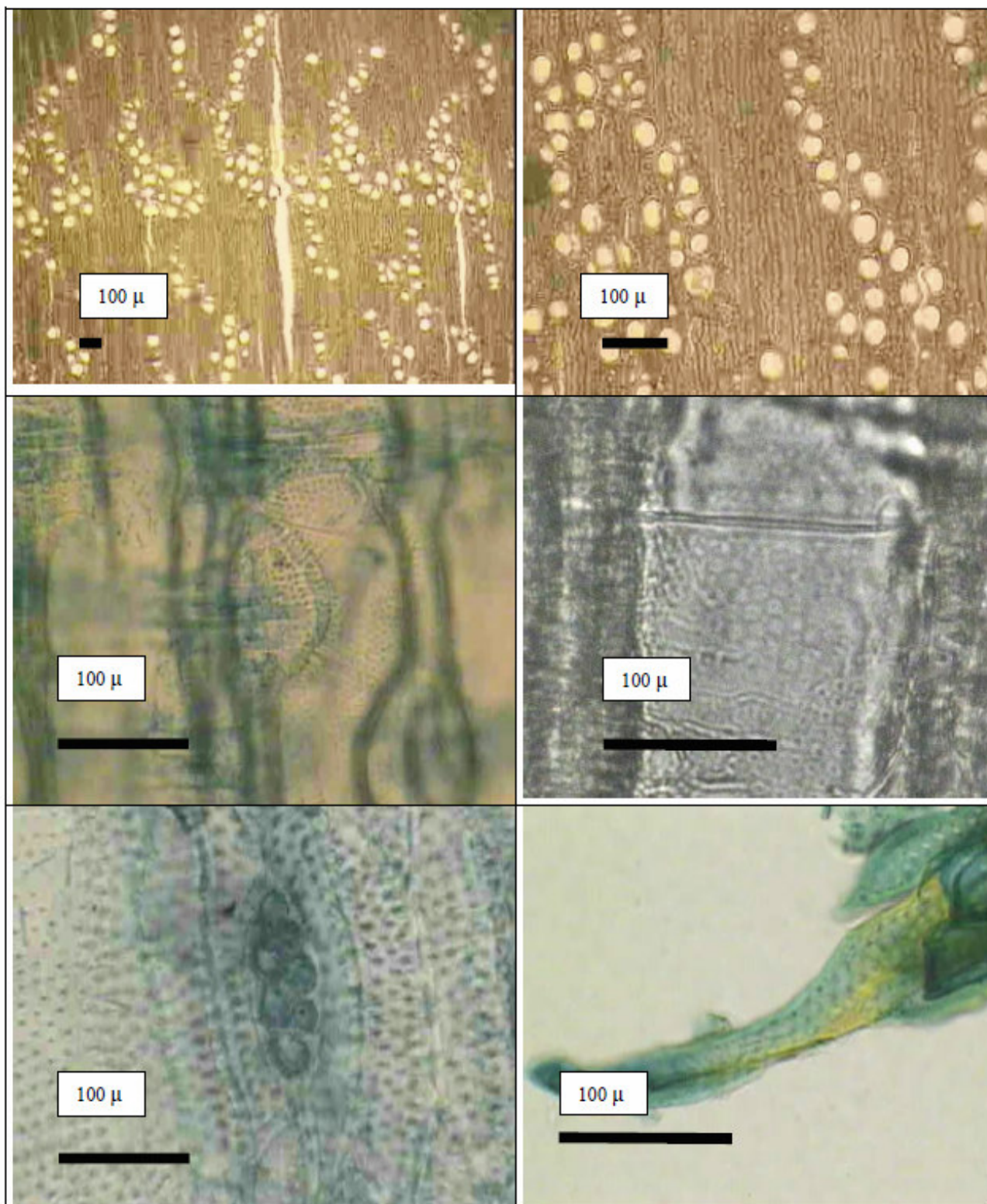
Maderas similares se conocen en Centroamerica como el Guayaco (*Guaiaicum sp.*) tambien de distribución restringida y *B. sarmientoi*, pertenecientes a la familia Zygophyllaceae, utilizadas para la extracción de aceite y comparten los nombres vulgares de palo santo y guayacán, como también algunos de sus nombres comerciales como “ligum vitae” y “guaiaic”. Dicha situación, sumada a la complejidad para diferenciarlas durante los controles aduaneros, lleva a considerar a las especies del género *Guaiaicum*” y a *Tabebuia ipe* como “especies similares.

Cortes microscópicos:

Fig. 1.- Madera de porosidad difusa no uniforme, con patrón dendrítico. Fig. 2.- Vasos dispuestos en cadenas oblicuas o radiales Fig. 3- Miembro de vasos bajos. Fig. 4.- Miembro de vaso con puntuaciones intervasculares alternas,

hexagonales. Fig. 5.- Traqueidas vasculares. Fig. 6.- Traqueidas vasculares con apéndices. Fig. 7.- Radios medulares bajos, uniseriados y biserados, Fig. 8.- Leño con estratificación completa. Fig. 9.- Fibras con paredes muy gruesas. Fig. 10- Células cristalíferas del parénquima axial septadas, con un cristal por cámara.

Nota: la línea negra en la imagen corresponde a 100 u.



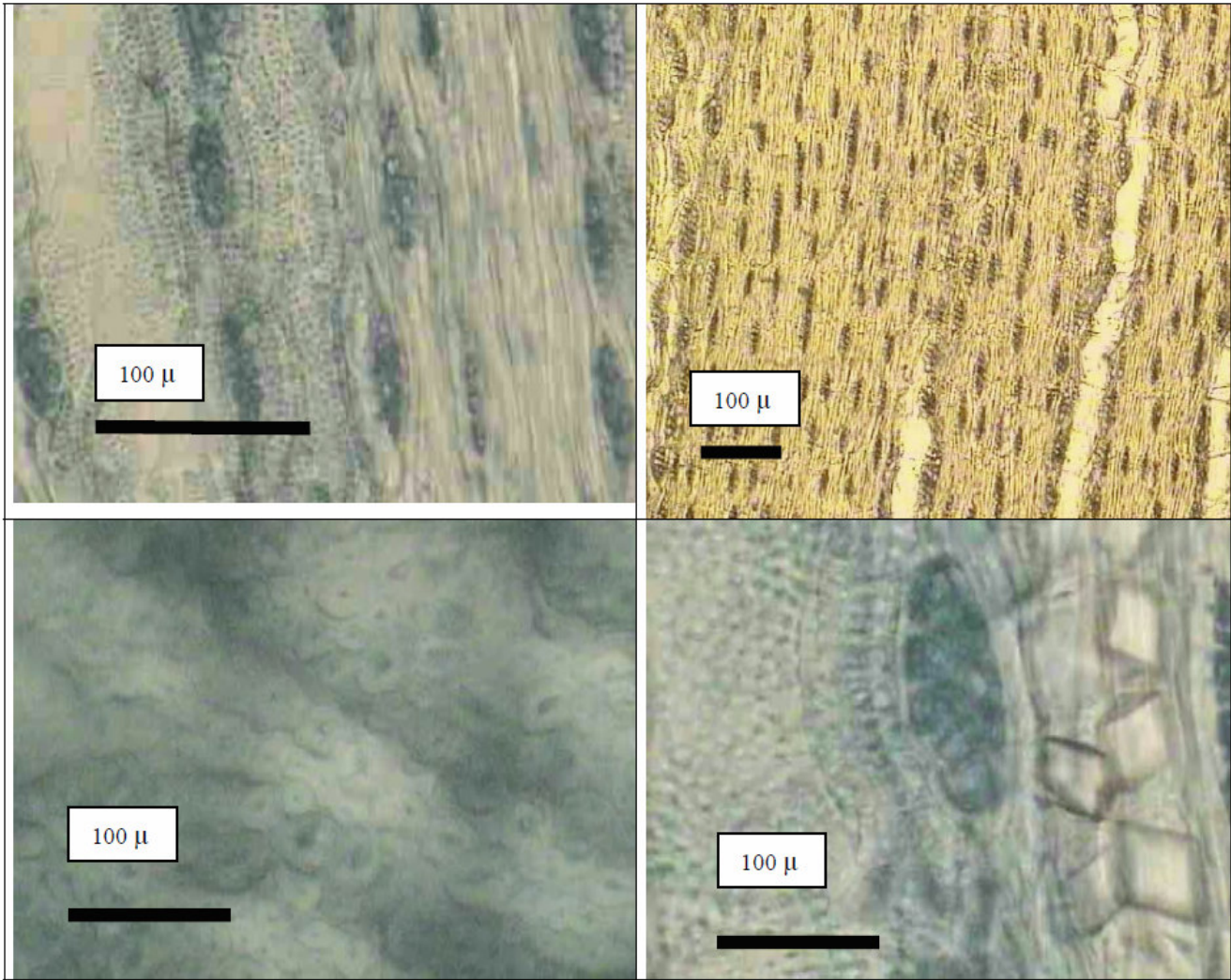


Fig. 11- Inicio del anillo de crecimiento. Fig. 12- Detalle de la frecuencia de vasos en el anillo.

Nota: la línea negra en la imagen corresponde a 100 u.

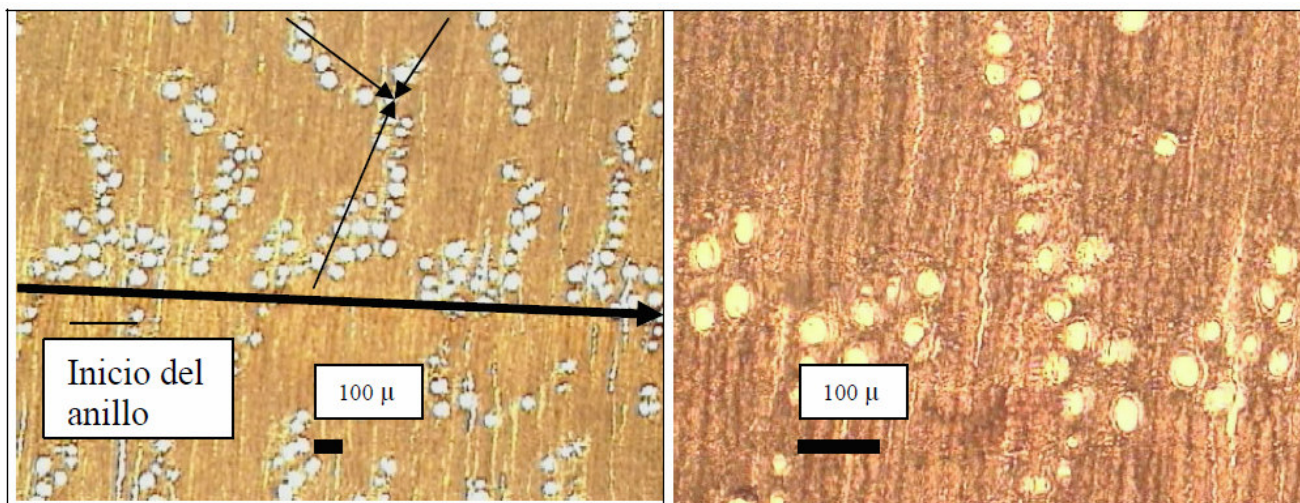


Fig.13. a- Demarcacion del anillo en seccion radial. b- Vista del veteado espigado.

c- *Demarcacion del anillo en seccion transversal.*



Fuente: Giménez, A. M.; Hernández, P.; Gerez, R.; Spagarino, C.- Anatomía de leño y anillos de crecimiento de Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi* Lorenz ex. Grises Zygophyllaceae)



Fotos: Lic. Luis Arenas

Bibliografía:

ANATOMÍA DE LEÑO Y ANILLOS DE CRECIMIENTO DE PALO SANTO (BULNESIA SARMIENTOI LORENZ EX. GRISEB, ZYGOPHYLLACEAE) -Giménez, A. M.; P. Hernández; R. Gerez y C. Spagarino -Revista Quebracho 14 (23-37). 2007. ISSN: 0328-0543.

CALIDAD DE MADERA Y POTENCIALIDAD DE CRECIMIENTO DE PALO SANTO (BULNESIA SARMIENTOI LORENTZ EX GRISEB.) -Giménez, A; Hernández, P.; Spagarino, C.; Moglia, J.G.; Ríos, N.A.- YVYRARETA, Revista de Difusión Científica y Tecnológica de la Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones ISSN: 0328-8854. Año 14, N: 15. 13 pag.55-60.

Maderas argentinas : estudio xilológico y tecnológico de las principales especies arbóreas del país. -Tortorelli, Lucas A. -Publicación Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía y Veterinaria, 1940 -Descrip. física xiv, 218 p. : láms., mapas

SEMINARIO FINAL: Inclusión de la especie Palo santo (Bulnesia sarmientoi) en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Autor: LUIS ARENAS

BASE DE DATOS DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS (BDPFNM.) Programa Nacional Productos Forestales No Madereros, Dirección de Bosques (DB), Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), Argentina.

UNIDAD DE MANEJO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN FORESTAL (UMSEF) (2008). Dirección de Bosques (DB), Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), Argentina.