

CARACTERIZACIÓN Y DIFERENCIAS ANATÓMICAS DE MADERAS DE *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page Y *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (PODOCARPACEAE) PROCEDENTES DE LA PROVINCIA DE SAN IGNACIO, PERÚ

Juan Rodrigo BASELLO VILLANUEVA¹; Gianmarco GOYCOCHEA CASAS²;
Ana Marcia MACEDO LADEIRA CARVALHO²; Wálter Ricardo RONCAL BRIONES³;
Sheyla Yanett CHUMBIMUNE VIVANCO⁴; Manuel CHAVESTA CUSTODIO⁵

¹ Baños del Inca Agrarian Experimental Station, National Institute of Agrarian Innovation, Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca, Cajamarca 06004, Peru

² Department of Forest Engineering, Federal University of Viçosa, Viçosa 36570-900, MG, Brazil

³ Departamento Académico de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

⁴ Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Av. La Molina 1981, Lima, Lima 15024, Perú

⁵ Departamento Académico de Industrias Forestales, Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú
Correo electrónico: jrbasellyv@gmail.com

RESUMEN

Las especies *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C. N. Page (Romerillo hembra) y *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (Romerillo macho) son coníferas nativas del Perú y forman parte importante de los bosques nublados del Departamento de Cajamarca. Sus maderas son solicitadas en el mercado local para obras de carpintería, debido a las propiedades físico mecánicas y buen acabado; sin embargo, información sobre la estructura microscópica es escasa. El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar y determinar las diferencias anatómicas de la madera de las dos especies y así ampliar el conocimiento de sus estructuras. Se obtuvieron muestras por método no destructivo, preparadas y estudiadas mediante la microtomía y maceración; cuya descripción se realizó utilizando la norma del IAWA. La principal característica cualitativa que permite

diferenciarlas es la presencia de parénquima difuso en *Retrophyllum rospigliosii* y ausente en *Prumnopitys harmsiana*.

PALABRAS CLAVE: Podocarpaceae, romerillos, microtomía, punteaduras, parénquima axial.

CHARACTERIZATION AND ANATOMIC DIFFERENCES OF WOODS OF *Retrophyllum rospigliosii* AND *Prumnopitys harmsiana* FROM THE PROVINCE OF SAN IGNACIO, PERU

ABSTRACT

The species *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C. N. Page (Female Romerillo) and *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (Male Romerillo) are conifers native to Peru and form an important part of the cloud forests of the Department of Cajamarca. Their woods are in demand in the local market for carpentry works, due to their physical-mechanical properties and good finish; however, information on the microscopic structure is scarce. The aim of this work was to characterize and determine the anatomical differences in the wood of the two species and thus expand the knowledge of their structures. Samples were obtained by non-destructive method, prepared and studied by microtomy and maceration; whose description was made using the IAWA standard. The main qualitative characteristic that allows differentiating them is the presence of diffuse parenchyma in *Retrophyllum rospigliosii* and absent in *Prumnopitys harmsiana*.

KEYWORDS: Podocarpaceae, romerillos, microtomy, pits, axial parenchyma.

INTRODUCCIÓN

La familia Podocarpaceae hasta los años 70 estaba compuesta por siete géneros, pero nuevos estudios anatómicos, embriológicos y químicos de la madera reconocieron nuevos géneros y especies (De Laubenfels, 1985; Abdillahi *et al.*, 2010). Actualmente son reconocidos 18 géneros y 173 especies (Cernusak *et al.*, 2011), con distribución principalmente en el hemisferio sur y restringidos a los bosques lluviosos o ambientes montañosos húmedos (Pujana *et al.*, 2020). En Sudamérica se han registrado los géneros *Retrophyllum*, *Prumnopitys* y *Podocarpus* con cinco, nueve y más de 20 especies, respectivamente (Vásquez *et al.*, 2010) y para los bosques montanos del norte peruano se reportan los mismos géneros con cinco especies: *Podocarpus oleifolius* D. Don, *P. macrostachys* Parl., *P. sprucei* Parl., *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. y *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (Vicuña, 2005), localmente conocidos como romerillos, ulcumanos o sauceillos (Llerena *et al.*, 2010).

Los romerillos son importantes para la dinámica de los bosques nublados, ecosistema muy frágil, pues son dominantes y tienen un alto potencial para la captura de carbono y regulación hídrica (Mercado *et al.*, 2010; Ayma *et al.*, 2007; García, 2019). Además, pueden ser usados en sistemas agroforestales (Ehrenbergerová *et al.*, 2019). La escasa regeneración natural y alteración de su hábitat (Arteaga *et al.*, 2020); así como la extracción de individuos maduros (Vicuña, 2005; Marcelo & Reynel, 2014) debido a su calidad y aspecto físico de la madera (Chumbimune, 2017), han generado que sus poblaciones disminuyan significativamente siendo clasificado el *R. rospigliosii* como Vulnerable (VU) y *P. harmsiana* como Casi Amenazado (NT) (Gardner & Thomas, 2013; Gardner, 2013).

En los años 50 la madera aserrada de los romerillos representaba aproximadamente el 14%

de la producción nacional (Dourojeanni, 2009) y para el año 2019 era menos del 1% (SERFOR, 2020). Su lenta tasa de crecimiento hace que su explotación sea ecológicamente insostenible (Turner & Cernusak, 2011). Sin embargo, actualmente se extraen y comercializan en mercados locales utilizando diferentes nombres comunes; siendo necesario contar con herramientas para su reconocimiento (Vásquez *et al.*, 2010).

Una forma de caracterizar y diferenciar las especies maderables es mediante sus características anatómicas, pues se obtiene información sobre su taxonomía, ecología, filogenia, dendrocronología y tecnología (León & De Pernía, 2001). En el Perú la información sobre aspectos anatómicos para *R. rospigliosii* y *P. harmsiana* es escasa, existiendo algunos reportes sobre características anatómicas, propiedades físico mecánicas y dendrocronología (Acevedo & Kikata, 1994; Becerra & Zevallos, 2015; Chumbimune, 2017; García *et al.*, 2017; Marcelo *et al.*, 2020).

El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar y determinar las diferencias anatómicas de la madera de *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys harmsiana* y así ampliar su conocimiento anatómico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de *Retrophyllum rospigliosii* (Romerillo hembra o ulcumano) y *Prumnopitys harmsiana* (Romerillo macho o diablo fuerte) de la familia Podocarpaceae, fueron colectados al Este de la Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca (Figura 1). Los árboles son nativos de los bosques nublados cuyas características dasométricas se presentan en la Tabla 1. Corresponden a la Zona de Vida Bosque húmedo - Montano Bajo Tropical (Bh-MBT), caracterizado por pendientes

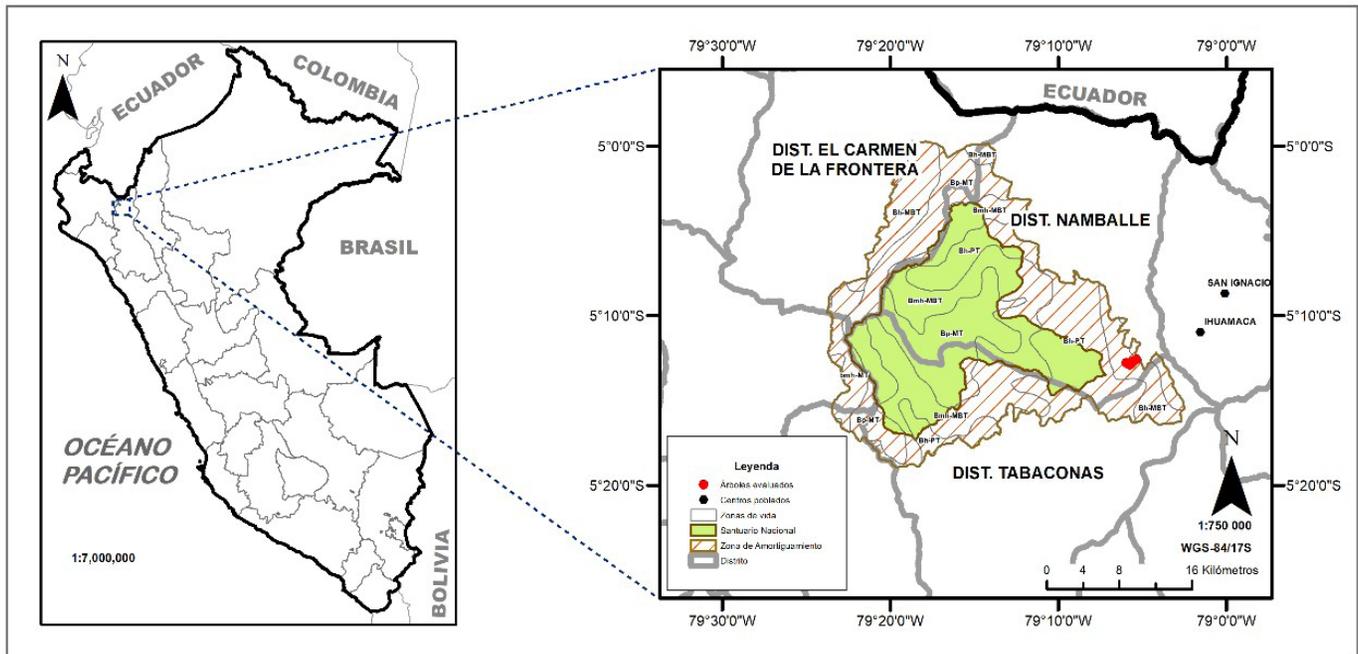


Figura 1. Zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe.

Tabla 1: Características dasométricas *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page y *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (Podocarpaceae) procedentes de la zona de Amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, de la provincia de San Ignacio, Perú.

Especie	Nº de individuos	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)	DAP (cm)	Altura total (m)
<i>R. rospigliosii</i>	1	79°5'58" W	5°12'48" S	2152	57,3	35
	2	79°5'53" W	5°12'49" S	2134	116,8	46
	3	79°5'35" W	5°12'42" S	2090	81,8	40
<i>P. harmsiana</i>	1	79°5'21" W	5°12'35" S	2209	40,5	25
	2	79°5'38" W	5°12'49" S	2158	50,8	31
	3	79°5'45" W	5°12'55" S	2182	53,2	33

moderadas (15-25%) a escarpadas (25-35%) ubicadas entre los 1800–3000 msnm; con temperaturas de 13 a 15°C y precipitaciones entre 740 y 3422 mm, con promedio anual de 1800 mm (INRENA, 2007; Mercado *et al.*, 2010; GORE Lambayeque, 2012; GORE Cajamarca, 2021).

De cada especie se evaluaron tres árboles y de cada individuo se extrajo una muestra con un barrenador extractor de 30 mm de diámetro a la altura

del DAP conforme a Marcelo (2017) y luego el orificio fue sellado con parafina. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Propiedades de la Madera en la Universidad Federal de Viçosa de Minas Gerais, Brasil. El material fue preparado utilizando las técnicas de microtomía y maceración; la primera se realizó siguiendo las normas indicadas por la COPANT (1974), elaborándose láminas histológicas permanentes obtenidas en

micrótopo de deslizamiento horizontal LEICA SM 2000R a espesores de 18 µm. La maceración fue realizada mediante el método de Dadswell (1972) y se utilizaron láminas temporales.

La caracterización cualitativa y cuantitativa se realizó conforme a la norma IAWA (2004), habiéndose utilizado un microscopio MEDILUX de luz acoplado a una cámara digital y el programa PixelLINK Capture donde se tomaron fotografías a las láminas elaboradas. Se realizaron 25 mediciones con el software AxioVision AC por elemento anatómico para cada individuo. En microtomía se evaluó la altura, ancho y frecuencia de radios; además, del diámetro de punteaduras areoladas y en las láminas temporales se midió el largo, ancho y diámetro del lumen de las traqueidas.

Además, en las características cuantitativas se determinó el valor mínimo, promedio, máximo y coeficiente de variación (CV). Finalmente, para determinar las características cuantitativas por especie se realizó la prueba de homogeneidad de varianzas (Distribución de *F* a 5%) y luego se utilizó la prueba de “*t*” suponiendo varianzas iguales o desiguales al 95% de probabilidad. La sistematización y procesamiento de datos se realizaron en los programas Excel y R (R Core Team, 2020).

RESULTADOS

La descripción microscópica para las dos especies es la siguiente.

***Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page**

Anillos de crecimiento: No diferenciados.

Traqueidas axiales: en sección transversal de cuadrangular a hexagonal cuyo largo promedio es 2753,81 µm clasificadas como cortas, con diámetro de 45,69 µm. Diámetro del lumen de 33,74 µm; y espesor de pared 5,98 µm. Punteaduras areoladas uniseriadas de forma circular en la pared radial de las traqueidas longitudinales,

ancho de 18,86 µm. No se observó presencia de trabéculas ni espesamiento helicoidales.

Parénquima axial: presente del tipo difuso.

Radios: homogéneos compuesto de células parenquimáticas de paredes horizontales y verticales lisas. Uniseriados con ancho 18,18 µm, altura promedio de 118,62 µm y 6 células clasificados como medianos y 8 radios por mm lineal.

Traqueidas radiales: ausentes.

Campo de cruzamiento: con punteaduras del tipo cupresoides; de diámetro 10,74 µm.

Otras características: cristales y canales resiníferos ausentes. En la Tabla 2 se detallan los estadísticos descriptivos del *Retrophyllum rospigliosii* y en la Figura 2 se muestran las principales características anatómicas.

***Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub.**

Anillos de crecimiento: poco diferenciados casi imperceptible.

Traqueidas axiales: en sección transversal de forma cuadrangular a pentagonal; longitud de 2780,82 µm clasificadas como cortas, ancho de 49,02 µm; diámetro del lumen 38,27 µm y espesor de pared de 5,38 µm. Punteaduras areoladas en la pared radial de las traqueidas longitudinales, mayormente uniseriadas y ocasionalmente biseriadas, de forma circular con diámetro de 17,83 µm; toro observable en forma de disco.

Presencia de trabéculas, pero no de espesamientos helicoidales.

Parénquima axial: ausente.

Radios: homogéneos compuesto de células parenquimáticas de paredes horizontales y verticales lisas. Uniseriados, ancho de 16,16 µm, altura promedio de 167,59 µm y en promedio 9 células clasificados como medianos y 7 radios por mm lineal.

Campo de cruzamiento: con punteaduras del tipo cupresoides, con diámetro de 11,37 µm.

Traqueidas radiales: ausentes.

Tabla 2: Estadísticos descriptivos de los componentes anatómicos de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (Podocarpaceae).

Componente anatómico		Mínimo	Promedio	Máximo	CV
Traqueidas axiales	Longitud (µm)	2009,50	2753,81	3633,40	17,31
	Ancho (µm)	33,30	45,69	60,77	15,69
	Diámetro del lumen (µm)	22,80	33,74	43,94	18,36
	Espesor de pared (µm)	4,28	5,98	9,87	24,12
Punteaduras	Radiales (µm)	15,78	18,86	22,05	9,42
	Campo de cruzamiento (µm)	7,64	10,74	14,84	17,78
Radio	Frecuencia (N°/mm)	7	8	9	6,67
	Alto (µm)	21,72	118,62	351,19	57,12
	Ancho (µm)	13,21	18,18	23,60	14,29
	N° de células	1	6	20	76,85

Tabla 3: Estadísticos descriptivos de los componentes anatómicos de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (Podocarpaceae).

Componente anatómico		Mínimo	Promedio	Máximo	CV
Traqueidas axiales	Longitud (µm)	2101,12	2780,82	3926,11	18,03
	Ancho (µm)	30,53	49,02	67,83	17,78
	Diámetro del lumen (µm)	21,19	38,27	57,66	21,85
	Espesor de pared (µm)	4,16	5,38	7,85	17,52
Punteaduras	Radiales (µm)	11,37	17,83	22,75	15,74
	Campo de cruzamiento (µm)	8,82	11,37	13,74	10,59
Radio	Frecuencia (N°/mm)	7	7	8	4,02
	Alto (µm)	31,15	167,59	378,33	54,00
	Ancho (µm)	12,26	16,16	21,72	14,78
	N° de células	1	9	23	73,49

Retrophyllum rospigliosii

Prumnopitys harmsiana

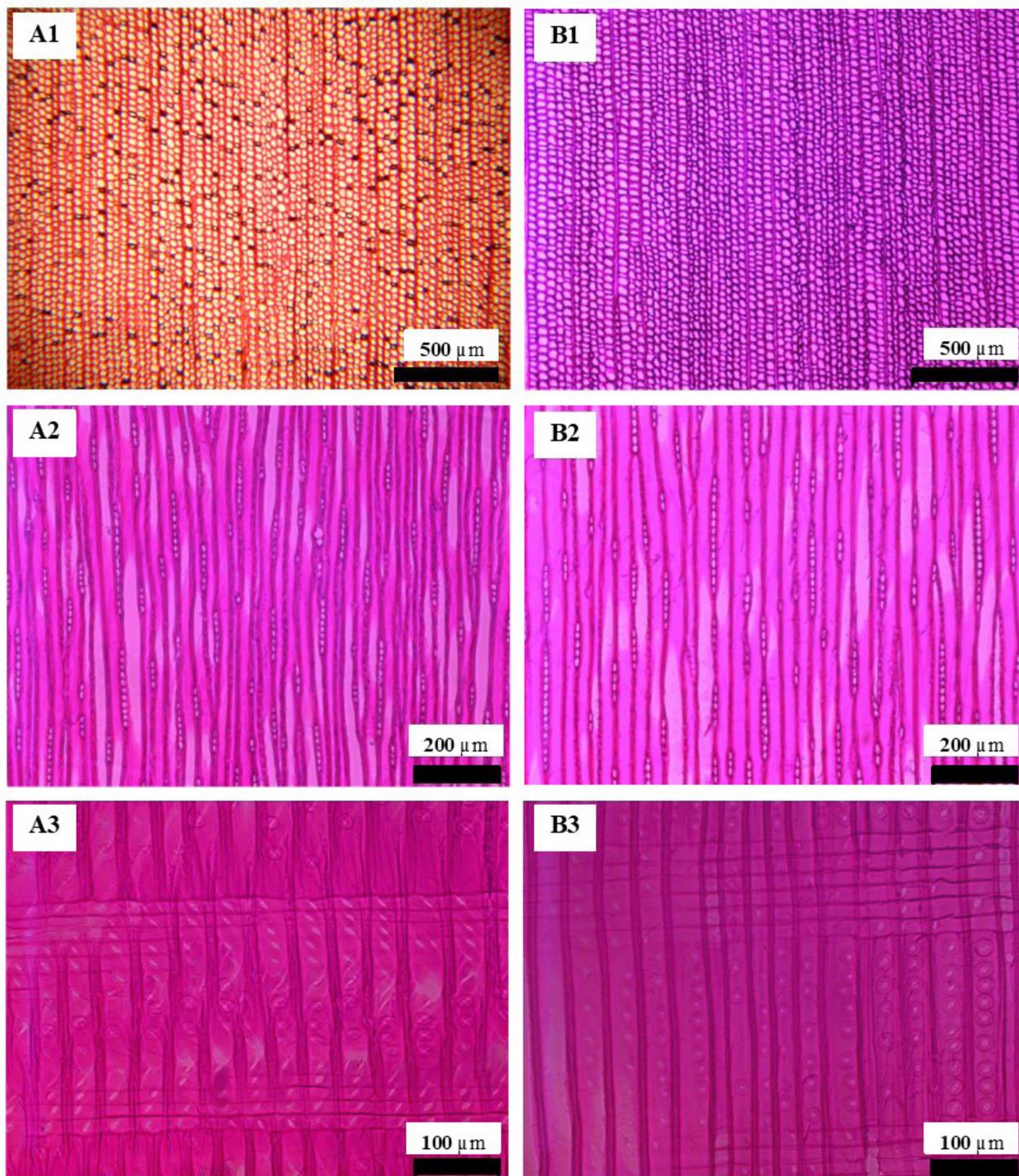


Figura 2. Fotomicrografías de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page y *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (PODOCARPACEAE). Sección transversal (A1 y B1); longitudinal tangencial (A2 y B2) y longitudinal radial (A3 y B3).

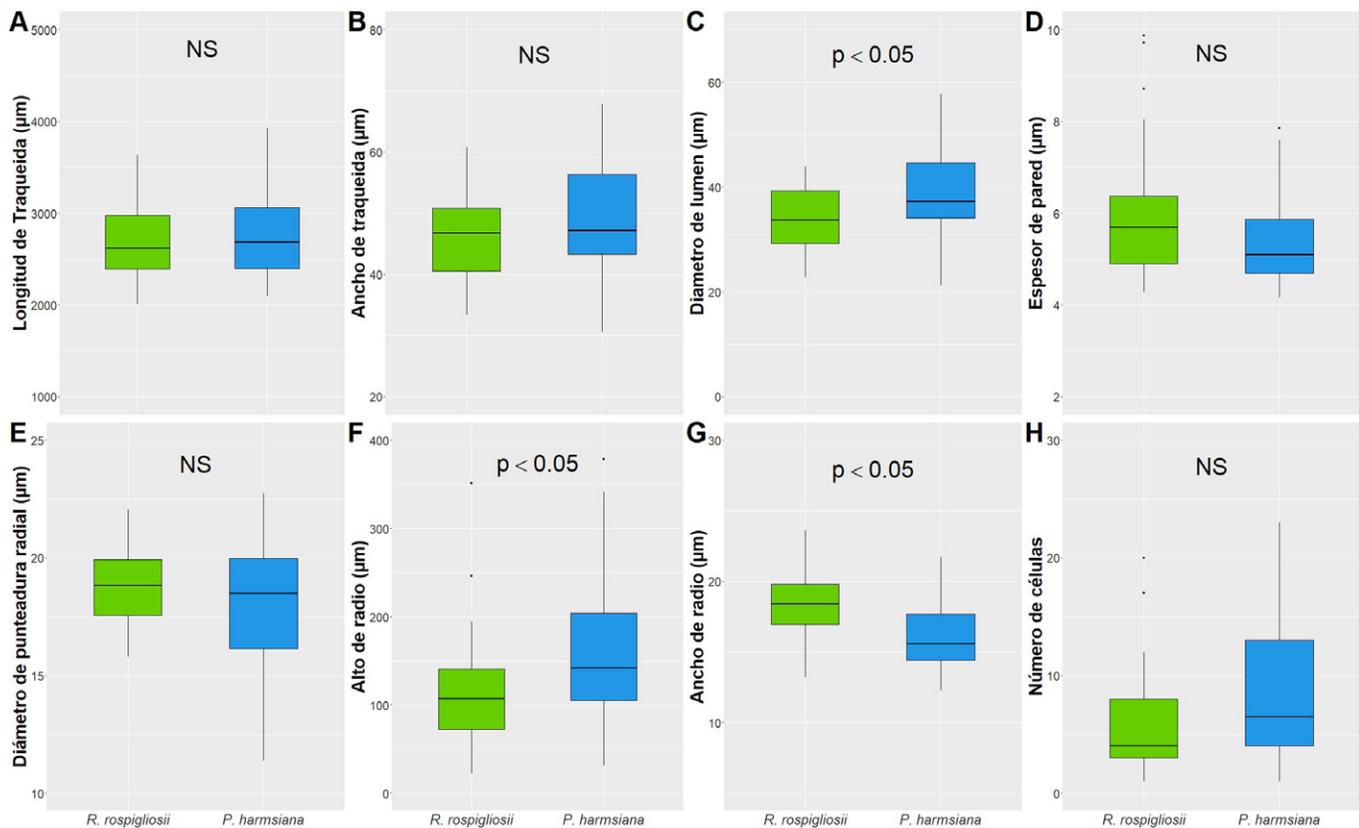


Figura 3. Prueba de "t" para elementos anatómicos de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page y *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (PODOCARPACEAE).

Otras características: cristales y canales resiníferos ausentes. En la Tabla 3 se detallan los estadísticos descriptivos del *Prumnopitys harmsiana* y en la Figura 2 se muestran las principales características anatómicas.

Según el análisis estadístico no se encontraron diferencias estadísticas para longitud, ancho y espesor de pared de las traqueidas en ambas especies. Sin embargo, para diámetro del lumen, altura y ancho de radios si se encontraron diferencias estadísticas (Figura 3).

DISCUSIÓN

Los anillos de crecimiento en ambas especies son no diferenciados, que va acorde con los trabajos de Chumbimune (2017) y Marcelo *et al.*, (2020).

La no diferenciación puede deberse a que los árboles provienen de una zona en la que están en continuo crecimiento durante todo el año y no desarrollan un periodo de dormancia debido a la ausencia de una marcada estacionalidad (Zumaeta *et al.*, 2008; Rosero, 2012; Mendivelso *et al.*, 2016)

Los valores cuantitativos obtenidos para las traqueidas axiales (longitud, ancho, diámetro de lumen y espesor de pared) en ambas especies fueron similares a los obtenidos por Vásquez (2010) y García *et al.*, (2017), pero se determinó que el diámetro de lumen fue estadísticamente superior en *P. harmsiana*.

De acuerdo con García *et al.*, (2003), las punteaduras areoladas están presentes en forma constante en las paredes radiales y en pocas cantidades en las tangenciales; tendencia que va

acorde con lo encontrado en el presente estudio. En ambas especies se encontraron punteaduras areoladas uniseriadas en la sección radial, resultados que concuerdan con García *et al.*, (2002) y Chumbimune (2017); pero ocasionalmente *P. harmsiana* presentó también punteaduras bise-riadas que concuerda con los obtenidos por Vásquez (2010).

En gimnospermas el parénquima axial es raro a escaso en algunos géneros, existe presencia de parénquima axial en muchas Podocarpaceas (IAWA 2004). En el caso de *R. rospigliosii* resalta la presencia de parénquima difuso; siendo ausente en *P. harmsiana*; resultados que coinciden con García *et al.* (2002) y Chumbimune (2017); característica considerada importante para separar las dos especies a nivel microscópico.

Las dos especies presentaron radios unise-riados, homogéneos y compuestos de células parenquimáticas, características que concuerdan con Acevedo & Kikata (1994), De Paula & De Hamburgo (2010) y Chumbimune (2017); presentando *P. harmsiana* mayor alto de radio y menor ancho.

En lo referente al campo de cruzamiento las dos especies presentan punteaduras del tipo cupre-soide; reportada por Chumbimune (2017) para *R. rospigliosii* y por Zhiñin *et al.*, (2020) para *P. harmsiana*; tipo de punteadura característico de la familia podocarpaceae (García *et al.*, 2002). No se observaron canales resiníferos longitudinales ni radiales, característica presente en los géneros *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Picea*, *Keteleeria*, *Cathaya* y *Larix* (García *et al.*, 2003; Ortega, 2013).

CONCLUSIONES

La estructura microscópica de las maderas de las especies *Retrophyllum rospigliosii* y *Prumnopitys harmsiana* es muy similar; sin embargo, la caracte-rística cualitativa que permite su separación

es el parénquima difuso en *R. rospigliosii*. Cuantitativamente *P. harmsiana* presenta mayo-res dimensiones en diámetro de lumen de traqueidas, mayor altura de radios y menor ancho de radios.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer de manera muy especial al equipo técnico del Laboratorio de Propiedades de la Madera, específicamente en los profesionales Leila Lopes, Tay Oliverira y Wagner Devel Canal, así como al profesor Alfredo Goicochea Huertas, de la Universidad Federal de Viçosa de Minas Gerais, Brasil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdillahi, H.S.; Stafford, G.I.; Finnie, J.F.; Van Staden, J. 2010. Ethnobotany, phytochemistry and pharmacology of *Podocarpus sensu latissimo* (sl). *South African Journal of Botany*, 76(1): 1-24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2009.09.002>
- Acevedo, M.; Kikata, Y. 1994. *Atlas de maderas del Perú*. Publifor, Lima. 202pp.
- Arteaga, M.N.; Tafur, S.M.; Pérez, G.; Pastor, S.A.; Batista, A. 2020. Caracterización de la colonización por micorrizas en *Retrophyllum rospigliosii* Pilger en el bosque Huamantanga, Perú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 8(3): 535-549.
- Ayma, A.I.; Padilla, B.E.; Calani, E. 2007. Estructura, composición y regeneración de un bosque de neblina: sugerencias silviculturales para *Podocarpus glomeratus* (Podocarpaceae) en la comunidad de Pajchanti, Cochabamba, Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 21: 27-42.

- Becerra, V.; Zevallos, P. A. 2014. Determinación del turno de corta de *Cedrela odorata* L., *Retrophyllum rospigliosii* Pilger y *Prumnopitys harmsiana* Pilger a través del estudio dendrocronológico en San Ignacio, región Cajamarca-Perú. *Ceprocimad*, 2(2): 33-47.
- Cernusak, L.A.; Adie, H.; Bellingham, P.J.; Biffin, E.; Brodribb, T.J.; Coomes, D.A. 2011. Podocarpaceae in tropical forests: a synthesis. *Smithsonian Contributions to Botany*, 95: 189–195. DOI: <https://doi.org/10.5479/si.0081024X.95.189>
- Chumbimune, S. 2017. *Caracterización anatómica y propiedades físicas de la madera de Ulcumano (Retrophyllum rospigliosii) de una plantación de 32 años asociada con café en Villa Rica, Perú. Tesis de pre-grado.* Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales, Lima, Perú.
- COPANT. 1974. *Descripción de características generales, macroscópicas de las maderas angiospermas dicotiledóneas.* Comisión Panamericana de Normas Técnica, São Paulo. 30pp.
- Dadswell, H. 1972. *The anatomy of eucalypt wood.* CSIRO, Canberra, Australia. De Laubenfels, D.J. 1985. A taxonomic revision of the genus *Podocarpus*. *Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*, 30(2): 251-278.
- De Paula, J.E.; De Hamburgo, J.L. 2010. 922 *madeiras nativas do Brasil – anatomía / dendrología / dendrometría / produção / uso.* Cinco continentes, Porto Alegre, Brasil. 470pp.
- Dourojeanni, M. 2009. *Crónica forestal del Perú.* Universidad Nacional Agraria La Molina; Editorial San Marcos, Lima. 727pp.
- Ehrenbergerová, L.; Šeptunová, Z.; Habrová, H.; Puerta Tuesta, R.H.; Matula, R. 2019. Le bois d'ombrage comme source de diversification des revenus dans les plantations de café agroforestières au Pérou. *Bois et Forêts des Tropiques*, 342: 93-103. DOI: <https://doi.org/10.19182/bft2019.342.a31812>
- García-Esteban, L.; De Palacios, P.; Guindeo, A.; Lázaro, D.; González, L.; Rodríguez, Y. et al. 2002. *Anatomía e identificación de maderas de coníferas a nivel de especie.* Mundi-Prensa, Madrid. 421pp.
- García-Esteban, L.; Guindeo, C.; Peraza, C.; De Palacios, P. 2003. *La madera y su anatomía. Anomalías y defectos, estructura microscópica de coníferas y frondosas, identificación de maderas, descripción de especies y pared celular.* Mundi-Prensa, Madrid. 330pp.
- García-Meza, H.A.; Chumbimune, S.Y.; Acevedo, M.P.; Chavesta, M.; Cuellar, J.E.; Salazar, E.J. 2017. Aptitud de uso del ulcumano (*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page), procedente de una plantación de 32 años, mediante la caracterización tecnológica y anatómica. *Revista Forestal del Perú*, 32(2): 78-88. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v32i2.1039>
- García-Mego, L. 2019. *Estimación del stock de carbono en las especies: Retrophyllum rospigliosii y Prumnopitys harmsiana, en el bosque de Huamantanga, Jaén - 2018. Tesis de pre-grado.* Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Cajamarca, Perú. 88pp.
- Gardner, M. 2013. *Prumnopitys harmsiana.* *The IUCN Red List of Threatened Species 2013.* (<https://www.iucnredlist.org/es/species/32287/2812675>). Acceso: 09/06/2021.
- Gardner, M.; Thomas, P. 2013. *Retrophyllum rospigliosii.* *The IUCN Red List of Threatened Species 2013.* T34110A2846471. (<https://www.iucnredlist.org/es/species/34110/2846471>). Acceso: 09/06/2021.
- Gobierno Regional de Cajamarca. 2021. Mapoteca virtual: Shapes ZEE-OT Cajamarca - Zonas de vida. (<https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/node/588>). Acceso: 09/06/2021.

- Gobierno Regional de Lambayeque. 2012. Estudio sobre zonas de vida con fines de zonificación ecológica económica año 2012. (http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Lambayeque/Memoria_Descriptiva_Zvida.pdf). Acceso: 09/06/2021.
- IAWA. 2004. IAWA list of microscopic features for softwood identification. *IAWA Journal*, 25(1): 1-70.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. 2007. *Plan maestro del Santuario Nacional Tabaconas Namballe 2007-2011*. INRENA, Lima. 265pp.
- León, W.; De Pernía, N.E. 2001. *Anatomía de la madera*. Universidad de los Andes, Mérida. 397pp.
- Llerena, C.; Cruz, Z.; Durt, É.; Marcelo, J.; Martínez, K.; Ocaña, J. 2010. *Gestión ambiental de un ecosistema frágil: Los bosques nublados de San Ignacio, Cajamarca, Cuenca del río Chinchipe*. Soluciones Prácticas, Lima. 134pp.
- Marcelo, P.J.; Reynel, R.; C. 2014. Patrones de diversidad y composición florística de parcelas de evaluación permanente en la selva central de Perú. *Rodriguésia* 65(1): 035-047. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2175-78602014000100003>
- Marcelo, P.; J.L. 2017. *Diversidade florística, dendrologia e dendroecologia de florestas estacionais decíduas do norte e centro do Peru*. Tesis de maestría. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Marcelo-Peña, J.L.; Roig, F.A.; Goodwin, Z.A.; Tomazello, F.M. 2020. Characterizing growth rings in the trees of Peru: a wood anatomical overview for potential applications in dendroecological-related fields, *Dendrochronologia*, 62: 125728. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125728>
- Mendivelso, H.; Camarero, J.; Gutiérrez, E. 2016. Dendrochronology in neotropical dry forests: Methods, advances and applications. *Ecosistemas*, 25(2): 66-75. DOI: <https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-2.08>
- Mercado, A.; Alvarez, C.; Aguilar, C.; Cotrina, D.; Valdivia, G.; Amanzo, J. et al. 2010. *Conociendo el Santuario Nacional Tabaconas Namballe*. WWF, Lima. 162pp.
- Ortega, E. 2013. *Paleoecología de gimnospermas en el jurásico medio, formación Tecomazúchil, de la localidad de Partideño, Oaxaca*. Tesis de pre-grado. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores de Zaragoza, México. 88pp.
- Pujana, R.; Wilf, P.; Gandolfo, M. 2020. Conifer wood assemblage dominated by Podocarpaceae, early Eocene of laguna del Hunco, central Argentinean Patagonia. *PhytoKeys*, 156: 81-102. DOI: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.156.54175>
- R Core Team. 2020. R language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Austria. (<https://www.r-project.org>). Acceso: 24/05/2021).
- Rosero, J. 2012. *Análisis dendrocronológico de tres especies forestales del bosque seco ecuatorial estacional del Perú*. Tesis de pre-grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales, Lima, Perú. 122pp.
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. 2020. *Anuario forestal y de fauna silvestre 2019*. SERFOR, Lima. 132pp.
- Turner, B.L.; Cernusak, L.A. 2011. *Ecology of the Podocarpaceae in tropical forests*. Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington. 207pp.
- Vásquez, A.M. 2010. *Anatomía de la madera de las podocarpáceas colombianas*. Tesis de doctorado, Universidad de Córdoba, Escuela Técnica superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Córdoba, España. 147pp.
- Vásquez, Á.; Alcántara, E.; Herrera, M. 2010. Wood anatomy of colombian Podocarpaceae

(Podocarpus, Prumnopitys and Retrophyllum): Wood of Podocarpaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 164(3): 293-302. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2010.01087.x>

Vicuña, E. 2005. Las Podocarpáceas de los bosques montanos del noroccidente peruano. *Revista Peruana de Biología*, 12(2): 283-288. DOI: <https://doi.org/10.15381/rpb.v12i2.2400>

Zhiñin, H.; Fernández-Guerrero, M.; Martínez-Matamoros, J.; Labanda-Patiño, C.; Pucha-Cofrep, D. 2020. *Variación anatómica de la madera en especies Podocarpaceae*

(*Podocarpus*, *Retrophyllum*, y *Prumnopitys*) al sur de Ecuador. En: V Congreso Iberoamericano sobre Manejo Sustentable de Tierras y Seguridad Alimentaria. Loja, Ecuador.

Zumaeta, L.; Lobão, M.; Rosero, J.; Filho, M.; Lisi, C.; Torres, G.; Yepez, F. 2008. *Potencialidad de especies forestales para dendrocronología a través de la caracterización anatómica de los anillos de crecimiento en la Amazonía Peruana-Brasilera*. En: VII Congreso Nacional de Estudiantes Forestales, Madre de Dios, Perú.

Recibido: 19 de agosto de 2021 **Aceptado para publicación:** 10 de noviembre de 2021