

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



TESIS

**“Características anatómicas y propiedades físicas de
la madera de cuatro especies forestales obtenidas
mediante método no destructivo,
amazonia peruana”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE:**

AUTORES:

Bach. QUISPE RUIZ, Judith

Bach. CONDORI HUAMANI, Mirtha

ASESOR:

M.Sc. GARATE QUISPE, Jorge
Santiago

CO-ASESOR:

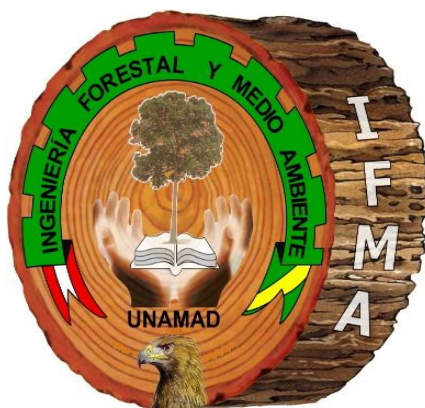
Dr. PORTAL CAHUANA, Leif Armando

Puerto Maldonado, Abril 2025

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



TESIS

**“Características anatómicas y propiedades físicas de
la madera de cuatro especies forestales obtenidas
mediante método no destructivo,
amazonia peruana”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE:**

AUTORES:

Bach. QUISPE RUIZ, Judith

Bach. CONDORI HUAMANI, Mirtha

ASESOR:

M.Sc. GARATE QUISPE, Jorge
Santiago

CO-ASESOR:

Dr. PORTAL CAHUANA, Leif Armando

Puerto Maldonado, Abril 2025

DEDICATORIA

A mi madre VICTORIANA RUIZ, por su constante apoyo incondicional, amor, paciencia y motivación para el logro de esta etapa de mi formación profesional. A mi querida hija ZOE, y Esteban que fueron parte de este proceso y me motivaron a seguir esforzándome y culminar mis objetivos profesionales. A mis hermanos Frank, Ricardo, Manuel, Erika, Olivia y mi papá Ricardo para que en este logro encuentren una referencia para continuar superándose cada día en cada etapa de la vida.

Judith Quispe Ruiz

A mis padres que han sabido formarme con buenos sentimientos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mi esposo por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional en la culminación de este estudio.

A mis hijas que han sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ellas.

Mirtha Condori Huamani

AGRADECIMIENTOS

El principal agradecimiento a Dios, por guiarnos y brindarnos la fortaleza de seguir adelante.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, por habernos permitido vivir nuestra etapa universitaria con experiencias memorables, por brindarnos los conocimientos, y potenciar nuestras habilidades para nuestro desarrollo profesional.

Nuestro sincero agradecimiento a nuestro asesor M.Sc. Garate Quispe, Jorge Santiago y el co-asesor el Dr. Portal Cahuana, Leif Armando, por el apoyo incondicional que nos brindaron en la presente investigación, como también por los conocimientos compartidos.

A nuestros jurados quienes nos guiaron y orientaron en proceso de seguir los lineamientos establecidos por la universidad, para la elaboración presente estudio.

A nuestras familias por el estímulo constante a lo largo de nuestros estudios y poder culminar de manera satisfactoria esta etapa. Y a todas las personas que de una y otra forma apoyaron en realización de este trabajo.

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unamad.edu.pe	7%
Fuente de Internet		
2	repositorio.uncp.edu.pe	3%
Fuente de Internet		
3	docplayer.es	2%
Fuente de Internet		
4	repositorio.unu.edu.pe	1%
Fuente de Internet		
5	dspace.esPOCH.edu.ec	1%
Fuente de Internet		
6	Submitted to Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios	1%
Trabajo del estudiante		

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

PRESENTACIÓN

La presente tesis de investigación titulada “CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES OBTENIDAS MEDIANTE MÉTODO NO DESTRUCTIVO, AMAZONIA PERUANA”, se presenta como requisito para optar el título profesional en Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, por la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD). Por lo tanto, considerando el reglamento de grados y títulos de la UNAMAD (versión 3.0), aprobado con resolución N° 288-2022-UNAMAD-CU, el informe de tesis cuenta con cuatro componentes (capítulos), los cuales se describirán brevemente a continuación:

- **En el capítulo I** se describe: (1) El problema de investigación, (2) Los objetivos del estudio, (3) La justificación del estudio, y (4) Se definen las variables del estudio.
- **En el capítulo II** se analizó: (1) Los conceptos necesarios para el desarrollo del estudio, (2) Los antecedentes vinculados a la problemática que se abordará con el estudio.
- **En el capítulo III** se describió la metodología que se empleada en el estudio para cumplir con los objetivos planteados.
- **En el capítulo IV** se describieron los resultados encontrados en estudio, en cumplimiento a los objetivos planteados.

INTRODUCCIÓN

Los bosques cubren acerca del 30% de superficie terrestre (40 millones de km²), considerando a todos los bosques de las zonas tropicales, templadas y boreales (Gutierrez-garcia y Ricker 2019). Para lograr un uso racional de los recursos forestales, es necesario invertir en ciencia y tecnología a fin de descubrir nuevas especies comercializables, el primer paso para este proceso es determinar el comportamiento tecnológico de la madera de diferentes especies arbóreas, lo que puede ayudar a determinar sus usos potenciales, sin embargo, existe poca información sobre la relación entre los datos científicos y las propiedades tecnológicas de la madera de las especies arbóreas nativas en la Amazonia. Entre estas propiedades, las físicas desempeñan un papel particularmente importante porque determinan la calidad de la madera y su utilización en actividades forestales (da Silva et al. 2020).

El estudio de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera, se justifica por su importancia en el aporte al conocimiento tecnológico pues con ello se obtendrá una herramienta para poder supervisar a través de la identificación de la madera correctamente y a su vez proponiendo alternativas de usos y posibilidades de diversificación de los productos forestales de la región con una técnica no destructiva que consiste en el uso del Barreno de Pressler, con el cual se extrae muestras radiales sin necesidad de talar el árbol.

El estudio tiene como objetivo principal la determinación de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de cuatro especies forestales de dos tipos de bosque de la amazonia peruana, obtenidos mediante un método no destructivo. El estudio es cuantitativo de tipo comparativo, el diseño no experimental de corte transversal. Para la selección de las muestras se utilizó un muestreo no probabilístico.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar y comparar las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de cuatro especies forestales obtenidos mediante un método no destructivo en la Amazonia peruana en dos tipos de bosque en la Amazonia peruana (bosque de montaña y bosque de terraza alta). La investigación fue cuantitativa de tipo comparativo y transversal y el diseño de la investigación es no experimental. Para el bosque de montaña se evaluaron las especies forestales *Albizia pedicellaris* y *Vochysia kosñipatae*. Mientras que en el bosque de terraza alta se evaluaron a las especies forestales *Parkia nitida* y *Parkia pendula*. En cada lugar de estudio, se seleccionaron tres árboles de cada especie. De cada árbol, se extrajo cuatro muestras radiales de madera mediante el barrenado de Pressler. Para comparar las características anatómicas y propiedades físicas de la madera se utilizó el análisis de varianza paramétrico (ANOVA) y no paramétrica de Kruskal-Wallis. Las características anatómicas de la madera variaron según especie y tipo de bosque. No se encontraron diferencias significativas en número de poros, diámetro de poros, ancho de radios, longitud de radios, número de radios. Mientras que, si se encontraron diferencias entre los tipos de bosque, ya que las especies en el bosque de montaña, *Vochysia kosñipatae* y *Albizia pedicellaris*, tuvieron una longitud de radios significativamente superior a las especies de bosque de terraza alta, *Parkia pendula* y *Parkia nítida*. Las propiedades físicas de la madera variaron según especie y tipo de bosque. El contenido de humedad en la madera fue superior en las especies de terraza alta (85-88 %) que en las de bosque de montaña (71-83 %). Mientras que la densidad básica fue superior en *Albizia pedicellaris* (0,64 gr/cm³), especie de montaña, que las otras especies en estudio (entre 0,51-0,53 gr/cm³). La contracción volumétrica fue similar entre todas las especies (11,4 – 14 %).

Palabras clave: Características anatómicas, densidad de la madera, propiedades físicas, método no destructivo

ABSTRACT

The objective of the study was to determine and compare the anatomical characteristics and physical properties of the wood of four forest species obtained by a non-destructive method in the Peruvian Amazon in two types of vegetation cover in the Peruvian Amazon (mountain forest and high terrace forest). The type of research was quantitative, comparative and cross-sectional and the research design was non-experimental. For the mountain forest, *Albizia pedicellaris* and *Vochysia kosñipatae* was evaluated. In the terrace forest, *Parkia nitida* and *Parkia pendula* were evaluated. We selected three trees per species at each site. We extracted four radial wood cores from each tree using the Pressler auger. We used parametric analysis of variance (ANOVA) and Kruskal-Wallis non-parametric analysis of variance to compare the anatomical characteristics and physical properties of the wood. The anatomical characteristics of the wood varied according to species and forest type. No differences were found in the number of pores, diameter of pores, width of rays, length of rays, number of rays. However, we observed differences between forest types, with the mountain forest species, *Vochysia kosñipatae* and *Albizia pedicellaris*, exhibiting significantly longer rays than the high terrace forest species, *Parkia pendula* and *Parkia nitida*. The physical properties of the wood varied according to species and forest type. Wood moisture content was higher in the high terrace species (85-88 %) than in the mountain forest species (71-83 %). The basic density was higher in *Albizia pedicellaris* (0.64 gr/cm³), a mountain species, than in the other species under study (between 0.51-0.53 gr/cm³). Volumetric shrinkage was similar among all species (11.4 - 14 %).

Keywords: Anatomical features, wood density, Physical properties, nondestructive method

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

PRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Variables.....	3
1.4.1. Variables Independientes	3
1.4.2. Variables Dependientes	3
1.5. Operacionalización de variables	4
1.6. Hipótesis	6
1.6.1. Hipótesis General	6
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	6
1.7. Justificación.....	6
1.8. Consideraciones Éticas	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes de estudio	8
2.2. Marco Teórico	12
2.3. Definición de Términos	26
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	27

3.1. Tipo de estudio	27
3.2. Diseño del estudio	27
3.3. Población y muestra.....	27
3.3.1. Población	27
3.3.2. Muestra	27
3.4. Métodos y técnicas.....	28
3.4.1. Área de estudio.....	28
3.4.2. Fase de Campo	30
3.4.3. Fase de Laboratorio para las características anatómicas ..	32
3.4.4. Fase de Laboratorio para las Propiedades físicas de la madera.....	34
3.4.5. Instrumentos.....	36
3.5. Tratamiento de datos.....	37
3.5.1. Procesamiento de datos	37
3.5.2. Análisis estadístico	37
CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	39
4.1. Verificación de supuestos paramétricos	39
4.2. Características anatómicas de la madera	40
4.3. Propiedades físicas de la madera.....	54
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables para el presente estudio.....	4
Tabla 2. Tipos de cobertura para selva baja y selva alta en el Perú.	24
Tabla 3. Tipos de cobertura para la región costa y andina en el Perú.	25
Tabla 4. Número y código de muestras (radios)	32
Tabla 5. Verificación de supuestos paramétricos para las características anatómicas.	39
Tabla 6. Verificación de supuestos paramétricos para las propiedades físicas.	40
Tabla 7. Estadísticos descriptivos de la comparación del diámetro de poros de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.	40
Tabla 8. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para el diámetro de poros de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.	41
Tabla 9. Estadísticos descriptivos de la comparación del número de poros de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.	43
Tabla 10. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para el número de poros de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.	43
Tabla 11. Estadísticos descriptivos de la comparación de la longitud de radios de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.....	45
Tabla 12. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para la longitud de radios de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.	45
Tabla 13. Estadísticos descriptivos de la comparación del ancho de radios de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.	47
Tabla 14. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para el ancho de radios de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.	47
Tabla 15. Estadísticos descriptivos de la comparación del número de células de longitud de radios de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.	49

Tabla 16. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para el número de células de longitud de radios de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.....	49
Tabla 17. Estadísticos descriptivos de la comparación del número de células de ancho de radios de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.	51
Tabla 18. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para el número de células de ancho de radios de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.....	51
Tabla 19. Estadísticos descriptivos de la comparación del número de radios (radios/mm) de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.....	53
Tabla 20. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para la densidad de radios (número radios por mm) de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.....	53
Tabla 21. Estadísticos descriptivos de la comparación del contenido de humedad de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.....	55
Tabla 22. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico (para el contenido de humedad de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.	55
Tabla 23. Estadísticos descriptivos de la comparación de la densidad básica de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.....	57
Tabla 24. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para la densidad básica de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.	57
Tabla 25. Estadísticos descriptivos de la comparación de la contracción volumétrica de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.	59
Tabla 26. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza (ANOVA) para la contracción volumétrica de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.	59
Tabla 27. Comparación de las características anatómicas de la madera de las cuatro especies evaluadas con estudios previos.	63
Tabla 28. Comparación de las propiedades físicas de la madera de las cuatro especies evaluadas con estudios previos.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Albizia pedicellaris</i> (Tropicos.org 2021a).....	14
Figura 2. Ilustración botánica de <i>Vochysia kosñipatae</i> (Huamantupa 2005)	15
Figura 3. <i>Parkia nítida</i> (Tropicos.org 2021b).	16
Figura 4. <i>Parkia pendula</i> (Tropicos.org 2021c).	17
Figura 5. Mapa de ubicación del área de estudio en los distritos de Camanti (Cusco) y La Piedras (Madre de Dios).	29
Figura 6. Partes del barreno Pressler (A y B). (C) Ejemplo de muestreo de un árbol con el barreno Pressler. Fuente: (Gutierrez y Ricker 2014).....	31
Figura 7. Boxplot de la comparación del diámetro de poros de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis	42
Figura 8. Boxplot de la comparación del número de poros de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.	44
Figura 9. Boxplot de la comparación de la longitud de radios de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis	46
Figura 10. Boxplot de la comparación del ancho de radios de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.	48
Figura 11. Boxplot de la comparación del número de células por longitud de radios de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los	

boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskall-Wallis	50
Figura 12. Boxplot de la comparación del número de células por ancho de radios de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskall-Wallis	52
Figura 13. Boxplot de la comparación de la densidad de radios (número de radios por 1 mm) de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskall-Wallis.	54
Figura 14. Boxplot de la comparación del contenido de la humedad de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples Bonferroni.	56
Figura 15. Boxplot de la comparación de la densidad básica de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples Bonferroni.	58
Figura 16. Boxplot de la comparación del porcentaje de contracción volumétrica de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo (+) representa al promedio. Letras iguales sobre los boxplots representan diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Kruskall-Wallis.	60

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

La Amazonia peruana posee grandes extensiones de cobertura boscosa, donde albergan diversas especies forestales, de las cuales se dispone escasa información tecnológica respecto a sus cualidades, comportamientos físicos y características anatómicas de la madera. Existen abundantes especies forestales que son poco conocidas en la región, que son declarados en los instrumentos de gestión forestal bajo un mismo nombre genérico, como es el caso de las especies seleccionadas para este estudio, que son comúnmente denominados “pashacos”, situaciones que debilitan el manejo forestal y no contribuyen a la conservación de los bosques naturales.

De los estudios taxonómicos conocidos de los bosques tropicales del Perú se estiman que existen en sus bosques aproximadamente 6350 especies de árboles, y menos del 5% de las especies de la región amazónica son explorados por su valor maderero (Marcelo 2017), de esto aproximadamente 150 especies forestales tienen determinadas sus características tecnológicas (Chavesta 2012).

Los métodos no destructivos vienen siendo utilizados en las ciencias forestales con diferentes aplicaciones. Por ejemplo, para el análisis de crecimiento de los árboles (Brandes et al. 2016), estimación de biomasa sobre el suelo (Nelson et al. 1999), y recientemente para el análisis descriptivo de la anatomía de la madera y para analizar la influencia de las condiciones climáticas pasadas en las propiedades físicas y anatomía de la madera (Von Arx et al. 2016; Coccozza et al. 2016). Sin embargo, estos métodos no son aplicados de forma extensiva en la Amazonia peruana. Por lo tanto, con el

presente estudio se pretende abordar esta problemática y su posible aplicación en cuatro especies forestales.

Por ello se precisa conocer la información tecnológica básica, de las características anatómicas y propiedades físicas de cuatro especies forestales, de las cuales las especies *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico (pashaco), *Vochysia kosñipatae* Huamantupa (copal) provienen de un bosque de montaña en el distrito de Camanti dado que esta es una zona que tiene bosques poco explorados en estudios locales referidos a especies forestales, y las especies *Parkia nitida* Miq. y *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. Provenientes de un bosque de terraza alta, en el distrito de las Piedras.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles serán las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de cuatro especies forestales obtenidos mediante un método no destructivo en dos tipos de cobertura vegetal en la Amazonia peruana?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles serán las características anatómicas de la madera de *Albizia pedicellaris*, *Vochysia kosñipatae*, *Parkia nitida* y *Parkia pendula* en dos tipos de cobertura vegetal, obtenidos mediante un método no destructivo?
- ¿Cuáles serán las propiedades físicas de la madera de *Albizia pedicellaris*, *Vochysia kosñipatae*, *Parkia nitida* y *Parkia pendula* en dos tipos de cobertura vegetal, obtenidos mediante un método no destructivo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar y comparar las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de cuatro especies forestales obtenidos mediante un método no destructivo en dos tipos de cobertura vegetal en la Amazonia peruana.

1.3.2. Objetivos específicos

- OE1. Determinar y comparar las características anatómicas de la madera de *Albizia pedicellaris*, *Vochysia kosñipatae*, *Parkia nitida* y *Parkia pendula* obtenidos mediante un método no destructivo en dos tipos de cobertura vegetal.
- OE2. Determinar y comparar las propiedades físicas de la madera de *Albizia pedicellaris*, *Vochysia kosñipatae*, *Parkia nitida* y *Parkia pendula* obtenidos mediante un método no destructivo en dos tipos de cobertura vegetal.

1.4. Variables

Las variables consideradas para el presente estudio fueron las siguientes:

1.4.1. Variables Independientes

- Especies en estudio.
- Tipo de cobertura vegetal.

1.4.2. Variables Dependientes

- Características anatómicas de la madera.
- Propiedades físicas de la madera.

1.5. Operacionalización de variables

A continuación, se muestra la tabla 1, referida a la operacionalización de las variables para el presente estudio.

Tabla 1. Operacionalización de variables para el presente estudio.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Variable independiente	Variable independiente 1: Especies en estudio	Se consideraron 4 especies con potencial forestal: (1) <i>Albizia pedicellaris</i> , (2) <i>Vochysia kosñipatae</i> , (3) <i>Parkia nitida</i> y (4) <i>Parkia pendula</i> .	Características de las especies	Especie forestal	¿Cuáles son las características de los individuos y especies a muestrear?
	Variable independiente 2: Cobertura vegetal	Se consideraron dos formaciones vegetales contrastantes. El primero un bosque de montaña ubicado en el distrito de Camanti (Cusco) y el segundo en un bosque de terraza alta en el distrito de Las piedras (Madre de Dios).	Características de tipos de cobertura vegetal	Tipo de bosque	¿Cuál es el tipo de cobertura vegetal?
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Variable dependiente	Variable dependiente 1: Características anatómicas de la madera.	Cuantificación del diámetro de los poros de las muestras de cada especie, obtenido mediante láminas histológicas de corte transversal. (Wheller, Bass y GAsson 2007)	Características anatómicas de la madera.	Diámetro de los poros	¿Cuál es el diámetro de los poros según especie?
		Cuantificación del número de poros de las muestras de cada especie, obtenido mediante láminas histológicas de corte transversal. (Wheller, Bass y GAsson 2007)		Numero de poros	¿Cuál es número de poros por unidad de área en la madera según especie?

Tabla 1 (continuación). operacionalización de variables para el presente estudio.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Variable dependiente	Variable dependiente 1: Características anatómicas de la madera.	Cuantificación del ancho de los radios de las muestras de cada especie, obtenido mediante láminas histológicas de corte tangencial. (Puchi et al. 2021; Pacheco, Camarero y Carrer 2016)	Características anatómicas de la madera.	Ancho de radio	¿Cuál es el ancho de radio en la madera según especie?
		Cuantificación de la longitud de los radios de las muestras de cada especie, obtenido mediante láminas histológicas de corte tangencial. (Puchi et al. 2021; Pacheco, Camarero y Carrer 2016)		Longitud de radio	¿Cuál es la longitud de radio en la madera según especie?
		Cuantificación del número de células de las muestras de cada especie, obtenido mediante láminas histológicas de corte tangencial. (Puchi et al. 2021; Pacheco, Camarero y Carrer 2016)		número de células	¿Cuál es el número de células por unidad de área en la madera según especie?
		Cuantificación del número de células de las muestras de cada especie, obtenido mediante láminas histológicas de corte transversal. (Puchi et al. 2021; Pacheco, Camarero y Carrer 2016)		Número de radios	¿Cuál es el número de radios por unidad de área en la madera según especie?
	Variable dependiente 2: Propiedades físicas de la madera	Cuantificación del contenido de humedad de las muestras de cada especie, obtenido mediante testigos de madera de 5 x 5 x 20 mm (NTP 2016b; 2016c; 2016a).	Propiedades físicas de la madera	Contenido de humedad.	¿Cuál es el contenido de humedad de la madera según especie?
		Cuantificación de la densidad básica de las muestras de cada especie, obtenido mediante testigos de madera de 5 x 5 x 20 mm (NTP 2016b; 2016c; 2016a).		Densidad básica	¿Cuál es la densidad básica de la madera según especie?
		Cuantificación de la Contracción volumétrica de las muestras de cada especie, obtenido mediante testigos de madera de 5 x 5 x 20 mm (Portal Cahuana et al. 2018; NTP 2016b; 2016c; 2016a).		Contracción volumétrica	¿Cuál es la contracción volumétrica de la madera según especie?

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

Existe diferencia significativa en las características anatómicas y las propiedades físicas de la madera de las cuatro especies forestales obtenidas mediante el método no destructivo, en dos tipos de bosque.

1.6.2. Hipótesis Específicas

- Existe diferencias significativas entre las cuatro especies forestales en las características anatómicas según tipo de bosque.
- Existe diferencias significativas entre las cuatro especies forestales de las propiedades físicas según tipo de bosque.

1.7. Justificación

Los bosques naturales del Perú tienen una composición florística muy heterogénea, con gran diversidad de especies forestales y una gran mayoría no cuenta con estudios de sus propiedades físicas y mecánicas de la madera lo cual ocasiona problemas de utilización y comercialización.

En este contexto, el estudio de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera se justifica por su importancia en aporte al conocimiento tecnológico y la obtención de un mejor uso de las especies forestales en estudio, para alcanzar un valor comercial justo en el mercado, contribuyendo así a la diversificación de especies forestales comerciales, para realizar un aprovechamiento sostenible e integral de los bosques tropicales, y ampliar las alternativas de uso de la madera.

Asimismo, con ello se obtendrá una herramienta para poder fiscalizar a través de la identificación correcta de la madera; y a su vez proponiendo alternativas de usos y posibilidades de diversificación de los productos forestales de la región con una técnica no destructiva que consiste en el uso de una herramienta conocida como barrenos de Pressler con el cual se extrae la muestra sin necesidad de talar el árbol.

1.8. Consideraciones Éticas

Las etapas de la presente investigación se desarrollaron con responsabilidad y cumplimiento de los principios básicos y metodologías establecidas por las Normas Técnicas Peruanas y International Association of Wood Anatomists (IAWA), respetando la Ley Forestal N° 29763 y Ley General del Ambiente N° 28611.

Asimismo, se cumplió lo establecido en el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (versión 3.0), el mismo que se aprobó con Resolución de Consejo Universitario N° 288-2022-UNAMAD-CU, y sus modificatorias contempladas en la Resolución N° 463-2024-UNAMAD-CU.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1 Internacional

León (2008) en su tesis titulada “Anatomía de la madera en 31 especies de la subfamilia Mimosoideae (Leguminosae) en Venezuela”, determinó que la madera *Albizia niopoides* Spruce, presenta una albura de color amarillento y no presenta transición entre la albura y el duramen, sabor y olor indistinguible, con bajo brillo, grano entrecruzado a inclinado y textura mediana. Presenta poros difusos, sin patrón de distribución claros, solitarios y múltiples radiales de 2 a 3, unos arracimados, punteaduras intervasculares alternas, platinas de perforación simples, circulares a ovaladas, aberturas coalescentes, diminutas a pequeña. Fibras septadas y no septadas.

Tenorio et al. (2016) estudiaron las propiedades químicas, físicas, mecánicas, de la preservación, el secado y trabajabilidad de las especies *Dipteryx panamensis*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Samanea saman*, *Hieronyma alchorneoides* y *Vochysia ferruginea* procedente de plantaciones forestales en Costa Rica. Obteniendo como resultado que las especies con mayor durabilidad fueron *Vochysia ferrugínea* y *Hieronyma alchorneoides*, clasificándolo como durabilidad alta. Por otra parte, todas las especies tuvieron un buen desempeño en los ensayos de trabajabilidad.

Moya, Leandro y Murillo (2009) estudiaron las propiedades físicas, estéticas y mecánicas, y la durabilidad natural de la madera de *Vochysia guatemalensis*, *Hyeronima alchorneoides* y *Terminalia amazonia* procedentes de árboles creciendo en plantaciones de rápido crecimiento en la región tropical húmeda de Costa Rica. para determinar las propiedades de la madera, se cortaron

mediante una selección aleatoria diez árboles por cada especie de *H. alchorneoides*, *V. guatemalensis* y *T. amazonia*. Se determinó que la madera de estos árboles tiene una estética de baja calidad en comparación con la madera usualmente utilizada en el mercado de este tipo de especies de los bosques naturales. Esto se debe a su falta de duramen y a su color claro. Esto debido a que poseen poca cantidad de duramen y su color es claro. La madera de los árboles *V. guatemalensis*, *T. amazonia* y *H. alchorneoides* cultivados en circunstancias de crecimiento rápido en Costa Rica presentan características inferiores a la madera de los bosques naturales.

Lobão et al. (2012) estudiaron entre otras cosas la anatomía de la madera de *Schizolobium parahyba* Var. *amazonicum*, Acre, Brasil. A través del método no destructivo con la ayuda del barreno de Pressler. Permitiéndoles con la caracterización anatómica y la delimitación del área de la madera juvenil-adulta del tronco de los árboles indicar el uso múltiple y sustentable de la madera.

2.1.2 Nacional

Alvarado et al. (2010) estudiaron a través del método no destructivo la variabilidad de la densidad del leño y la relación con el ancho de los anillos de crecimiento de árboles de *Swietenia macrophylla*, del bosque tropical amazónico del Perú. Los resultados mostraron que existen diferencias de la densidad media del leño entre los árboles de cada población debida, probablemente a la edad de los árboles.

Marcelo-Peña (2017) estudió la dendrología y anatomía de 80 especies del bosque estacional deciduo del norte y centro del Perú, mediante el método no destructivo con el barreno de Pressler, en uno de sus capítulos de su tesis doctoral, mostrando así la funcionabilidad de esta herramienta en estudios anatómicos de la madera, pudiendo fácilmente estudiar gran número de especies forestales. Demostrando así que el método no destructivo es una alternativa para no eliminar el individuo para su estudio.

Ccahuana (2019) en su tesis “Propiedades físicas, mecánicas y características anatómicas de *Vochysia kosñipatae* Huamantupa (alco kaspi) proveniente de plantación del distrito San Gabán 2019”. Como resultado se obtuvo un contenido de humedad de 122,02 %, CV 10,74 %, CT/CR 2,77 y DB 0,38 g/cm³; en cuanto a las propiedades mecánicas presento una MOE de 31,47 kg/cm², ELP 759,42 kg/cm² y MOR 528,38 kg/cm²; ELP 27,91 kg/cm²; compresión perpendicular al grano, Dureza 233,70 kg/cm²; Cizallamiento 56,70 kg/cm²; Tenacidad 80,95 kg/cm; Extracción de clavos 65,17 kg/cm²; Clivaje 29,46 kg/cm². En características anatómicas resalta una notoria diferencia entre el duramen y la albura, sabor y olor no distinguible, textura media y grano recto. Asimismo, a nivel macroscópico, Presenta poros notorios en solitarios, parénquima apotraqueal bandas delgadas, con gomas y radios visibles con lupa 10x; y a nivel microscópicos muestra vasos de 250,81 µm y una longitud de 4/mm²; lumen 23,90 µm de diámetro; fibras libriformes, radios de 27/mm² con 5 células en ancho y 44 en alto, pared de fibras de 4,09 µm de espesor, sin inclusiones minerales.

2.1.3 Alcance local

Fernández (2017) en su tesis cuyo objetivo fue “Determinar, comparar y analizar las propiedades físicas de la especie Palta Moena *Beilschmiedia towarensis* (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, de dos diferentes tipos de bosque de las provincias de Tahuamanu y Tambopata”. Indica que las propiedades físicas de la madera de *Beilschmiedia towarensis*, presentaron similitud en la contracción radial, el contenido de humedad y el índice de estabilidad en los diferentes tipos de bosque. Mientras que la contracción tangencial, la densidad básica, la contracción longitudinal y la contracción volumétrica son estadísticamente diferentes.

Carpio (2018) en su tesis titulada “Determinación de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de la especie *Ormosia paraensis* Ducke (Huayruro) proveniente del distrito de Las Piedras – Provincia de Tambopata – Madre De Dios” determino que las características anatómicas macroscópicas son similares a otras especies del género *Ormosia*, por otra parte, la especie presenta un índice de estabilidad estable

y una densidad básica alta y un buen comportamiento al secado. Los usos anatómicos y físicos son: puentes, pisos, construcciones pesadas, mobiliario, carpintería de interior y exterior, chapas decorativas, escaleras, mangos de herramientas, instalaciones de lujo, trabajos de torno, ebanistería, entarimados, artesanías, cepillos y brochas.

Hancco (2018) en su estudio cuyo objetivo fue estudiar la anatomía, las propiedades físicas y el secado natural de la especie *Apeiba tibourbou* Aubl., en la provincia de Tambopata, región de Madre de Dios. Indica que la anatomía de la madera de *A. tibourbou* Aubl, presenta tejido parenquimático en exceso, color crema blanquecino y las propiedades físicas de madera son muy bajas, y por último el apilado horizontal secado al aire presento un mejor resultado en 122 días de evaluación.

Ccahuana (2019) evaluó las características anatómicas y propiedades físicas y mecánicas de *Vochysia kosñipatae* una plantación experimental en bosques montanos de San Gabán (Puno). Mediante un muestro destructivo, aparearon 6 árboles y a partir de estas elaboró probetas para determinar las propiedades físicas, mecánicas ya características anatómicas. En la plantación de ocho años determinó que: el contenido de humedad de la madera de 122%, una densidad baja ($0,38 \text{ gr/cm}^3$), y una contracción volumétrica alta. Considerando las propiedades mecánicas *V. kosñipatae* tiene valores bajos de dureza, clivaje y extracción de clavos, mientras que cizallamiento y flexión estática media. Los resultados de este estudio sugieren que la madera de *V. kosñipatae* sería útil para mueblería, carpintería estructural liviana, encofrado liviano, torneado y artesanía en general.

Kohagura (2020) describió las propiedades físicas y características anatómicas de la madera de tres especies del género *Tachigali* en un bosque de terraza alta en la Provincia de Tambopata (Madre de Dios). Mediante método no destructivo (barreno de Pressler) se colectaron 3 muestras por cada especie (*Tachigali chrysaloides* van del Werff, *Tachigali alba* Ducke y *Tachigali vasquezii* Pipoly.) en el área de estudio. Para cada muestra se

caracterizó las propiedades físicas y anatómicas. Los resultados del estudio sugieren que la densidad básica de la madera de estas especies de Tachigali varían entre media a muy alta (entre 0,49 a 0,77 gr/cm³). Además, sugieren que los usos propuestos para la madera de estas especies varían según la densidad básica obtenida.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica de las especies a estudiar se basó en el Grupo para la filogenia de la Angiospermas (III 2009), mientras que, para el nombre científico válido, se consultó con el sitio web especializado TROPICOS del Missouri Botanical Garden (MBG 2012).

- *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico

Clase : Equisetopsida

Subclase : Magnoliidae

Orden : Fabales

Familia : Fabaceae

Género : Albizia

Nombre científico : *Albizia pedicellaris* (Dc.) L. Rico – “Pashaco”

- *Vochysia kosñipatae* Huamantupa

Clase : Equisetopsida

Subclase : Magnoliidae

Orden : Myrtales

Familia : Vochysiaceae

Género : Vochysia

Nombre científico : *Vochysia kosñipatae* Huamantupa – “Copal, alko caspi”

- *Parkia nítida* Miq

Clase : Equisetopsida

Subclase : Magnoliidae

Orden : Fabales
 Familia : Fabaceae
 Género : *Parkia*
 Nombre científico : *Parkia nítida* Miq – “Pashaco”

- *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp

Clase : Equisetopsida
 Subclase : Magnoliidae
 Orden : Fabales
 Familia : Fabaceae
 Género : *Parkia*
 Nombre científico : *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp – “Pashaco”

2.2.2. Descripción Botánica

- *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico - “Pashaco”

Es un árbol que puede medir hasta 30 metros de altura, sus hojas son bipinnadas y presentan entre 6 a 8 pares de pinas (Silva, Pires y Moreira 2020). Sus flores son laterales pediceladas, campanulado puberulento; ápice truncado, tomentoso (Silveira, Martins y Araújo 2019). Su fruto es tipo folículo, oblongo, ápice y base redondeados, tardíamente dehiscente, valvas coriáceas, márgenes ligeramente más gruesos, café oscuras, ligeramente rojizas, ligeramente segmentadas entre las semillas (Silveira, Martins y Araújo 2019). Las semillas son oblongas, semillas ampliamente elípticas y bicoloras (Silveira, Martins y Araújo 2019).



Figura 1. *Albizia pedicellaris* (Tropicos.org 2021a).

- *Vochysia kosñipatae* Huamantupa - “Copal, alcokaspi”

Es un árbol que puede medir hasta 45 metros de altura, con presencia de mucílago, ramitas subtetragonas, pubescentes, con pelitos de hasta 1,5 mm de longitud y con presencia de seis líneas blancas a lo largo de las ramitas (Huamantupa 2005). Sus hojas son verticiladas, con 3 a 4 verticilos, dispuestas a extremos de las ramitas presenta laminas espatuladas, ovobadas, apiculado y enteras (Huamantupa 2005). Presenta inflorescencia

en panículas axilares y terminales. Por otra parte, presentan 2 a 4 flores, con eje floral y pedúnculo lanuginoso-tomentoso, marrón. Cáliz con 5 sépalos, dos laterales de 25 a 30 mm de largo. Su cápsula es trilocular de 4 a 6 cm de longitud. Sus semillas son aladas de 4 cm de largo, siendo no maduros de color verde y marrón oscuro en frutos maduros (Huamantupa 2005).



Figura 2. Ilustración botánica de *Vochysia kosñipatae* (Huamantupa 2005)

- *Parkia nítida* Miq - “Pashaco”

Árbol de 20 a 40 m de altura (Flores 1997; Moraes, Ferraz y Procópio 2015) y un diámetro que varía entre 60 a 100 centímetros. Copa en forma de paraguas. Tronco recto. Hojas opuestas, pinnadas, con glándulas basales.

Corteza con abundantes lenticelas. El fruto son vainas curvadas, de 20 a 25 centímetros de largo, 16 a 20 semillas rodeadas por una sustancia gomosa y maduran en 3 a 4 meses.



Figura 3. *Parkia nítida* (Tropicos.org 2021b).

- *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp - “Pashaco”

“Árbol con alturas de más de 40 m y hasta 120 cm de diámetro, copa extendida; fuste cilíndrico libre de ramas hasta gran altura. La corteza es color grisáceo blancuzco a pardo rojizo” (Pereira, Vastano y Palmeira 1984).

Hojas alternas, compuestas y bipinnadas, con 25 a 40 pares de hojuelas por pinna, enteras, ciliadas por el margen y 15 a 27 pares de pinnas opuestas. envés y Haz glabro. Inflorescencias en cabezuelas globosas, péndulas, piriformes con hasta 15 pedúnculos largos por inflorescencia; flores rosado-amarillentas, hermafroditas, actinoformas. Frutos legumbres puestas en grupos al final de pedúnculos largos, midiendo de 8 a 30 centímetros de largo y de 1,9 a 3,2 centímetros de ancho, glabras, dehiscentes, ápice acuminado. Cada fruto contiene de 17 a 30 semillas (Pereira, Vastano y Palmeira 1984).



Figura 4. *Parkia pendula* (Tropicos.org 2021c).

2.2.3. Distribución y Ecología

- ***Vochysia kosñipatae***

La distribución geográfica de *Vochysia kosñipatae* se reportaron en América del sur, en los países de Perú (puno y pasco) y Bolivia (La paz) (Huamantupa 2012). Es registrada como especie endémica del valle de Kosñipata en el departamento de Cusco, con distribución altitudinal entre 500 a 1000 m.s.n.m (Huamantupa 2005), aunque su ámbito de distribución se da desde el bosque húmedo amazónico variando entre los a 400 a 1600 m.s.n.m., siendo su lugar preferente en pie de monte entre 700 a 1200 m.s.n.m. (Huamantupa 2012).

Fenología: La floración se da en los meses de abril a octubre, su fructificación empieza desde mayo hasta noviembre. Siendo raros la floración en los meses de noviembre y diciembre (Huamantupa 2012).

Dispersión: Su dispersión se da por el viento, favoreciendo su propagación exitosa, al presentar semillas en forma de sámaras. Su germinación se ve influenciada en zonas de claros de bosque, donde pueden llegar a tener un buen porte (Huamantupa 2012).

- ***Albizia pedicellaris***

La distribución geográfica de *Albizia pedicellaris* se encuentra en América del Sur (Silva, Pires y Moreira 2020), reportándose en los países de Brasil, Ecuador, Guyana Francesa, Surinam y Venezuela (Funk et al. 2007; Steyermark 1995).

- ***Parkia nítida* Miq**

Su distribución espacial es desde el sur de Panamá hasta la región central de la Amazonia (Hopkins 1986).

La dispersión de las semillas se da en período seco entre los meses de abril a octubre, siendo mayor dispersadas en agosto. Durante la diseminación y fructificación ocurre una caída de hojas parcial de la copa. “Las semillas se hallan cubiertas por una especie de resina gomosa que es muy apetecida por muchas especies de animales, que son los que ocasionan la caída de los frutos” (Flores 1997).

- ***Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp**

Se encuentra en el bosque de "tierra firme" de la selva amazónica y en la selva atlántica de los estados de Bahía y Espírito Santo en Brasil (Maya y Fernandes 2006).

Su distribución naturalmente se encuentra entre los países de Colombia, Honduras, Perú, Venezuela, Guyana, Bolivia y Brasil. Se distribuye en altitudes que varía de 20 a 500 msnm. Se localiza tanto en bosques secundarios como primarios, en áreas bien drenadas, a veces planas, sobre la cresta de los cerros y pendientes moderadas hasta 30%, con una precipitación mayor a los 4000 mm anuales (Pereira, Vastano y Palmeira 1984).

Fenología: Presenta flores y frutos en los meses de diciembre a enero.

2.2.4. Características Anatómicas

“Es el estudio de las características generales u organolépticas y las estructuras macroscópicas, microscópicas y submicroscópicas de la madera dividiéndose en dos partes: la anatomía sistemática y la anatomía aplicada” (Valderrama, Araujo y Aróstegui 1989).

“La anatomía aplicada estudia la influencia de la estructura anatómica en las propiedades tecnológicas de la madera, permitiendo explicar las causas correspondientes a su comportamiento” (Valderrama-Freyre 2006).

García et al. (2003) enfatiza que hay una gran relevancia de la anatomía de la madera, debido a las frecuentes consultas sobre su identificación maderable a nivel de especie.

La identificación macroscópica de la madera, con base a la anatomía del leño, consiste en el análisis de la superficie pulida de la madera, a simple vista o con ayuda de lupa de 10x, a fin de evidenciar las características diagnósticas de cada especie.

- **Vasos**

Según Ganzhi (2006) “los vasos son células en dirección longitudinal responsable de la conducción ascendente de la sabia absorbida por las raíces”.

- **Fibras**

“Son células de refuerzo largas y delgadas con pared gruesa, cuya función es la de sostén de la planta” (Ganzhi 2006). Se clasifican en dos tipos: “fibrotraqueidas y fibras libriformes, las primeras son células fibrosas con paredes relativamente gruesas con extremos agudos, las segundas son células gruesas alargadas con punteaduras simples” (Ganzhi 2006).

- **Radios**

Según Chavesta (2006) “Los radios están constituidos por tejido parenquimatoso que se orientan en forma perpendicular al eje del árbol, semejantes a una cinta”. Es apreciable en la sección transversal, a simple vista o con lupa 10x.

- **Canales secretores**

“Son sustancias que se encuentran taponando parcial o totalmente las células como los poros, pueden ser gomas, resinas, tilosis, látex, sílice, floema incluido, entre otras. Alteran o afectan la preservación, secado y el procesamiento industrial de la madera” (Sibille 2006).

- **Corte Tangencial (Tg)**

Su orientación es perpendicular a la dirección de los radios, paralela al eje del tronco. Está dispuesta tangencialmente al límite de los anillos de crecimiento (Santini, Monteiro y Tommasiello 2021).

- **Corte Transversal (Tr)**

Su orientación es perpendicular al eje del tronco. Este corte nos muestra una sección transversal de la pieza de madera. Es el plano de estudio que proporciona más información sobre la identificación macroscópica de la madera (Santini, Monteiro y Tommasiello 2021).

- **Corte Radial (Rd)**

Su orientación es perpendicular al límite de los anillos de crecimiento y paralela a los radios y perpendicular. El plano radial nos proporciona

informaciones sobre la disposición y longitud de los radios (Santini, Monteiro y Tommasiello 2021).

2.2.5. Características Organolépticas

Las propiedades organolépticas están relacionadas aquellas que pueden ser identificadas por medio de la utilización de los órganos de los sentidos humanos (visión, paladar, tacto y olfato), sin la necesidad de ningún instrumento de ayuda (Santini, Monteiro y Tommasiello 2021). Las principales características son:

a. Color

Según Chavesta (2006) “El color se debe principalmente a los extractivos que se encuentran en el interior de las células leñosas. El color varía no sólo entre diferentes clases de maderas sino también dentro de una especie y a menudo aún en la misma pieza de madera”. Es muy común encontrar diferencias entre el duramen y la albura; aunque existe excepciones, pudiendo ser variable según la condición seca o verde de la madera.

b. Sabor

“El sabor está estrechamente vinculado al olor, pues se supone que las mismas sustancias son responsables de ambos” (Ganzhi 2006).

c. Olor

Según Ganzhi (2006) “El olor de la madera sana en la mayoría de los casos no existe o es demasiado débil para ser detectado por el hombre”. Hay una mayor pronunciación del olor en estado verde que en estado seco. También es menos notorio en la albura que en el duramen y en las zonas recientemente cortadas.

d. Brillo

“El brillo depende de la capacidad de la pared celular de reflejar la luz, en general las caras radiales dan mayor lustre que las tangenciales” (Tuset y Duran 1979). “Una causa relevante de la presencia o ausencia de brillo es la

naturaleza de las infiltraciones presentes en el duramen, así sustancias aceitosas o cerosas en el duramen generalmente reducen el brillo” (Chavesta 2012).

e. Veteado

De acuerdo con Puchaicela (2013) “el veteado es el diseño o dibujo que presentan las maderas en el corte longitudinal ocasionado por la distribución de los elementos estructurales, que se expresa como: veteado pronunciado, medio y bajo”.

f. Grano

Según Chavesta (2006) “Es la orientación de los elementos longitudinales de la madera con respecto al eje longitudinal del tronco. Tiene importancia en la trabajabilidad de la madera, así como en el comportamiento físico y mecánico de la misma”. La clasificación de los granos se da en función a la dirección que se forman en las estructuras leñosas de los elementos constitutivos de la madera. clasificándolo como: “grano recto, oblicuo, entrecruzado y ondulado. El grano obedece tecnológicamente a la respuesta que ofrece la madera a trabajos finos de tornería” (Ganzhi 2006).

g. Textura

según Chavesta (2012) “Está dada por el tamaño de los poros y la cantidad proporcional de células leñosas presentes en la madera. Esta característica es determinada en la sección transversal de la madera y tiene importancia en el acabado de la madera”.

Para Vignote (1996) “la textura es la relación entre la anchura de la madera tardía respecto del total. El valor de la textura se relaciona con la resistencia de la madera cuando mayor sea la textura es la resistencia de la madera”.

2.2.6. Propiedades Físicas

Silva (2009) señala que “el comportamiento físico de la madera está sujeto por una serie de propiedades, las cuales en conjunto se pueden definir como

propiedades físicas de la madera”. Partiendo de esa concepción, “las propiedades físicas de la madera son el conjunto de propiedades que caracterizan el comportamiento físico de la misma” (Santiago, Guevara y Espinoza 2013).

a. Contenido de Humedad.

Para Santiago, Guevara y Espinoza (2013) “el contenido de humedad es la cantidad de agua presente en la madera”. Aumentando su valor con la humedad relativa de una determinada zona y disminuye con la temperatura. El agua en la madera puede encontrarse en las siguientes formas:

- **Agua libre:** “Es el agua presente en las cavidades celulares de la madera y se pierde fácilmente hasta por encima del punto de saturación de las fibras, referido al contenido de humedad que posee la madera cuando ha perdido toda el agua libre” (Santiago, Guevara y Espinoza 2013).
- **Agua higroscópica:** “Esta agua se encuentra dentro de las paredes celulares, cuya eliminación produce el fenómeno de contracción al llegar a la humedad de equilibrio higroscópico de 10 a 18% de CH° se elimina con el secado en cámaras o en hornos” (Santiago, Guevara y Espinoza 2013). La salida del agua higroscópica determina la contracción volumétrica.
- **Agua de constitución:** “Es el agua que está adherida a la superficie de las partículas sólidas por atracción molecular” (Santiago, Guevara y Espinoza 2013). Es eliminada por carbonización.

b. Densidad

Según Díaz (2005) “La densidad es el cociente entre la masa y el volumen de la madera, la cual varía con la humedad, es decir cuando la humedad crece, la densidad también crece”. Según Silva (2009), “La densidad está determinada por la cantidad de material sólido de la madera presente en un volumen dado, el contenido de humedad de la pieza de madera y la cantidad de extractivos presentes”. Por otro lado, la densidad básica de la madera es el cociente entre el peso seco al horno (g) y el volumen verde de cada muestra (NTP 251.011).

c. Contracción

Según Díaz (2005) “Se entiende por contracción a la disminución o pérdida de volumen de la madera, bajo el P.S.F y se expresa como porcentaje de la dimensión de la madera en estado verde, ya que en esta condición todavía no ha ocurrido ninguna reducción dimensional”.

2.2.7. Tipo de cobertura vegetal

Para la definición de tipo de cobertura vegetal se consideró el mapa nacional de cobertura vegetal, desarrollado por el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM 2015). El Mapa de Cobertura Vegetal del Perú, creado por el Ministerio del Ambiente, proporciona datos actualizados acerca de la superficie, propiedades generales y ubicación geográfica de los distintos tipos de cobertura vegetal presentes en el Perú. El mapa de tipo de cobertura vegetal ha sido creado utilizando imágenes satelitales del 2011, con una escala de interpretación de 1:100 000; el área mínima de mapeo fue de 16 ha y de 5 ha, para situaciones especiales. Esto permite visualizar un total de 60 unidades de cobertura vegetal y 16 unidades de otras clases de coberturas (MINAM 2015).

En la Tabla 2 y Tabla 3 se muestran los tipos de cobertura vegetal establecidos por el mapa nacional de cobertura vegetal (MINAM 2015), para la Amazonia (selva baja), selva alta, costa y región andina.

Tabla 2. Tipos de cobertura para selva baja y selva alta en el Perú.

Región Amazonía o selva baja
Bosque inundable de palmeras o aguajal (Bi-pal)
Herbazal hidrofítico (Hehi)
Bosque de llanura meándrica (Bllm)
Bosque de terraza baja (Btb)
Bosque de terraza inundable por agua negra (Bti-an)
Vegetación de isla
Sabana hidrofítica de palmeras (Sahi-pal)
Vegetación esclerófila de arena blanca (Ve-ab)
Bosque de terraza alta (Bta)
Bosque de colina baja (Bcb)
Bosque de colina alta (Bca)

Bosque de montaña (Bm)

Bosque semideciduo de montaña (Bsdm)

Pacal (Pac)

Bosque de terraza baja con paca (Btb-pa); Bosque de terraza alta con paca (Bta-pa); Bosque de colina baja con paca (Bcb-pa); Bosque de colina alta con paca (Bca-pa) y Bosque de montaña con paca (Bm-pa)

Bosque de terraza alta con castaña (Bta-cas), Bosque de terraza baja con castaña (Btb-cas) y Bosque de colina baja con castaña (Bcb-cas)

Bosque de colina baja con shiringa (Bcb-Shi)

Bosque de colina alta del Divisor (Bca-D)

Región yunga o selva alta

Bosque inundable de palmeras basimontano (Bi-pa-ba)

Bosque de terraza baja basimontano (Btb-ba)

Bosque de terraza alta basimontano (Bta-ba)

Bosque de montaña basimontano (Bm-ba)

Bosque de montaña basimontano con paca (Bm-ba-pa)

Bosque de montaña montano (Bm-mo)

Bosque de palmeras de montaña montano (Bpm-mo)

Matorral esclerófilo de montaña montano (Mae-mo)

Bosque de montaña altimontano (Bm-al)

Matorral arbustivo altimontano (Ma-al)

Bosque xérico interandino (Bxe-in)

Sabana xérica interandina (Saxe-in)

Tabla 3. Tipos de cobertura para la región costa y andina en el Perú.

3.3. Región de la costa

Manglar (Mg)

Bosque seco tipo sabana (Bss)

Bosque seco ribereño (Bsr)

Bosque seco de piedemonte (BSpm)

Bosque seco de lomada (Bslo)

Bosque seco de colina baja (Bscb)

Bosque seco de colina alta (Bsca)

Bosque seco de montaña (Bsm)

Bosque subhúmedo de montaña (Bshm)

Loma (Lo)

Tillandsial (Til)

3.4. Región andina

Bosque relicto mesoandino (Br-me)

Bosque relicto mesoandino de conífera (Br-me-co)

Bosque montano occidental andino (Bm-oca)

Bosque relicto altoandino (Br-al)

Páramo (Para)
Jalca (Jal)
Pajonal andino (Pj)
Bofedal (Bo)
Matorral arbustivo (Ma)
Cardonal (Car)

2.3. Definición de Términos

▪ **Contracción**

Según Díaz (2005) “Se entiende por contracción a la disminución o pérdida de volumen de la madera, bajo el P.S.F y se expresa como porcentaje de la dimensión de la madera en estado verde, ya que en esta condición todavía no ha ocurrido ninguna reducción dimensional”.

▪ **Corte Tangencial (Tg)**

Su orientación es perpendicular a la dirección de los radios, paralela al eje del tronco. Está dispuesta tangencialmente al límite de los anillos de crecimiento (Santini, Monteiro y Tommasiello 2021).

▪ **Corte Transversal (Tr)**

Su orientación es perpendicular al eje del tronco. Este corte nos muestra una sección transversal de la pieza de madera. Es el plano de estudio que proporciona más información sobre la identificación macroscópica de la madera (Santini, Monteiro y Tommasiello 2021).

▪ **Corte Radial (Rd)**

Su orientación es perpendicular al límite de los anillos de crecimiento y paralela a los radios y perpendicular. El plano radial nos proporciona informaciones sobre la disposición y longitud de los radios (Santini, Monteiro y Tommasiello 2021).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de estudio

El tipo de investigación es cuantitativa, el método comparativo descriptivo (Hernández-Sampieri y Mendoza 2018). Según su finalidad es básica y de alcance temporal es transversal.

3.2. Diseño del estudio

El diseño de esta investigación fue no experimental (se realizan sin manipular deliberadamente las variables), de corte transeccional (medición de datos en un tiempo único) y según el alcance fue descriptivo (Hernández-Sampieri y Mendoza 2018).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Para el estudio la población se obtuvo del inventario forestal de cada especie y en cada sitio. Para el bosque de montaña (Camanti, Cusco) se evaluaron a las dos especies forestales conocidas localmente como pashaco (*Albizia pedicellaris*) y copal (*Vochysia kosñipatae*). Mientras que en el bosque de terraza alta (Las Piedras, Madre de Dios) se seleccionaron a dos especies de pashaco (*Parkia nitida* y *Parkia pendula*). En ambos sitios para determinar la población estudiada se evaluaron a los árboles de cada especie con un diámetro a la altura del pecho mayor a 10 cm (DAP > 10 cm).

3.3.2. Muestra

Para el estudio se consideró un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la accesibilidad, características dasométricas de los árboles y lo

establecido por la Norma Técnica Peruana como la muestra mínima para estudios preliminares de propiedades físicas y mecánicas de la madera. La muestra considerada para el estudio es de tres (03) árboles por cada especie de cada lugar de estudio, para la selección se consideraron los siguientes criterios: estado fitosanitario, diámetro a la altura del pecho ≥ 30 cm, troncos rectos. Considerando la Norma técnica Peruana N°251.008 (NTP, 2016), indica que para estudios preliminares que permitan obtener un valor promedio en las propiedades físicas y mecánicas deben de tomarse como mínimo tres arboles por población.

De todos los individuos que cumplieron con estas características se seleccionó al azar tres árboles de cada especie, de cada árbol, se extrajo cuatro testigos radiales de madera mediante el barreno de Pressler. De este modo que cada uno de los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegida (Hernández-Sampieri y Mendoza 2018) de acuerdo con las especificaciones establecidas.

3.4. Métodos y técnicas

3.4.1. Área de estudio

El área de estudio consistió en dos bosques, el primero denominado vivero fundo “El Bosque” ubicado en el distrito de Las Piedras (Madre de Dios), y el segundo un predio privado ubicado en el distrito de Camanti (Cusco); los cuales se muestran en la Figura 5:

a. Bosque en terraza alta

El bosque de terraza alta seleccionado para el estudio corresponde a un predio privado denominado vivero fundo “El Bosque”, de propiedad de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD), ubicado entre las coordenadas 485208 E y 8622246 N, con una altitud promedio de 255 m. s.n.m., el predio está localizado en el distrito de Las Piedras, provincia de Tambopata, región Madre de Dios. Para este estudio las muestras se obtuvieron de dos bloques del vivero fundo “El Bosque”. La superficie del predio es de 428 ha y está ubicado a 16 km de la ciudad de Puerto Maldonado, margen derecho de la carretera Puerto Maldonado – Iñapari. En este bosque

se realizó el inventario y muestreo de individuos de las especies arbóreas *Parkia nítida* y *Parkia pendula*.

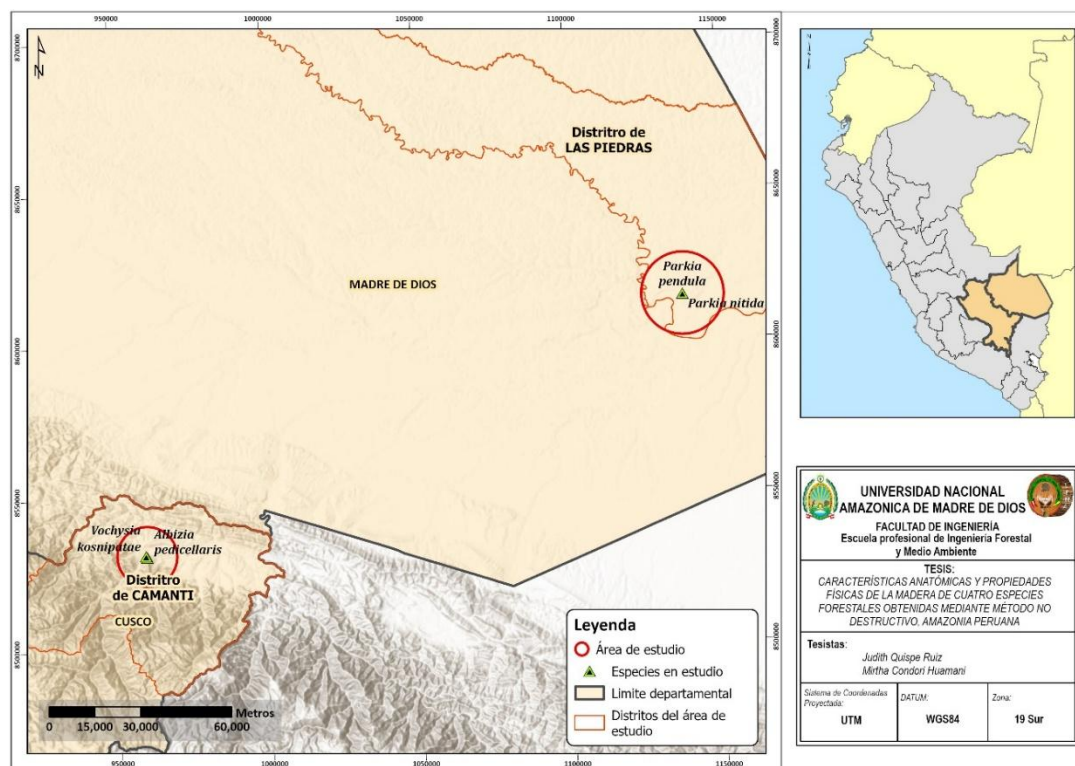


Figura 5. Mapa de ubicación del área de estudio en los distritos de Camanti (Cusco) y La Piedras (Madre de Dios).

b. Bosque de montaña

El bosque de montaña seleccionado para el estudio corresponde a un predio privado, cuyo propietario es el Sr. Héctor Chambi Rondan, ubicado entre las coordenadas 0309417 E y 8535128 N, con una altitud promedio de 695 m. s.n.m., distrito de Camanti, provincia de Quispicanchi, región Cusco. Para este estudio las muestras se obtuvieron de este predio privado. La superficie del predio es de 237 ha y está ubicado a 3 km interior de la carretera Interoceánica (trocha carrozable), a 30 minutos del centro poblado de Quincemil. En este bosque se realizó el inventario y muestreo de individuos de las especies arbóreas *Albizia pedicellaris* y *Vochysia kosnipatae*.

3.4.2. Fase de Campo

a. Inventario

Para el registro cuantitativo de individuos, se realizó de la siguiente forma: Se codificaron los individuos marcando con aerosol rojo un círculo a la altura del DAP (Diámetro a la Altura del Pecho); con el GPS se registraron las coordenadas geográficas de los individuos. Se tomaron datos de DAP a los individuos ≥ 30 cm; datos de altura total (HT) y altura comercial (HC).

b. Ubicación y marcado de árboles seleccionados

Para la ubicación y marcado de los árboles se efectuó con apoyo de un botánico, para ello se seleccionaron en forma aleatoria y demarcaron tres arboles por cada especie.

c. Colección del material botánico

Se colectaron las muestras botánicas de los árboles seleccionados de las cuatro especies en estudio. Estas incluían hojas, flores, frutos y semillas; asimismo con ayuda de binoculares se observaron los datos concernientes al árbol. Las muestras botánicas se herborizaron y se conservaron alcohol para su transporte. y posteriormente fueron secadas siguiendo el protocolo de herborización del Herbario Alwyn Gentry de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Asimismo, los especímenes fueron identificados por un especialista acreditado del Herbario Alwyn Gentry.

d. Obtención de las muestras

La obtención de las muestras se realizó al nivel donde se mide el DAP, se empleó el barreno Pressler para extraer un testigo de madera cilíndrico de 5 mm de diámetro y 400 mm de longitud (Mendivelso, Camarero & Gutiérrez 2016; Camarero et al. 2018). Se extrajeron 4 muestras radiales perpendiculares por árbol (Pacheco, Camarero y Carrer 2016) (Figura 6). Previamente se desinfectó el barreno con alcohol al 80% y se lubricó con aceite especial, una vez extraídas las muestras, se guardaron en sorbetes de plásticos y se selló con cinta adhesiva para evitar la pérdida de humedad, posteriormente fueron llevados a analizar al Laboratorio de Anatomía e Identificación de maderas de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de

Dios. Los orificios generados fueron sellados con un sellante orgánico (Speer 2010).

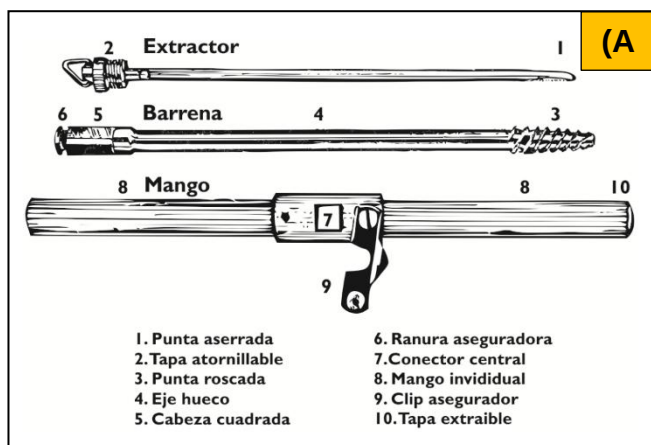


Figura 6. Partes del barreno Pressler (A y B). (C) Ejemplo de muestreo de un árbol con el barreno Pressler. Fuente: (Gutierrez y Ricker 2014).

e. Número de muestras

Para el presente estudio, las muestras obtenidas tuvieron una dimensión de 10 a 20 cm de longitud x 5.1 mm de diámetro. De las 04 muestras radiales obtenidas de cada árbol de las especies *P. nítida*, *P. pendula*, *V. kosñipatae*, *A. pedicellaris*, se eligió la mejor muestra para determinar las características anatómicas y propiedades físicas. Se obtuvo un total de cuarenta y ocho (48) muestras radiales (Tabla 4), las mismas que fueron almacenados en sorbetes de plástico, codificados para asegurar la secuencia en que se tomaron y la especie a la que pertenecían, por ejemplo: PN-1 R1, que significa especie *Parkia nítida*, árbol número 01 y muestra R1.

Tabla 4. Número y código de muestras (radios)

Sitio	Especie	Código de especie	Número muestras	Código de muestra
Bosque de terraza alta (Tambopata – Madre de Dios)	<i>Parkia nítida</i>	PN-1	4	R1, R2, R3, R4
		PN-2	4	R1, R2, R3, R4
		PN-3	4	R1, R2, R3, R4
	<i>Parkia pendula</i>	PP-1	4	R1, R2, R3, R4
		PP-2	4	R1, R2, R3, R4
		PP-3	4	R1, R2, R3, R4
Bosque de Montaña (Quincemil– Cusco)	<i>Vochysia kosñipatae</i>	V-1	4	R1, R2, R3, R4
		V-2	4	R1, R2, R3, R4
		V-3	4	R1, R2, R3, R4
	<i>Albizia pedicellaris</i>	A-1	4	R1, R2, R3, R4
		A-2	4	R1, R2, R3, R4
		A-3	4	R1, R2, R3, R4
		Total		48

f. Determinación de los testigos

La submuestra “A” y “B”, fueron fragmentados en radios de entre 2,5 – 3 cm de longitud x 5,1 mm de diámetro; denominados “testigos”. La submuestra “A” se utilizó para la descripción de las características anatómicas de la madera y la submuestra “B” para determinar las propiedades físicas de la madera.

3.4.3. Fase de Laboratorio para las características anatómicas

Los testigos de madera se analizaron en el laboratorio de Anatomía de la Madera de la Planta Piloto de Tecnología de la Madera de la UNAMAD, localizada en el kilómetro 16.5 de la carretera Puerto Maldonado – Iñapari, en el distrito Las Piedras, provincia Tambopata, departamento Madre de Dios.

Descripción de las características anatómicas

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de anatomía de la madera de la UNAMAD, considerando lo establecido por las normas técnicas de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (IAWA 1989), en donde se desarrollaron los siguientes procedimientos para la descripción de las características anatómicas microscópicas de las cuatro especies.

Ablandamiento de los testigos

Los testigos fueron colocados en un recipiente de vidrio con agua destilada para el ablandamiento de las secciones, habiendo identificado los planos de corte se procedió al pegado con cola sintética a las tres (B1, B2, B3) subsecciones en un bloque de madera, obteniendo con la ayuda del micrótopo las secciones microscópicas de la madera.

Obtención de láminas histológicas

Después de obtener las secciones microscópicas se procedió a deshidratar (diferentes porcentajes de alcohol), fijar el colorante (xilol) y montar las láminas con ayuda del bálsamo de Canadá, para su análisis. Se obtuvieron entre 35-40 láminas histológicas permanentes de cada especie, de donde se determinó el diámetro de vasos (corte transversal), número de vasos por 1 mm² (corte transversal), altura y ancho de radios en micras (corte tangencial), número de células de radios (alto y ancho) (corte tangencial). Paralelamente a este proceso se utilizó la última subsección B4, para el tejido macerado, para lo cual se obtuvieron pequeñas astillas de madera. Posteriormente estas astillas de madera se colocaron en un recipiente de vidrio y se colocó Ácido Acético y agua destilada en una concentración de 1:1, se cerró el frasco y se colocó en la estufa a una temperatura de 70 °C (Crivellaro y Schweingruber 2015).

Medición y registro de las láminas histológicas

Las mediciones en las láminas histológicas se realizaron con uso del software Imagen ProPlus, para la determinación de las características anatómicas

microscópicas: diámetro de los poros, número de poros, ancho de radio, longitud de radio, número de células y número de radios (Puchi et al. 2021).

3.4.4. Fase de Laboratorio para las Propiedades físicas de la madera

Esta fase se realizó en el laboratorio de anatomía de la madera de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD. Los ensayos consistieron en la determinación de las siguientes propiedades físicas: contenido de humedad, humedad máxima, contracción volumétrica, densidad, estos se desarrollaron de acuerdo con la metodología de la Norma Técnica Peruana con la excepción de las dimensiones de las secciones establecidas en las normas técnicas peruanas especializadas (NTP 2016b; 2016c; 2016a).

Testigos para ensayo de propiedades físicas.

Para el ensayo se utilizaron las cuatro muestras radiales obtenidas de cada árbol de las especies en estudio, se seleccionó la mejor muestra radial la cual se segmentó en secciones de (5,1 mm de diámetro × 2.5 a 3 cm de longitud). Las mismas que se codificaron para determinar el peso inicial de las subsecciones y el volumen inicial, posteriormente llevarlo a la estufa, este procedimiento se hizo con la finalidad que las estimaciones de los testigos sean reales. Se codificó los sorbetes de plástico donde se almacenaron los testigos segmentados (Portal-Cahuana et al. 2018).

Registro de datos

El peso de las testigos determinó con una balanza de precisión de $\pm 0,01$ gramos. Después los testigos (radio) fueron acondicionados en la estufa y siguiendo el protocolo, se incrementó gradualmente de temperatura de 30° a $103^{\circ}\pm 02^{\circ}\text{C}$, con incrementos de 10°C por día (Portal-Cahuana et al. 2018). El secado se realizó hasta que los testigos (radios) alcanzaron un peso estable, el cual fue a la temperatura de 80°C .

Durante el tiempo de secado de los testigos en la estufa, se siguió lo estipulado por la Norma Técnica Peruana, controlando diariamente el peso de cada testigo, colocándolas en el desecador provisto con sílica gel. Cuando los

testigos (radios) alcanzaron su peso constante se determinó el volumen final por el mismo método antes mencionado, finalmente se aplicaron las siguientes fórmulas (1), (2) y (3):

a. Contenido de Humedad CH%

NTP 251.010:2014

$$CH (\%) = \frac{mh - mo}{mo} * 100 \quad (1)$$

Donde:

mh = Peso de los testigos húmedos (g).

mo = Peso de los testigos secos al horno (g)

b. Densidad Básica

NTP 251.011:2016

$$DB = \frac{m}{V_s} \text{ g/cm}^3 \quad (2)$$

Dónde:

DB = Densidad de la madera en gr/cm³

m = masa a un determinado CH (gr).

v = Volumen a un determinado CH (cm³).

c. Contracción Volumétrica

NTP 251.012:2016:

$$CV (\%) = \frac{V_s - V_o}{V_s} * 100 \quad (3)$$

Dónde:

Vs = Volumen del testigo saturado (cm³)

Vo= Volumen del testigo seco al horno (cm³)

3.4.5. Instrumentos

a. Material de campo

- Barreno de Pressler de 5,1 mm x 400 mm.
- Binoculares.
- Receptor GPS (Garmin Map 76 csx).
- Brújula.
- Cámara fotográfica.
- Cintra diamétrica.
- Tijera podadora.
- Brocha.
- Libreta de campo.
- Marcador permanente.
- Sorbete plástico.
- Cinta adhesiva.
- Pintura en aerosol.

b. Equipos

- Balanza electrónica de precisión $\pm 0,01$ g.
- Estufa eléctrica de 0-200 C°.
- Micrótopo de deslizamiento horizontal.
- Soporte universal.
- Microscopio binocular.
- Equipo fotográfico.

c. Materiales de laboratorio

- Vaso de precipitado 50 ml, 100 ml.
- Porta y cubre objeto.
- Proyector de láminas.
- Soporte universal
- Desecador

d. Soluciones

- Agua destilada.
- Alcohol de 30°, 60°, 90° (grados).
- Xilol.
- Bálsamo de Canadá.

e. Materiales de gabinete

- Computadora personal y laptop.
- Impresora.
- Memoria externa USB.
- Materiales de escritorio.

3.5. Tratamiento de datos

En esta etapa se desarrolló el análisis descriptivos e inferenciales de los datos obtenidos en la etapa de campo y laboratorio, comprende lo siguiente:

3.5.1. Procesamiento de datos

Los datos obtenidos del estudio anatómico y propiedades físicas se registraron de manera ordenada en una computadora provista de un software de hoja de cálculos a fin de realizar los cálculos básicos y elementales estadísticos de la base de datos obtenidos de los diferentes ensayos donde se determinó el promedio, coeficiente de variación, desviación estándar e intervalo de confianza.

3.5.2. Análisis estadístico

Para el análisis, se utilizó el software R versión 3.2.2. obteniendo los resultados de las comparaciones entre medias de los diferentes ensayos entre los tres árboles de cada especie. Posteriormente, para obtener los resultados de las medias de los ensayos de los árboles se realizó un análisis de varianza paramétrico (ANOVA) o no paramétrico (test de Kruskal-Wallis) para comprobar la existencia de la variación entre especies.

La selección de las pruebas estadísticas para la comparación entre especies, se realizó previa verificación de los supuestos paramétricos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba Brown-Forsythe). En los casos que se encontraron diferencias significativas entre al menos dos especies, se procedió a realizar una prueba de comparaciones múltiples o post hoc test. Para el caso del ANOVA se utilizó la prueba de comparaciones múltiples Bonferroni y para Kruskal-Wallis la prueba Dunn's.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Verificación de supuestos paramétricos

Previo al análisis inferencial (comparación de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera) se verificaron los supuestos paramétricos y no paramétricos de los datos. Los resultados e interpretación de cada uno se muestran en la Tabla 5 y Tabla 6.

Tabla 5. Verificación de supuestos paramétricos para las características anatómicas.

Variable	Normalidad (test Shapiro-Wilk)	Homogeneidad de varianzas (test Brown-Forsythe)	Interpretación
Diámetro de los poros (μm)	$P < 0.050$	$P > 0.050$	No cumple con normalidad ($p > 0,05$), por lo tanto, para la comparación se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.
Número de poros (N/mm^2)	$P < 0.050$	$P > 0.050$	No cumple con normalidad ($p > 0,05$), por lo tanto, para la comparación se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.
Ancho de radio (μm)	$P = 0.077$	$P < 0.050$	No cumple con Homogeneidad de varianzas ($p > 0,05$), por lo tanto, para la comparación se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.
Longitud de radio (μm)	$P < 0.050$	$P > 0.050$	No cumple con normalidad ($p > 0,05$), por lo tanto, para la comparación se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.
Número de células (long)	$P < 0.050$	$P > 0.050$	No cumple con normalidad ($p > 0,05$), por lo tanto, para la comparación se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.
Número de células (ancho)	$P < 0.050$	$P > 0.050$	No cumple con normalidad ($p > 0,05$), por lo tanto, para la comparación se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.
Número de radios	$P < 0.050$	$P > 0.050$	No cumple con normalidad ($p > 0,05$), por lo tanto, para la comparación se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Tabla 6. Verificación de supuestos paramétricos para las propiedades físicas.

Variable	Normalidad (test Shapiro-Wilk)	Homogeneidad de varianzas (test Brown-Forsythe)	Interpretación
Contenido de humedad.	P = 0.077	P = 0.067	Cumple con normalidad y homogeneidad de varianzas ($p > 0,05$), por lo tanto, para la comparación se utilizó el análisis de varianza (ANOVA).
Densidad básica gr/cm ³	P = 0.678	P = 0.071	Cumple con normalidad y homogeneidad de varianzas ($p > 0,05$), por lo tanto, para la comparación se utilizó el análisis de varianza (ANOVA).
Contracción volumétrica	P = 0.376	P = 0.132	Cumple con normalidad y homogeneidad de varianzas ($p > 0,05$), por lo tanto, para la comparación se utilizó el análisis de varianza (ANOVA).

4.2. Características anatómicas de la madera

4.2.1. Diámetro de poros

Considerando las cuatro especies en estudio, el promedio de diámetro de poros fue mayor en *Parkia pendula* ($215 \pm 40 \mu\text{m}$), seguido por *Vochysia kosñipatae* ($139 \pm 42 \mu\text{m}$) y *Albizia pedicellaris* ($133 \pm 29 \mu\text{m}$), mientras que *Parkia nitida* ($125 \pm 18 \mu\text{m}$) tuvo el diámetro de poro más bajo. Sin embargo, *V. kosñipatae* (30%) tuvo una mayor variabilidad (coeficiente de variación) de los datos y *P. nitida* (14%) tuvo el más bajo (Tabla 7).

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de la comparación del diámetro de poros de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.

Sitio	Especie	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	Máximo	Mínimo
Bosque de terrazza alta (Tambopata – Madre de Dios)	<i>Parkia pendula</i>	274,6	39,7	18,4	292,3	128,9
	<i>Parkia nitida</i>	125,0	17,5	14,0	164,1	83,8
Bosque de Montaña (Quincemil– Cusco)	<i>Vochysia kosñipatae</i>	138,9	42,1	30,4	240,9	71,0
	<i>Albizia pedicellaris</i>	133,1	28,8	21,7	213,4	82,4

Previo la comparación entre las variables anatómicas y físicas entre las cuatro especies, se verificó el cumplimiento de los supuestos paramétricos de normalidad (test Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (test Brown-

Forsythe). Los resultados se muestran en el Tabla 7 y Figura 7, con esto se definió que prueba se utiliza para las comparaciones, ya sea el análisis de varianza paramétrico (ANOVA) o la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se encontró que *P. pendula* tuvo el diámetro de poro significativamente superior (Kruskal-Wallis; $H = 91.5$; $p < 0,001$) a las otras tres especies en estudio. Mientras que *P. nitida*, *A. pedicellaris* y *V. kosñipatae* tuvieron diámetro de poros estadísticamente similares (prueba de Dunn, $p > 0,05$) (Tabla 8 y Figura 7).

Tabla 8. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para el diámetro de poros de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.

Especie	Promedio	Desviación estándar	Mediana
<i>Parkia nitida</i>	125,0 b	17,5	124,3
<i>Albizia pedicellaris</i>	134,5 b	29,8	128,8
<i>Vochysia kosñipatae</i>	138,9 b	42,2	135,0
<i>Parkia pendula</i>	215,4 a	39,7	212,7

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), de acuerdo con el test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.

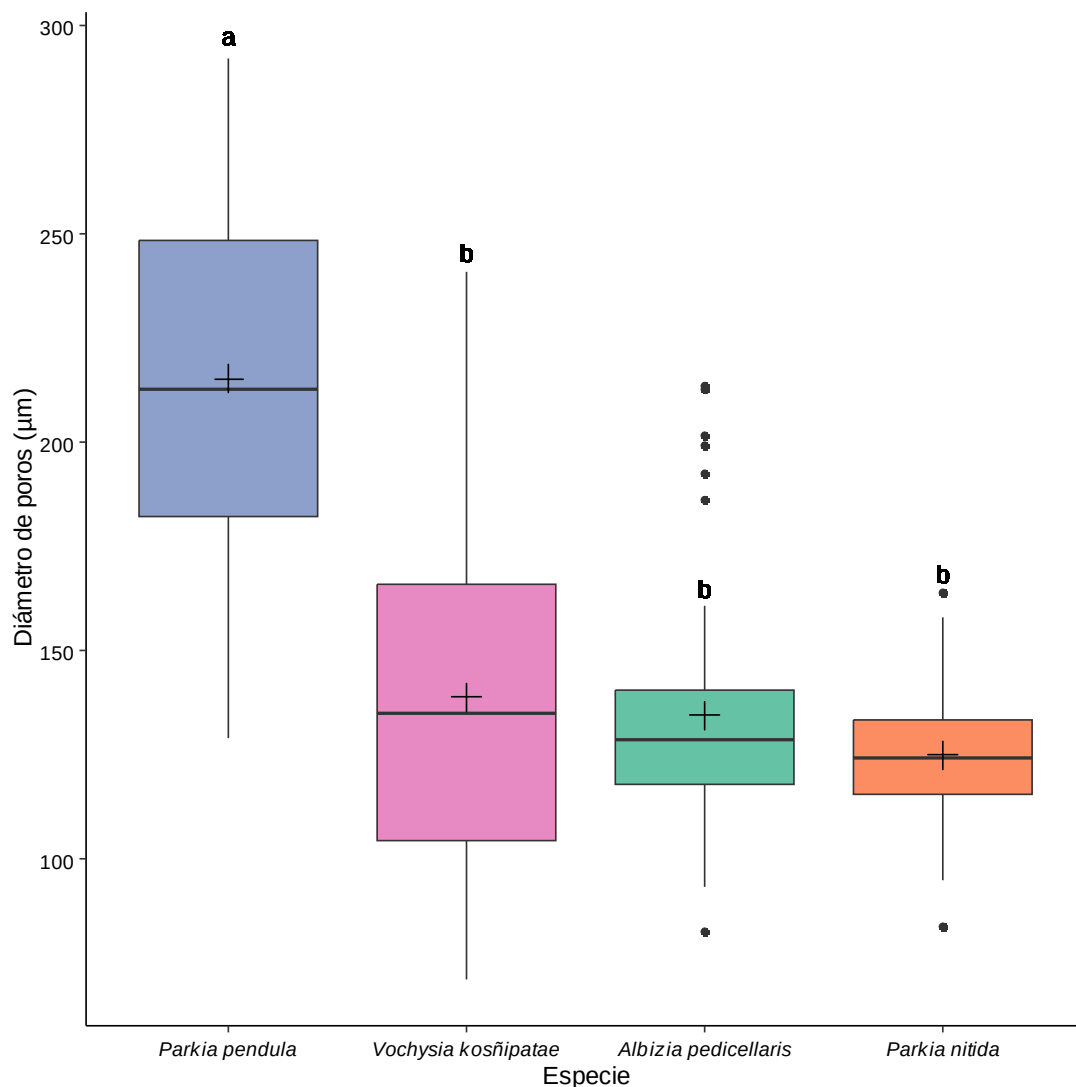


Figura 7. Boxplot de la comparación del diámetro de poros de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo con el test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.

4.2.2. Número de poros

El promedio de número de poros fue mayor en *A. pedicellaris* ($4,3 \pm 1,4$) y *P. nitida* ($4,1 \pm 0,8$), mientras que *P. pendula* ($2,5 \pm 0,7$) tuvo el menor número de poros. Por otro lado, *V. kosñipatae* (32%) y *A. pedicellaris* (32%) tuvieron una mayor variabilidad en los datos, en comparación con *P. pendula* que tuvo el valor más bajo de coeficiente de variación (19%) (Tabla 9).

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de la comparación del número de poros de la madera de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.

Sitio	Especie	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	Máximo	Mínimo
Bosque de terraza alta (Tambopata – Madre de Dios)	<i>Parkia pendula</i>	2,5	0,7	28,3	5,0	1,0
	<i>Parkia nitida</i>	4,1	0,8	18,6	5,0	3,0
Bosque de Montaña (Quincemil–Cusco)	<i>Vochysia kosñipatae</i>	3,7	1,2	32,3	7,0	2,0
	<i>Albizia pedicellaris</i>	4,3	1,4	32,4	7,0	2,0

Con la prueba Kruskal-Wallis encontramos diferencias significativas en el número de poros entre al menos dos especies (Kruskal-Wallis; $H = 68,9$; $p < 0,001$). Con las pruebas de comparaciones múltiples (test Dunn), se encontró que el número promedio de poros fue significativamente mayor en *A. pedicellaris* que en *V. kosñipatae* y *P. pendula* (Dunn, $p < 0,05$). *P. nitida* tuvo un número de poros estadísticamente similar a *A. pedicellaris* y *V. kosñipatae* (Dunn, $p > 0,05$) y significativamente inferior a *P. pendula* (Dunn, $p < 0,05$). Por otro lado, el número de poros de *V. kosñipatae* fue significativamente superior a *P. pendula* (Dunn, $p < 0,05$) (Tabla 10 y Figura 8).

Tabla 10. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para el número de poros de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.

Especie	Promedio	Desviación estándar	Mediana
<i>Albizia pedicellaris</i>	4,4 a	1,4	4,5
<i>Parkia nitida</i>	4,1 ab	0,8	4,0
<i>Vochysia kosñipatae</i>	3,7 b	1,2	4,0
<i>Parkia pendula</i>	2,5 c	0,7	2,0

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.

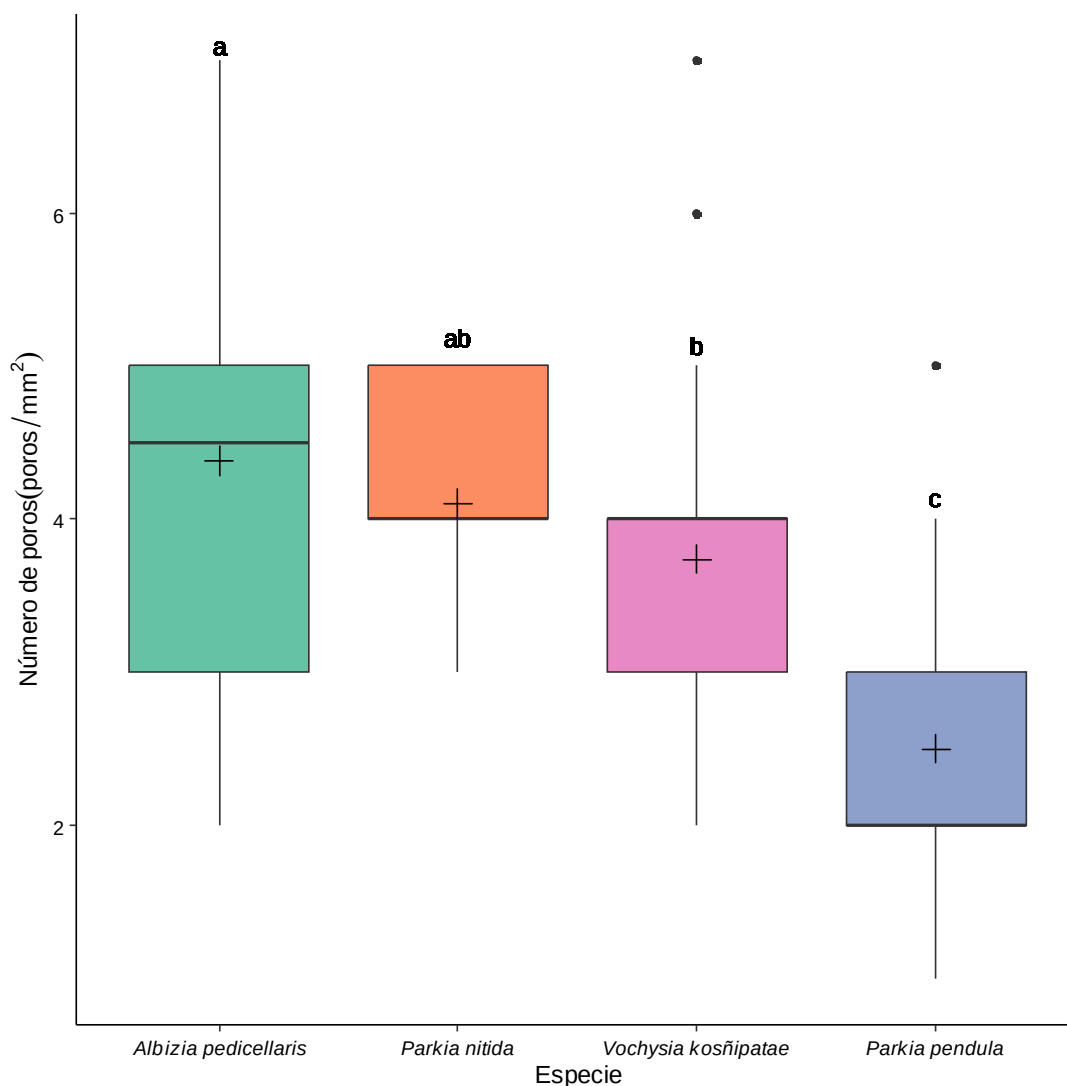


Figura 8. Boxplot de la comparación del número de poros de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.

4.2.3. Longitud de radios

El promedio de longitud de radios fue mayor en *V. kosñipatae* ($647 \pm 201 \mu\text{m}$) que en *P. pendula* (275 ± 67) y *P. nitida* (244 ± 51). Por otro lado, *V. kosñipatae* (31%) tuvo una mayor variabilidad en la longitud de los radios que las otras tres especies de estudio. Mientras que *P. nitida* tuvo el porcentaje de variación más bajo (21%) (Tabla 11).

Tabla 11. Estadísticos descriptivos de la comparación de la longitud de radios de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.

Sitio	Especie	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Máximo	Mínimo
Bosque de terraza alta (Tambopata – Madre de Dios)	<i>Parkia pendula</i>	274,6	66,5	24,2	434,4	160,0
	<i>Parkia nítida</i>	244,0	51,3	21,0	363,8	89,5
Bosque de Montaña (Quincemil–Cusco)	<i>Vochysia kosñipatae</i>	646,5	201,2	31,1	1058,2	286,7
	<i>Albizia pedicellaris</i>	371,4	104,3	28,1	705,4	200,4

Con la prueba Kruskal-Wallis encontramos diferencias significativas en la longitud de radios entre al menos dos especies (Kruskal-Wallis; $H = 147,2$; $p < 0,001$). Las pruebas de comparaciones múltiples de Dunn demostraron que *V. kosñipatae* presentó una significativamente (Dunn, $p < 0,05$) mayor longitud de radios que las otras tres especies. Mientras que *A. p* presentó una significativamente (Dunn, $p < 0,05$) mayor longitud de radios que *P. pendula* y *P. nitida*. Sin embargo, no encontramos diferencias significativas entre *P. pendula* y *P. nitida* (Dunn, $p > 0,05$) (Tabla 12 y Figura 9).

Tabla 12. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para la longitud de radios de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.

Especie	Promedio	desviación estándar	Mediana
<i>Vochysia kosñipatae</i>	646,5 a	201,2	623,0
<i>Albizia pedicellaris</i>	371,4 b	104,3	357,3
<i>Parkia pendula</i>	274,6 c	66,5	265,7
<i>Parkia nitida</i>	244,0 c	51,3	248,0

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.

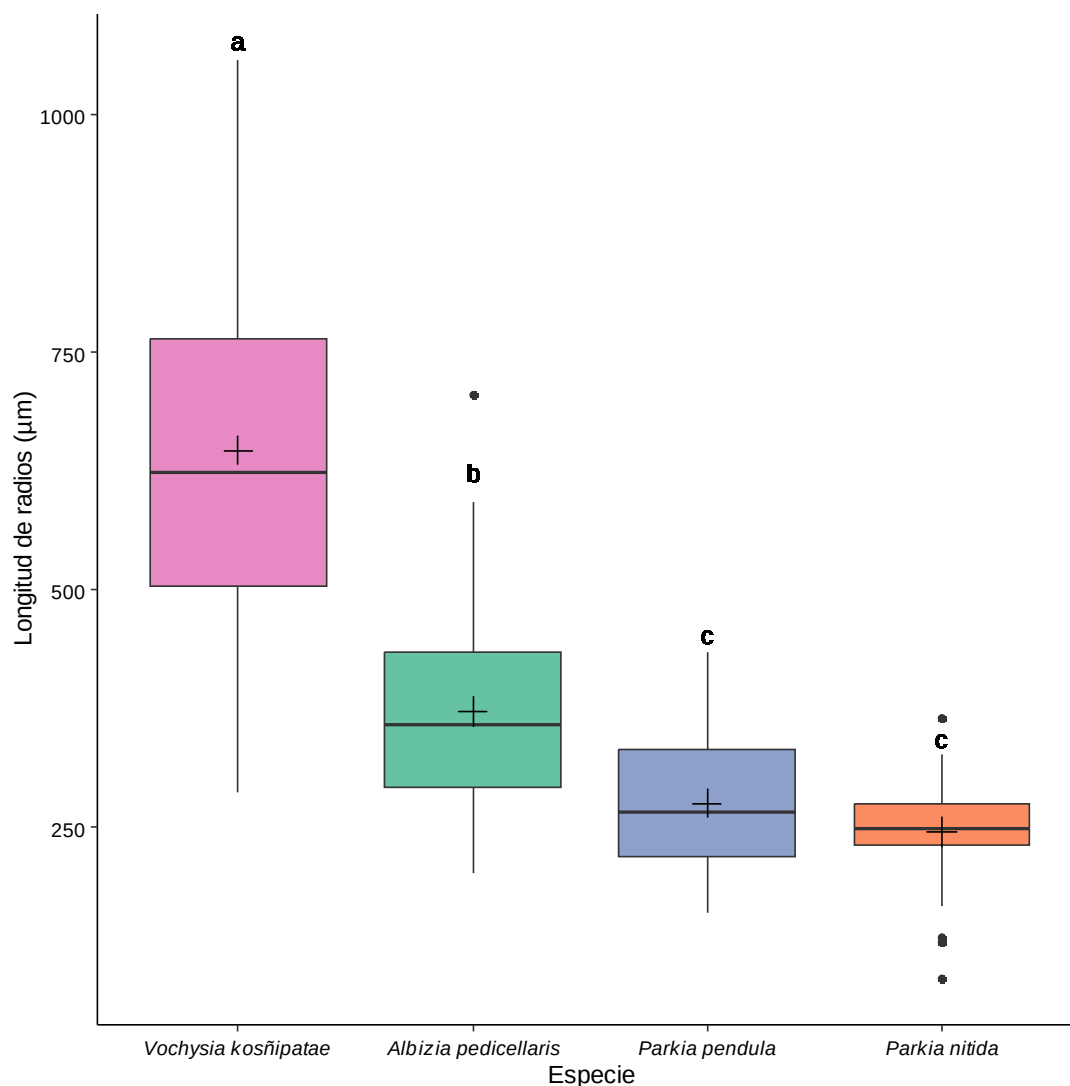


Figura 9. Boxplot de la comparación de la longitud de radios de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis

4.2.4. Ancho de radios

El promedio de ancho de radios fue mayor en *V. kosñipatae* ($58 \pm 12 \mu\text{m}$) que en las otras tres especies en estudio. Mientras que en *A. pedicellaris* se encontró el ancho de radios más bajo (29 ± 6). Por otro lado, comparando con las otras variables, la variabilidad de los datos en el ancho de radios fue similar entre las cuatro especies (entre 20,6 y 16,9 %). Aunque *P. pendula* presentó un coeficiente de variación ligeramente inferior a las otras tres especies (16,9%) (Tabla 13).

Tabla 13. Estadísticos descriptivos de la comparación del ancho de radios de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.

Sitio	Especie	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Máximo	Mínimo
Bosque de terraza alta (Tambopata – Madre de Dios)	<i>Parkia pendula</i>	35,4	6,0	16,9	49,5	24,1
	<i>Parkia nítida</i>	36,1	7,2	19,8	51,6	20,5
Bosque de Montaña (Quincemil–Cusco)	<i>Vochysia kosñipatae</i>	57,9	11,7	20,2	80,8	36,8
	<i>Albizia pedicellaris</i>	29,4	6,1	20,6	46,8	15,7

Con la prueba Kruskal-Wallis encontramos diferencias significativas en el ancho de radios entre al menos dos especies (Kruskal-Wallis; $H = 117,9$; $p < 0,001$). Las pruebas de comparaciones múltiples de Dunn mostraron que *V. kosñipatae* presentó una significativamente (Dunn, $p < 0,05$) mayor ancho de radios que las otras tres especies. Mientras que *P. nítida* y *P. pendula* presentaron un significativamente mayor ancho de radios que *A. pedicellaris* (Dunn, $p < 0,05$). Sin embargo, no encontramos diferencias significativas entre *P. pendula* y *P. nítida* (Dunn, $p > 0,05$) (Tabla 14 y Figura 10).

Tabla 14. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para el ancho de radios de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.

Especie	Promedio	desviación estándar	Mediana
<i>Vochysia kosñipatae</i>	58,0 a	11,7	55,0
<i>Parkia nítida</i>	36,2 b	7,2	36,2
<i>Parkia pendula</i>	35,4 b	6,0	34,3
<i>Albizia pedicellaris</i>	29,4 c	6,1	29,5

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.

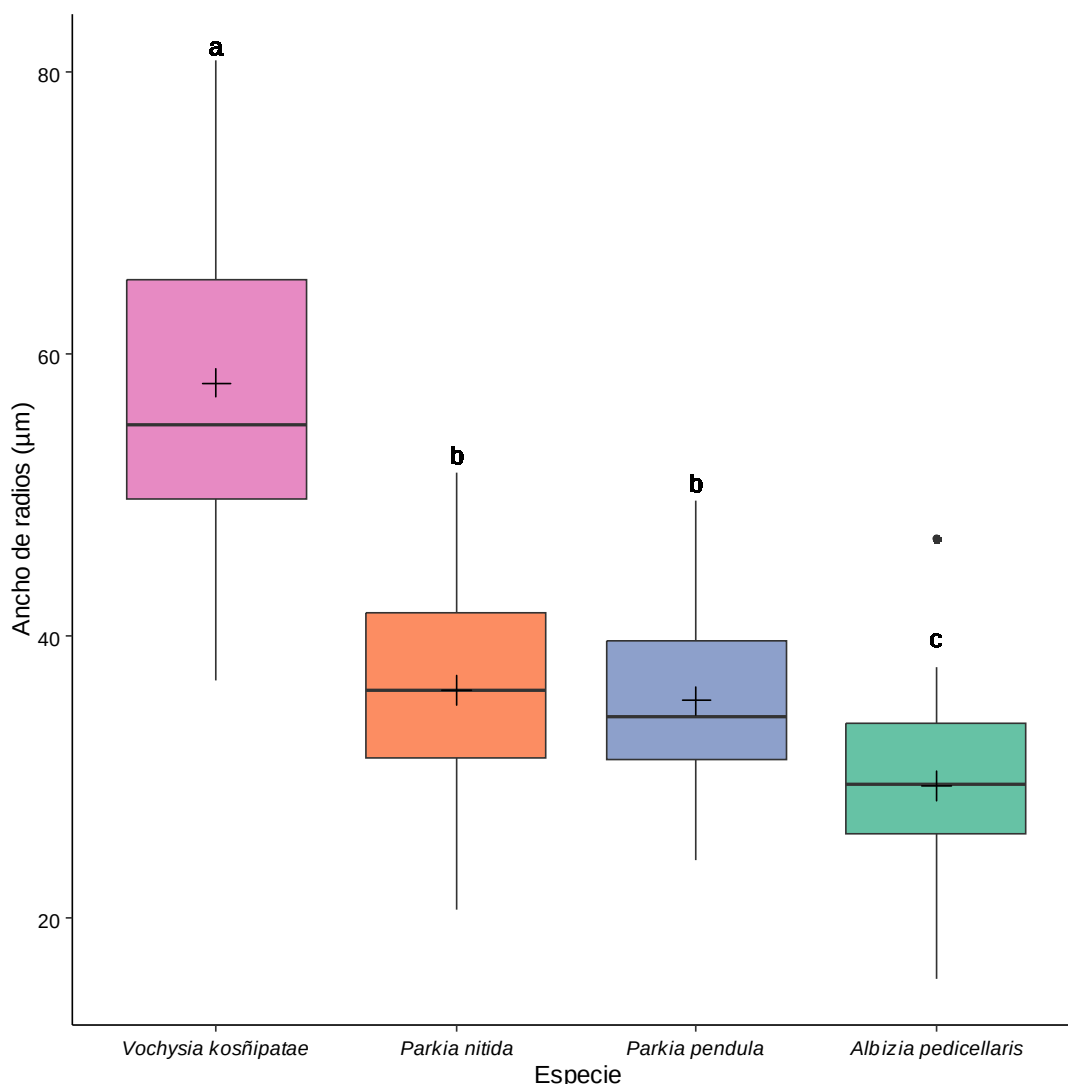


Figura 10. Boxplot de la comparación del ancho de radios de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.

4.2.5. Numero de células

a) Número de células de longitud de radio

El promedio de numero de células de la longitud de radios fue mayor en *V. kosñipatae* (40 ± 12) que en las otras tres especies en estudio. Mientras que en *A. pedicellaris* se encontró que el número de células de la longitud de radios más bajo (11 ± 3). *V. kosñipatae* (31%) presentó una mayor variabilidad en el número de celular en la longitud de radios que las otras tres especies ($< 26\%$).

Los valores más bajos de coeficiente de variación se encontraron en *P. nitida* y *A. pedicellaris* (23,5%) (Tabla 15).

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de la comparación del número de células de longitud de radios de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.

Sitio	Especie	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	Máximo	Mínimo
Bosque de terraza alta (Tambopata – Madre de Dios)	<i>Parkia pendula</i>	23,4	6,0	25,6	36,0	13,0
	<i>Parkia nitida</i>	22,0	5,2	23,5	37,0	10,0
Bosque de Montaña (Quincemil–Cusco)	<i>Vochysia kosñipatae</i>	39,5	12,4	31,4	70,0	21,0
	<i>Albizia pedicellaris</i>	10,9	2,6	23,5	18,0	6,0

Con la prueba Kruskal-Wallis encontramos diferencias significativas en el número de células de la longitud de radios entre al menos dos especies (Kruskal-Wallis; $H = 147,2$; $p < 0,001$). Las pruebas de comparaciones múltiples de Dunn mostraron que *V. kosñipatae* presentó significativamente un mayor número de células en la longitud de los radios que las otras tres especies (Dunn, $p < 0,05$). Mientras que *P. nitida* y *P. pendula* presentaron un significativamente número de células en la longitud de los radios que *A. pedicellaris* (Dunn, $p < 0,05$). Sin embargo, no encontramos diferencias significativas entre *P. pendula* y *P. nitida* (Dunn, $p > 0,05$) (Tabla 16 y Figura 11).

Tabla 16. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para el número de células de longitud de radios de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.

Especie	Promedio	desviación estándar	Mediana
<i>Vochysia kosñipatae</i>	39,5 a	12,4	36,5
<i>Parkia pendula</i>	23,4 b	6,0	22,0
<i>Parkia nitida</i>	22,0 b	5,2	22,0
<i>Albizia pedicellaris</i>	10,9 c	2,6	11,0

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.

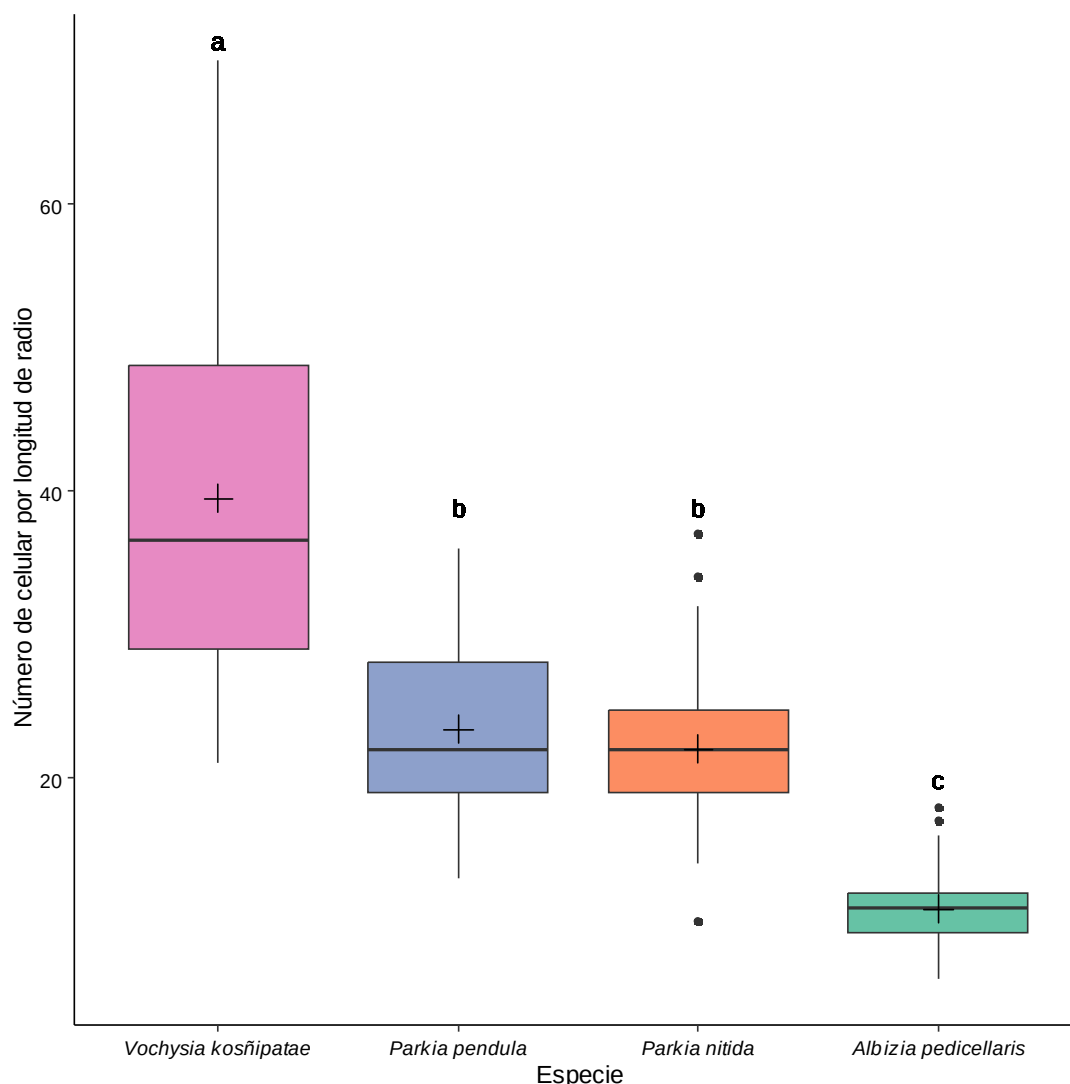


Figura 11. Boxplot de la comparación del número de células por longitud de radios de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis

b) Número de células en el ancho de radio

El promedio de número de células en el ancho de radios fue mayor en *V. kosñipatae* ($4,7 \pm 1$) que en las otras tres especies en estudio. Mientras que en *A. pedicellaris* se encontró que el número de células en el ancho de radios más bajo ($1,1 \pm 0,4$). *A. pedicellaris* (31%) presentó una mayor variabilidad en el número de células en el ancho de radios que las otras tres especies ($< 21\%$) (Tabla 17).

Tabla 17. Estadísticos descriptivos de la comparación del número de células de ancho de radios de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.

Sitio	Especie	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Máximo	Mínimo
Bosque de terraza alta (Tambopata – Madre de Dios)	<i>Parkia pendula</i>	3,1	0,5	17,5	4,0	1,0
	<i>Parkia nítida</i>	4,1	0,8	20,3	6,0	2,0
Bosque de Montaña (Quincemil–Cusco)	<i>Vochysia kosñipatae</i>	4,7	1,0	20,6	6,0	3,0
	<i>Albizia pedicellaris</i>	1,1	0,4	30,7	2,0	1,0

Con la prueba Kruskal-Wallis encontramos diferencias significativas en el número de células en el ancho de los radios entre al menos dos especies (Kruskal-Wallis; $H = 150,6$; $p < 0,001$). Las pruebas de comparaciones múltiples de Dunn mostraron que *V. kosñipatae* presentó un significativamente mayor número de células en el ancho de los radios que *P. pendula* y *A. pedicellaris* (Dunn, $p < 0,05$), aunque similar a *P. nítida* (Dunn, $p > 0,05$). Mientras que *P. nítida*, *P. pendula* y *A. pedicellaris* presentaron diferencias significativas en el número de células en el ancho de los radios (Dunn, $p < 0,05$) (Tabla 18 y Figura 12).

Tabla 18. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para el número de células de ancho de radios de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.

Especie	Promedio	desviación estándar	Mediana
<i>Vochysia kosñipatae</i>	4,7 a	1,0	5
<i>Parkia nítida</i>	4,1 a	0,8	4
<i>Parkia pendula</i>	3,1 b	0,5	3
<i>Albizia pedicellaris</i>	1,1 c	0,4	1

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.

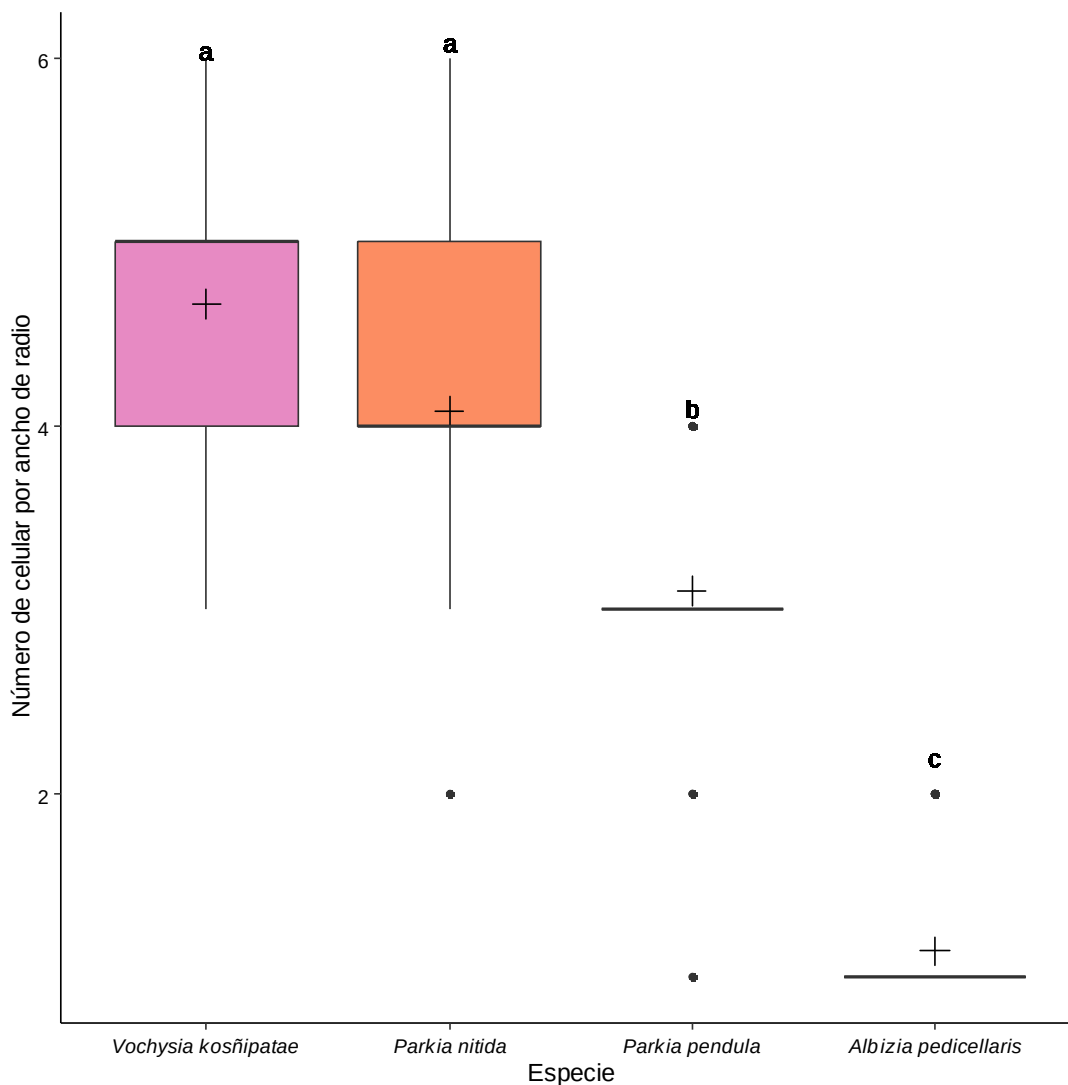


Figura 12. Boxplot de la comparación del número de células por ancho de radios de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis

4.2.6. Numero de radios

El promedio de número de radios (densidad por 1 mm) fue superior en *A. pedicellaris* ($5,5 \pm 1,2$) en comparación con las otras tres especies. Por otro lado, se encontró una mayor variabilidad de los datos en *P. pendula* (31%) y una menor variabilidad en *A. pedicellaris* (22%). El valor más alto de densidad de numero de radios se encontró en *A. pedicellaris* (8 radios / mm), mientras que los valores más bajos fueron registrados en las especies de *Parkia* (1 radio / mm) (Tabla 19).

Tabla 19. Estadísticos descriptivos de la comparación del número de radios (radios/mm) de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.

Sitio	Especie	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Máximo	Mínimo
Bosque de terraza alta (Tambopata – Madre de Dios)	<i>Parkia pendula</i>	3,0	0,9	30,7	5,0	1,0
	<i>Parkia nítida</i>	3,5	0,9	25,7	5,0	1,0
Bosque de Montaña (Quincemil–Cusco)	<i>Vochysia kosñipatae</i>	3,0	0,8	25,5	5,0	2,0
	<i>Albizia pedicellaris</i>	5,5	1,2	22,2	8,0	3,0

Con la prueba Kruskal-Wallis encontramos diferencias significativas en el número de células en el ancho de los radios entre al menos dos especies (Kruskal-Wallis; $H = 97,6$; $p < 0,001$). Las pruebas de comparaciones múltiples de Dunn mostraron que *A. pedicellaris* presentó un significativamente mayor número de radios que las otras tres especies en estudio (Dunn, $p < 0,05$). Mientras que *P. nitida* presentó un número de radios significativamente menor a *A. pedicellaris*, pero superior a *P. pendula* y *V. kosñipatae* (Dunn, $p < 0,05$). Mientras que *P. pendula* y *V. kosñipatae* tuvieron un número de radios similar (Dunn; $p > 0,05$) (Tabla 20 y Figura 13).

Tabla 20. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para la densidad de radios (número radios por mm) de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.

Especie	Promedio	Desviación Estándar	Mediana
<i>Albizia pedicellaris</i>	5,5 a	1,2	6
<i>Parkia nitida</i>	3,5 b	0,9	4
<i>Parkia pendula</i>	3,0 c	0,9	3
<i>Vochysia kosñipatae</i>	3,0 c	0,8	3

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis

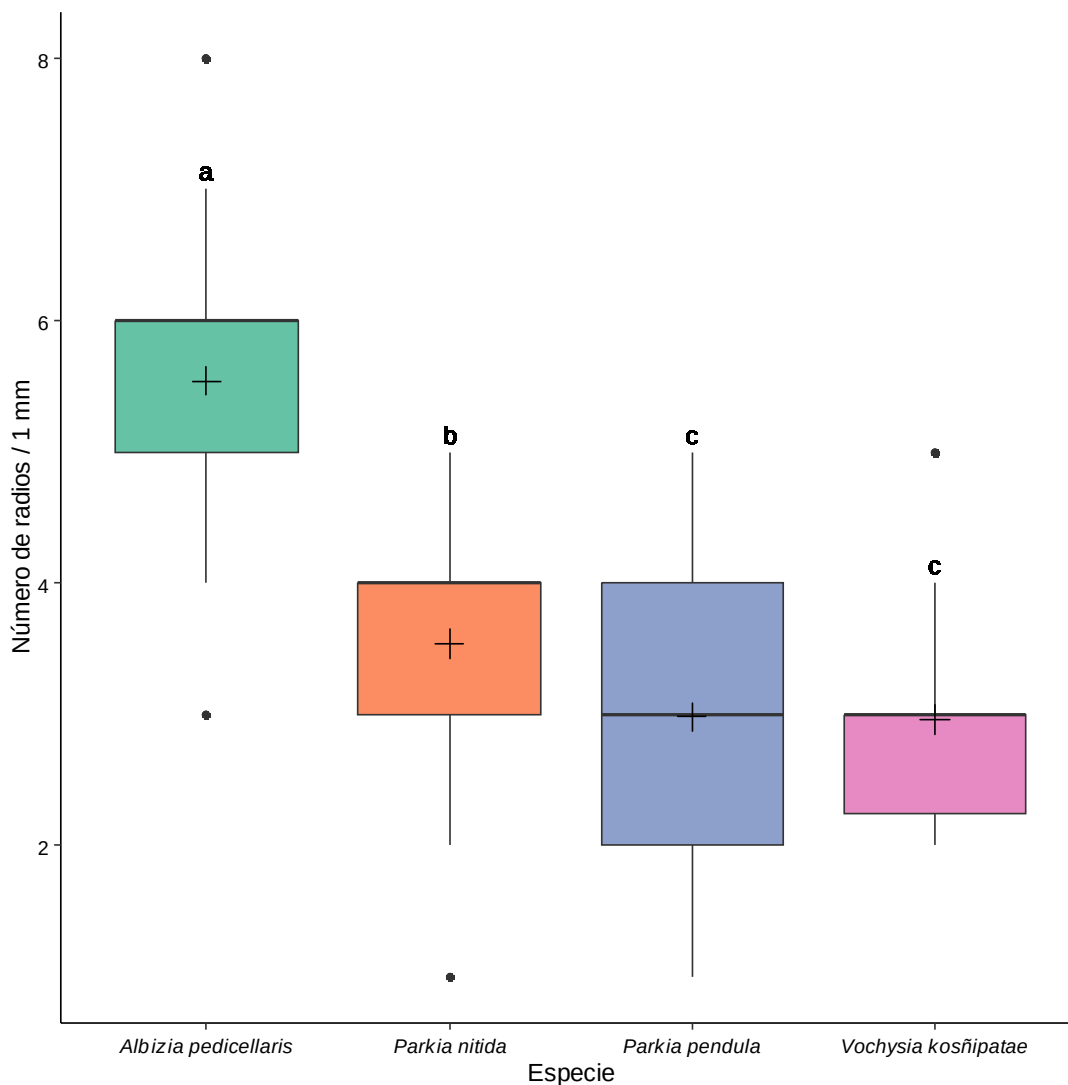


Figura 13. Boxplot de la comparación de la densidad de radios (número de radios por 1 mm) de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples de Dunn de la prueba de Kruskal-Wallis.

4.3. Propiedades físicas de la madera

4.3.1. Contenido de humedad

Le promedio de contenido de humedad fue significativamente superior en *P. pendula* (85 ± 7) y *P. nitida* (88 ± 9), ya que estas especies tuvieron entre 2 a 17% más humedad que *A. pedicellaris* y *V. kosñipatae*. Por otro lado, se encontró una mayor variabilidad en el porcentaje de *A. pedicellaris* (20%) (Tabla 21).

Tabla 21. Estadísticos descriptivos de la comparación del contenido de humedad de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.

Sitio	Especie	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Máximo	Mínimo
Bosque de terraza alta (Tambopata – Madre de Dios)	<i>Parkia pendula</i>	85,4	7,3	8,5	96,4	76,2
	<i>Parkia nitida</i>	88,2	8,6	9,7	99,5	69,2
Bosque de Montaña (Quincemil–Cusco)	<i>Vochysia kosñipatae</i>	83,2	8,2	9,9	90	71,4
	<i>Albizia pedicellaris</i>	71,2	14,1	19,8	93,4	51,7

En el análisis de varianza encontramos diferencias significativas en el contenido de humedad de la madera entre al menos dos especies (ANOVA; $F = 4,9$; $p < 0,01$). Los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples Bonferroni mostraron que *P. pendula* y *P. nitida* tuvieron porcentajes de humedad significativamente superiores a *V. kosñipatae* (Bonferroni, $p < 0,05$), aunque no con *A. pedicellaris* (Bonferroni, $p > 0,05$). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en el contenido de humedad entre *A. pedicellaris* y *V. kosñipatae* (Bonferroni, $p > 0,05$), ni entre *P. pendula* y *P. nitida* (Bonferroni, $p > 0,05$) (Tabla 22 y Figura 14).

Tabla 22. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico (para el contenido de humedad de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque).

Especie	Promedio	Desviación Estándar	Mediana
<i>Albizia pedicellaris</i>	71,2 b	14,1	71,7
<i>Vochysia kosñipatae</i>	83,2 ab	8,2	87,8
<i>Parkia pendula</i>	85,4 a	7,3	86,4
<i>Parkia nitida</i>	88,2 a	8,6	90,2

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), de acuerdo al test de comparaciones múltiples Bonferroni.

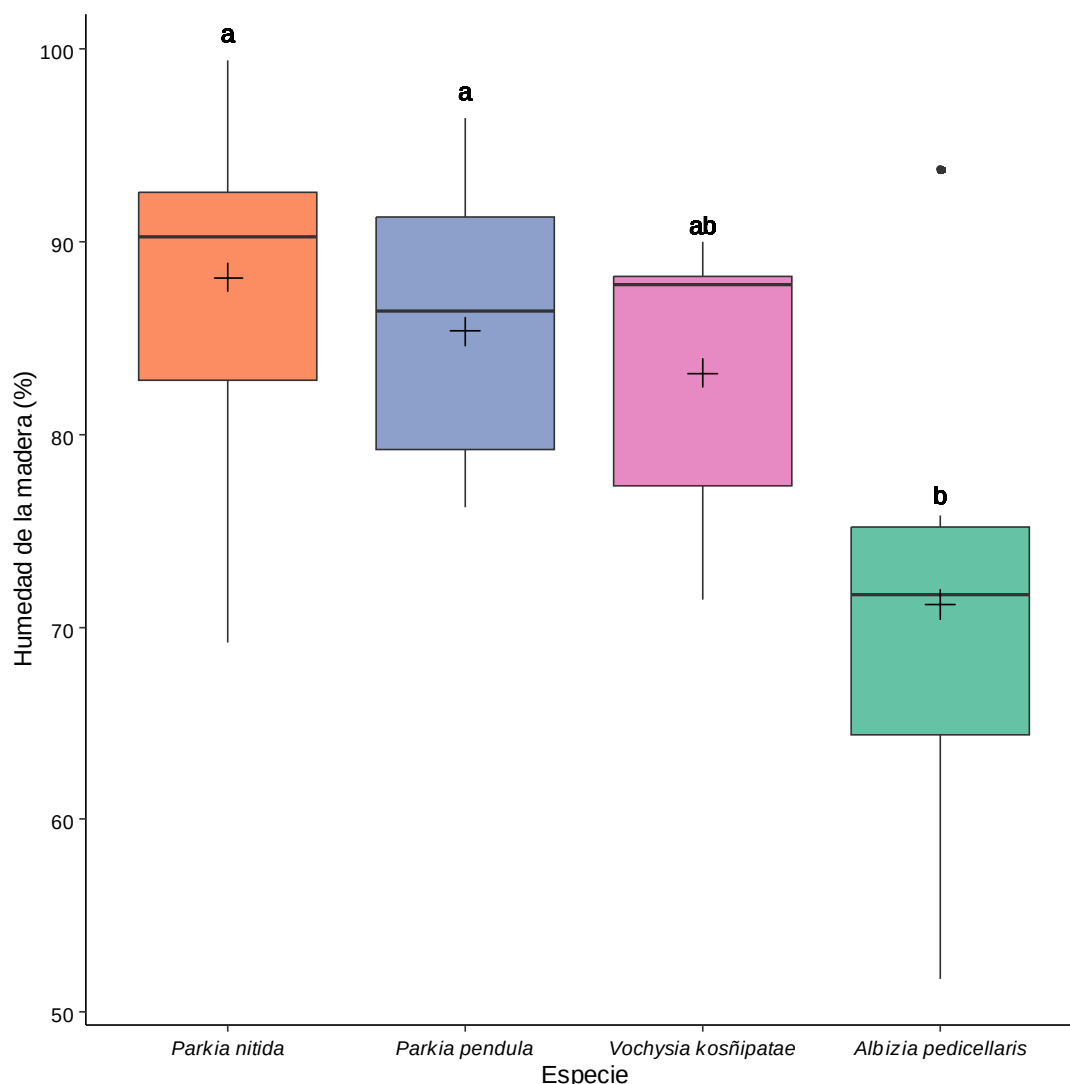


Figura 14. Boxplot de la comparación del contenido de la humedad de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples Bonferroni.

4.3.2. Densidad básica

El promedio de densidad de la madera fue mayor en *A. pedicellaris* ($0,64 \pm 0,07 \text{ gr/cm}^3$), mientras que las otras especies en estudio tuvieron valores promedio similares para la densidad de madera, entre $0,51$ a $0,53 \text{ gr/cm}^3$. Se encontró la mayor variabilidad en los valores de densidad de madera en *Albizia pedicellaris* (10.5%) en comparación con las otras especies en estudio (entre 7-9% de coeficiente de variación) (Tabla 23).

Tabla 23. Estadísticos descriptivos de la comparación de la densidad básica de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.

Sitio	Especie	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de variación	Máximo	Mínimo
Bosque de terraza alta (Tambopata – Madre de Dios)	<i>Parkia pendula</i>	0,53	0,04	7,15	0,57	0,47
	<i>Parkia nítida</i>	0,51	0,05	9,72	0,59	0,44
Bosque de Montaña (Quincemil–Cusco)	<i>Vochysia kosñipatae</i>	0,53	0,05	9,13	0,59	0,46
	<i>Albizia pedicellaris</i>	0,64	0,07	10,45	0,71	0,53

Con el análisis de varianza encontramos diferencias significativas en la densidad de la madera entre al menos dos especies (ANOVA; $F = 10,9$; $p < 0,001$). Los resultados de las pruebas de comparaciones múltiples Bonferroni mostraron que *A. pedicellaris* tuvo valores de densidad de madera significativamente superior a *P. pendula*, *P. nitida* y *V. kosñipatae* (Bonferroni, $p < 0,05$). Mientras que no se encontraron diferencias significativas en la densidad de madera entre *P. pendula*, *P. nitida* y *V. kosñipatae* (Bonferroni, $p > 0,05$) (Tabla 24 y Figura 14).

Tabla 24. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza no paramétrico para la densidad básica de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.

Especie	Promedio	Desviación Estándar	Mediana
<i>Parkia nítida</i>	0,51 b	0,05	0,52
<i>Parkia pendula</i>	0,53 b	0,04	0,53
<i>Vochysia kosñipatae</i>	0,52 b	0,05	0,54
<i>Albizia pedicellaris</i>	0,64 a	0,07	0,65

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), de acuerdo al test de comparaciones múltiples Bonferroni.

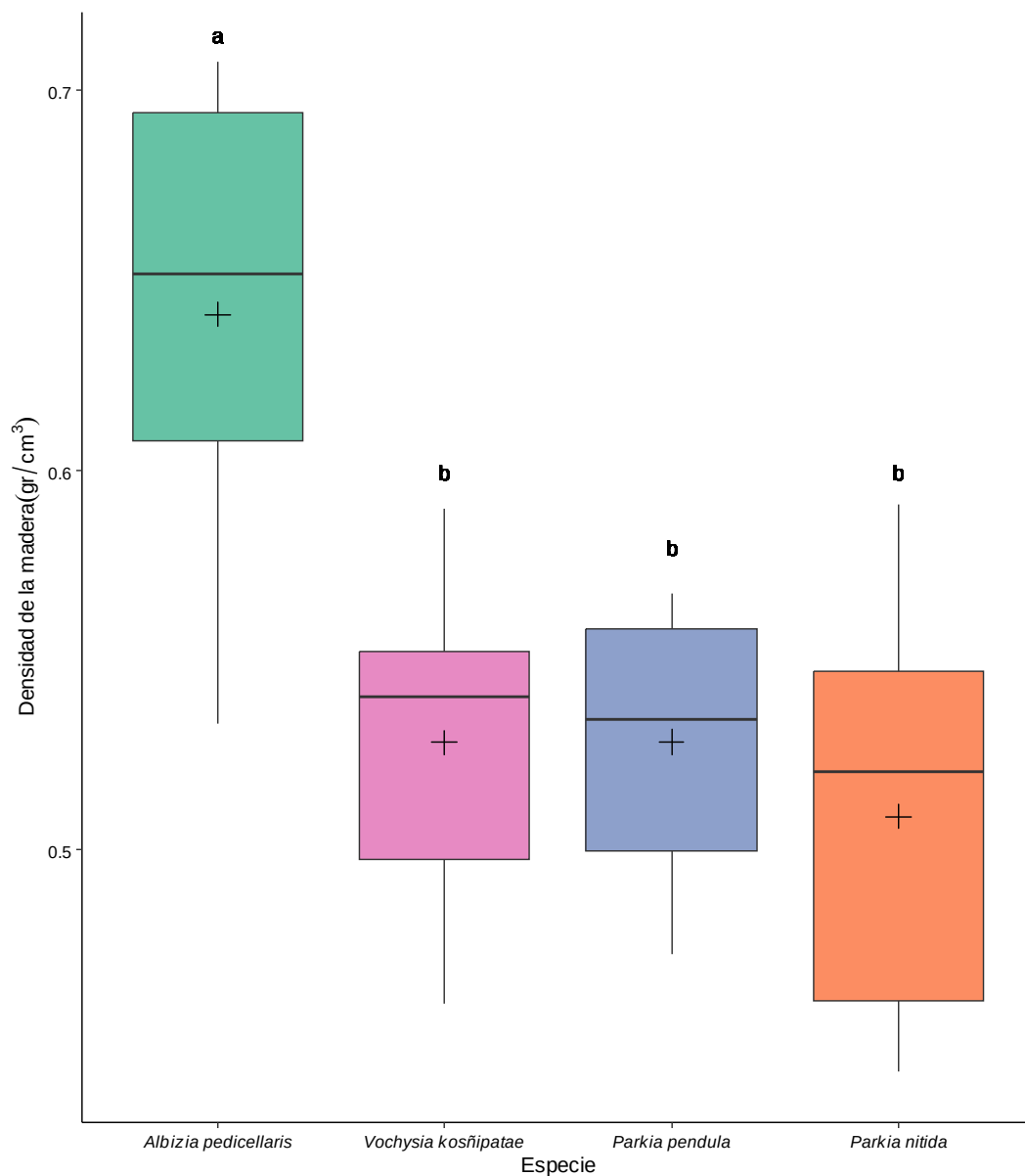


Figura 15. Boxplot de la comparación de la densidad básica de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo + representa al promedio. Letras diferentes sobre los boxplots representan diferencias significativas de acuerdo al test de comparaciones múltiples Bonferroni.

4.3.3. Contracción volumétrica

El promedio de contracción volumétrica fue mayor en *P. pendula* ($14,0 \pm 1,9$ %) seguido por *V. kosñipatae* ($13,1 \pm 3,4$ %), mientras que *P. nitida* ($11,4 \pm 3,4$ %) y *A. pedicellaris* ($12,7 \pm 1,9$ %) tuvieron los valores más bajos de contracción volumétrica. Por otro lado, se encontró una mayor variabilidad en

los valores de contracción volumétrica en *P. nitida* (29,8%) y *V. kosñipatae* (26,1%) (Tabla 25).

Tabla 25. Estadísticos descriptivos de la comparación de la contracción volumétrica de la madera de cuatro especies en dos tipos de bosque.

Sitio	Especie	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Máximo	Mínimo
Bosque de terraza alta (Tambopata – Madre de Dios)	<i>Parkia pendula</i>	14,0	1,9	13,6	18,0	11,5
	<i>Parkia nitida</i>	11,4	3,4	29,8	16,7	6,1
Bosque de Montaña (Quincemil–Cusco)	<i>Vochysia kosñipatae</i>	13,1	3,4	26,1	18,2	8,8
	<i>Albizia pedicellaris</i>	12,7	1,9	14,7	15,4	10,6

Con la prueba Kruskal-Wallis no encontramos diferencias significativas en la contracción volumétrica de la madera entre las cuatro especies evaluadas (Kruskal-Wallis; $H = 3,9$; $p = 0,26 > 0,05$) (Tabla 26 y Figura 16). Por lo tanto, al no encontrar diferencias significativas en la contracción volumétrica entre las cuatro especies, ya no corresponde realizar el análisis de comparaciones múltiples a posteriori.

Tabla 26. Resultados de las comparaciones múltiples del análisis de varianza (ANOVA) para la contracción volumétrica de la madera entre cuatro especies forestales en dos tipos de bosque.

Especie	Promedio	desviación estándar	Mediana
<i>Vochysia kosñipatae</i>	13,1 a	3,4	12,9
<i>Albizia pedicellaris</i>	12,7 a	1,9	12,7
<i>Parkia pendula</i>	14,1 a	1,9	14,1
<i>Parkia nitida</i>	11,4 a	3,4	10,7

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), de acuerdo la prueba de Kruskal-Wallis.

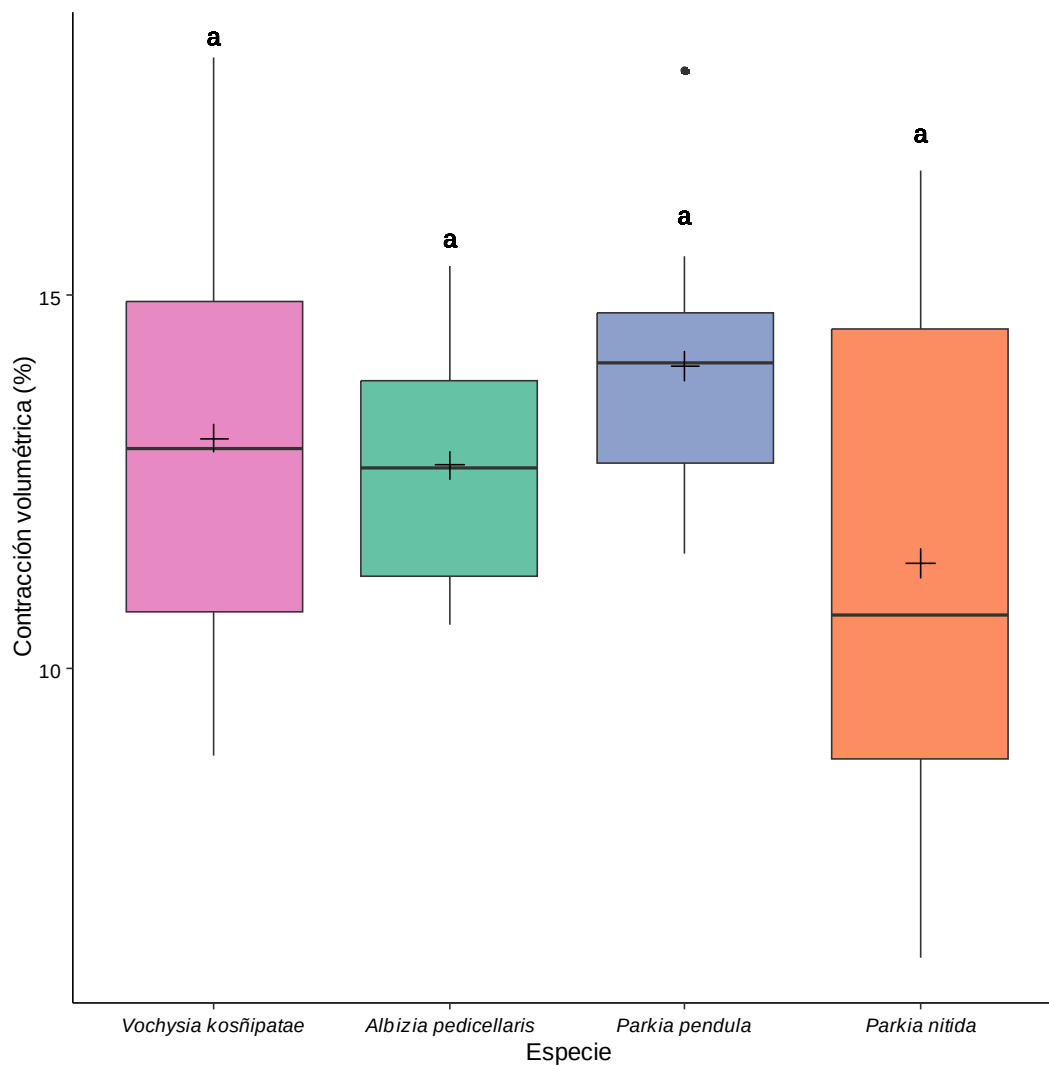


Figura 16. Boxplot de la comparación del porcentaje de contracción volumétrica de la madera entre las cuatro especies evaluadas en dos tipos de bosque. El símbolo (+) representa al promedio. Letras iguales sobre los boxplots representan diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis.

DISCUSIÓN

A nivel general se encontró que las características anatómicas (Tabla 27) y las propiedades físicas (Tabla 24) obtenidas con el método no destructivo (barreno de Pressler) son similares a los valores de referencia reportados por estudios previos (León H 2007; Anquise et al. 2020; Leon 2005; Jauregui y Ramos 2019; da Silva 2019; Vasquez 2022; Montenegro 2018; Ccahuana, 2019; Pulido et al. 2018; Solorzano, Suarez y Mogollon 2016), obtenidos con el método tradicional mediante (probetas), aunque con ligeras diferencias según tipo de bosque.

En las propiedades físicas de la madera si encontramos mayores diferencias entre los resultados encontrados con el método no destructivo con los valores de referencia de estudios previos, pero solo en las especies de montaña (*A. pedicellaris* y *V. kosñipatae*). En las especies de bosques de terraza baja de la Amazonia baja (*Parkia nitida* y *Parkia pendula*) los valores encontrados en el presente estudio con el método no destructivo fueron similares a los reportados en estudio previos (< de 30% de diferencia) (Tabla 28).

Considerando nuestros resultados se acepta parcialmente la hipótesis del estudio. Esto debido a que los valores encontrados en el estudio estuvieron en el rango de los valores reportados por estudio previos o muy cercanos a los valores promedio reportados (entre ± 20 a 30%). A excepción del número de radios de *P. nitida*, el contenido de humedad y densidad básica en *A. pedicellaris*, y contenido de humedad, densidad básica y contracción volumétrica en *V. kosñipatae*. Ya que en estas variables se encontró una mayor diferencia entre los valores encontrados con el método no destructivo y los valores de referencia (Tabla 28).

Con respecto al número de radios, en tres (*A. pedicellaris*, *V. kosñipatae* y *P. pendula*) de las cuatro especies estudiadas los valores encontrados estuvieron dentro del rango reportados para estas especies por estudios previos (Jauregui y Ramos 2019; León 2007; Leon 2005). Sin embargo, en *P. nitida* el número de radios reportados en el presente estudio fueron en promedio la mitad del número de radios reportados para esta especie, en un estudio de anatomía de la madera de especies de Leguminosae en

Venezuela. Aunque estas diferencias se deberían a las diferentes condiciones geográficas y medioambientales entre nuestro estudio y el de referencia, en la cuenca del Orinoco en Venezuela (León 2007) (Tabla 27).

Tabla 27. Comparación de las características anatómicas de la madera de las cuatro especies evaluadas con estudios previos.

Característica anatómica	<i>Albizia pedicellaris</i>		<i>Vochysia kosñipatae</i>		<i>Parkia nitida</i>		<i>Parkia pendula</i>	
	Presente estudio	Estudios previos	Presente estudio	Estudios previos	Presente estudio	Estudios previos	Presente estudio	Estudios previos
Diámetro de los poros (μm)	133,1 $\pm$ 28,8	155-168 (León H 2007)	138,9 $\pm$ 42,1	66-300 (Anquise et al. 2020) 100-375 especies de Vochysia (Leon 2005)	125,0 $\pm$ 17,5	179 (León H 2007)	215,4 $\pm$ 39,7	231 (León H 2007) 229 (Jauregui y Ramos 2019) 160-190 (da Silva 2019)
Numero de poros (N/mm ²)	4,3 $\pm$ 1,4	2-3 (León H 2007)	3,7 $\pm$ 1,2	4 (Anquise et al. 2020) 2-5 especies de Vochysia (Leon 2005)	4,1 $\pm$ 0,8	2 (León H 2007)	2,5 $\pm$ 0,7	1 (León H 2007) 2-5 (Jauregui y Ramos 2019) 2-4 (da Silva 2019)
Ancho de radio (μm)	29,4 $\pm$ 6,1		57,9 $\pm$ 11,7		36,1 $\pm$ 7,2		35,4 $\pm$ 6,0	26-52 (Jauregui y Ramos 2019)
Longitud de radio (μm)	371,4 $\pm$ 104,3	253-288 (León H 2007)	646,5 $\pm$ 201,2	130-825 especies de Vochysia (Leon 2005)	244,0 $\pm$ 51,3	402 (León H 2007)	274,6 $\pm$ 66,5	434 (León H 2007) 138-502 (Jauregui y Ramos 2019)
número de células (long)	10,9 $\pm$ 2,6		39,5 $\pm$ 12,4	21 (Anquise et al. 2020)	22,0 $\pm$ 5,2		23,4 $\pm$ 6,0	22 (Jauregui y Ramos 2019) 10-40 (da Silva 2019)
número de células (ancho)	1,1 $\pm$ 0,4	1-2 (León H 2007)	4,7 $\pm$ 1,0	1-8 (Anquise et al. 2020) 2-10 especies de Vochysia (Leon 2005)	4,1 $\pm$ 0,8	1-3 (León H 2007)	3,1 $\pm$ 0,5	3-4 (León H 2007) 4 (Jauregui y Ramos 2019)
Número de radios	5,5 $\pm$ 1,2	6-9 (León H 2007)	3,0 $\pm$ 0,8	2-9 especies de Vochysia (Leon 2005)	3,5 $\pm$ 0,9	6-8 (León H 2007)	3,0 $\pm$ 0,9	3-7 (León H 2007) 3-8 (Jauregui y Ramos 2019)

Tabla 28. Comparación de las propiedades físicas de la madera de las cuatro especies evaluadas con estudios previos.

Propiedades físicas	<i>Albizia pedicellaris</i>		<i>Vochysia kosñipatae</i>		<i>Parkia nitida</i>		<i>Parkia pendula</i>	
	Presente estudio	Estudios previos	Presente estudio	Estudios previos	Presente estudio	Estudios previos	Presente estudio	Estudios previos
Contenido de humedad.	71,2 ± 14,1	67-89 (Vasquez 2022)	83,2 ± 8,2	92-122 (Ccahuana, 2019)	88,2 ± 8,6	118 (Pulido et al. 2018) 99	85,4 ± 7,3	86,2 (Jauregui y Ramos 2019)
Densidad básica gr/cm ³	0,64 ± 0,07	0,37-0,55 (Vasquez 2022) 0,41 (Montenegro 2018)	0,52 ± 0,05	0,32-0,42 (Ccahuana, 2019)	0,51 ± 0,05	0,54 (Pulido et al. 2018) 0,34 (Montenegro 2018) 0,32 (Solorzano, Suarez y Mogollon 2016)	0,53 ± 0,04	0,41 (Jauregui y Ramos 2019)
Contracción volumétrica	12,7 ± 1,9	12,3 (Montenegro 2018)	13,1 ± 3,4	8,9-13,1 (Ccahuana, 2019)	11,4 ± 3,4	11,4 (Montenegro 2018) 10,6 (Solorzano, Suarez y Mogollon 2016)	14,0 ± 1,9	10,7 (Jauregui y Ramos 2019)

El contenido de humedad de *A. pedicellaris* obtenido en el presente estudio, en promedio, fue similar al reportado por un estudio previo (Vasquez 2022). Mientras que para *V. kosñipatae* el contenido de humedad fue en promedio 10% menos del contenido de humedad reportado para esta especie en bosques de montaña de la región Puno (Ccahuana 2019).

A diferencia de lo encontrado en el contenido de humedad, los valores de densidad básica y la contracción volumétrica de *Albizia pedicellaris* y *Vochysia kosñipatae* fueron superiores a los reportados en estudios previos (Ccahuana 2019; Vasquez 2022; Montenegro 2018). La densidad básica de *A. pedicellaris* (0,89 gr/cm³) y *V. kosñipatae* (0,7 gr/cm³) fue más del doble de lo reportado por estudio previos (Vasquez 2022; Montenegro 2018), entre 0,32 – 0,55 gr/cm³. Por otro lado, solo en *V. kosñipatae* se encontró entre un 30-

90% más contracción volumétrica que un estudio previo en bosques de montaña de la región Puno (Ccahuana, 2019)

Los factores genéticos, medioambientales (intensidad de la luz, temperatura, humedad del aire, precipitaciones y viento), fisiográficos (altitud, aspecto, pendiente y pendiente lateral), factores edáficos (características del suelo), climáticos (temperatura, precipitación, etc.) y factores bióticos (seres humanos, animales, plantas y microorganismos) y antropogénicos afectan a la estructura y las propiedades de la madera durante la formación de las células y los tejidos leñosos (Lima et al. 2024; Sci y Pandey 2021; Mercado et al. 2024). A esto se podría deber las diferencias, principalmente en las propiedades físicas de la madera, entre los resultados encontrados en el presente estudio y lo reportado por trabajos previos, ya que los trabajos de referencia encontrados fueron en su mayoría de bosques amazónicos. Además, estudios previos han demostrado que la altitud y pendiente del sitio tienen un efecto significativo en las características anatómicas y propiedades físicas de la madera, a mayor altitud el diámetro, número y longitud de vasos disminuye, mientras que la densidad de la madera y las propiedades mecánicas aumentan (Topaloglu et al. 2016; Kiaei, Moosavi y Ebadi 2019). Lo cual coincide con los resultados encontrados en el presente estudio ya que las especies de bosque de montaña tuvieron una mayor densidad básica y contracción volumétrica que los estudios de referencia. Sin embargo, esto debería corroborarse con futuros estudios, con los dos métodos de muestreo, las mismas especies y los sitios.

CONCLUSIONES

Todas las características anatómicas de la madera variaron de forma significativa según especie y tipo de bosque. Las características anatómicas de la madera obtenidas en el presente estudio con el método no destructivo fueron similares a los valores de referencia reportados por estudios previos mediante métodos destructivos.

La mayoría de las propiedades físicas de la madera (contenido de humedad y densidad básica) estudiadas variaron de forma significativa según especie y tipo de bosque. Mientras que, para la contracción volumétrica no se encontraron diferencias significativas entre las cuatro especies estudiadas. Las propiedades físicas de la madera obtenidas en el presente estudio, con el método no destructivo, en el bosque de terraza alta fueron similares a los valores de referencia reportados por estudios previos mediante métodos destructivos. Mientras que en el bosque de montaña si hubo diferencias considerables entre las propiedades físicas de la madera obtenidas en el presente estudio con los valores de referencia. Asimismo, estudios previos han demostrado que la altitud y pendiente del sitio tienen un efecto significativo en las características anatómicas y propiedades físicas de la madera, a mayor altitud el diámetro, número y longitud de vasos disminuye, mientras que la densidad de la madera y las propiedades mecánicas aumentan (Topaloglu et al. 2016; Kiaei, Moosavi y Ebadi 2019), factores que posiblemente incidieron en las diferencias encontradas.

Los posibles usos para la madera de *Parkia nítida*, *Parkia pendula*, *Abizia pedicellaris* y *Vochysia kosñipatae*, según los resultados obtenidos de las propiedades físicas, podrían darse en la fabricación cajonería liviana, juguetes ebanistería, encofrado y carpintería de obras de construcción.

RECOMENDACIONES

Continuar con estudios de determinación de las propiedades anatómicas y físicas de la madera con métodos no destructivos, lo que permitirá abarcar un mayor número de especies y ecosistemas. Y de esta manera llenar ese vacío de conocimiento que pueda estar limitado por el método destructivo, que implica la tala de los árboles. Sin embargo, en futuros estudios se recomienda realizar en un mismo sitio, en condiciones similares y con la misma especie la comparación de los dos métodos, para de esta manera probar su aplicabilidad. Esto ya que nosotros encontramos diferencias entre estas variables, principalmente con las propiedades físicas de la madera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO, J.R., FILHO, M.T., POLLITO, P.A.Z. y LOBÃO, M.S., 2010. Variation of wood density and relationship with the tree-ring width of mahogany trees, *Swietenia macrophylla*, from Amazonian tropical forest of Peru. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, no. 86,
- ANQUISE, R., CCAHUANA, E., POLLITO, P. y PORTAL, A., 2020. Propiedades físicas, mecánicas y características anatómicas de. *Revista de Investigación Agroproducción Sustentable*, vol. 4, no. 3, DOI 10.25127/aps.20203.565.
- BRANDES, A.F. das N., ALBUQUERQUE, R.P., MORAES, L.F.D. de y BARROS, C.F., 2016. Annual tree rings in *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F.Macbr. in a restoration experiment in the Atlantic Forest: potential for dendroecological research. *Acta Botanica Brasilica*, vol. 30, no. 3, DOI 10.1590/0102-33062016abb0101.
- CARPIO, J.M., 2018. *Determinación de las Características Anatómicas y Propiedades Físicas de la Madera de la especie Ormosia paraensis Ducke (Huayruro) proveniente del distrito de Las Piedras –Provincia de Tambopata – Madre De Dios* [en línea]. Puerto maldonado: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios. Disponible en: <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/375>.
- CCAHUANA, Ever Angel, 2019. *Propiedades físicas, mecánicas y características anatómicas de vochysia kosñipatae huamantupa (alco kaspi) proveniente de plantación del distrito san gabán 2019*. Puerto maldonado: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios.
- CHAVESTA, M., 2006. Separata de capacitación sobre identificación de maderas. *Universidad Nacional Agraria La Molina, USAID*. Lima, Perú:
- CHAVESTA, M., 2012. Separata de capacitación sobre identificación de maderas. . Lima, Perú:
- COCOZZA, C., PALOMBO, C., TOGNETTI, R., LA PORTA, N., ANICHINI, M., GIOVANNELLI, A. y EMILIANI, G., 2016. Monitoring intra-annual dynamics of wood formation with microcores and dendrometers in *Picea abies* at two different altitudes. *Tree Physiology*, vol. 36, no. 7, ISSN

17584469. DOI 10.1093/treephys/tpw009.

CRIVELLARO, A. y SCHWEINGRUBER, F., 2015. *Stem Anatomical Features of Dicotyledons. Xylem, Phloem, Cortex and Periderm Characteristics for Ecological and Taxonomical Analyses*. S.l.: s.n. ISBN 978-3-945941-08-9.

DA SILVA, C.E.S., PACE, J.H.C., GOMES, F.J.B., DE CARVALHO, P.C.L., DE AZEVEDO REIS, C., DE FIGUEIREDO LATORRACA, J.V., ROLIM, S.G. y DE CARVALHO, A.M., 2020. Comparison between resistograph analysis with physical properties of the wood of Brazilian native tree species. *Floresta e Ambiente*, vol. 27, no. 1, ISSN 21798087. DOI 10.1590/2179-8087.005219.

DA SILVA, L., 2019. *anatomia do lenho de cinco espécies da família leguminosae catalogadas na xiloteca da EMBRAPA Amazônia oriental para alimentacao do bando de dados dessa colecao*. S.l.: Universidade do Estado do Pará.

DÍAZ, P., 2005. *Evaluación de propiedades físicas y mecánicas de madera de Nothofagus glauca (Hualo) proveniente de la zona de Cauquenes* [en línea]. Talca, Chile: Universidad de Talca. Disponible en: http://dspace.utalca.cl/retrieve/6282/diaz_mendez.pdf.

FERNÁNDEZ, H., 2017. *Propiedades Físicas de la Madera de Beilschmiedia towarensis (Klotzch & Karst ex Meisn.) Sachiko Nishida, procedente de un Bosque de Terrazas Altas y un Bosque de Colinas Bajas en el Departamento de Madre de Dios*. Puerto maldonado: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios.

FLORES, Y., 1997. *Comportamiento fenológico de 88 especies forestales*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Investigación Agraria.

FUNK, V., HOLLOWELL, P., BERRY, P., KELLOFF, C. y ALEXANDER, S., 2007. *Checklist of the Plants of the Guiana Shield (VENEZUELA : Amazonas , Bolivar , Delta Amacuro ; GUYANA , SURINAM , FRENCH GUIANA)*. S.l.: Contributions from the United States National Herbarium.

GANZHI, J., 2006. *Estudio anatómico de las especies arbóreas del bosque nublado de la estación científica San Francisco*. Loja, Ecuador:

Universidad Nacional de Loja.

- GARCÍA, L., GUINDEO, A., PERAZA, C. y DE PALACIOS, P., 2003. *La madera y su anatomía*. Madrid: Mundi-Prensa. ISBN 8484761533.
- GUTIERREZ-GARCIA, G. y RICKER, M., 2019. Revista Mexicana de Biodiversidad Influencia del clima en el crecimiento radial en cuatro especies de coníferas en la sierra de San Antonio Peña Nevada (Nuevo León , México). , no. March, DOI 10.22201/ib.20078706e.2019.90.2676.
- GUTIERREZ, G. y RICKER, M., 2014. *Manual para tomar virutas de madera con el barreno de Pressler en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos*. [en línea]. México D.F.: UNAM. Disponible en: [http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/wood_density_spanish\[1\].pdf](http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/wood_density_spanish[1].pdf).
- HANCCO, W., 2018. *Anatomía, propiedades físicas y secado natural de la especie Apeiba tibourbou Aubl. en el distrito las piedras, región de Madre de Dios*. Puerto maldonado: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. S.l.: McGraw-Hill. ISBN 978-1-4562-6096-5.
- HOPKINS, H., 1986. Parkia (Leguminosae: Mimosoideae). *Flora neotropica* [en línea]. New York: Botanical Garden Press, pp. 1-123. [consulta: 17 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/4393790>.
- HUAMANTUPA, I., 2005. Vochysia kosñipatae (Vochysiaceae), una nueva especie endémica en el Pongo de Qoñec, Valle de Kosñipata, Cusco Perú. *Arnaldoa*, vol. 12, no. 1-2, ISSN 1815-8242.
- HUAMANTUPA, I., 2012. Vochysia kosñipatae Nota científica Notas Sobre , Ecología , Manejo y Estado de Conservación de Vochysia kosñipatae Notes About , Ecology , Management and Conservation Status of Vochysia kosñipatae. *Revista Q'EUÑA*, vol. 5, no. June,
- IAWA (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS COMMITTEE), 1989. List of microscopic features for hardwood identification with an appendix on non-anatomical information. *IAWA Bulletin*, vol. 10, no. 3,

- III, A., 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 161, no. 2, ISSN 00244074. DOI 10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x.
- JAUREGUI, Y. y RAMOS, J., 2019. *Anatomía y propiedades físico – mecánicas de tres especies forestales , Concesión Forestal*. S.l.: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- JULIO CAMARERO, J., GAZOL, A., SANGÜESA-BARREDA, G., CANTERO, A., SÁNCHEZ-SALGUERO, R., SÁNCHEZ-MIRANDA, A., GRANDA, E., SERRA-MALUQUER, X. y IBÁÑEZ, R., 2018. Forest Growth Responses to Drought at Short- and Long-Term Scales in Spain: Squeezing the Stress Memory from Tree Rings. *Frontiers in Ecology and Evolution* [en línea], vol. 6, no. February, ISSN 2296-701X. DOI 10.3389/fevo.2018.00009. Disponible en: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fevo.2018.00009/full>.
- KIAEI, M., MOOSAVI, V. y EBADI, S.E., 2019. Effects of altitude on density and biometric properties of hornbeam wood (*Carpinus betulus*). *Forest Systems*, vol. 28, no. 2, ISSN 21719845. DOI 10.5424/fs/2019282-14490.
- KOHAGURA, H., 2020. *Anatomía y propiedades físicas de tres especies del género Tachigali en un bosque de Terraza Alta en la región de Madre de Dios, a través del método no destructivo*. S.l.: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
- LEÓN H, W.J., 2007. Anatomía de Madera en 31 Especies de la Subfamilia Mimosoideae (Leguminosae) en Venezuela. *Colombia Forestal*, vol. 11, ISSN 2256-201X. DOI 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2008.1.a08.
- LEON, W., 2005. ESTUDIO ANATÓMICO DE LAMADERADE 21 ESPECIES DELGÉNERO VOCHYSIAPOIR. (VOCHYSIACEAE). *Acta Botánica Venezuelica*, vol. 28, no. 2,
- LEÓN, W.J., 2008. Anatomía de Madera en 31 Especies de la Subfamilia Mimosoideae (Leguminosae) en Venezuela. *Colombia Forestal*, vol. 11, no. 0, ISSN 2256-201X. DOI 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2008.1.a08.

- LIMA, I.L. de, STARZYNSKI, R., SANTOS, C.M., KANASHIRO, M.M., BUCCI, L.A., RANZINI, M. y LONGUI, E.L., 2024. Anatomical characterization of *Ocotea indecora* Schott wood along a 300m altitude gradient. *Research, Society and Development*, vol. 13, no. 4, DOI 10.33448/rsd-v13i4.45441.
- LOBÃO, M.S., COSTA, D.P., ALMONACID, M.A.A. y TOMAZELLO FILHO, M., 2012. Qualidade do Lenho de Árvores de *Schizolobium parahyba* VAR. *amazonicum*, Acre, Brasil. *Floresta e Ambiente*, vol. 19, no. 3, ISSN 2179-8087. DOI 10.4322/floram.2012.044.
- MARCELO-PEÑA, J., 2017. *Diversidade florística, dendrologia e dendroecologia em florestas estacionais decíduas do Centro e Norte do Peru* [en línea]. S.l.: Universidade de São Paulo. Disponible en: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-04012018-144113/en.php>.
- MARCELO, J., 2017. *Diversidade florística, dendrologia e dendroecologia em florestas estacionais decíduas do Centro e Norte do Peru*. Piracicaba: Universidad de São Paulo.
- MAYA, V. y FERNANDES, G., 2006. A new genus and species of gall midge (Diptera, Cecidomyiidae) associated with *Parkia pendula* (Fabaceae, Mimosoideae). *Revista Brasileira de Entomologia*, vol. 50, no. 1, ISSN 1806-9665. DOI 10.1590/S0085-56262006000100001.
- MENDIVELSO, A., CAMARERO, J. y GUTIÉRREZ, E., 2016. Dendrochronology in Neotropical dry forests: methods, advances and applications. *Ecosistemas*, vol. 25, no. 2, ISSN 16972473. DOI 10.7818/ECOS.2016.25-2.08.
- MERCADO, M.I., MEHLTRETER, K., NEIRA, D.A., RÍOS, N.F. y HERN, M.A., 2024. Anatomical and histochemical adaptations of *Melpomene peruviana* to the xeric environment of high altitudes. *Flora*, vol. 310, no. November 2023, DOI 10.1016/j.flora.2023.152445.
- MINAM, 2015. *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal*. S.l.: Ministerio del Ambiente.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN (MBG), 2012. Tropicos.org. *Recuperado el 16 de diciembre de 2016*.

- MONTENEGRO, R., 2018. *Clasificación de especies forestales maderables de la Amazonia peruana aplicando análisis cluster con algoritmo Clara*. S.I.: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- MORAES, G., FERRAZ, I. y PROCÓPIO, L., 2015. Physiological immaturity and hydropriming of parkia nitida miq. Seeds with physical dormancy. *Ciência Florestal*, vol. 25, no. 4, ISSN 0103-9954. DOI 10.5902/1980509820667.
- MOYA, R., LEANDRO, L. y MURILLO, O., 2009. Wood characteristics of Terminalia amazonia, Vochysia guatemalensis and Hyeronima alchorneoides planted in Costa Rica. *Bosque (Valdivia)*, vol. 30, no. 2, ISSN 0717-9200. DOI 10.4067/S0717-92002009000200003.
- NELSON, B.W., MESQUITA, R., PEREIRA, J.L.G., GARCIA AQUINO DE SOUZA, S., TEIXEIRA BATISTA, G. y BOVINO COUTO, L., 1999. Allometric regressions for improved estimate of secondary forest biomass in the central Amazon. *Forest Ecology and Management*, vol. 117, no. 1-3, ISSN 03781127. DOI 10.1016/S0378-1127(98)00475-7.
- NTP, 2016a. *Método para determinación de la contracción volumétrica: NTP 251.012*. Lima, Peru: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- NTP, 2016b. *Método para determinar el contenido de humedad: NTP 251.010*. Lima - Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- NTP, 2016c. *Método para determinar la densidad de madera: NTP 251.011*. Lima, Peru: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI.
- PACHECO, A., CAMARERO, J.J. y CARRER, M., 2016. Linking wood anatomy and xylogenesis allows pinpointing of climate and drought influences on growth of coexisting conifers in continental Mediterranean climate. *Tree Physiology*, vol. 36, no. 4, ISSN 17584469. DOI 10.1093/treephys/tpv125.
- PEREIRA, A., VASTANO, B. y PALMEIRA, V., 1984. Tratamentos Pré-Germinativos de Sementes de Espécies Florestais Amazônicas. II - Visgueiro (Parkia pendula Benth. Leguminosae - Mimosoideae). *Acta*

Amazonica, vol. 14, no. 1-2, ISSN 0044-5967. DOI 10.1590/1809-43921984142288.

PORTAL CAHUANA, L.A., FIGUEIREDO LATORRACA, J.V., CAMARGO PACE, J.H., VIEIRA DOS SANTOS, G.C., OLIVEIRA LIMA, D., ALVES RAMOS, L.M. y FIGUEIREDO DO CARMO, J., 2018. Variabilidad radial física y anatómica del leño de árboles de *Amburana cearensis*. *Colombia forestal*, vol. 22, no. 1, ISSN 0120-0739. DOI 10.14483/2256201x.13083.

PUCHAICELA, C., 2013. *Estudio De La Estructura Anatómica Y Propiedades Físico-Mecánicas De Cinco Especies Maderables En Bosques Secundarios Del Cantón Zamora*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.

PUCHI, P.F., CAMARERO, J.J., BATTIPAGLIA, G. y CARRER, M., 2021. Retrospective analysis of wood anatomical traits and tree-ring isotopes suggests site-specific mechanisms triggering *Araucaria araucana* drought-induced dieback. *Global Change Biology*, vol. 27, no. 24, ISSN 13652486. DOI 10.1111/gcb.15881.

PULIDO, E., OTAVO, E., SOLÓRZANO, J., MOLLORGON, S., AMASO, S., SUAREZ, S. y ARIZA, J., 2018. *Propiedades físico-mecánicas y uso de 17 especies forestales en la Amazonia colombiana*. Caquetá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. ISBN 9789587870213.

SANTIAGO, P., GUEVARA, C. y ESPINOZA, M., 2013. Manual de transformación de la madera: Proyecto de utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales. . Lima, Perú:

SANTINI, L., MONTEIRO, S. y TOMMASIELLO, M., 2021. Formação e anatomia da madeira. *Anatomia e identificação da madeira de 90 espécies tropicais comercializadas em São Paulo*. Ponta Grossa, Brasil: Atena, pp. 1-217. vol. 7. ISBN 978-65-5706-697-3.

SCI, P.J.W. y PANDEY, S., 2021. Climatic influence on tree wood anatomy : a review. *Journal of Wood Science* [en línea], ISSN 1611-4663. DOI 10.1186/s10086-021-01956-w. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s10086-021-01956-w>.

- SIBILLE, A., 2006. *Guía de procesamiento industrial*. Lima, Perú: Argentina.S.R.L.
- SILVA, C., PIRES, M. y MOREIRA, J., 2020. Sinopse taxonômica de Caesalpinioideae (Leguminosae) na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil¹. *Rodriguésia* [en línea], vol. 71, ISSN 2175-7860. DOI 10.1590/2175-7860202071067. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602020000100244&tlng=pt.
- SILVA, J., 2009. *Características anatómica y propiedades físicas de la madera de la especie forestal madero negro o guayacán (tabebuia billbergii) de la región tumbes*. Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes.
- SILVEIRA, A., MARTINS, J. y ARAÚJO, C., 2019. Taxonomia do gênero Albizia (Leguminosae) no estado de mato grosso, Brasil. *Enciclopédia bioesfera*, vol. 16, no. October 2019, DOI 10.18677/EnciBio.
- SOLORZANO, J., SUAREZ, S. y MOGOLLON, S., 2016. *Potencialidad de uso de la madera de 15 especies forestales, procedentes de la UOF Yarí-Caguán, departamento de Caquetá*. S.l.: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- SPEER, J.H., 2010. Fundamentals of Tree-Ring research. , ISSN 1520-6548. DOI 10.1002/gea.20357.
- STEYERMARK, J., 1995. Flora of the Venezuelan Guayana Project. *tropicos.org* [en línea]. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Reference/158>.
- TENORIO, C., MOYA, R., SALAS, C. y BERROCAL, A., 2016. Evaluation of wood properties from six native species of forest plantations in Costa Rica. *Bosque*, vol. 37, no. 1, ISSN 0717-9200. DOI 10.4067/S0717-92002016000100008.
- TOPALOGLU, E., AY, N., ALTUN, L. y SERDAR, B., 2016. Effect of altitude and aspect on various wood properties of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) wood Effect of altitude and aspect on various wood properties of. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, vol. 40, no. 3, DOI 10.3906/tar-1508-95.

- TROPICOS.ORG, 2021a. *Albizia pedicellaris* (DC.) L. Rico. *Missouri Botanical Garden* [en línea]. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Image/100416862>.
- TROPICOS.ORG, 2021b. *Parkia nitida* Miq. *Missouri Botanical Garden* [en línea]. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Image/100510431>.
- TROPICOS.ORG, 2021c. *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. *Missouri Botanical Garden* [en línea]. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Image/100510517>.
- TUSET, R. y DURAN, F., 1979. *Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización*. . Montevideo: Hemisferio Sur.
- VALDERRAMA-FREYRE, H., 2006. Características tecnológicas y uso industrial de nuevas especies forestales de la Amazonia Peruana. *Folia Amazónica*, vol. 5, no. 1-2, ISSN 1018-5674. DOI 10.24841/fa.v5i1-2.223.
- VALDERRAMA, H., ARAUJO, A. y ARÓSTEGUI, A., 1989. Estructura anatómica y clave de identificación de 20 especies forestales de la zona de Colonia Angamos, Río Tavarí y Jenaro Herrera. *IIAP, INPA. Iquitos, Perú*. 130p,
- VASQUEZ, P., 2022. *Comportamiento de la madera de Albizia pedicellaris* (DC.) L Rico (*vilco pashaco*) al proceso de maquinado a tres alturas del fuste [en línea]. S.I.: Unoversidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1507>.
- VIGNOTE, S., 1996. *Tecnología de la madera*. Madrid, España: Goopas.
- VON ARX, G., CRIVELLARO, A., PRENDIN, A.L., ČUFAR, K. y CARRER, M., 2016. Quantitative wood anatomy—practical guidelines. *Frontiers in Plant Science*, vol. 7, no. JUNE2016, ISSN 1664462X. DOI 10.3389/fpls.2016.00781.
- WHELLER, E., BASS, P. y GASSON, P., 2007. *IAWA LIST OF MICROSCOPIC FEATURES*. Leiden: International Association of Wood Anatomists.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
Variable independiente	Variable independiente 1: Especies en estudio	Se considerarán 4 especies con potencial forestal: (1) Albizia pedicellaris, (2) Vochysia kosñipatae, (3) Parkia nitida y (4) Parkia pendula.	Características de las especies	Especie arbórea	¿Cuáles son las características de los individuos y especies a muestrear?
	Variable independiente 2: Cobertura vegetal	Se considerarán formaciones vegetales contrastantes. El primero un bosque de montaña ubicado en la provincia de Camanti (Cusco) y el segundo en un bosque de terraza alta en la provincia de Tambopata (Madre de Dios).	Características de tipos de cobertura vegetal	Tipo de bosque	¿Cuál es el tipo de cobertura vegetal?

Anexo 1. (Continuación). Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
Variable dependiente	Variable dependiente 1: Características anatómicas de la madera.	Cuantificación del ancho de los radios de las muestras de cada especie, obtenido mediante láminas histológicas de corte tangencial. (Puchi et al. 2021; Pacheco, Camarero y Carrer 2016)	Características anatómicas de la madera.	Ancho de radio	¿Cuál es el ancho de radio en la madera según especie?
		Cuantificación de la longitud de los radios de las muestras de cada especie, obtenido mediante láminas histológicas de corte tangencial. (Puchi et al. 2021; Pacheco, Camarero y Carrer 2016)		Longitud de radio	¿Cuál es la longitud de radio en la madera según especie?
		Cuantificación del número de células de las muestras de cada especie, obtenido mediante láminas histológicas de corte tangencial. (Puchi et al. 2021; Pacheco, Camarero y Carrer 2016)		número de células	¿Cuál es el número de células por unidad de área en la madera según especie?
		Cuantificación del número de células de las muestras de cada especie, obtenido mediante láminas histológicas de corte transversal. (Puchi et al. 2021; Pacheco, Camarero y Carrer 2016)		Número de radios	¿Cuál es el número de radios por unidad de área en la madera según especie?
	Variable dependiente 2: Propiedades físicas de la madera	Cuantificación del contenido de humedad de las muestras de cada especie, obtenido mediante testigos de madera de 5x5x20 mm. (NTP 2016b; 2016c; 2016a)	Propiedades físicas de la madera	Contenido de humedad.	¿Cuál es el contenido de humedad de la madera según especie?
		Cuantificación de la densidad básica de las muestras de cada especie, obtenido mediante testigos de madera de 5x5x20 mm. (NTP 2016b; 2016c; 2016a)		Densidad básica	¿Cuál es la densidad básica de la madera según especie?
		Cuantificación de la Contracción volumétrica de las muestras de cada especie, obtenido mediante testigos de madera de 5x5x20 mm. (Portal Cahuana et al. 2018; NTP 2016b; 2016c; 2016a)		Contracción volumétrica	¿Cuál es la contracción volumétrica de la madera según especie?

Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: “CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES OBTENIDAS MEDIANTE MÉTODO NO DESTRUCTIVO, AMAZONIA PERUANA”				
Nombre de tesistas: Bach. QUISPE RUIZ, Judith y Bach. CONDORI HUAMANI, Mirtha				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES/INDICADORES	METODOLOGÍA
General: 1. ¿Cuáles serán las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de cuatro especies forestales obtenidos mediante un método no destructivo en dos tipos de cobertura vegetal en la Amazonia peruana?	General: Determinar y comparar las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de cuatro especies forestales obtenidos mediante un método no destructivo en dos tipos de cobertura vegetal en la Amazonia peruana.	General Se espera no encontrar diferencias significativas en las características anatómicas y las propiedades físicas obtenidas con el método no destructivo (barreno de Pressler), en comparación con los valores de referencia obtenidos con el método tradicional mediante probetas. Aunque esta respuesta podría variar entre especie, tipo de cobertura vegetal y las diferentes en las características climáticas entre los dos sitios de estudio.	Variables independientes: Especies en estudio y Tipo de cobertura vegetal.	Enfoque: Cuantitativo Diseño: No experimental Nivel: Comparativo Tipo: explicativo
Específicos 1. ¿Como serán las características anatómicas de la madera de Albizia pedicellaris, Vochysia kosñipatae, Parkia nitida y Parkia pendula en dos tipos de cobertura vegetal, obtenidos mediante un método no destructivo?	Específicos: 1. Determinar y comparar las características anatómicas de la madera de Albizia pedicellaris, Vochysia kosñipatae, Parkia nitida y Parkia pendula obtenidos mediante un método no destructivo en dos tipos de cobertura vegetal.	Específicos 1. Diferencias significativas entre especies en las características anatómicas según especie y tipo de bosque. 2. Diferencias significativas entre especies en las propiedades físicas según especie y tipo de bosque.	Dimensiones: Características de las especies y Características de tipos de cobertura vegetal Indicadores: Especie arbórea y Tipo de bosque	Métodos: se determinará las Características anatómicas de la madera y Propiedades físicas de la madera, en cuatro especies en dos tipos de cobertura vegetal, mediante un método no destructivo Técnicas instrumentales de muestreo: El número de muestra se determinará utilizando un método no probabilístico, basado en información secundaria de otros estudios
2. ¿Como serán las propiedades físicas de la madera de Albizia pedicellaris, Vochysia kosñipatae, Parkia nitida y Parkia pendula en dos tipos de cobertura vegetal, obtenidos mediante un método no destructivo?	2. Determinar y comparar las propiedades físicas de la madera de Albizia pedicellaris, Vochysia kosñipatae, Parkia nitida y Parkia pendula obtenidos mediante un método no destructivo en dos tipos de cobertura vegetal.	Justificación: Los bosques naturales del Perú tienen una composición florística muy heterogénea, con gran diversidad de especies forestales y una gran mayoría no cuenta con estudios de sus propiedades físicas y mecánicas de la madera lo cual ocasiona problemas de utilización y comercialización. Importancia: el estudio de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera se justifica por su importancia en aporte al conocimiento tecnológico pues con ello se obtendrá una herramienta para poder fiscalizar a través de la identificación de la madera correctamente y a su vez proponiendo alternativas de usos y posibilidades de diversificación de los productos forestales	Variables dependientes: Características anatómicas de la madera y Propiedades físicas de la madera. Dimensiones: Características anatómicas de la madera, Propiedades físicas de la madera, Indicadores: Ancho de radio, Longitud de radio, número de células, Número de radios Contenido de humedad, Densidad básica y Contracción volumétrica.	Técnicas de recolección de datos: se seleccionarán tres individuos de cada especie en cada sitio. Se colectarán muestras para la identificación botánica. Para la extracción de los testigos de madera de los árboles se empleará el barreno de Pressler para extraer un testigo de madera cilíndrico de 5 mm de diámetro y 400 mm de longitud (Mendivelso, Camarero & Gutiérrez 2016; Camarero et al. 2018). Se extraerán 4 testigos radiales perpendiculares por árbol (Pacheco, Camarero & Carrer 2016) (Figura 3), al nivel donde se mide el DAP, una vez extraídas las muestras se guardará en sorbetes de plásticos con su respectiva codificación y se sellará con cinta adhesiva para evitar la pérdida de humedad. Técnicas de análisis: Se utilizará estadística inferencial para comparar las Características anatómicas de la madera y Propiedades físicas de la madera, en cuatro especies en dos tipos de cobertura vegetal. Población: todos los individuos de cada especie y en cada sitio. Muestra: tres árboles de cada especie y en cada sitio. Procedimiento: (1) Fase de campo: Ubicación y marcado de árboles seleccionados, Obtención de las muestras; (2) Fase de Laboratorio para las características anatómicas, Fase de Laboratorio para las Propiedades físicas de la

Anexo 3. Instrumento para registro de datos en laboratorio. Datos de los pesos de las muestras obtenidas para las propiedades físicas.

CODIGO MUESTRA	PESO HUMEDO	TEMPERATURA DE SECADO DE MUESTRA											PESO SECO
		30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C	75°C	80°C	
PP1-R2-P1	1.08	0.89	0.82	0.78	0.74	0.68	0.66	0.62	0.59	0.58	0.57	0.57	0.57
PP1-R2-P2	0.94	0.79	0.65	0.6	0.58	0.57	0.55	0.53	0.52	0.51	0.5	0.5	0.50
PP1-R2-P3	0.74	0.65	0.55	0.53	0.5	0.48	0.46	0.45	0.44	0.43	0.42	0.42	0.42
PP1-R2-P4	0.73	0.53	0.60	0.54	0.50	0.47	0.44	0.42	0.40	0.39	0.38	0.38	0.38
PP1-R2-P5	0.61	0.45	0.42	0.4	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33
PP2-R2-P1	0.86	0.65	0.62	0.59	0.57	0.54	0.53	0.52	0.5	0.49	0.48	0.48	0.48
PP2-R2-P2	0.71	0.59	0.55	0.5	0.45	0.37	0.36	0.35	0.4	0.38	0.37	0.37	0.37
PP2-R2-P3	0.55	0.45	0.39	0.35	0.33	0.29	0.28	0.28	0.31	0.29	0.28	0.28	0.28
PP2-R2-P4	0.52	0.45	0.43	0.41	0.40	0.39	0.36	0.34	0.32	0.30	0.29	0.29	0.29
PP2-R2-P5	0.37	0.34	0.32	0.31	0.29	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.21
PN1-R2-P1	0.71	0.65	0.63	0.6	0.58	0.55	0.45	0.42	0.4	0.37	0.36	0.36	0.36
PN1-R2-P2	0.78	0.40	0.39	0.39	0.39	0.38	0.37	0.37	0.39	0.38	0.41	0.41	0.41
PN1-R2-P3	0.77	0.63	0.58	0.56	0.53	0.50	0.47	0.45	0.42	0.40	0.39	0.39	0.39
PN1-R2-P4	0.44	0.36	0.34	0.33	0.32	0.31	0.3	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.26
PN1-R2-P5	0.48	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
PN2-R2-P1	0.55	0.42	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.3	0.29	0.29	0.29
PN2-R2-P2	0.43	0.36	0.34	0.32	0.31	0.3	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	0.24
PN2-R2-P3	0.39	0.31	0.30	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.21
PN2-R2-P4	0.37	0.33	0.31	0.29	0.28	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.21	0.21
PN2-R2-P5	0.42	0.35	0.33	0.32	0.3	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.222	0.222	0.22
PN3-R2-P1	0.63	0.52	0.47	0.45	0.42	0.4	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.35	0.35
PN3-R2-P2	0.77	0.65	0.60	0.56	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.41	0.40	0.40	0.40
PN3-R2-P3	0.71	0.59	0.53	0.5	0.48	0.45	0.42	0.4	0.39	0.37	0.37	0.37	0.37
PN3-R2-P4	0.73	0.61	0.54	0.51	0.48	0.45	0.42	0.4	0.39	0.38	0.366	0.366	0.37
PN3-R2-P5	0.73	0.69	0.65	0.60	0.56	0.51	0.48	0.43	0.41	0.39	0.39	0.38	0.38
CO1-R1 pp	0.40	0.38	0.35	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.23

CO1-R1 pg	0.60	0.54	0.50	0.46	0.43	0.40	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32	0.32	0.32
CO2-R3 pp	0.32	0.30	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17
CO2-R3 pg	0.47	0.44	0.40	0.35	0.30	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
CO3-R4 pp	0.48	0.43	0.38	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.28	0.28
CO3-R4 pg	0.57	0.51	0.48	0.44	0.39	0.37	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.30	0.30
A01-R1 pp	0.68	0.62	0.58	0.52	0.48	0.45	0.44	0.43	0.42	0.41	0.40	0.40	0.40
A01-R1 pg	0.78	0.71	0.69	0.67	0.63	0.60	0.58	0.55	0.51	0.49	0.48	0.48	0.48
A02-R2 pp	0.62	0.57	0.54	0.51	0.47	0.42	0.39	0.36	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32
A02-R2 pg	0.78	0.71	0.65	0.60	0.55	0.48	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
A03-R2 pp	0.58	0.52	0.47	0.45	0.42	0.40	0.39	0.37	0.35	0.34	0.33	0.33	0.33
A03-R2 pg	0.88	0.82	0.78	0.74	0.70	0.68	0.66	0.62	0.60	0.59	0.58	0.58	0.58

Anexo 4. Anexo fotográfico.

Anexo 4.1. Identificación en campo de los individuos a muestrear.



Anexo 4.2. Muestreo y almacenamiento de las muestras obtenidas con el barreno.



Anexo 4.3. Pesado y secado de muestras en laboratorio



Anexo 4.4. Medición para determinar el volumen de las muestras



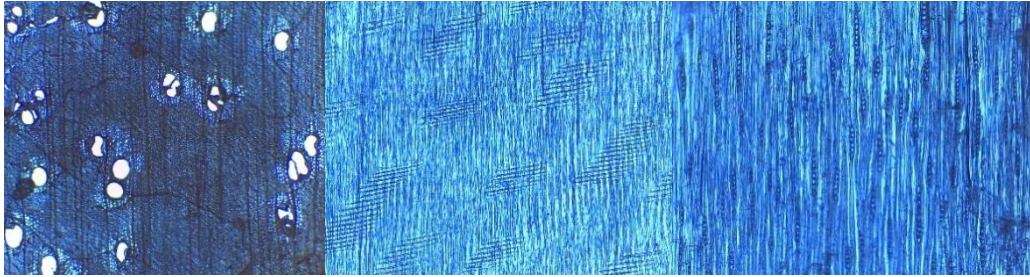
Anexo 4.4. Cortes histológicos realizados con micrótopo del Laboratorio de anatomía de la madera de la UNAMAD.



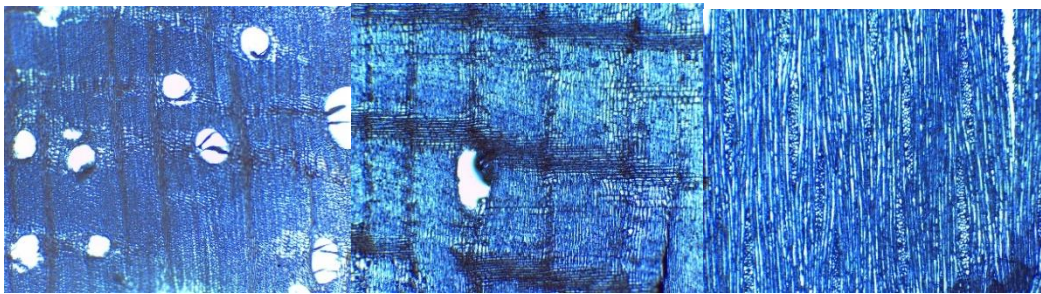
Anexo 4.5. Vista y registro fotográfico de los cortes histológicos de las especies en estudio en microscopio del Laboratorio de anatomía de la madera de la UNAMAD.



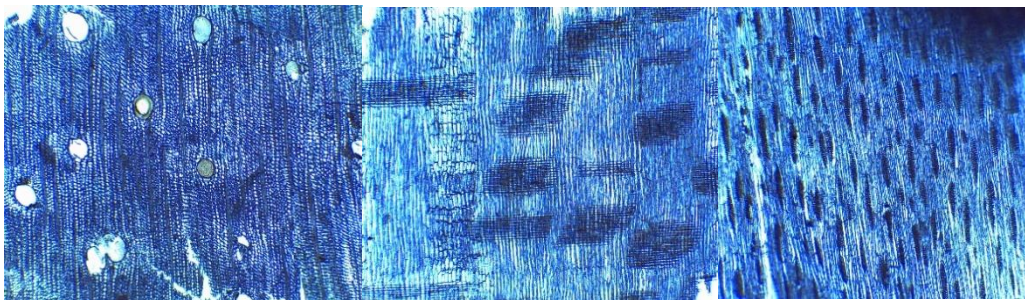
Anexo 4.7. Medición y registro de las láminas histológicas de la especie *Abizia pedicellaris*



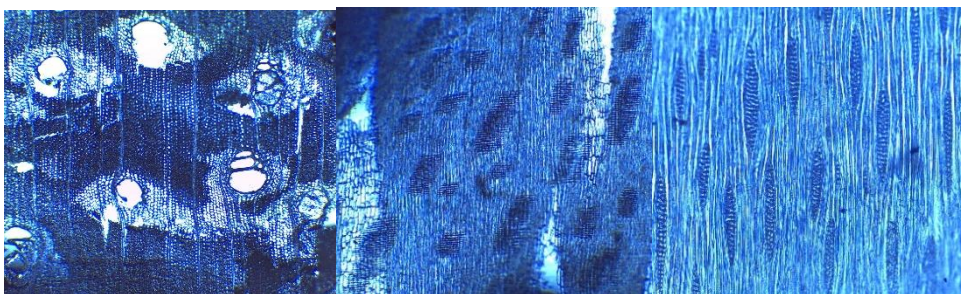
Anexo 4.8. Medición y registro de las láminas histológicas de la especie *Vochysia kosñipatae*



Anexo 4.9. Medición y registro de las láminas histológicas de la especie *Parkia nítida*



Anexo 4.10. Medición y registro de las láminas histológicas de la especie *Parkia pendula*



Anexo 5. Autorización para la toma de muestra en “Fundo el Bosque” - UNAMAD.



“UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS”

“Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo”

“Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú”

“VIVERO FUNDO “EL BOSQUE” KM. 16.5”



CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE, ADMINISTRADOR DEL VIVERO FORESTAL FUNDO “EL BOSQUE” DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS

HACE CONSTAR:

Que, la Srta. **MIRTHA CONDORI HUAMANI** Con DNI N° 42421125 y la Srta. **JUDITH QUISPE RUIZ** con DNI N° 46194570, han realizado toma de muestras de las especies forestales *Parkia nitida* y *Parkia pendula*, mediante el instrumento “Barreno de Presler” en el fundo “El Bosque” UNAMAD ubicado en vía Interoceánica Puerto Maldonado – Iberia Km 16.5 del Distrito Las Piedras, Provincia Tambopata, Departamento de Madre de Dios, para fines de estudio de las **“Características anatómicas y propiedades Físicas de la Madera de las especies obtenidas mediante método no destructivo en la Amazonía Peruana”**; realizado los días 19 y 20 de junio del 2023.

Se expide la presente Constancia a solicitud de la interesada para los fines que sean necesarias.

Puerto Maldonado, 15 de julio del 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
Y MEDIO AMBIENTE

Ing° Dante Cueva Altamirano
ADMINISTRADOR DEL VIVERO FORESTAL FUNDO EL BOSQUE

Anexo 6. Constancia de identificación de las especies forestales.



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS
Centro Investigación del Herbario Alwyn Gentry
"Madre de Dios, Capital de la Biodiversidad del Perú"
Año de la unidad, la paz y el desarrollo



CONSTANCIA

En mi calidad de Director del Centro de Investigación Herbario "Alwyn Gentry" de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios,

HACE CONSTAR:

Que las muestras botánicas han sido presentadas en marco de la tesis de pregrado de la Srta Bach. Mirtha Condori Huamani y la Bach. Judith Quispe Ruiz, titulada: **"Características Anatómicas y Propiedades Físicas de la Madera de Cuatro Especies Obtenidos Mediante Metodo no Destructivo Amazonia Peruana."**, para optar el título de Ingeniero Forestal y medio ambiente en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

Los ejemplares han sido entregados a la colección del herbario y constan de **04** especímenes que provienen del distrito Camanti, Región Cusco y distrito las Piedras, Region Madre de Dios, Las cuales fueron verificadas e identificadas en este Centro de enseñanza e Investigación HAG-UNAMAD. A continuación, se adjunta el cuadro de información de las especies identificadas.

Nº	Código de Colecta	Nombre científico	Familia Segun APG IV (2016)	Coordenada UTM 19L
1	M. Condori & J. Quispe - 001	<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L. Rico	Fabaceae	E-308976 N-8536124
2	M. Condori & J. Quispe - 002	<i>Vochysia kosnipatae</i> Huamantupa	Vochysiaceae	E-308976 N-8536124
3	M. Condori & J. Quispe - 003	<i>Parkia nitida</i> Miq.	Fabaceae	E 483197 N-8621506
2	M. Condori & J. Quispe - 004	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	Fabaceae	E 483153 N-8621612

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que considere conveniente.

Puerto Maldonado, 04 de julio de 2023.

Atentamente

Mg. Sula Bach. Quispe
DIRECTOR DEL HERBARIO

Cc.
Archivo

Ciudad Universitaria – Puerto Maldonado – Madre de Dios
Av. Jorge Chavez N° 1160

Anexo 7. Autorización para toma de muestra en predio rural en Camanti - Cusco.

Cusco, 05 de marzo 2023

AUTORIZACION TRABAJO DE INVESTIGACION

Yo, HECTOR CHAMBI RONDAN, identificado con DNI N° 80114769, autoriza a las tesis Bachilleres **JUDITH QUISPE RUIZ** y **MIRTHA CONDORI HUAMANI**, para realizar el ingreso a mi predio rural inscrito con partida registral N° 02021403, ubicado en el distrito de Camanti, provincia Quispicanchi, región Cusco.

Con la única finalidad de realizar "Trabajo de Investigación" al interior del predio rural.

Se expide el presente para fines convenientes.



HECTOR CHAMBI RONDAN
DNI N° 80114769

Anexo 8. Datos de las características anatómicas.

N	Code	Especie	Diámetro de los poros (µm)	Numero de poros (N/mm2)	Longitud de radio (µm)	Ancho de radio (µm)	número de células (long)	número de células (ancho)	Número de radios
1	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	95.4	4	583.5	70.3	38	4	3
2	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	179.7	3	1058.2	65.1	33	6	3
3	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	75.7	4	615.3	78.1	40	4	4
4	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	75.5	3	984.2	54.7	26	6	3
5	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	72.9	4	495.5	46.8	53	5	2
6	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	72.6	4	1044.3	65.1	35	6	3
7	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	88.1	5	543.8	41.7	37	6	2
8	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	133.4	5	442.9	49.5	47	5	3
9	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	114.6	3	538.6	78.1	32	5	4
10	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	103.6	2	843.7	65.1	27	4	2
11	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	110.4	3	286.7	75.7	62	3	2
12	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	240.9	3	750.2	68.9	28	6	3
13	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	201.5	2	565.0	39.0	25	3	2
14	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	187.8	4	768.5	62.9	53	4	2
15	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	118.5	2	608.5	67.6	48	5	2
16	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	88.6	3	424.2	50.5	21	4	3
17	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	118.9	4	528.9	80.7	33	4	4
18	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	71.0	2	718.3	36.8	59	4	3
19	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	144.3	4	931.7	44.9	56	5	3
20	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	90.5	4	1057.2	80.8	57	6	3
21	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	125.9	3	902.3	70.7	49	5	2
22	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	201.5	3	830.3	46.8	59	5	2
23	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	164.0	3	997.5	77.1	47	6	3
24	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	159.5	2	876.7	78.2	28	6	3

25	Copal 1	<i>Vochysia kosñipatae</i>	102.0	3	662.5	63.8	49	5	4
26	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	128.2	5	633.0	55.6	32	3	3
27	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	159.5	6	631.9	39.8	25	3	4
28	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	144.0	4	424.0	52.3	31	4	2
29	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	127.6	7	839.3	51.1	29	3	5
30	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	163.9	5	537.2	60.4	35	5	3
31	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	187.7	5	685.7	55.2	44	5	3
32	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	130.5	5	350.8	65.3	37	5	3
33	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	174.4	6	704.4	49.7	34	5	3
34	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	169.2	4	607.5	53.1	53	4	3
35	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	193.0	5	444.2	57.8	27	4	4
36	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	117.6	6	522.8	57.5	28	3	2
37	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	169.0	4	359.0	47.1	36	5	4
38	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	151.0	2	652.3	49.7	39	4	2
39	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	153.6	4	660.9	44.9	41	4	3
40	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	102.3	3	393.0	63.3	23	4	2
41	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	165.4	3	411.2	49.7	36	5	3
42	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	136.6	2	429.4	49.4	57	6	3
43	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	163.4	4	661.0	49.4	63	5	3
44	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	166.1	4	497.3	49.7	27	4	3
45	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	87.8	2	916.2	65.3	40	6	3
46	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	131.8	4	590.5	54.7	29	4	3
47	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	165.0	4	672.6	52.6	30	5	3
48	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	107.3	3	596.5	57.5	70	4	3
49	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	187.7	5	413.2	54.7	38	6	5
50	Copal 2	<i>Vochysia kosñipatae</i>	223.9	3	630.7	52.0	27	5	3
51	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	116.4	3	395.6	23.4	11	1	7
52	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	102.0	5	367.2	30.0	12	1	4
53	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	82.4	3	469.3	32.5	11	1	6

54	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	93.3	5	529.6	20.8	13	1	8
55	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	129.7	2	382.6	27.3	14	1	5
56	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	106.6	2	330.8	31.2	16	1	6
57	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	201.8	4	427.3	36.5	10	1	6
58	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	141.0	3	374.8	28.7	12	2	7
59	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	139.8	6	333.1	28.6	11	1	6
60	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	129.3	2	273.9	24.8	12	1	6
61	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	125.0	4	481.5	26.0	11	2	4
62	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	125.9	5	242.1	23.6	11	1	6
63	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	116.2	3	426.9	35.1	12	2	5
64	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	151.3	5	447.6	28.6	11	1	6
65	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	132.9	6	442.6	28.7	10	1	4
66	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	118.3	4	268.4	35.2	12	1	7
67	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	139.9	5	499.0	36.8	13	2	6
68	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	136.0	3	705.4	32.8	8	2	4
69	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	129.3	5	317.6	46.8	11	1	8
70	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	131.1	4	396.4	33.9	10	1	4
71	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	118.3	6	443.2	26.5	12	1	7
72	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	108.9	5	407.8	26.0	9	1	5
73	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	149.3	4	323.8	29.1	11	2	4
74	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	139.1	7	591.0	23.4	12	1	6
75	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	127.9	6	566.3	18.2	13	1	8
76	Pashaco 1	<i>Albizia pedicellaris</i>	101.4	5	273.6	26.2	11	1	7
77	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	124.0	3	469.2	26.2	12	1	6
78	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	112.3	3	310.2	19.9	17	1	5
79	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	148.7	4	200.4	15.7	18	1	7
80	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	93.6	6	338.0	16.1	8	2	6
81	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	124.4	4	502.4	36.5	15	1	6
82	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	101.4	5	411.3	26.1	14	1	3

83	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	133.2	4	259.2	22.1	10	1	6
84	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	128.3	5	306.4	24.8	9	1	6
85	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	117.6	6	347.5	33.9	9	1	4
86	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	192.5	4	390.7	35.2	10	1	4
87	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	138.7	5	213.0	32.6	6	1	6
88	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	120.0	5	226.5	33.8	7	1	5
89	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	125.4	4	287.7	31.3	8	1	4
90	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	129.3	6	376.9	35.2	10	1	6
91	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	122.7	5	423.5	32.6	13	1	6
92	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	115.9	7	435.0	36.5	11	1	5
93	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	152.7	6	270.0	26.0	7	1	6
94	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	150.8	5	296.8	32.9	8	1	5
95	Pashaco 2	<i>Albizia pedicellaris</i>	128.1	6	304.5	37.8	10	1	4
96	Pashaco 3	<i>Albizia pedicellaris</i>	212.6	3	343.5	30.0	10	1	6
97	Pashaco 3	<i>Albizia pedicellaris</i>	213.4	2	253.0	34.2	6	1	3
98	Pashaco 3	<i>Albizia pedicellaris</i>	199.2	4	289.4	30.4	10	1	5
99	Pashaco 3	<i>Albizia pedicellaris</i>	160.8	2	280.1	27.4	9	1	6
100	Pashaco 3	<i>Albizia pedicellaris</i>	186.3	3	319.7	31.3	8	1	5
101	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	127.5	4	242.4	32.0	28	5	4
102	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	105.7	5	299.2	32.0	29	5	4
103	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	154.8	3	242.6	43.6	20	4	3
104	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	119.2	4	166.2	32.4	17	4	3
105	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	125.1	3	224.8	30.3	22	5	2
106	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	144.1	4	267.1	26.8	16	3	3
107	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	131.7	5	127.8	25.8	26	4	4
108	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	158.1	5	288.4	24.8	24	4	4
109	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	104.9	5	169.4	23.7	15	4	4
110	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	129.2	3	269.5	38.3	22	5	3
111	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	115.2	4	268.9	43.1	21	4	4

112	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	149.3	5	250.1	44.8	24	6	5
113	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	102.7	3	257.4	38.2	21	5	2
114	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	122.8	5	289.8	47.5	25	6	4
115	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	128.2	4	275.7	29.9	24	4	1
116	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	137.3	4	248.3	40.7	27	4	3
117	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	123.4	5	240.0	34.2	23	4	4
118	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	107.6	3	231.5	38.3	21	4	3
119	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	94.7	4	231.1	42.3	16	5	4
120	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	133.5	5	169.7	37.5	15	4	5
121	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	152.3	3	263.4	41.7	32	5	5
122	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	164.1	5	321.4	43.4	34	5	3
123	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	117.6	4	133.1	36.1	14	4	4
124	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	141.8	3	326.9	51.6	37	5	3
125	Parkia nítida 1	<i>Parkia nitida</i>	135.7	4	199.0	36.2	22	4	4
126	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	123.3	5	220.7	36.2	22	4	4
127	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	116.5	4	231.0	34.8	19	4	3
128	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	133.0	4	260.6	28.3	22	4	5
129	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	112.6	4	363.8	40.4	27	4	4
130	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	127.1	3	202.3	22.9	17	3	2
131	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	97.4	4	266.6	44.3	21	4	4
132	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	116.5	4	247.8	39.2	25	4	4
133	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	154.1	4	291.1	28.0	23	3	5
134	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	98.9	5	273.6	50.6	24	4	3
135	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	134.7	3	231.6	28.9	19	3	4
136	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	121.5	4	300.3	29.2	23	3	3
137	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	123.4	5	183.9	38.4	16	3	4
138	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	132.7	5	236.6	33.1	15	3	4
139	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	119.2	4	255.5	42.6	22	4	3
140	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	128.2	3	243.1	43.5	24	5	4

141	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	106.2	5	274.5	37.1	22	4	3
142	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	122.8	5	286.5	41.5	25	4	2
143	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	148.0	4	276.5	36.2	26	5	4
144	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	107.2	4	246.2	40.4	21	4	4
145	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	133.2	4	265.8	31.1	26	5	3
146	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	83.8	3	237.8	33.3	22	2	4
147	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	122.3	5	89.5	20.5	10	3	2
148	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	128.6	4	278.7	34.1	23	4	3
149	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	102.7	3	241.3	43.5	17	3	3
150	Parkia nítida 2	<i>Parkia nitida</i>	128.2	5	192.4	34.2	15	3	5
151	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	283.7	5	298.1	44.4	23	4	2
152	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	255.7	4	332.5	41.3	33	4	3
153	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	182.2	3	327.3	33.0	15	3	3
154	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	265.0	2	208.3	31.2	30	4	2
155	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	272.3	3	216.6	38.2	24	3	2
156	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	257.7	3	363.8	42.3	35	4	1
157	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	165.7	3	193.6	46.7	22	3	2
158	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	187.0	2	346.5	36.2	28	3	2
159	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	209.6	2	350.5	35.2	30	3	2
160	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	212.4	2	321.0	32.4	13	1	4
161	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	215.0	3	379.7	38.3	32	4	3
162	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	222.4	2	181.6	34.1	18	3	3
163	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	190.0	2	204.4	38.2	20	3	3
164	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	257.0	2	344.4	28.9	30	3	3
165	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	223.0	2	175.8	31.0	14	3	2
166	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	250.5	3	236.3	34.4	18	3	2
167	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	193.2	2	293.9	49.5	26	3	3
168	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	207.3	2	221.8	35.1	22	3	5
169	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	279.4	2	264.0	31.0	19	3	4

170	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	246.6	2	210.4	38.2	20	3	3
171	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	147.3	3	210.9	38.2	19	3	4
172	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	249.3	2	258.8	44.3	22	3	3
173	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	181.9	2	206.3	27.9	24	3	4
174	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	182.2	3	307.4	27.9	28	3	3
175	Parkia pendula 1	<i>Parkia pendula</i>	180.6	2	379.6	43.8	26	3	3
176	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	179.1	3	363.1	42.7	30	3	4
177	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	180.3	2	260.6	39.7	21	3	3
178	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	215.0	3	274.1	33.6	25	3	3
179	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	267.1	3	220.0	34.0	17	3	4
180	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	150.9	2	160.0	25.8	15	2	3
181	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	210.9	3	273.8	39.5	22	3	4
182	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	232.1	2	362.5	40.3	32	4	4
183	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	217.4	4	312.1	43.8	22	3	4
184	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	128.9	2	252.8	27.1	32	3	2
185	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	200.8	2	243.5	27.0	20	3	4
186	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	232.5	3	307.6	31.5	18	2	2
187	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	184.9	1	362.1	32.8	28	3	5
188	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	223.9	2	217.5	36.0	18	3	2
189	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	213.0	2	227.7	40.0	19	3	2
190	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	173.4	3	231.4	30.3	17	3	3
191	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	283.4	3	222.1	30.5	24	3	2
192	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	191.5	3	374.9	31.4	30	3	2
193	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	211.8	2	434.4	34.2	36	3	3
194	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	292.3	2	200.3	26.1	17	3	2
195	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	179.0	3	271.2	33.3	24	3	3
196	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	220.9	2	194.7	24.1	17	3	2
197	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	219.1	3	270.8	36.6	22	4	4
198	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	285.2	2	336.0	43.8	33	4	4

199	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	182.2	3	267.4	32.8	20	4	4
200	Parkia pendula 2	<i>Parkia pendula</i>	175.3	2	253.6	32.3	19	3	3