

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y MACROSCÓPICAS DEL FUSTE DE**

***Dacryodes peruviana* (Loes.) H.J. Lam (COPAL), ZONA TINGO MARIA**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR:**

**CHADLY VEGA VERAMENDI**

**2024**



**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 099-2024-FRNR-UNAS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 24 de Setiembre de 2024, a horas 10:00 a.m. en la sala de grados de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para calificar la tesis titulada:

**“CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y MACROSCÓPICAS DEL FUSTE DE *Dacryodes peruviana* (Loes) H.J. Lam (COPAL), ZONA TINGO MARIA”**

Presentado por el Bachiller: **VEGA VERAMENDI, CHADLY**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.


Tingo María, 30 de septiembre de 2024

  
Ing. MSc. **RICARDO OCHOA CUYA**  
**PRESIDENTE**

  
Ing. **JORGE LUIS VERGARA PALOMINO**  
**MIEMBRO**

  
Ing. **JORGE BIRINO ALVAREZ MELO**  
**MIEMBRO**



  
Ing. MSc. **ROBERT G. PECHO DE LA CRUZ**  
**ASESOR**



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 285 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y MACROSCÓPICAS DEL FUSTE DE <i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) H.J. Lam (COPAL), ZONA TINGO MARIA	CHADLY VEGA VERAMENDI	21 % Veintiuno

Tingo María, 09 de octubre de 2024

  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN  
Dr. Tomas Menacho Malqui  
JEFE

C.C. Archivo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



<b>Título</b>	: CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS Y MACROSCOPICAS DEL FUSTE DE <i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) H.J. Lam (copal), ZONA TINGO MARIA.
<b>Programa de investigación</b>	: Ciencias básicas Forestal (Química –Física - Anatomía Forestal Biotecnología)
<b>Línea de investigación</b>	: Anatomía Forestal
<b>Eje temático</b>	: Características organolépticas y macroscópicas de la madera y otros materiales lignocelulósicos
<b>Autor</b>	: VEGA VERAMENDI, Chadly
<b>Asesor</b>	: Ing. MSc. PECHO DE LA CRUZ, Robert Gilbert
<b>Lugar de ejecución</b>	: BRUNAS-Leoncio Prado
<b>Duración</b>	: 6 meses
<b>Financiamiento</b>	: 3 647,60 FEDU: NO Propio: SI Otros: NO

Tingo María – Perú  
Setiembre, 2024



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO**

**I. DATOS GENERALES DE PREGRADO**

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Recursos Naturales Renovables

Título de tesis : Características organolépticas y macroscópicas del fuste de *Dacryodes peruviana* (Loes.) H. J. Lam (copal), zona - Tingo María.

Autora : Chadly Vega Veramendi

Asesor : Ing. Mg. Sc. Robert Gilbert Pecho de la Cruz

Programa de investigación : Ciencias básicas Forestal (Química, Física, Anatomía, Biotecnología Forestal)

Líneas de investigación : Anatomía Forestal

Ejes temáticos : Características organolépticas y macroscópicas de de la madera y otros materiales lignocelulósicos

Lugar de ejecución : Laboratorio de Anatomía de la Madera UNAS  
: BRUNAS-Leoncio Prado

Duración : Fecha de inicio : setiembre del 2022  
Fecha de término : diciembre 2023

Financiamiento : Recursos propios: S/ 3 647,60

Bach. Chadly Vega Veramendi

Tesista

Mg. Sc. Robert Gilbert Pecho de la Cruz

Asesor

## DEDICATORIA

A Dios, por bendecir mis días, mi vida y la de mi familia, brindándome la oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que amo y me aman. El éxito y la satisfacción de esta investigación es gracias a Dios por el regalo de la sabiduría, amor y paciencia.

A mis padres Gunter Vega Solís y Tarcia Veramendi de Vega, por estar siempre conmigo, por confiar y creer en mí, el llegar al final de mi investigación es recordar un inicio donde tuvieron que trabajar mucho, esto es para ustedes, su compañía no solo me ayudó con el proceso y realización de esta tesis sino de mi vida entera.

A mi hija Dafne Vega Santisteban por ser mi mayor motivación e inspiración para superarme día a día para obtener un futuro de bienestar.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por la bendición de cada día y permitirme tener y disfrutar de mi familia y a todas aquellas personas que contribuyeron en todo lo posible para el desarrollo de la presente tesis.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por ser parte de ella y formarme profesionalmente, por haber sido participe de una de las mejores e importantes épocas de mi vida.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, por compartir sus conocimientos durante el proceso de mi formación profesional. Por su paciencia y consejos.

Al Ing. M. Sc. Robert Gilbert Pecho De La Cruz, por su apoyo, asesoramientos y consejos durante la investigación que fueron cruciales en la ejecución de la investigación.

A Aydel Santisteban Vega, por ser la persona que acompaña mis días, cómplice de alegrías y tristezas y en muchas ocasiones mi fuerza.

A mis abuelos Leonor S. y Jorge V., por el apoyo incondicional para que todo encamine de la mejor manera.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. La madera.....	3
2.1.2. Anatomía de la madera.....	3
2.1.3. Madera de albura y duramen.....	3
2.1.4. Anillos de crecimiento .....	4
2.1.5. Características organolépticas de la madera.....	5
2.1.6. Características macroscópicas.....	7
2.1.7. <i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) H.J. Lam .....	9
2.2. Estado del arte.....	10
2.2.1. Internacional.....	10
2.2.2. Nacional .....	14
2.2.3. Regional .....	14
2.2.4. Local.....	15
III. MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1. Ubicación política.....	18
3.2. Ubicación geográfica .....	18
3.3. Zona de vida y variables climáticas.....	18
3.4. Materiales, herramientas y equipos .....	19
3.4.1. Material vegetativo.....	19
3.4.2. Materiales y herramientas} .....	19
3.4.3. Equipos.....	19
3.5. Método.....	19
3.5.1. Características organolépticas .....	19
3.5.2. Características macroscópicas.....	24
3.6. Criterios de la investigación .....	26
3.6.1. Nivel de investigación.....	26
3.6.2. Diseño de investigación .....	26
3.7. Variables dependientes e independientes .....	26
3.7.1. Variables dependientes.....	26

3.7.2. Variables independientes.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
4.1. Características organolépticas, en estado húmedo y seco, de médula a corteza de <i>Dacryodes peruviana</i> (copal).....	27
4.1.1. Transición de albura y duramen .....	27
4.1.2. Anillos de crecimiento .....	28
4.1.3. Color.....	29
4.1.4. Olor.....	31
4.1.5. Sabor.....	32
4.1.6. Brillo.....	33
4.1.7. Grano .....	33
4.1.8. Textura .....	35
4.1.9. Veteado.....	36
4.2. Características macroscópicas de médula a corteza de <i>Dacryodes peruviana</i> (copal).....	37
4.2.1. Poros.....	37
4.2.2. Parénquima.....	42
4.2.3. Radios.....	43
V. CONCLUSIONES .....	46
VI. PROPUESTAS A FUTURO .....	47
VII. REFERENCIAS .....	48
ANEXOS.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página.</b>
1. Resumen de investigaciones revisadas a nivel Internacional. ....	16
2. Resumen de investigaciones revisadas a nivel Nacional. ....	17
3. Coordenadas UTM de los árboles seleccionados del BRUNAS. ....	18
4. Transición de albura y duramen en tres niveles del árbol. ....	27
5. Color de albura y duramen en tres niveles de altura en estado húmedo. ....	29
6. Color de albura y duramen en tres niveles de altura en estado seco ....	30
7. Números de poros en 25 mm <sup>2</sup> de niveles de altura y secciones transversales. ....	39
8. ANVA del número de poros en 25 mm <sup>2</sup> en niveles de altura y secciones transversales. ....	41
9. Números de radios en tres niveles de altura y secciones transversales ....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Obtención de probetas para las características organolépticas y macroscópicas .....	21
2. Determinación del grano siguiendo la dirección de los radios .....	34
3. Vista del vetado en la cara radial .....	36
4. Vista del vetado en la cara radial .....	36
5. Comparación de medias del número de poros en tres niveles de altura .....	41
6. Comparación de medias del número de poros en secciones transversales .....	42
7. Evaluación del DAP de los árboles a talar .....	55
8. Apeo de los arboles de D. peruviana seleccionados .....	55
9. Obtención de las tortas de D. peruviana .....	56
10. Seccionado de las muestras por nivel de altura .....	56
11. Codificación de las tortas para su traslado .....	57
12. Traslado de las muestras para el habilitado .....	57
13. Verificación de la tesis por parte de los jurados .....	58
14. Obtención de xioltecas y muestras para ensayos anatómicos.....	58
15. Xioltecas de D. peruviana.....	59
16. Visualización del color en muestras de D. peruviana.....	59
17. Evaluación de albura y duramen .....	60
18. Determinación del grano en muestras de D. peruviana .....	60
19. Conteo del numero de poros.....	61
20. Visualización de características macroscópicas de D. peruviana.....	61
21. Mapa de ubicación de los árboles en el BUNAS.....	62

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar las características organolépticas y macroscópicas del fuste de *Dacryodes peruviana* (copal) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Se seleccionaron tres árboles con diámetros superiores a 30 cm de DAP y se siguió la norma COPANT 30:1-19 1974 para la descripción de madera. Los resultados obtenidos fueron: las características organolépticas se obtuvieron que la transición entre albura y duramen varía con la altura; en la base, la albura es angosta, mientras que en los niveles medios y superiores se expande. La albura es pálida, y el duramen presenta colores más intensos (rosados y rojizos). El olor es aromático en estado húmedo y se vuelve indefinido al secarse, mientras que el sabor astringente desaparece con el secado. El brillo es medio en ambos estados, con grano entrecruzado y textura media; el veteado es escaso; mientras que los poros son de tamaño mediano, redondos, y con distribución difusa, visibles con lupa de 10x aumentos. La variabilidad en el número de poros, predominantemente solitarios, es moderada, sin diferencias significativas entre niveles y secciones del árbol. El parénquima es vasicéntrico y escasamente vasicéntrico confluyente. Los radios, también visibles con lupa de 10 aumentos, tienen distribución no estratificada y espesor mediano. La estructura es uniforme, con variaciones moderadas en la base del árbol.

Palabras claves: Características organolépticas, macroscópicas y *Dacryodes peruviana*

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the organoleptic and macroscopic characteristics of the trunk of *Dacryodes peruviana* (copal) from the Universidad Nacional Agraria de la Selva's reserve forest in Tingo María, [Peru]. Three trees with diameters superior to 30 cm of DBH (DAP in Spanish) were selected and the COPANT 30:1-19 1974 standard for the description of wood was followed. The results that were obtained were: from the organoleptic characteristics it was obtained that the transition between the sapwood and heartwood varied with the height; at the base the sapwood was narrow, while at the middle and superior levels it expanded. The sapwood was pale and the heartwood presented more intense colors (pinks and reds). The smell was aromatic in a moist state and became indefinite when dry; meanwhile, the astringent flavor disappeared when it was dried. The shine was average for both states, with a crisscross grain and an average texture; the veins were scarce, while the pores were of an average size, round and diffusely distributed, visible with a 10x magnifying glass. The variability in the number of pores, [which were] predominately solitary, was moderate, with no significant differences between the levels and sections of the tree. The parenchyma was vasicentric and slightly vasicentric confluent. The rings, also visible with a 10x magnifying glass, had a non-stratified distribution and the thickness was average. The structure was uniform, with moderate variation at the base of the tree.

Keywords: organoleptic characteristics, macroscopics, *Dacryodes peruviana*.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los bosques presentan una gran composición florística, siendo muy diversa en cada parte del mundo, y a la vez un recurso fundamental en la población rural, por su valor económico de la madera, hojas, corteza, entre otros; sin embargo, el uso de estos recursos es de forma inadecuada, debido a los escasos estudios anatómicos de la madera de estas especies.

Algunos géneros de *Dacryodes peruviana*, en el Perú son usados para chapa en interiores, láminas, cajas, etc, sin embargo, no todas estas especies tienen estudios de las características anatómicas para un uso tecnológico, desfavoreciendo su utilización en la industria forestal`

El *Dacryodes peruviana*, conocido comúnmente como copal, es una especie arbórea nativa de la región amazónica que desempeña un papel significativo en los ecosistemas forestales y en las prácticas culturales y económicas locales. Esta especie se encuentran en bosques secundarios, en la zona de Tingo María este árbol es valorado tanto por sus aplicaciones tradicionales como por su potencial en la industria de la madera. Sin embargo, a pesar de su relevancia, existe una falta de información detallada sobre las características organolépticas y macroscópicas del fuste de *Dacryodes peruviana* en esta región. Esta carencia de datos limita el conocimiento sobre sus propiedades y potenciales usos industriales, afectando la gestión sostenible y el aprovechamiento de esta especie. Por lo cual se plantea la siguiente interrogante ¿Cuáles serán las características organolépticas y macroscópicas del fuste de *Dacryodes peruviana* (copal) zona Tingo María?

Las características organolépticas y macroscópicas del fuste de *Dacryodes peruviana* es importante para llenar el vacío de información existente y proporcionar una base sólida para su aprovechamiento sostenible y darle un valor agregado. Al caracterizar detalladamente las propiedades de la madera, se podrán identificar sus aplicaciones más adecuadas, mejorar los métodos de manejo forestal y fomentar el desarrollo de productos de alta calidad. Este conocimiento también contribuirá a la preservación de la especie y a la promoción de prácticas de explotación responsable, alineadas con los objetivos de conservación y desarrollo sostenible en la región de Tingo María.

En tal sentido la investigación pretende generar nueva información sobre las características organolépticas y macroscópicas de *Dacryodes peruviana* del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, de esta manera nos permitirá una mejor utilización, por ende, un valor agregado.

### **Objetivo general**

Evaluar las características organolépticas y macroscópicas del fuste de *Dacryodes peruviana* (copal) zona Tingo María.

### **Objetivo específico**

- Determinar las características organolépticas en estado húmedo y seco, en tres niveles del fuste de *Dacryodes peruviana* (copal) zona Tingo María.
  
- Determinar las características macroscópicas de médula a corteza en tres niveles del fuste de *Dacryodes peruviana* (copal) zona Tingo María.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Marco teórico**

#### **2.1.1. La madera**

La madera, que se refiere a un conjunto de tejidos del xilema que conforman el tronco, las raíces y las ramas de las plantas leñosas, excluyendo la corteza, puede variar significativamente, incluso dentro de un mismo individuo y aún más entre diferentes regiones geográficas (García et al., 2003).

#### **2.1.2. Anatomía de la madera**

Quispe (2010) señala que la anatomía de la madera abarca el análisis de sus características generales, organolépticas y submicroscópicas, y se divide en dos áreas principales: la Anatomía Sistemática, que se enfoca en la identificación de las especies, y la Anatomía Aplicada, que examina cómo la estructura anatómica afecta las propiedades tecnológicas de la madera. Además, destaca que cada tipo de madera presenta características únicas, lo que permite su clasificación según sus propiedades organolépticas, macroscópicas y microscópicas.

León y Espinoza (2001) indican que identificar la anatomía de la madera de los árboles es crucial, ya que permite determinar la especie a la que pertenece la muestra de madera. Sin embargo, en ocasiones, especies diferentes dentro de un mismo género tienen estructuras anatómicas muy parecidas, lo que solo permite identificar el género de la pieza de madera, en lugar de la especie específica.

#### **2.1.3. Madera de albura y duramen**

La madera del árbol vivo se divide en dos áreas fisiológicamente distintas: la albura y el duramen. Durante el proceso de duraminización, se producen numerosos cambios en la madera. Según Giménez et al. (2000), en ciertas industrias se descarta la albura debido a su menor durabilidad, por lo que es crucial medir la proporción de albura en el volumen total de madera producido.

La albura se encuentra entre el cambium y el duramen. Esta región de la madera incluye tanto células vivas como muertas, y su función principal es almacenar nutrientes;

además, en las capas más cercanas al cambium, la albura se encarga del transporte de agua o savia. El grosor y el número de anillos de crecimiento en la albura pueden variar. Generalmente, la albura tiene un espesor radial que oscila entre 4 y 6 centímetros (Kollmann, 1959).

La albura transporta una gran cantidad de agua y sales disueltas desde las raíces hasta las hojas, contribuye a la rigidez del tallo y actúa como reserva de sustancias almacenadas. Según Giménez et al. (2000), en ciertos usos industriales se descarta esta parte del tronco debido a su menor resistencia en comparación con el duramen.

En contraste, el duramen es el leño biológicamente inactivo que se encuentra en la sección del tronco entre la médula y la albura. Este tejido tiene funciones estructurales, generalmente presenta una estructura más densa y un color más oscuro que la albura. Según Giménez et al. (2000), el duramen se define como las capas internas de la madera que carecen de células vivas y en las que el material de reserva (almidón) ha sido eliminado o convertido en sustancias propias del duramen.

Campos (2015) señala que el duramen está compuesto por células inactivas que no participan en la conducción de agua ni en el almacenamiento de nutrientes. La transición de la albura al duramen suele ir acompañada de un incremento en los contenidos de extractivos, que a menudo oscurecen el duramen y confieren a especies como el nogal negro y el cerezo su color distintivo.

#### **2.1.4. Anillos de crecimiento**

Según Kollmann (1959), los anillos anuales visibles en una sección transversal del tronco corresponden a las capas de madera formadas por el crecimiento de cada año. Estos anillos se originan en el tejido celular que proviene del cambium, ubicado entre la parte exterior del tronco, y que genera anualmente el engrosamiento del árbol.

Acuña y Casado (2005) explican que los anillos de crecimiento se pueden clasificar en dos tipos: anuales, que son típicos de las plantas que crecen en zonas boreales, y estacionales, que se encuentran en plantas de zonas tropicales con estaciones climáticas bien definidas. Dentro de cada anillo de crecimiento, se pueden distinguir con mayor o menor facilidad dos tipos de madera: la madera formada en primavera, conocida como madera de

primavera en los anillos anuales y de primer crecimiento en los estacionales; y la madera formada en verano, llamada madera de verano en los anillos anuales y madera tardía en los estacionales (Acuña y Casado, 2005).

### **2.1.5. Características organolépticas de la madera**

Se entiende por características organolépticas a las que son de fácil percepción por el hombre mediante los sentidos, entre ellos se encuentra el color, sabor, olor, textura, grano, vetado (Chila *et al.*, 2020). Estas características son de gran ayuda en el proceso de identificación, debido a que la gran mayoría de estas suelen sufrir cambios por las variaciones del medio ambiente. (Vásquez & Ramírez, 2011)

#### **2.1.5.1. Olor**

Sánchez (2010) menciona que esta característica es de gran ayuda para distinguir diversas especies, existe un olor característico para cada especie en ocasiones agradable o no agradable, esto se ve influenciado por la presencia de resinas y aceites. Por otro lado, Inchiglema (2019) afirma que las maderas presentan un olor distintivo originado por las sustancias de infiltración existentes en el duramen. En tal sentido, la presencia de un olor distintivo es una característica correspondiente al duramen, en algunas ocasiones los hongos, bacterias producen en la madera olores más fuertes. El olor es más fuerte en las maderas frescas, recién cortadas y puede enfatizarse cuando el material está en estado húmedo.

#### **2.1.5.2. Color**

Esta característica es influenciada por la existencia de extractivos, componentes celulares, dicha característica resulta ser muy variable en las diferentes especies, en diferente nivel de fuste y en ocasiones en las mismas piezas; estas características en conjunto con el grano pueden desarrollar cualidades decorativas para cada especie (Loja y Mendoza, 2015) .Se puede determinar que la madera es densa por la característica del color de la madera, en escalas de intensidad superiores la madera suele ser densa, esta coloración es influenciada a que se encuentran presente aceites, resinas entre otras sustancias (Bravo, 2008).

### **2.1.5.3. Sabor**

La presencia de sustancias de infiltración influye en el sabor de la madera, en tal sentido, mientras la madera se encuentre en estado húmedo será más distintivo. Por otro lado, esta característica no suele ser de mucha relevancia debido a que varía de acuerdo a las condiciones de exposición. Esta característica no se puede diferenciar en todas las especies, asimismo se encuentra ligada con el olor, es decir también el contenido químico es primordial para identificar el sabor (Nevárez, 2019)

### **2.1.5.4. Brillo**

Desde el punto de vista industrial, el brillo natural de la madera es de escasa relevancia, dado que durante el pulido y el barnizado se obtienen acabados con un alto grado de lustre. En la mayoría de las maderas, el brillo natural no es visible en la sección transversal; sin embargo, en la dirección tangencial puede notarse un ligero brillo, y en la dirección radial el brillo puede ser bastante pronunciado (Sánchez, 2010).

### **2.1.5.5. Veteado**

Se define como la parte longitudinal de la madera durante el proceso de cepillado, y está influenciada por la estructura de los elementos del árbol. El veteado de la madera está determinado por factores como el parénquima, los anillos de crecimiento, los radios claramente definidos y el grano de la madera (Nevárez, 2019). Por otro lado, Sánchez (2010) señala que esta característica está relacionada con los patrones visibles de las fibras en la superficie de la madera. En algunas maderas, las vetas son muy notorias, mientras que en otras son menos evidentes.

### **2.1.5.6. Grano**

Es una característica determinada por la disposición de los elementos xilemáticos (como vasos, fibras, traqueidas y parénquima) en relación con el eje longitudinal del tronco (Nevárez, 2019).

### **2.1.5.7. Textura**

Esta característica se origina en la distribución, proporción y tamaño de los elementos leñosos, los cuales se pueden observar en la sección transversal de la madera. Es crucial para la industria, especialmente en el proceso de acabado de la madera.

### - Madera de textura gruesa

Presenta radios leñosos grandes, abundantes con parénquima longitudinal, con poros de diámetro de 250 micrómetro.

### - Madera de textura media

Presentan radios leñosos de finos a grueso, parénquima longitudinal medio abundante, con poros con diámetro de 150-250 micrómetros.

### - Madera de Textura fina

Presentan radios finos, abundante fibra, con parénquima longitudinal escaso, poros con diámetro de 150 micrómetros (Najar, 2016)

## 2.1.6. Características macroscópicas

La identificación de estas características se fundamenta en la estructura, las propiedades organolépticas y los elementos anatómicos de la madera (León & Espinoza, 2001). La estructura macroscópica se refiere a las características de los diversos tejidos de la madera que se pueden observar a simple vista o con una lupa de 10X (Gatica, 2010).

### 2.1.6.1. Poros

Son orificios o cavidades formadas por células tubulares que pueden observarse fácilmente en la sección transversal de la madera, y que suelen estar abiertos. Se clasifican según el diámetro tangencial, la frecuencia, la distribución, la disposición y la forma. Estos orificios se encuentran exclusivamente en maderas de latifoliadas y son el principal rasgo que las distingue de las coníferas (Giménez et al., 2005).

Un poro es un elemento vascular que se observa al cortar una sección transversal de la madera. Los poros pueden estar aislados o agrupados de manera variable; los poros aislados, también conocidos como poros solitarios, suelen ser redondeados y tienen paredes gruesas. Cuando varios poros están agrupados en una fila radial, se denominan poros múltiples radiales. Los poros en contacto tienden a ser aplanados y más gruesos. Para facilitar el estudio y la identificación de las estructuras anatómicas de la madera, se clasifican en dos tipos: maderas porosas y maderas no porosas (Valderrama, 1986).

Los poros se clasifican en función de su agrupamiento en: solitarios y múltiples, que a su vez se subdividen en radiales, tangenciales, diagonales y racemiformes. Según su disposición, pueden ser difusos (uniformes o no uniformes) o formar anillos (circulares o semicirculares). En cuanto a su orientación, se distinguen en dendríticos, tangenciales y diagonales (Jiménez et al., 2005).

#### **2.1.6.2. Parénquima**

Campos (2007) describe este tejido como un tipo de tejido conjuntivo (tegumentario o defensivo) que conecta diversos tejidos entre sí. Está compuesto por células poliédricas con paredes delgadas y esponjosas. Por su parte, Lluncor (2011) señala que este tejido, en la mayoría de los casos, es de un color más claro que el tejido fibroso. Sus células son cortas y de paredes delgadas, y su función principal es almacenar, distribuir y secretar sustancias orgánicas.

Los tipos de parénquima que existen son los siguientes:

**Longitudinales**, orientadas a lo largo del árbol y visibles en la sección transversal, son cruciales para su identificación. Entre ellas, el parénquima apotraqueal se encuentra de manera independiente a los poros y puede ser difuso, esparcido alrededor de los poros, o difuso en agregados, formando pequeños grupos sin superar los radios adyacentes. Por otro lado, el parénquima paratraqueal rodea los poros o vasos y se clasifica en vasicéntrico, donde las células rodean los poros de manera circular u ovalada, aliforme, que forma pequeñas alas alrededor de los poros, y aliforme confluyente, que crea bandas irregulares. Además, el parénquima en bandas puede presentarse en bandas delgadas y continuas o anchas, con un grosor uniforme visible a simple vista. Otros tipos incluyen el reticulado, que se asemeja a una red formada por los radios en la sección transversal, y el escaleriforme, que imita una escalera con parénquima y radios en la sección transversal. También está el parénquima marginal, ubicado en el límite de los anillos de crecimiento (Chavesta, 2005).

**Radial:** Las células tienen forma de líneas o bandas y se visualizan como manchas en la sección radial, como líneas escalonadas en la sección tangencial y como pequeñas líneas de ancho variable en la sección transversal. Su función principal es la conducción y almacenamiento de nutrientes (Chavesta, 2005).

#### **2.1.6.3. Radios**

En la madera la gran mayoría de las células son alargadas en dirección paralela al fuste, una cantidad mínima de células aproximadamente menor al 10% del volumen, son alargadas

perpendicularmente al fuste (Taquire, 2000). Por otro lado, la importancia de las características de la madera ayuda a la identificación de sus propiedades de físico-mecánicas (García, 2003).

Los radios juegan un papel crucial en las propiedades de la madera, actuando tanto como un elemento de identificación como influyendo en las características de contracción del material. La discontinuidad en el tejido que los radios representan se vuelve más evidente en las aberturas de la madera donde están más desarrollados. Como resultado, la resistencia a la hendidura en la dirección radial es menor comparada con la tangencial, y esta diferencia se acentúa con la abundancia y desarrollo de los radios leñosos. En cambio, en términos de compresión, los radios leñosos tienen un efecto beneficioso, incrementando la resistencia a la compresión radial en maderas frondosas con radios leñosos gruesos (Díaz, 2003).

- a) **Radios homogéneos:** Están compuestos por células de un solo tipo, y el tejido se constituye principalmente por células dispuestas horizontalmente en la sección radial.
- b) **Radios heterogéneos:** Están formados por diferentes tipos de células, que pueden ser cuadradas o verticales y se disponen en diversas combinaciones.

Los radios homogéneos y heterogéneos pueden ser uniseriados, lo que significa que están compuestos por una sola fila de células en la sección tangencial, o multiseriados, formados por varias filas de células en la misma sección (Burger & Richter, 1991).

#### 2.1.7. *Dacryodes peruviana* (Loes.) H.J. Lam

La taxonomía según el APG IV (1981) que clasifica a la especie de la siguiente manera:

Reino	:	PLANTAE
Filo	:	TRACHEOPHYTA
Clase	:	MAGNOLIOPSIDA
Orden	:	SAPINDALES
Familia	:	BURSERACEAE
Género	:	<i>Dacryodes</i> Vahl
Especie	:	<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) H.J. Lam

Es un árbol de la familia Burseraceae que crece en los bosques húmedos de Colombia, Perú y Ecuador. En Ecuador, se encuentra en las provincias de Carchi, Esmeraldas, Napo,

Pichincha y Sucumbíos, a altitudes que varían entre 200 y 1600 metros sobre el nivel del mar. En este país, se distribuye principalmente en la cuenca del Amazonas, alcanzando alturas de hasta 18 metros y un diámetro de 40 centímetros. Su tronco es recto y presenta canales irregulares. La corteza externa es de color pardo oscuro a grisáceo, con un tono crema pálido, y está cubierta por grandes placas desprendibles que revelan lenticelas irregulares (Matute et al., 2009).

La corteza interna del árbol, de color crema, contiene una resina transparente y algo pegajosa, que emite un fuerte aroma mentolado. Las hojas son compuestas e imparipinnadas, dispuestas alternadamente sin estipulas, miden entre 23 y 40 cm de largo y tienen un raquis alado en la base. Sus márgenes son enteros, el ápice es acuminado y la base es redondeada u obtusa. En el haz, las hojas son de un verde oscuro, mientras que el envés es de un verde claro con una nerviación destacada.

Las flores son bisexuales y se agrupan en una inflorescencia tipo panícula. El fruto es una drupa ovoide ligeramente aplanada, de color negro brillante, con un tamaño promedio de 3.3 cm de largo, 2 a 4 cm de diámetro y 1.24 cm de espesor. Su pericarpio es delgado, con un grosor de 0.4 cm, y contiene una sola semilla (Padoch & Denevan, 1988). La fructificación comienza alrededor de los 15 años después de la plantación y ocurre principalmente en enero y febrero. El fruto es perecible a temperatura ambiente, deteriorándose en tres o cuatro días tras la cosecha, aunque en condiciones húmedas puede conservarse durante una semana. Por su sabor y aroma, se presume que contiene ácidos grasos y aceites esenciales (Alvarez et al., 2011).

## **2.2. Estado del arte**

### **2.2.1. Internacional**

Arcos (2021) en su estudio realizado en Ecuador de las características y propiedades de la *Ocotea insulares* (Meins.) Mez con la finalidad de determinar las características organolépticas, propiedades físicas, para la metodología se seleccionó los árboles con cualidades fitosanitarias que serán aprovechados y empleados para la elaboración de las muestras de madera, para su posterior determinación de características organolépticas y propiedades físicas. Para los resultados en características organolépticas presentó un color café amarillento, un olor desagradable, sabor amargo, brillo medio, grano recto, textura media, vetado en líneas con destellos dorados; para las características macroscópicas presentó anillos de crecimiento visibles a simple vista, unos poros visibles con una lupa 10x son simples y

escasos múltiples difusos, parénquima vasicéntrico visible con una lupa de 10x, radios visibles a simple vista.

Cuasquer (2017) evaluó características anatómicas y organolépticas de tres especies maderables de Intag, Ecuador. *M. chiguila* presentó albura rosada y duramen amarillo rojizo, con sabor amargo, olor característico, brillo medio a opaco, vetado en arcos y destellos dorados, grano recto a ondulado, y textura media. Los poros eran simples, múltiples radiales, con porosidad radial y parénquima en bandas. *O. pacifica* mostró albura amarilla pálida y duramen marrón claro, con sabor amargo, olor desagradable, brillo medio a intenso, vetado en líneas verticales, grano recto y textura media. Los poros eran simples y escasos, con porosidad oblicua y parénquima unilateral. *Psidium occidentale* tenía albura rosada y duramen oliva marrón claro, sabor amargo, olor aromático, brillo medio a opaco, vetado en líneas verticales con arcos, grano recto y textura media fina. Los poros eran simples, no visibles a simple vista, con porosidad difusa y oblicua.

Quemá (2015) investigó las propiedades de *Osteophloeum platyspermum* (lotería) y *Vochysia leguiana* (tamburo) en Ecuador, analizando sus características organolépticas, anatómicas, químicas y físicas. *Vochysia leguiana* mostró un color café claro, olor astringente, sabor picante o amargo, brillo bajo, grano recto a entrecruzado, textura media a gruesa, y vetado jaspeado-satinado. Macroscópicamente, presentó anillos de crecimiento bien diferenciados, 1 anillo/cm, poros visibles a simple vista, difusa en líneas tangenciales, solitarios y escasos múltiples, con 4-5 poros/mm<sup>2</sup>. El parénquima y los radios fueron visibles con lupa 10x y microscopio electrónico 40x, respectivamente. *Osteophloeum platyspermum* tuvo un color café bajo, olor fragante-picante, sabor picante o amargo, brillo bajo-medio, grano recto, textura media a fina, y vetado en arcos superpuestos. Macroscópicamente, presentó anillos de crecimiento bien diferenciados, poros visibles a simple vista, solitarios o escasos múltiples, y parénquima apotraqueal difuso y paratraqueal, con radios visibles a simple vista y con microscopio electrónico 40x.

Quispe (2014) menciona en su trabajo de caracterización dendrológica de especies forestales, para la metodología se seleccionaron las especies y se describieron las características organolépticas, microscópicas y macroscópicas; las muestras fueron estudiadas con una lupa por el corte transversal, radial y tangencial. Para los resultados de *Protium* aff. *Montanum* Swart con características organolépticas se presentó un grano ondulado con un 90% y recto en porcentaje mínimo, una textura fina, por otro lado, para las características macroscópicas presenta poros pequeños, difusa, 10-12 poros/mm<sup>2</sup>, 5-6 anillos de crecimiento/cm, parénquima

no distinguible, 5-6 radios/mm. De igual manera para *Protium meridionale* Swart en las características organolépticas presentó un grano recto con 95% dominante y en muy poco ondulado, textura fina a media, en cuanto a las características macroscópicas presentó una distribución de poros difusa, 15-17 poros/mm<sup>2</sup>, 3-4 anillos de crecimiento/cm, parénquima apotraqueal vasicentrico, 2-3 radios/mm.

Puchaicela (2013) estudió la estructura anatómica de cinco especies maderables en los Bosques Secundarios del Cantón Zamora. *Miconia glaberrima* tiene un color amarillo pálido, con anillos de crecimiento visibles y una transición gradual entre albura y duramen. Su textura fina, grano entrecruzado y bandas onduladas se combinan con un sabor dulce, olor aromático, y brillo medio. *Otoba parvifolia* también es amarillo pálido, con anillos de crecimiento visibles y transición gradual, pero su textura media, grano inclinado y bandas paralelas se acompañan de un sabor astringente, olor desagradable y brillo medio. *Piptocoma discolor* es blanco con anillos de crecimiento poco visibles y transición gradual, mostrando una textura media, grano recto, y arcos superpuestos, sin sabor ni olor, con brillo opaco. *Pourouma cecropiifolia* es gris claro, con anillos visibles y transición casi nula, textura gruesa, grano recto y arcos superpuestos, sin sabor ni olor, y con brillo opaco. Finalmente, *Trichilia sp.* presenta color rosado, anillos de crecimiento poco visibles y transición gradual, con textura media, grano recto, arcos superpuestos y bandas paralelas, sabor y olor aromáticos, y brillo medio.

León (2012) estudió la anatomía de la madera en 11 especies utilizando piezas de 1,5 x 1,5 x 2 cm para describir sus características generales, macroscópicas y microscópicas. *Protium crenatum* se caracterizó por su color blanco rosáceo y duramen rosado, con olor y sabor no distintivos, lustre medio, grano entrecruzado y textura fina. Macroscópicamente, presentó anillos de crecimiento ligeramente definidos, poros difusos (solitarios y múltiples radiales, 15-18 poros/mm<sup>2</sup>), parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado y radios heterocelulares. *Protium robustum* mostró un color marrón muy pálido, con olor y sabor no distintivos, lustre alto a medio, grano recto a inclinado y textura fina. Sus anillos de crecimiento eran definidos, con poros difusos (16 poros/mm<sup>2</sup>) y similares características microscópicas a *Protium crenatum*. *Protium tenuifolium* presentó color rosáceo, olor y sabor no distintivos, lustre medio, grano inclinado a entrecruzado y textura fina. Macroscópicamente, tuvo anillos de crecimiento ligeramente definidos y poros difusos (11-17 poros/mm<sup>2</sup>). *Protium decandrum* mostró un color rosáceo, olor y sabor no distintivos, lustre medio, grano recto a entrecruzado y textura fina. Los anillos de crecimiento eran ligeramente definidos y los poros difusos (13-18

poros/mm<sup>2</sup>). *Protium heptaphyllum* tenía un color amarillo pálido, olor y sabor no distintivos, lustre medio, grano inclinado a entrecruzado y textura fina, con anillos de crecimiento ligeramente definidos y poros difusos (10-23 poros/mm<sup>2</sup>). Finalmente, *Protium sagotianum* presentó color blanco rosáceo, olor y sabor no distintivos, lustre medio, grano recto a inclinado, textura fina, con anillos de crecimiento ligeramente definidos y poros difusos (9-21 poros/mm<sup>2</sup>).

Pineda et al. (2012) investigaron las características de la madera de dos especies en México, seleccionando árboles con buenas condiciones fenológicas y fitosanitarias para la elaboración de las muestras. *Enterolobium cyclocarpum* presentó un color castaño claro, olor y sabor imperceptibles, brillo moderado, grano recto, textura fina, hilo oblicuo y vetado suave. Macroscópicamente, mostró anillos de crecimiento conspicuos, poros difusos, escasos y mayormente solitarios, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, y radios homogéneos, uniseriados, extremadamente bajos y finos. *Hura polyandra* también tuvo un color castaño claro, olor y sabor imperceptibles, brillo moderado, grano recto, textura fina, hilo oblicuo y vetado suave. Macroscópicamente, presentó anillos de crecimiento conspicuos con transición media a gradual, poros difusos y pocos, con diámetro tangencial mediano, mayormente múltiples (4 a 6) y algunos solitarios. El parénquima axial era apotraqueal en bandas, y los radios homogéneos, uniseriados, moderadamente numerosos, extremadamente bajos y muy finos.

González y Cruz (2021) investigaron las características anatómicas y propiedades físicas de dos especies forestales en Nicaragua: *Cedrela odorata* y *Cordia alliodora*. *Cordia alliodora* presentó características organolépticas con color beige, olor a madera dulce, sabor no distintivo, brillo bajo, grano normalmente recto, textura fina y homogénea, y vetado superpuesto. Macroscópicamente, tuvo poros difusos, principalmente solitarios, algunos múltiples en grupos de 2-3, y agrupados en líneas tangenciales con un patrón débilmente radial-oblicuo. El parénquima era frecuentemente marginal, a veces débilmente alado o aliforme rómbico, conectando pocos vasos y frecuentemente apotraqueal difuso, con radios medianos a anchos. *Cedrela odorata* mostró un color que variaba de rosado a marrón rojizo, con olor fuerte y aromático, sabor astringente, brillo bajo, grano ocasionalmente entrecruzado, textura mediana y suave al tacto, y vetado con arcos superpuestos poco visibles. Macroscópicamente, presentó poros débilmente circulares a semicirculares, vasos solitarios y múltiples en grupos de 2-4, de tamaño mediano a grande, parénquima marginal, a veces débilmente vasicéntrico o apotraqueal difuso, y radios de tamaño mediano con abundancia promedio.

### 2.2.2. Nacional

Del Carmen (2023) realizó una caracterización anatómica macroscópica de *Gordonia fruticosa* y *Vochysia ferruginea* de la Perla del Imaza – Amazonas. Los resultados muestran que las características anatómicas macroscópicas de la especie *G. fruticosa* presenta poros mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales, parénquima axial escaso, radios uniseriados de distribución fina no estratificados. Por otro lado, *V. ferruginea* presenta poros mayormente solitarios y escasamente múltiples radiales de forma redonda, porosidad difusa, parénquima aliforme confluyente, radios no estratificados, con presencia de gomas.

Ugarte (2009) menciona en su investigación en la caracterización de las especies forestales, para la metodología se identificaron y describieron características generales y macroscópicas de las especies forestales de las muestras elaboradas, las cuales se encontraban en condiciones secas al aire. Para los resultados de *Protium crassifolium* EngL. con características organolépticas con color marrón y amarillo, con características macroscópicas en poros/vasos con una porosidad difusa, punteaduras intervasculares alternas, poligonales, presencia de tilosis, platinas de perforación; parénquima longitudinal paratraqueal escaso y vasicéntrico, septado; radios con presencia de células procumbentes con células erectas, punteaduras radiovasculares con bordes reducidos, redondas o angulares y horizontales o verticales, presencia de canales gomíferos radiales y de cristales con células erectas; fibras septadas, punteaduras simples a areoladas con bordes reducidos.

### 2.2.3. Regional

Vallejos (2023) estudió las características organolépticas y macroscópicas de *Vochysia grandis* y *Laetia procera* en el distrito "La Morada" de Huánuco. *Vochysia grandis* presentó un color en estado húmedo de 5Y 8/2 en la albura y 7.5 YR 7/6 en el duramen, cambiando a 5Y 8/4 y 7.5 YR 8/8 en seco. No tenía olor ni sabor distintivos, con textura fina, brillo medio, grano ondulado y veteado en bandas paralelas. Macroscópicamente, mostró poros visibles con lupa de 10x, de tamaño mediano y forma ovalada, agrupados y solitarios, con distribución difusa y un promedio de 171.11 poros/100 mm<sup>2</sup>, clasificados como excesivos. El parénquima era paratraqueal aliforme confluyente y los radios no estratificados. *Laetia procera* tenía un color en estado húmedo de 10 YR 7/6 en la albura y 5 Y 7/4 en el duramen, y en seco 5 Y 8/4 y 2.5 Y 7/8, con olor aromático en húmedo y no distintivo en seco, grano entrecruzado, veteado jaspeado, textura media, sin sabor y brillo medio. Sus poros, también visibles con lupa de 10x, eran de tamaño mediano, forma ovalada, distribución difusa, con poros solitarios y múltiples (2

a 6), promediando 419.47 poros/100 mm<sup>2</sup>, clasificados como excesivos. El parénquima era paratraqueal apotraqueal difuso en agregados y vasicéntrico, con radios no estratificados.

Julca (2021) en su estudio de las características anatómicas y físicas de *Byrsonima schunkei* W. R. Anderson, para la metodología se seleccionó los árboles elegidos en el distrito de la Morada para el aprovechamiento considerando 3 niveles (ápice, medio, base) y orientaciones (este, oeste), además se tomaron muestras botánicas, posteriormente se realizó las evaluaciones de caracterización organoléptica y macroscópicas. Para los resultados de *B. schunkei* en las características organolépticas presentó una coloración rosa (húmedo) y una coloración marrón (seco), un sabor no distintivo, un olor característico, grano recto, veteados con bandas paralelas, brillo y textura media; por otro lado, en las características macroscópicas poros excesivos (612) con forma ovalada, y distribuidos con poros difusos, solitarios y múltiples radiales 2-4, radios mínimos (23), no distribuidos estratificadamente con un espesor mediano, anillo de crecimiento visibles, parénquima paratraqueal vasicentrico y apotraqueal difuso en agregados.

#### **2.2.4. Local**

Najar (2016) menciona en su trabajo con pino chuncho de 7 años en la estructura anatómica y organolépticas, para la metodología se seleccionaron los árboles con características de calidad y fitosanitarias para su futuro aprovechamiento, posteriormente se colectó las muestras de los tres niveles (ápice, medio y base) para las probetas, al final en el laboratorio se determinó las características anatómicas, macroscópicas y microscópicas. Para los resultados de *Schizolobium prahyba* (Vell.) S. F. Blake en las características organolépticas con olor característico a legumbre, sabor no distintivo, brillo medio, textura gruesa a media, veteadado poco definido, satinado, grano ligeramente entrecruzado, color blanco en la albura y amarillo el duramen; para las características macroscópicas presentó anillos de crecimiento definidos, parénquima paratraqueal aliforme, poros difusos ovalados, simples y múltiples (2,3,4,5) con diámetros de 0,25 mm, radios homogéneos no estratificados, múltiples.

Escalante (2014) en su estudio de humanzamana y huangana caspi en la caracterización anatómica en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para la metodología se seleccionó los árboles considerando características fitosanitarias, se procedió a coleccionar las muestras para la posterior caracterización de cada muestra. Para los resultados de *Jacaranda copaia* (Aublet) D. Don en las características organolépticas con un color marrón muy claro, olor y sabor no distintivo, textura media a gruesa, veteadado definido por líneas

vasculares, brillo elevado y grano recto; para las características macroscópicas con anillos de crecimiento diferenciados (6 anillos/2,5 cm), con porosidad distintivos, ovalados y solitarios (distribuidos difusamente), parénquima paratraqueal visible, radios finos no visibles. Para *Senefeldera inclinata* P. Franco con características organolépticas con color amarillo, olor y sabor no específico, textura fina, veteado en arcos superpuestos, brillo medio y grano recto; para las características macroscópicas con unos anillos de crecimiento distinguibles, poros no visibles, ovalados, múltiples, solitarios, difusos, parénquima axial no visible, radios visibles, no estratificados.

Tello (2007) en su estudio de tres niveles del fuste (ápice, medio y base) en paliperro para las características anatómicas en el bosque de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para la metodología se seleccionó los árboles teniendo en consideración parámetros biométricos, las muestras colectadas fueron posteriormente evaluadas para determinar las características anatómicas, generales, macroscópicas y microscópicas. Para los resultados de *Miconia barbeyana Cogniaux* en las características organolépticas con un color amarillo intenso, un olor y sabor no distintivo, grano recto ligeramente entrecruzado, textura media, brillo elevado, veteado satinado; para las características macroscópicas con poros difusos, visibles, medianos, múltiples y escasos solitarios ovalados, parénquima visibles en líneas finas, radios en el corte transversal finos visibles, corte tangencial no estratificados, corte radial poco contrastada, los anillos de crecimiento poco diferenciados con 2,5cm aprox. (6-11).

**Tabla 1.** Resumen de investigaciones revisadas a nivel Internacional.

<b>Autor</b>	<b>Especie</b>	<b>Lugar</b>
Arcos (2021)	<i>Ocotea insulares</i> (Meins.) Mez ( <i>Guayacán</i> )	Parroquia la Carolina - Imbabura, Ecuador
Cuasquer (2017)	<i>Magnolia chiguila</i> (Chirimoyo)	comunidad de Cielo Verde, Imbabura, Ecuador
	<i>Ocotea pacifica</i> (Yalte, Rosado)	
	<i>Psidium occidentale</i> (Guayabillo)	
Quemá (2015)	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (loteria)	Provincia Orellana, Ecuador
	<i>Vochysia leguiana</i> (tamburo)	
Quispe (2014)	<i>Protium</i> aff. <i>Montanum</i> Swart	La Paz, Bolivia
	<i>Protium meridionale</i> Swart	
Puchaicela (2013)	<i>Miconia glaberrima</i> (Capulín, palo tostado)	Loja, Ecuador
	<i>Otoba parvifolia</i> (Aguanillo)	
	<i>Piptocoma discolor</i> (cenizo)	
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> (Caimarón, Uvilla)	
	<i>Trichilia</i> sp. ( <i>Pitón, Sama colorada</i> )	

<b>Autor</b>	<b>Especie</b>	<b>Lugar</b>
León (2012)	<i>Protium crenatum</i> (Anime rosado)	Venezuela
	<i>Protium robustum</i> (Copal)	
	<i>Protium tenuifolium</i> (Copal)	
	<i>Protium decandrum</i>	
	<i>Protium heptaphyllum</i>	
	<i>Protium sagotianum</i> (Copal blanco, copal colorado)	
Pineda et al. (2012)	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Orejón)	Mexico
	<i>Hura polyandra</i> (Habillo, Jabillo)	
González y Cruz (2021)	<i>Cedrela odorata</i>	Nicaragua
	<i>Cordia alliodora</i>	

**Tabla 2.** Resumen de investigaciones revisadas a nivel Nacional.

<b>Autor</b>	<b>Especie</b>	<b>Lugar</b>
Del Carmen (2023)	<i>Gordonia fruticosa</i> (Huamanchilca)	Imaza – Amazonas
	<i>Vochysia ferruginea</i> (Quaruba)	
Ugarte (2009)	<i>Protium crassifolium</i> Engl	Loreto, Perú
Vallejos (2023)	<i>Vochysia grandis</i> (Quillosisa amarilla)	La Morada, Huánuco, Perú
	<i>Laetia procera</i> (Timareo)	
Julca (2021)	<i>Byrsonima schunkei</i> W. R. Anderson (Indano)	La Morada, Huánuco, Perú
Najar (2016)	<i>Schizolobium prahyba</i> (Vell.) S. F. Blake (Pino chuncho)	BRUNAS
Escalante (2014)	<i>Jacaranda copaia</i> (Aublet) D. Don (Humanzamana)	BRUNAS
	<i>Senefeldera inclinata</i> P. Franco (Huangana caspi)	
Tello (2007)	<i>Miconia barbeyana</i> Cogniaux (Paliperro)	BRUNAS

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Ubicación política

Los árboles fueron seleccionados y talados en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Así mismo, se extrajeron tablones de la especie para la elaboración de muestras de xilotecas y cubos; Este bosque cuenta con una superficie superior a 217.44 hectáreas.

Las muestras para los ensayos anatómicos se elaboraron en el Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal, y las evaluaciones de las características organolépticas y macroscópicas se realizaron en el Laboratorio de Anatomía de la Madera. Ambos laboratorios pertenecen a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y están ubicados en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

#### 3.2. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica de los árboles se presenta en la siguiente tabla, como los datos de diámetro y altura.

**Tabla 3.** Coordenadas UTM de los árboles seleccionados del BRUNAS.

Árbol	Altura (m)		DAP (cm)	Coordenadas		Altitud
	Comercial	Total		Este	Norte	
1	17	23	41,33	391502	8970442	842
2	20	24	47,00	391645	8970406	883
3	18	25	49,00	391725	8970385	905

#### 3.3. Zona de vida y variables climáticas

El área de influencia, de donde se sacaron las muestras (BRUNAS), la zona de vida según Holdridge (1982) es Bosque muy Húmedo – Premontanos Tropical (bmh-PT), y las variables climáticas fueron:

Precipitación : 3200 mm/año

T° promedio : 24°C

Humedad relativa : 87%

### **3.4. Materiales, herramientas y equipos**

#### **3.4.1. Material vegetativo**

- Muestras de *D. peruviana* (copal)

#### **3.4.2. Materiales y herramientas**

Los materiales y herramientas fueron: formulario de campo, cinta diamétrica, cinta métrica de 30 m, machete, plumón indeleble para codificar las muestras, prensa botánica, bolígrafo, tabla Munsell, cuchillo, lupa con aumento de 10X.

#### **3.4.3. Equipos**

- Motosierra, fue utilizado para el talado de los árboles.
- Garlopa, para realizar el canteado de los tablones
- Sierra disco, para obtención de xilotecas y cubo de 5 x 5 cm.
- Cámara fotográfica, para las fotos correspondientes.
- Estereoscopio, para cuantificar los poros y radios.

### **3.5. Metodología**

#### **3.5.1. Para la determinación de las características organolépticas**

Para la presente investigación se trabajó bajo las normas:

- Norma Técnica Peruana N° 251.008.2016 “Selección y colección de muestra”.
- COPANT 30:1-19 1974. “Descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de la madera”.

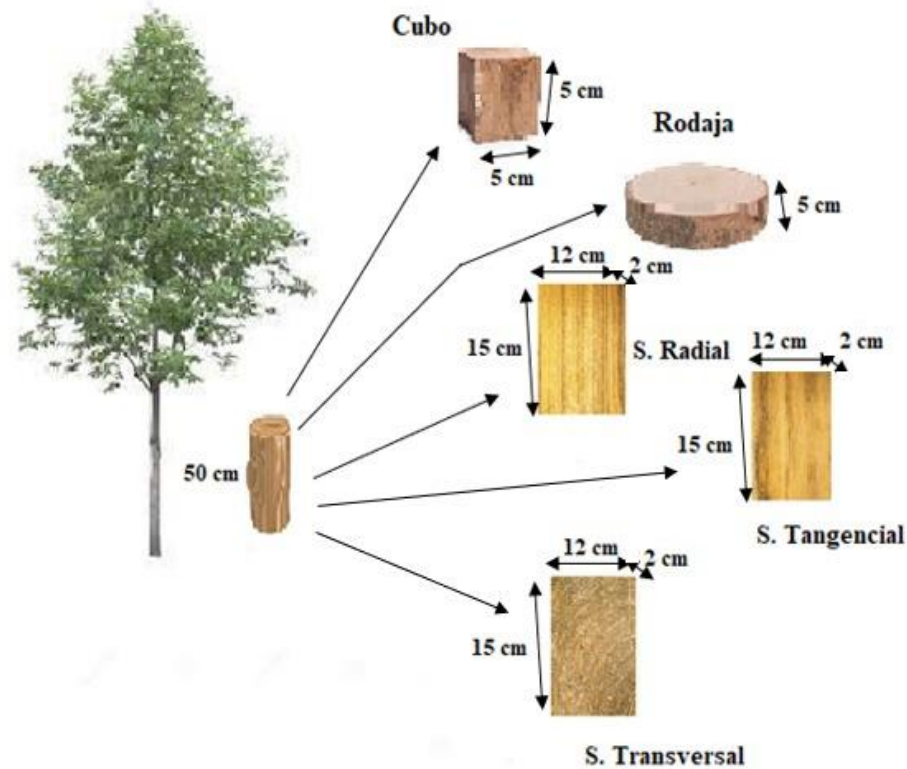
Con respecto a la selección, nos adaptamos en función a la Norma Técnica Peruana 251.008 “Selección y colección de muestras”, donde se manifiesta que para una mejor precisión y un nivel de confianza del 95%, se deberán seleccionar 5 árboles. En el caso del BRUNAS, se consideraron 3 árboles, ya que no se desea perturbar el ecosistema y los individuos se encuentran muy dispersos en el bosque. Asimismo, dichos árboles seleccionados debieron tener un diámetro mayor a 30 cm.

Antes de cortar los árboles, se tuvo que solicitar el permiso para la extracción de los árboles al jefe del BRUNAS, posteriormente se presentaron los documentos pertinentes a la Administración Técnica Forestal y Fauna Silvestre (ATFFS) informando la tala de tres árboles. Seguido se hizo una identificación de los árboles seleccionados; asimismo, se tomaron datos referenciales de los árboles según norma (Anexo A). Una vez derribado el árbol, se tomaron muestras botánicas: hojas, flores, frutos, para ser llevadas al herbario de la UNAS para su identificación.

Concerniente a la obtención y elaboración de probetas, se basó en la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT 30:1-019, donde se menciona que las probetas deberán estar libres de defectos y debidamente orientadas en el Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal y en el Laboratorio de Anatomía de la Madera.

Las características y dimensiones de las muestras para los ensayos organolépticos y macroscópicos de la madera fueron:

- 01 rodajas de 5 cm de espesor a fin de determinar las características organolépticas, por nivel.
- 03 cubos de 5 x 5 x 5 cm para determinar el tipo de grano, fueron bien orientados, por nivel.
- 03 xilotecas de 10 x 15 x 2 cm para determinar las características organolépticas de la madera 01 de corte transversal, 01 de corte tangencial y 01 de corte radial por cada nivel.



**Figura 1.** Obtención de probetas para las características organolépticas y macroscópicas.

Donde las variables a evaluar concerniente a estas características fueron percibidas por los órganos sensoriales, las cuales serán:

**- Transición de albura y duramen**

Esto se verificó en las rodajas como: 1) no cambia, 2) cambia gradualmente, 3) cambia bruscamente, para el caso de la albura se evaluó el espesor clasificando de la siguiente manera:

Muy angosto = menos de 2 cm

Angosto = hasta 5 cm

Ancho = hasta 10 cm

Muy ancho = más de 10 cm

**- Anillos de crecimiento**

Se evaluó en la sección transversal de las rodajas, para lo cual estos fueron lijados cuidadosamente, y se clasificó en:

1. No diferenciado
2. Diferenciado  
Con bordes oscuros: regulares o irregulares  
Con bordes claros: regulares o irregulares
3. N° de anillos por cada 5 cm de radio
4. Espesor
5. Excentricidad

#### **- Tipo de médula**

Se evaluó la ubicación de la médula clasificándolo como: 1) excéntrico, 2) concéntrico.

#### **- Color**

Esto se evaluó en estado húmedo y seco al aire, tomando en cuenta la albura y el duramen, para lo cual se hizo uso de xilotecas y rodajas en las cuales se distinguió en forma longitudinal y transversal el color que posee dicha especie. Asimismo, basándonos en la norma COPANT, se clasificó en:

Grupo I = blanco

Grupo II= amarillo

Grupo III= rojo

Grupo IV=pardo

Grupo V= característico (Veteado)

Cabe mencionar que para la determinación de esta característica se apoyó en la tabla de colores de suelo de MUNSELL.

#### **- Olor**

De igual manera, haciendo uso del sentido sensorial del olfato, esta característica se determinó utilizando las muestras de xiloteca y un cuchillo, con el cual se realizó un corte en la pieza de madera para luego poder distinguir a través del olfato el olor de dicha madera. Para la determinación de esta característica, se basó en la siguiente clasificación: no definido y

definido (Aromático, Desagradable, Ausente o no distintivo) en condición húmeda y seca al aire.

#### **- Sabor**

Para la determinación de esta característica organoléptica, que es el sabor de la madera, se utilizó una xiloteca para luego poder distinguir a través del sentido del gusto el sabor de dicha madera, con un cierto cuidado, ya que algunas maderas contienen sustancias tóxicas que pueden ocasionar alergias a la persona. Para determinar esta característica, se calificó:

Acido

Amargo

Astringente

Dulce

Ausente o no distintivo

#### **- Lustre o brillo**

Esta característica se realizó teniendo en cuenta que los cubos en corte radial generalmente reflejan una luz más intensa que la cara tangencial, por lo tanto, ha sido observado especialmente en el corte radial expuesto a la luz. Esto se debe a la presencia de una mayor cantidad de radios que reflejan más luz, y se calificó como: intenso, medio y opaco.

#### **- Grano**

Esto se realizó en los cubos que debían estar bien orientados en sus tres direcciones, con dimensiones de 5x5x5 cm. Primeramente, se ubicó la sección transversal de la pieza de madera, luego se colocó una cuchilla en dicha sección, teniendo en cuenta la dirección de los radios, y se procedió a golpear con un mazo. Se verificó la menor o mayor dificultad, determinando así el tipo de grano que posee la especie en estudio, basándonos en la clasificación: recto, oblicuo, entrecruzado y crespo.

#### **- Textura**

Para esta característica, se ubicó la sección transversal de las muestras de xiloteca, donde se hizo un pequeño corte. Posteriormente, se humedeció la parte cortada para facilitar una mejor visibilidad. Con la ayuda de una lupa de 10X, se describió el tipo de textura.

### - Veteado

Se visualizó la veta en las muestras de xiloteca orientadas en el plano tangencial y radial. Para determinar el tipo de veteado de la madera, nos basamos en la siguiente clasificación:

- Jaspeado (Sección radial)
- Reflejos plateados (Sección radial)
- Reflejos dorados (Sección radial)
- Líneas verticales (Sección radial)
- Arcos superpuestos (Sección tangencial)
- Punteado (Sección tangencial)
- Espigado o plumoso (Sección tangencial)
- Satinado (Sección radial)

### 3.5.2. Para la determinación de las características macroscópicas

Siguiendo lo establecido en la norma COPANT 30 1-19, fueron las siguientes características.

#### - Poros

Fue visualizado en los cubos de 5x5x5 cm, haciendo cortes con un cuchillo en la sección transversal, teniendo cuidado de no desgarrar la madera. Posteriormente, se humedeció ligeramente la superficie cortada y con la lupa de 10X, se observó el tipo de poro que presenta dicha especie, clasificando de la siguiente manera:

**Tamaño** (Pequeño, mediano y grande)

**Forma** (Oval, redonda e irregular)

**Agrupación** (solitarios, múltiples radiales, en racimo o agrupados y geminados)

**Distribución** (difusa, circular y semi circular) y agrupación (solitarios y múltiples).

Asimismo, haciendo uso del estereoscopio se cuantificó el número de poros en un área de 25 mm<sup>2</sup>. Para ello, se trazó dicha área en la superficie transversal de los cubos de madera, asegurándose de que el corte sea limpio para evitar variaciones en el registro.

Para esta variable, se aplicó pruebas no paramétricas para comparar en tres niveles de altura (base, medio y ápice) y tres secciones transversales (interno, centro y externo). Dado que se trata de una variable cuantitativa discreta, se optó por pruebas de libre distribución. Se utilizó el programa INFOSTAT (versión gratuita).

### **- Parénquima**

De igual manera, se visualizó el tipo de parénquima, siguiendo el mismo procedimiento que para la descripción del poro. La clasificación se basa en la siguiente categorización:

Visibilidad (Visible a simple vista, visible con lupa de 10 x y no visible aun con lupa de 10 x).

Distribución (parénquima apotraqueal, parénquima paratraqueal y en bandas).

Asimismo, se visualizó la variación de médula a corteza.

### **- Radios**

Al igual que en los poros se cuantificó el número de radios en 5mm en la superficie transversal, en función a la norma se clasificó de la siguiente manera:

**Visibilidad** (Visible a simple vista, visible con lupa de 10 x)

**Distribución** en la sección tangencial (estratificados y no estratificados).

**Espesor** en la sección transversal (Finos: No visibles a simple vista, medianos: Apenas visible a simple vista y anchos: Fácilmente visibles a simple vista).

### **3.6. Criterios de la investigación**

#### **3.6.1. Nivel de investigación**

El estudio es de tipo descriptivo, ya que se analizó las variables con respecto a los niveles de altura, además se describió y analizó las características organolépticas y macroscópicas en el sentido longitudinal y de médula a corteza, las evaluaciones estuvieron comprendidos en un periodo de tiempo.

#### **3.6.2. Diseño de investigación**

El diseño de investigación fue no experimental, ya que no se manipularán variables, se tomó en su contexto natural.

### **3.7. Variables dependientes e independientes**

#### **3.7.1. Variables dependientes**

- Características organolépticas
- Características macroscópicas

#### **3.7.2. Variables independientes**

- *Dacryodes peruviana* (copal)
- Niveles de altura
- Secciones transversales (de médula a corteza)

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Características organolépticas, en estado húmedo y seco, en tres niveles del fuste de *Dacryodes peruviana* (copal).

###### 4.1.1. Transición de albura y duramen

Dentro de las características organolépticas de *Dacryodes peruviana*, se evaluó la transición entre la albura y el duramen a diferentes niveles de altura en tres árboles. En el primer árbol, se observó una transición brusca en la base con un espesor de albura de 4,88 cm, clasificada como angosta; mientras que, en el medio y el ápice, el espesor de la albura aumentó a 6,83 cm y 8,75 cm respectivamente, ambas clasificadas como anchas. En el segundo árbol, la transición fue igualmente brusca en la base, con un espesor de albura de 7,70 cm, manteniéndose ancha tanto en el medio (7,83 cm) como en el ápice (7,88 cm). El tercer árbol presentó una transición brusca en la base con un espesor de albura de 7,78 cm, clasificándose como ancha y esta característica se mantuvo en el medio (7,43 cm) y en el ápice (7,23 cm). Estos resultados indican una tendencia a que el espesor de la albura sea generalmente más ancho y presente una transición brusca entre la albura y el duramen, especialmente en los niveles superiores del árbol.

**Tabla 4.** Transición de albura y duramen en tres niveles del árbol.

Nº de árbol	Niveles de altura	Transición	Espesor de albura (cm)	Diámetro		Clase	% de albura
				Duramen	Total		
1	Base	Cambia bruscamente	4,88	37,25	46,25	Angosto	35,13
	Medio		6,83	19,00	33,60	Ancho	68,02
	Ápice		8,75	13,50	31,00	Ancho	81,04
2	Base	Cambia bruscamente	7,70	23,75	44,10	Ancho	71,00
	Medio		7,83	19,00	35,00	Ancho	70,53
	Ápice		7,88	12,75	32,25	Ancho	84,37
3	Base	Cambia bruscamente	7,78	25,25	42,40	Ancho	64,54
	Medio		7,43	22,75	38,10	Ancho	64,35
	Ápice		7,23	21,50	36,15	Ancho	64,63

Comparando estos hallazgos con los estudios de León (2012) sobre diferentes especies de *Protium*, es evidente que, aunque la transición brusca puede ser una característica común en el género, la variabilidad en el espesor de la albura en *Dacryodes peruviana* destaca diferencias específicas. Asimismo, los datos de Puchaicela (2013), que analizan especies maderables como *Miconia glaberrima*, muestran una tendencia hacia transiciones menos pronunciadas, sugiriendo que *Dacryodes peruviana* puede presentar características únicas en su desarrollo de albura y duramen. Estas observaciones sugieren que *Dacryodes peruviana* podría tener una dinámica de transición distinta, posiblemente influenciada por su ambiente o patrones de crecimiento, que merece una investigación más detallada para entender su impacto en las propiedades de la madera.

#### 4.1.2. Anillos de crecimiento

Los resultados obtenidos muestran que los anillos de crecimiento en *Dacryodes peruviana* no fueron visibles ni bien definidos en los tres niveles de altura analizados. Este hallazgo contrasta notablemente con estudios previos en los que los anillos de crecimiento fueron claramente visibles. Por ejemplo, Puchaicela (2013) evaluó la estructura anatómica de varias especies maderables, incluyendo *Miconia glaberrima* y *Otoba parvifolia*, y encontró que los anillos de crecimiento eran claramente visibles en estas especies. Similarmente, Julca (2021) observó anillos de crecimiento visibles en *Byrsonima schunkei*, y Arcos (2021) reportó anillos visibles en *Ocotea insulares*. Najjar (2016) también encontró anillos de crecimiento definidos en *Schizolobium prahyba*, mientras que Quema (2015) documentó anillos de crecimiento muy visibles en *Osteophloeum platyspermum* y *Vochysia leguiana*.

La ausencia de anillos de crecimiento definidos en *Dacryodes peruviana* podría deberse a varios factores. A diferencia de las especies estudiadas por los autores mencionados, que presentan anillos bien diferenciados, *Dacryodes peruviana* podría tener una estructura de crecimiento más homogénea o menos pronunciada, lo que resulta en anillos menos evidentes. Esto podría estar relacionado con variaciones en las condiciones ambientales, técnicas de preparación de muestras o características biológicas específicas de la especie, como patrones de crecimiento irregular o variaciones en la formación de anillos debido a factores climáticos o nutricionales.

Las diferencias en la visibilidad de los anillos de crecimiento entre los estudios podrían reflejar adaptaciones específicas de las especies estudiadas a su entorno o variaciones en la

metodología empleada. En el caso de *Dacryodes peruviana*, es posible que la combinación de su biología y las condiciones ambientales en su hábitat contribuyan a la falta de anillos de crecimiento bien definidos, lo que destaca la importancia de considerar las características particulares de cada especie al analizar su anatomía y estructura de crecimiento.

#### 4.1.3. Color

En el estudio del color de la madera de *Dacryodes peruviana* en estado húmedo, se observó una variación notable entre la albura y el duramen a diferentes niveles de altura en tres árboles. En el primer árbol, la albura presentó un color muy pálido marrón (10YR 7/3) en la base y medio, mientras que en el ápice se mantuvo en muy pálido marrón (10YR 7/4). El duramen, en cambio, varió de marrón (7.5YR 4/4) en la base, a marrón (7.5YR 5/4) en el medio, y a marrón claro (7.5YR 6/4) en el ápice. El segundo árbol mostró una albura muy pálida marrón (10YR 8/2 y 8/3) en la base y medio, y blanquecino rosado (7.5YR 8/2) en el ápice. El duramen presentó un color marrón claro (7.5YR 6/4) en la base, rosado (7.5YR 7/3) en el medio, y marrón claro (7.5YR 6/3) en el ápice. El tercer árbol tuvo una albura marrón pálido (2.5Y 8/2) en todos los niveles, mientras que el duramen varió de rojo pálido (7.5R 7/4) en la base, a rojo claro (7.5R 6/8) en el medio, y rojo claro (7.5R 7/6) en el ápice. Estos resultados indican que la albura de *Dacryodes peruviana* tiende a ser más pálida, mientras que el duramen presenta una gama de colores más intensos que varían con la altura del árbol.

**Tabla 5.** Color de albura y duramen en tres niveles de altura en estado húmedo.

Nº de árbol	Niveles de altura		Albura	Grupo		Duramen	Grupo
1	Base	10YR	7/3 very pale brown	Grupo IV	7.5YR	4/4 brown	Grupo IV
	Medio	10 YR	7/4 very pale brown	Grupo IV	7.5YR	5/4 brown	Grupo IV
	Ápice	10 YR	7/4 very pale brown	Grupo IV	7.5YR	6/4 lighth brown	Grupo IV
2	Base	10YR	8/2 very pale brown	Grupo IV	7.5YR	6/4 lighth brown	Grupo IV
	Medio	10YR	8/3 very pale brown	Grupo IV	7.5YR	7/3 pink	Grupo III
	Ápice	7.5YR	8/2 pinkish white	Grupo III	7.5YR	6/3 lighth brown	Grupo IV
3	Base	2.5Y	8/2 pale brown	Grupo IV	7.5 R	7/4 pale red	Grupo III
	Medio	2.5Y	8/2 pale brown	Grupo IV	7.5R	6/8 lighth red	Grupo III
	Ápice	2.5Y	8/2 pale brown	Grupo IV	7.5R	7/6 lighth red	Grupo III

En el análisis del color de la madera de *Dacryodes peruviana* en estado seco, se observaron diferencias significativas entre la albura y el duramen a distintos niveles de altura en los tres árboles estudiados. En el primer árbol, la albura en la base presentó un color rosado (7.5YR 7/4), mientras que el duramen era también rosado (5YR 7/3). En el nivel medio, la albura era muy pálida marrón (10YR 8/3) y el duramen marrón rojizo claro (5YR 6/4). En el ápice, la albura mantuvo un color muy pálido marrón (10YR 7/3), mientras que el duramen se volvió gris claro (10YR 7/2). En el segundo árbol, tanto la albura como el duramen en la base mostraron un color rosado (7.5YR 7/3). En el nivel medio, la albura era muy pálida marrón (10YR 8/3) y el duramen rosado (7.5YR 7/4). En el ápice, la albura era rosada (7.5YR 7/3) y el duramen también rosado (5YR 7/4). En el tercer árbol, la albura en la base era muy pálida marrón (10YR 8/3), mientras que el duramen era amarillo rojizo (5YR 7/6). En el nivel medio, la albura seguía siendo muy pálida marrón (10YR 8/3) y el duramen rojo claro (2.5YR 6/6). En el ápice, la albura era muy pálida marrón (10YR 8/2) y el duramen rojo claro (2.5YR 6/6).

Estos resultados indican que, en estado seco, la albura de *Dacryodes peruviana* generalmente mantiene colores pálidos como el marrón muy pálido o el rosado, mientras que el duramen exhibe una gama de colores que incluyen tonos *rosados*, rojizos y, en algunos casos, gris claro. Estas variaciones en el color del duramen pueden estar asociadas con factores como la exposición al aire y la oxidación, que afectan la apariencia final de la madera.

**Tabla 6.** Color de albura y duramen en tres niveles de altura en estado seco.

Nº de árbol	Niveles de altura		Albura	Grupo		Duramen	Grupo
1	Base	7.5 YR	7/4 pink	Grupo III	5YR	7/3 pink	Grupo III
	Medio	10YR	8/3 very pale brown	Grupo IV	5YR	6/4 lighth reddish brown	Grupo III
	Ápice	10YR	7/3 very pale brown	Grupo IV	10YR	7/2 lighth gray	Grupo I
2	Base	7.5YR	7/3 pink	Grupo III	7.5YR	7/3 pink	Grupo III
	Medio	10YR	8/3 very pale brown	Grupo IV	7.5YR	7/4 pink	Grupo III
	Ápice	7.5YR	7/3 pink	Grupo III	5YR	7/4 pink	Grupo III
3	Base	10YR	8/3 very pale brown	Grupo IV	5YR	7/6 reddish yellow	Grupo III
	Medio	10YR	8/3 very pale brown	Grupo IV	2.5YR	6/6 lighth red	Grupo III
	Ápice	10YR	8/2 very pale brow	Grupo IV	2.5YR	6/6 lighth red	Grupo III

A comparación del estudio por Del Carmen (2023) encontró que *Gordonia fruticosa* presenta colores que no fueron específicamente descritos, mientras que *Vochysia ferruginea* mostró colores que podrían no haberse detallado en términos específicos. Por otro lado, Vallejos (2023) reportó que *Vochysia grandis* tiene una albura de color 5Y 8/2 y un duramen de 7.5 YR 7/6 en estado húmedo, mientras que *Laetia procera* presenta una albura de 10 YR 7/6 y un duramen de 5 Y 7/4. Además, Arcos (2021) indicó que *Ocotea insulares* muestra un color café amarillento, en contraste con los colores reportados por González y Cruz (2021), quienes encontraron que *Cordia alliodora* tiene una coloración beige y *Cedrela odorata* varía desde rosada hasta marrón rojizo.

Estas diferencias en la coloración de la madera pueden deberse a varios factores. Primero, el color de la madera puede variar significativamente entre el estado húmedo y seco. En estado húmedo, la madera suele presentar colores más saturados y vibrantes debido a la presencia de agua que intensifica los pigmentos naturales y oculta ciertas tonalidades. Sin embargo, cuando la madera se seca, el contenido de agua disminuye y los pigmentos pueden cambiar, resultando en colores más apagados o diferentes en comparación con su estado húmedo.

#### 4.1.4. Olor

En el estudio del olor de la madera de *Dacryodes peruviana*, se encontró que, en estado húmedo, la madera presenta un aroma claramente aromático, perceptible tanto en la base, el medio y el ápice del árbol. Este aroma distintivo es característico de la especie y puede estar relacionado con la presencia de compuestos volátiles específicos que se liberan cuando la madera está en contacto con la humedad. Sin embargo, al secarse al aire, el olor de la madera se vuelve indefinido y menos perceptible, manteniéndose uniforme a lo largo de las diferentes partes del árbol. En primer lugar, Vallejos (2023) encontró que el olor de *Vochysia grandis* no era distintivo en estado seco, mientras que *Laetia procera* presentó un olor aromático en estado húmedo, indicando que el olor puede cambiar con la humedad. Además, González y Cruz (2021) observaron que *Cordia alliodora* tenía un olor agradable a madera dulce, mientras que *Cedrela odorata* presentaba un olor fuerte y característico. En contraste, Arcos (2021) reportó que *Ocotea insulares* tenía un olor desagradable, lo que contrasta con las especies que tienen olores más agradables. Por otro lado, Julca (2021) identificó un olor característico en *Byrsonima schunkei*, aunque no especificó si era agradable o desagradable. A su vez, Cuasquer (2017) encontró olores variados, con *Miconia chiguila* y *Psidium occidentale* teniendo olores

aromáticos, mientras que *O. pacifica* tenía un olor desagradable. En otro estudio, Najjar (2016) destacó un olor característico a legumbre en *Schizolobium prahyba*. Además, Quemá (2015) documentó olores como astringente en *Vochysia leguiana* y fragante-picante en *Osteophloeum platyspermum*, reflejando una amplia gama de percepciones olfativas. Sin embargo, Puchaicela (2013) señaló que *Miconia glaberrima* tenía un olor aromático, mientras que *Otoba parvifolia* tenía un olor desagradable. En contraste, León (2012) reportó olores no distintivos en las especies de *Protium* estudiadas, y Escalante (2014) encontró que *Jacaranda copaia* carecía de olores y sabores distintivos.

Esta pérdida de aroma al secarse puede deberse a la evaporación de los compuestos volátiles responsables del olor aromático, dejando la madera con un olor neutral o muy tenue. La uniformidad del olor, tanto en estado húmedo como seco, sugiere que los compuestos volátiles están distribuidos homogéneamente en toda la estructura del árbol, pero su volatilidad se reduce significativamente con la deshidratación.

#### 4.1.5. Sabor

En el análisis del sabor de la madera de *D. peruviana*, se determinó que, en estado húmedo, la madera presenta un sabor astringente en todas las partes del árbol: base, medio y ápice. Mientras seco estuvo ausente no distintivo

En el caso de *Gordonia fruticosa* y *Vochysia ferruginea* descritos por Del Carmen (2023), no se reporta un sabor distintivo, mientras que Vallejos (2023) también encontró que *Vochysia grandis* y *Laetia procera* no tenían sabor en sus muestras, aunque *L. procera* presentaba un olor aromático en estado húmedo. Por otro lado, Arcos (2021) en su estudio de *Ocotea insulares* identificó un sabor amargo junto con un olor desagradable, en contraste con González y Cruz (2021), quienes encontraron que *Cordia alliodora* tenía un sabor no distintivo, aunque su olor era agradable y dulce. Julca (2021) reportó un sabor no distintivo para *Byrsonima schunkei*, mientras que Cuasquer (2017) observó un sabor amargo en *Miconia chiguila* y *O. pacifica*, y un sabor amargo y picante en *Psidium occidentale* y *Vochysia leguiana*, respectivamente.

En contraste, Quemá (2015) encontró que *Vochysia leguiana* tenía un sabor picante o amargo, mientras que *Osteophloeum platyspermum* presentaba un sabor picante o amargo. Najjar (2016) también reportó un sabor no distintivo para *Schizolobium prahyba*. De manera similar, León (2012) encontró que varias especies del género **Protium** como **P. crenatum** y *P.*

*robustum* presentaban un sabor no distintivo, al igual que *P. tenuifolium* y *P. decandrum*. Por último, Escalante (2014) observó que *Jacaranda copaia* no tenía un sabor distintivo.

Este sabor astringente puede ser atribuido a la presencia de ciertos compuestos químicos, como taninos, que son solubles en agua y se liberan al masticar la madera fresca. La astringencia es una característica notable que puede provocar una sensación de sequedad en la boca y encogimiento de los tejidos bucales. Sin embargo, al secarse al aire, el sabor de la madera se vuelve ausente o no distintivo, tanto en la base, el medio y el ápice del árbol. Esta pérdida de sabor astringente en estado seco puede deberse a la disminución de la solubilidad de los compuestos responsables del sabor en ausencia de humedad. La madera seca, por lo tanto, no ofrece una experiencia gustativa perceptible, volviéndose prácticamente neutra en cuanto a sabor. Esta consistencia en la pérdida de sabor astringente con la deshidratación indica que los compuestos solubles en agua se estabilizan o se reducen en concentración cuando la madera pierde su contenido de humedad, resultando en un sabor no distintivo en su estado seco.

#### **4.1.6. Brillo**

En el estudio del brillo de la madera de *Dacryodes peruviana*, se observó que, tanto en estado húmedo como seco al aire, la madera presenta un brillo medio. Este nivel de brillo se mantiene consistente en todas las partes del árbol: base, medio y ápice. La capacidad de la madera para reflejar la luz, que determina su brillo, parece ser intrínseca a su estructura celular y composición, permaneciendo inalterada por la pérdida de humedad. El brillo medio sugiere que la madera tiene una superficie relativamente lisa y uniforme, capaz de reflejar la luz de manera moderada sin llegar a ser ni completamente opaca ni altamente brillante. Esta característica de brillo constante puede hacer que la madera de *Dacryodes peruviana* sea atractiva para su uso en aplicaciones decorativas y estructurales, donde una apariencia visual equilibrada es deseable.

#### **4.1.7. Grano**

En el análisis del grano de la madera de *Dacryodes peruviana*, se determinó que, en estado seco al aire, el grano es entrecruzado en todos los niveles del árbol: base, medio y ápice. Esta característica de grano entrecruzado se puede observar claramente en la Figura 2 del informe. El grano entrecruzado, donde las fibras de la madera se entrelazan en ángulos variables, puede conferir a la madera una resistencia adicional y una apariencia estética distintiva. Esta estructura entrecruzada es consistente en toda la longitud del árbol, sugiriendo

una uniformidad en el crecimiento y desarrollo de las fibras de la madera. La presencia de grano entrecruzado también puede influir en las propiedades mecánicas de la madera, haciendo que sea más difícil de trabajar, pero potencialmente más resistente a la deformación. La Figura 2 ilustra esta característica en detalle, proporcionando una visualización clara de cómo las fibras se entrelazan a lo largo de los diferentes niveles del árbol.



**Figura 2.** Determinación del grano siguiendo la dirección de los radios

Vallejos (2023) destaca que *Vochysia grandis* presenta un brillo medio en estado seco, mientras que *Laetia procera* también exhibe un brillo medio, sin cambios notables entre los estados húmedo y seco. Esta tendencia de brillo medio se refleja en el estudio de *Ocotea insulares* por Arcos (2021), que muestra un brillo medio acompañado de características organolépticas específicas. A su vez, González y Cruz (2021) describen *Cordia alliodora* con un brillo bajo y *Cedrela odorata* con un brillo bajo y color rosado a marrón rojizo, sugiriendo que un brillo bajo es común en estas especies a pesar de sus propiedades aromáticas.

En contraste, Julca (2021) observa un brillo medio en *Byrsonima schunkei*, indicando una textura intermedia que podría ser preferida en ciertos usos. Cuasquer (2017) reporta un rango de brillo desde medio a intenso en *O. pacífica* y medio a medio opaco en *Miconia chiguila*, resaltando la variabilidad en el brillo. Además, Quemá (2015) encuentra un brillo bajo en *Vochysia leguiana* y *Osteophloeum platyspermum*, mientras que Quispe (2014) muestra un brillo medio en *Protium aff. Montanum* y *Protium meridionale*. Finalmente, Puchaicela (2013) y León (2012) revelan una gama de brillos desde medio hasta bajo en diferentes especies, con *Jacaranda copaia* destacando por su brillo elevado según Escalante (2014). En conjunto, estos estudios ilustran cómo el brillo puede variar ampliamente entre especies, influenciando su uso estético y funcional.

#### 4.1.8. Textura

En el análisis de la textura de la madera de *Dacryodes peruviana*, se encontró que la textura es media en todos los niveles del árbol: base, medio y ápice. Esta consistencia en la textura media sugiere que la madera tiene una estructura uniforme con una densidad de fibras moderada, lo cual proporciona una sensación equilibrada al tacto. La textura media indica que la superficie de la madera no es ni demasiado áspera ni demasiado lisa, lo que puede ser beneficioso para una variedad de aplicaciones, tanto estructurales como decorativas. Esta uniformidad en la textura a lo largo del árbol asegura que las propiedades táctiles de la madera sean predecibles y consistentes, facilitando su uso en la fabricación de productos que requieran una superficie homogénea.

Del Carmen (2023) destaca que *Gordonia fruticosa* y *Vochysia ferruginea* poseen una textura fina, ideal para acabados suaves y uniformes, lo que resulta ventajoso para aplicaciones como muebles y detalles decorativos. En contraste, *Vochysia grandis* y *Laetia procera* presentan una textura media, adecuada para aplicaciones estructurales que requieren un equilibrio entre durabilidad y facilidad de trabajo. En paralelo, González y Cruz (2021) informan que *Cedrela odorata* tiene una textura mediana y suave, facilitando su uso en objetos finos y trabajos manuales que exigen una superficie uniforme, mientras que *Cordia alliodora*, con una textura fina y homogénea, también es adecuada para acabados detallados, como en instrumentos musicales o elementos decorativos. Además, Julca (2021) señala que *Ocotea insulares* y *Byrsonima schunkei* poseen una textura media que proporciona mayor resistencia al desgaste, haciéndolas apropiadas para aplicaciones que requieren durabilidad, como suelos o muebles de uso intensivo. De manera similar, *Miconia chiguila* y *O. pacifica*, con texturas similares, también ofrecen durabilidad en diversas condiciones.

Por otro lado, Najjar (2016) reporta que *Schizolobium prahyba* y *Vochysia leguiana* tienen texturas que varían de media a gruesa, proporcionando una resistencia notable a impactos y abrasión, lo que las hace adecuadas para aplicaciones estructurales y exteriores donde la durabilidad es crucial. A su vez, Puchaicela (2013) observa que *Protium aff. Montanum* y *Protium meridionale* tienen texturas finas, ideales para aplicaciones detalladas o decorativas. En contraste, *Pourouma cecropiifolia* y *Piptocoma discolor* presentan texturas más gruesas, sugiriendo una mayor resistencia y durabilidad, lo cual es adecuado para condiciones exigentes. Finalmente, Escalante (2014) analiza que *Jacaranda copaia* y *Senefeldera inclinata* tienen

texturas que varían de media a gruesa, lo que les confiere robustez adecuada para aplicaciones en construcción o estructuras expuestas a condiciones adversas

#### 4.1.9. Veteado

En el análisis del veteado de la madera de *Dacryodes peruviana*, se observó que la madera no presenta un veteado, tanto en la cara tangencial como en la radial, en todos los niveles del árbol: base, medio y ápice. Esta falta de veteado prominente implica que la madera tiene una apariencia relativamente homogénea y sin patrones de vetas destacables, lo cual puede ser ventajoso para aplicaciones que requieran una superficie uniforme y sin distracciones visuales. La uniformidad en la ausencia de veteado a lo largo de los distintos niveles del árbol asegura que la madera mantenga una estética consistente, lo que puede ser ideal para proyectos de acabado donde se prefiera una apariencia más lisa y continua.



**Figura 3.** Vista del veteado en la cara radial.



**Figura 4.** Vista del veteado en la cara tangencial.

En el estudio de Vallejos (2023), *Vochysia grandis* presenta un veteado en bandas paralelas, que se alinea con la descripción de *Byrsonima schunkei* en el trabajo de Julca (2021), que también exhibe veteado en bandas paralelas. Este patrón de veteado, caracterizado por sus líneas ordenadas, confiere una uniformidad estética que puede ser atractiva en aplicaciones de acabados visibles. Sin embargo, *Laetia procera*, también descrita en el estudio de Vallejos, presenta un veteado jaspeado, que es contrastante con el patrón de bandas paralelas, mostrando una variedad en la textura que puede ser valorada por su apariencia más irregular y natural.

Por otro lado, el veteado en *Ocotea insulares*, descrito por Arcos (2021), se destaca por su presencia de líneas con destellos dorados, lo que puede proporcionar un efecto visual distintivo y lujoso. Este tipo de veteado es menos común en las especies mencionadas en otros estudios, como *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata* en el trabajo de González y Cruz (2021), donde el veteado es más sutil. En *Cordia alliodora*, el veteado se presenta como superpuesto, lo que puede ofrecer un patrón menos definido en comparación con el veteado dorado de *Ocotea insulares*. *Cedrela odorata*, por su parte, muestra un veteado con arcos superpuestos poco visibles, agregando una textura menos prominente que podría influir en su percepción estética en diferentes aplicaciones.

El estudio de Cuasquer (2017) destaca que *Miconia chiguila* presenta un veteado en arcos superpuestos con destellos dorados, lo que se alinea en parte con el patrón observado en *Ocotea insulares*. Sin embargo, *O. pacifica* en el mismo estudio muestra un veteado en líneas verticales, mientras que *Psidium occidentale* muestra un veteado similar, pero con tendencia a arcos superpuestos, lo que ilustra la diversidad en los patrones de veteado que pueden encontrarse en especies cercanas o similares.

A diferencia de estos patrones más definidos, *Schizolobium prahyba*, según Najjar (2016), muestra un veteado poco definido, lo que puede reflejar una textura más uniforme y menos distintiva. Esta característica contrasta con los patrones más variados y elaborados descritos en los estudios anteriores, lo que podría influir en su uso en aplicaciones que requieren una estética más uniforme.

Finalmente, en el estudio de Puchaicela (2013), *Miconia glaberrima* y *Otoba parvifolia* presentan bandas onduladas y paralelas, respectivamente, que agregan una textura visualmente interesante y versátil. En contraste, *Trichilia sp.* y *Pourouma cecropiifolia* muestran arcos superpuestos, similar al veteado en *Miconia chiguila* y *Ocotea insulares*, proporcionando una variedad adicional en los patrones de veteado disponibles en especies forestales.

## **4.2. Características macroscópicas en tres niveles del fuste de *Dacryodes peruviana* (copal).**

### **4.2.1. Poros**

En el estudio de las características macroscópicas de *Dacryodes peruviana* con respecto a los poros, se determinó que estos son visibles con una lupa de 10 aumentos. Los poros

presentan un tamaño mediano y tienen una forma redonda. La distribución de los poros es difusa, lo que significa que están dispersos uniformemente a lo largo de la madera sin formar patrones específicos. Estas características de los poros pueden influir en las propiedades de la madera, como su permeabilidad y su capacidad para absorber tratamientos preservantes. La visibilidad de los poros con una lupa de 10 aumentos y su tamaño mediano sugieren que la madera puede tener una textura relativamente uniforme y una buena trabajabilidad para diversas aplicaciones.

Comparando estos hallazgos con los estudios previos, Julca (2021) describe los poros de *Byrsonima schunkei* como de tamaño mediano, visibles con lupa, y con una distribución similarmente difusa. Esto sugiere una consistencia en la forma y distribución de los poros entre diferentes especies, reflejando una uniformidad en la estructura porosa que puede ser característica común entre especies con propiedades físicas y mecánicas similares. En contraste, González y Cruz (2021) estudiaron la madera de *Cedrela odorata* y *Cordia alliodora*, observando que ambos presentaban poros con características que variaban en tamaño y distribución, siendo *Cedrela odorata* notable por sus poros más grandes y bien definidos en comparación con la distribución difusa observada en *Dacryodes peruviana*.

Esta diferencia sugiere que el tamaño y la distribución de los poros pueden influir en la trabajabilidad y en la capacidad de la madera para aceptar tratamientos preservantes, con especies de poros más grandes posiblemente requiriendo tratamientos específicos para asegurar la protección adecuada. Por otro lado, Najjar (2016) describe el veteado de *Schizolobium prahyba* con poros de tamaño pequeño a mediano y una distribución dispersa, similar a la de *Dacryodes peruviana*. La falta de diferencias significativas en el número de poros en *Dacryodes peruviana* diferentes niveles de altura y secciones transversales refuerza la idea de una estructura porosa homogénea, comparable a la observada en *Schizolobium prahyba*.

La uniformidad en el número de poros a través de los niveles y secciones del árbol sugiere que las características macroscópicas del poro en *Dacryodes peruviana* son consistentes, lo cual es importante para la calidad de la madera en aplicaciones que requieren estabilidad y uniformidad. Además, el estudio de Puchaicela (2013) sobre maderas de *Miconia glaberrima* y *Otoba parvifolia* también encontró que las porosidades eran uniformes en diferentes secciones transversales de los árboles. Estos hallazgos apoyan la observación de que *Dacryodes peruviana* comparte una característica común de uniformidad en la porosidad, lo cual puede influir positivamente en su procesamiento y uso final.

El número de poros evaluado en 25 mm<sup>2</sup> de *Dacryodes peruviana*, se observó una variabilidad significativa entre los diferentes niveles y secciones del árbol. En general, la mayoría de los poros eran solitarios, con una menor cantidad de poros múltiples agrupados en 2, 3 y 4. Por ejemplo, en el Árbol 1, la base interna presentó 176 poros solitarios, 3 grupos de 2, 3 y 4. Por ejemplo, en el Árbol 1, la base interna presentó 176 poros solitarios, 3 grupos de 2, 4 grupos de 3, y ningún grupo de 4, totalizando 183 poros. En el centro del mismo nivel, los poros solitarios aumentaron a 227, con más poros múltiples, sumando un total de 244 poros. Esta tendencia se mantuvo en las secciones media y ápice, donde el número de poros solitarios y múltiples variaba ligeramente pero siempre predominaban los poros solitarios.

Similarmente, el Árbol 2 mostró una distribución comparable, con la base interna teniendo 197 poros solitarios y un total de 205 poros, mientras que el centro tenía 215 poros solitarios y un total de 242 poros. En el Árbol 3, aunque hubo una disminución en el número total de poros en comparación con los otros árboles, la distribución seguía mostrando una predominancia de poros solitarios. Por ejemplo, en la base interna, había 179 poros solitarios, y el total era de 192 poros. La consistencia en la predominancia de poros solitarios en todas las secciones y niveles sugiere una estructura uniforme en *Dacryodes peruviana*, aunque con ligeras variaciones que pueden influir en sus propiedades mecánicas y de trabajabilidad.

**Tabla 7.** Números de poros en 25 mm<sup>2</sup> de niveles de altura y secciones transversales.

N° de árbol	Niveles de altura	Secciones	Solitarios	Múltiples			TOTAL
				2	3	4	
1	Base	Interno	176	3	4	0	183
		Centro	227	12	3	2	244
		Externo	205	4	5	0	214
	Medio	Interno	181	3	2	0	186
		Centro	205	3	0	0	208
		Externo	181	7	1	0	189
	Ápice	Interno	228	9	1	0	238
		Centro	213	11	3	0	227
		Externo	184	2	0	0	186

N° de árbol	Niveles de altura	Secciones	Solitarios	Múltiples			TOTAL
				2	3	4	
2	Base	Interno	197	3	5	0	205
		Centro	215	19	8	0	242
		Externo	153	3	3	0	159
	Medio	Interno	182	11	4	0	197
		Centro	190	19	5	0	214
		Externo	159	10	3	0	172
	Ápice	Interno	105	6	7	0	218
		Centro	189	14	5	0	208
		Externo	172	13	6	0	191
3	Base	Interno	179	12	1	0	192
		Centro	119	10	4	2	135
		Externo	123	8	2	1	134
	Medio	Interno	132	7	3	0	142
		Centro	144	14	1	1	160
		Externo	157	21	2	0	180
	Ápice	Interno	127	9	3	1	140
		Centro	116	4	2	0	122
		Externo	130	17	2	0	149

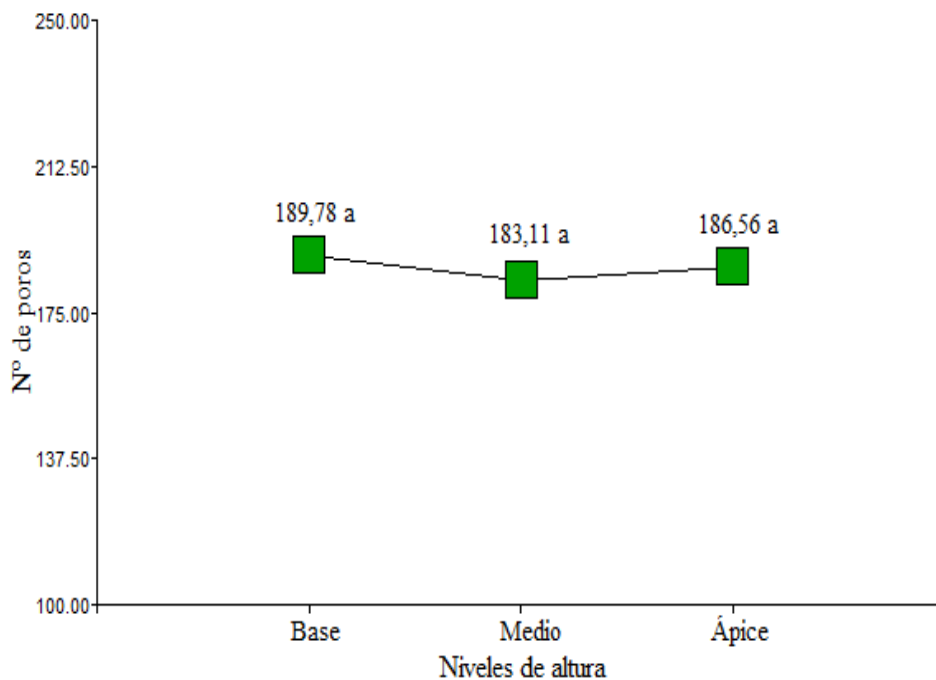
El análisis de varianza (ANVA) realizado para el número de poros en *Dacryodes peruviana* reveló que no hay diferencias estadísticamente significativas en función de los niveles de altura del árbol (base, medio y ápice) ni entre las secciones (interno, centro y externo). Los resultados muestran un P-valor de 0,94 para los niveles de altura y un P-valor de 0,53 para las secciones, indicando que las diferencias observadas podrían deberse al azar. Además, la interacción entre los niveles de altura y las secciones tampoco fue significativa, con un P-valor de 0,90. En resumen, el número de poros en *Dacryodes peruviana* es bastante uniforme y no está influenciado significativamente por la posición dentro del árbol.

**Tabla 8.** ANVA del número de poros en 25 mm<sup>2</sup> en niveles de altura y secciones transversales.

F.V	GL	SC	CM	F	Pvalor
Niveles	2	200,07	100,04	0,07	0,94 <sup>NS</sup>
Secciones	2	2007,63	1003,81	0,65	0,53 <sup>NS</sup>
Nivel*Secciones	4	1611,70	402,93	0,26	0,90 <sup>NS</sup>
Error	18	27639,33	1535,52		
Total	26	31458,74			

CV: 21,01%; NS: no significativo; GL: grado de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrados medios.

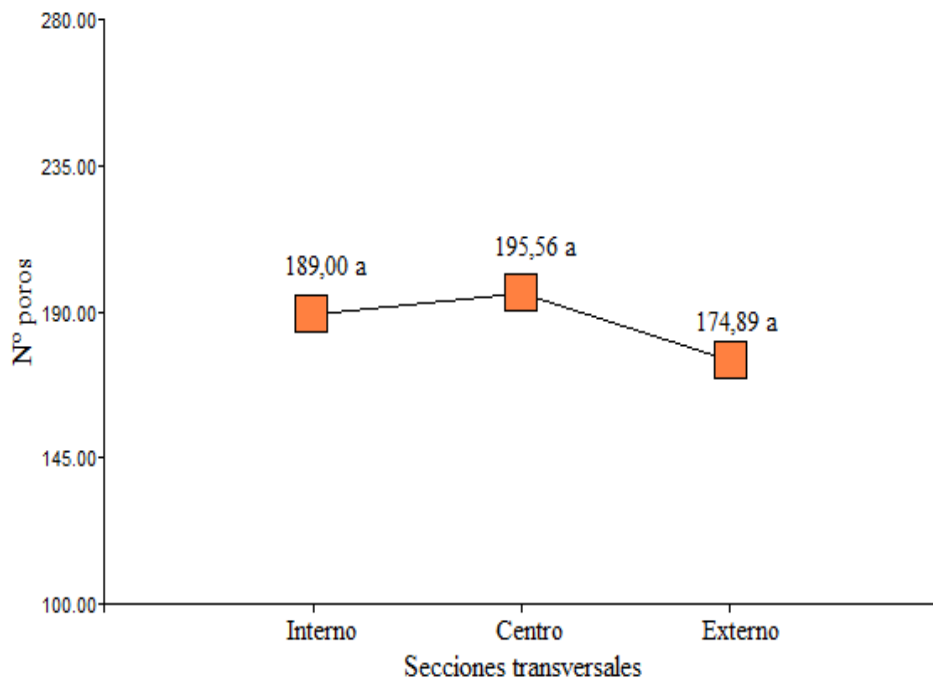
La prueba de comparación de medias realizada para evaluar el número de poros en *Dacryodes peruviana* en diferentes niveles de altura (base, medio y ápice) muestra que no hay diferencias significativas entre las medias de los niveles. Las medias obtenidas son 189,78 para la base, 183,11 para el medio y 186,56 para el ápice. esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de estos niveles. En resumen, el número de poros es uniforme en los diferentes niveles de altura del árbol.



**Figura 5.** Comparación de medias del número de poros en tres niveles de altura.

La prueba de comparación de medias realizada para evaluar el número de poros en *Dacryodes peruviana* en diferentes secciones transversales del árbol (interno, centro y externo)

muestra que no hay diferencias significativas entre las medias de las secciones. Las medias obtenidas son 189 para la sección interna, 195,56 para la sección central y 174,89 para la sección externa, esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de estas secciones. En resumen, el número de poros es uniforme en las diferentes secciones transversales del árbol. A comparación a lo obtenido por Vallejos (2023) que en la especie de *V. grandis* incluyeron poros visibles con una lupa de 10x, tamaño mediano, forma ovalada, agrupación múltiple y solitaria, con una distribución difusa y un promedio de 171,11 poros/100 mm<sup>2</sup>, clasificados como excesivos, mientras para *L. procera* con poros solitarios y múltiples de 2 a 6, y un promedio de 419,47 poros/100 mm<sup>2</sup>, también clasificados como excesivos, por su parte Julca (2021) en *B. Shunkei* encontró poros excesivos (612) con forma ovalada, y distribuidos con poros difusos, solitarios y múltiples radiales 2-4, radios mínimos (23).



**Figura 5.** Comparación de medias del número de poros en secciones transversales.

#### 4.2.2. Parénquima

En el análisis de las características macroscópicas de *Dacryodes peruviana* con respecto al parénquima, se observó que presenta parénquima paratraqueal, específicamente de tipo vasicéntrico y escasamente vasicéntrico confluyente. Este tipo de parénquima se encuentra alrededor de los vasos, con el parénquima vasicéntrico formando una capa alrededor de los poros y el escasamente vasicéntrico confluyente extendiéndose en bandas que pueden unirse.

Además, no se observó variación en la presencia y distribución del parénquima desde la médula hasta la corteza, indicando una consistencia en la estructura celular de la madera a lo largo de su sección transversal. Estas características del parénquima pueden influir en la capacidad de la madera para almacenar y transportar nutrientes y agua, así como en su respuesta a los tratamientos preservantes.

Estos resultados pueden compararse con los obtenidos por Del Carmen (2023) en su estudio de *Gordonia fruticosa* y *Vochysia ferruginea*, donde se reportó la presencia de parénquima paratraqueal vasicéntrico similar. Sin embargo, en *Vochysia ferruginea*, se destacó una mayor cantidad de parénquima aliforme que no se observa en *Dacryodes peruviana*. Por su parte, Vallejos (2023) encontró en *Vochysia grandis* y *Laetia procera* que ambas especies poseen parénquima paratraqueal vasicéntrico y confluyente, siendo más prominente el parénquima aliforme en *Vochysia grandis*, lo que difiere de la menor presencia de este tipo en *Dacryodes peruviana*.

Arcos (2021), en su estudio de *Ocotea insularis*, también identificó parénquima paratraqueal vasicéntrico, pero con una disposición más homogénea y sin la confluencia escasa observada en *Dacryodes peruviana*. Por otro lado, González y Cruz (2021), al estudiar *Cedrela odorata* y *Cordia alliodora*, reportaron parénquima paratraqueal vasicéntrico y marginal en *Cedrela odorata*, lo que contrasta con la ausencia de parénquima marginal en *Dacryodes peruviana*.

Julca (2021), en su análisis de *Byrsonima schunkei*, encontró una alta presencia de parénquima paratraqueal vasicéntrico y confluyente, con características similares a *Dacryodes peruviana*. En comparación, Cuasquer (2017) observó en *Miconia chiguila*, *O. pacífica* y *Psidium occidentale* parénquima paratraqueal vasicéntrico con una distribución mucho más densa que en *Dacryodes peruviana*. Finalmente, Najar (2016) documentó en *Schizolobium parahyba* parénquima paratraqueal vasicéntrico con un patrón más regular y sin la escasez de confluencia que se observa en *Dacryodes peruviana*.

### 4.2.3. Radios

En el análisis de las características macroscópicas de *Dacryodes peruviana* con respecto a los radios, se determinó que estos son visibles con una lupa de 10 aumentos. La distribución de los radios es no estratificada, Estos resultados pueden compararse con los obtenidos por Del Carmen (2023) en su estudio de *Gordonia fruticosa* y *Vochysia ferruginea*, donde se observó que ambas especies presentan radios estratificados, lo que contrasta con la no estratificación

encontrada en *Dacryodes peruviana*. En el caso de Vallejos (2023), su estudio de *Vochysia grandis* y *Laetia procera* también reportó radios estratificados, especialmente en *Laetia procera*, donde la estratificación es más evidente. Mientras Arcos (2021), al investigar *Ocotea insularis*, encontró radios visibles con una lupa de 10 aumentos y con una disposición mayormente no estratificada, similar a *Dacryodes peruviana*, aunque con una densidad ligeramente mayor. González y Cruz (2021) documentaron en *Cedrela odorata* y *Cordia alliodora* radios tanto estratificados como no estratificados, siendo esta variabilidad un punto de diferencia con la constante no estratificación observada en *Dacryodes peruviana*. En el estudio de Julca (2021) sobre *Byrsonima schunkei*, se identificaron radios no estratificados, lo que coincide con los hallazgos en *Dacryodes peruviana*, aunque en *Byrsonima schunkei* los radios son más finos y numerosos. Cuasquer (2017), por su parte, al analizar *Miconia chiguila*, *O. pacífica* y *Psidium occidentale*, encontró radios principalmente no estratificados en *Miconia chiguila* y *Psidium occidentale*, con una disposición similar a *Dacryodes peruviana*, pero con una densidad de radios más alta. Finalmente, Najjar (2016) reportó en *Schizolobium parahyba* la presencia de radios no estratificados, coincidiendo con *Dacryodes peruviana*, aunque con una distribución ligeramente más homogénea. Estos antecedentes resaltan cómo *Dacryodes peruviana* comparte ciertas características de los radios con otras especies, pero también muestra diferencias distintivas, particularmente en su distribución no estratificada y visibilidad a 10 aumentos, lo que puede influir en sus propiedades físicas y su comportamiento durante el procesamiento y uso.

El número de radios en *Dacryodes peruviana* en diferentes niveles de altura y secciones transversales muestra cierta variabilidad. En la base del árbol, la sección interna presentó una media de 51 radios con una desviación estándar (D.E) de 17.78 y un coeficiente de variación (C.V) de 34.86%, mientras que la sección central tuvo una media de 50 radios (D.E = 12.12, C.V = 24.25%) y la externa 50.67 radios (D.E = 8.08, C.V = 15.95%). En el nivel medio, la sección interna mostró una media de 48.33 radios (D.E = 4.62, C.V = 9.56%), la sección central una media de 52.33 radios (D.E = 6.66, C.V = 12.72%) y la externa 50.33 radios (D.E = 3.06, C.V = 6.07%). En el ápice, la sección interna tuvo una media de 53.33 radios (D.E = 10.02, C.V = 18.78%), la central una media de 57.67 radios (D.E = 9.07, C.V = 15.73%) y la externa 55.33 radios (D.E = 4.04, C.V = 7.30%). Estos resultados indican que, aunque hay variabilidad en el número de radios entre las diferentes secciones y niveles, las medias son relativamente similares, sugiriendo una distribución consistente de radios a lo largo del árbol, con variaciones moderadas en la homogeneidad, especialmente en la base del árbol.

**Tabla 9.** Números de radios en 5 mm de tres niveles de altura y secciones transversales

Niveles	Secciones	N	Media	D.E	C.V	Min	Max
Base	Interno	3	51,00	17,78	34,86	37,00	71,00
	Centro	3	50,00	12,12	24,25	37,00	61,00
	Externo	3	50,67	8,08	15,95	42,00	58,00
Medio	Interno	3	48,33	4,62	9,56	43,00	51,00
	Centro	3	52,33	6,66	12,72	48,00	60,00
	Externo	3	50,33	3,06	6,07	47,00	53,00
Ápice	Interno	3	53,33	10,02	18,78	43,00	63,00
	Centro	3	57,67	9,07	15,73	51,00	68,00
	Externo	3	55,33	4,04	7,30	53,00	60,00

CV: coeficiente de variación; N: número de árbol; D.E: desviación estándar.

## V. CONCLUSIONES

1. Presenta una transición brusca entre albura y duramen en los tres niveles de altura, la médula es concéntrica. En la base de los árboles, el espesor de albura es relativamente angosto, mientras que en los niveles medio y ápice, el espesor de la albura es amplia. Los colores observados en estado húmedo y seco de la madera muestran una albura que tiende a ser pálida con los colores que predominan en el grupo IV (pardo), con un duramen que presenta una gama de colores más intensos que predominan en el grupo III (rojo) de acuerdo a la clasificación. El olor en estado húmedo es aromático (agradable), pero se vuelve indefinido al secarse. El sabor astringente en estado húmedo desaparece en el estado seco, volviéndose no distintivo. El brillo se mantiene medio en ambos estados, y el grano es entrecruzado, mientras que la textura es media y no presenta veteado en todas las partes del árbol.
2. La agrupación de los poros es solitaria de tamaño mediano, de forma redonda con una distribución difusa y visibles con lupa de 10 aumentos. El parénquima es de tipo vasicéntrico y escasamente vasicéntrico confluyente, visible con una lupa de 10 aumentos y no hay variación de médula a corteza. Los radios, también visibles con lupa de 10 aumentos, presentan una distribución no estratificada y un espesor mediano.

## VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Realizar estudios con un mayor número de árboles, de diferentes ubicaciones para obtener resultados más representativos y estadísticamente significativos.
- Utilizar herramientas de medición más avanzadas y calibradas para asegurar una mayor precisión en los datos recolectados. El uso de imágenes digitales y análisis computacional podría mejorar la exactitud.
- Implementar un protocolo estandarizado y controlado para el secado de las muestras, asegurando que todas las muestras se procesen bajo las mismas condiciones.
- Ampliar la investigación a diferentes sitios geográficos para evaluar cómo las condiciones ambientales y de suelo influyen en las características de *Dacryodes peruviana*.
- Incluir el análisis de variables ambientales como el suelo, la temperatura y la humedad para entender mejor su impacto en las propiedades de la madera.
- Incorporar técnicas avanzadas de análisis como espectroscopia, microscopía electrónica y análisis de imagen para obtener una visión más detallada de las características anatómicas y químicas de la madera.
- Establecer colaboraciones con otras instituciones y capacitar al equipo de investigación en nuevas técnicas y metodologías para mejorar la calidad y el alcance del estudio.

## VII. REFERENCIAS

- Acuña, L. & Casado, M. (2005). Material de apoyo del curso Tecnología de la madera (en línea). Universidad de Valladolid. España.
- Alvarez, G., Cabrera, E., & Carrion, C. (2011). Diagnóstico de frutales nativos en la Región Loreto: Descripción Dendrológica. Zamora Chinchipe-Ecuador: LQUITOS.
- Angiosperm Phylogeny Group. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*
- Arcos, C. (2021). Determinación de las características organolépticas, PROPIEDADES físicas y de trabajabilidad de *Ocotea insularis* (Meisn.) Mez, en la Parroquia la Carolina – Imbabura. [tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional UNT.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11425>
- Bravo, M. (2008). Propiedades físicas y mecánicas de la madera. Propiedades externas de la madera. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Burger, L., & Richter, H. (1991). Anatomia da madeira. São Paulo - Brasil: Nobel
- Campos, C. (2015). *Determinación de propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pinus maximinoi H. E. Moore; Cobán, Alta Verapaz* [Tesis Ing. Forestal, Universidad Rafael Landívar/no publicado]
- Campos, R. (2007). Tecnología de los Materiales. Lima, Perú: SE.
- Chavesta, M. (2007). Separata de capacitación sobre identificación de madera. Perú. Lima-Perú.
- Chavesta, M. (2005). Separata de capacitación sobre identificación de maderas. UNALM – USAID. Lima, Perú.
- Chila, J., Salazar, E., Espinoza, V. (2020). Descripción organoléptica y anatómica de la madera de cinco especies forestales del sector Tabiazo, Esmeraldas, Ecuador. *Conciencia digital*. 3(3), 164-177.

- Cuasquer, J. (2017) Descripción anatómica y organoléptica de tres especies maderables de la zona de Intag noroccidente de Ecuador Amazonas [tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte] Repositorio UTN  
<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7791>
- Del Carmen, R. (2023) Caracterización anatómica macroscópica y propiedades físicas de *Gordonia fruticosa* y *Vochysia ferruginea* de la Perla del Imaza – Amazonas [tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas] Repositorio UNTRM.  
<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/3697>
- Díaz, O. (2003). Anatomía de Maderas, Ed. Marisa Cuneo Ediciones, pp. 151 Valdivia, Chile, (1era Ed).
- Escalando, C. (2014). Caracterización anatómica de anillo de crecimiento de huamanzamana “Jacaranda copaia (Aublet) D. Don” y huangana caspi “Senefeldera inclinata P. Franco” con fines dendrocronológicos, Tingo María. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS.  
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/595>
- Gatica, L. (2010). Características generales, organolépticas, macroscópicas y estructura microscópica de la madera de coníferas y latifoliadas.
- Gimenez, M., Moglia, G., Hernandez, P, Gerez, R. (2005). Anatomía de Maderas (Segunda ed.). Santiago del Estero, Argentina.
- Giménez, A., Ríos, N. & Moglia, G. (2000). Relación albura-duramen en tres especies arbóreas de la Región Chaqueña Seca. *Revista de Ciencias Forestales – Quebracho*. 8: 56 – 63.
- González, H., Cruz, J. (2021). Anatomía y propiedades físicas de dos especies forestales comerciales cedro (*Cedrela odorata* L.) y Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) en Nicaragua. *Revista Científica La Calera*. 21(37), 81-86.
- Inchiglema, J. (2019). *Identificación y descripción de características anatómicas y organolépticas de la madera de cinco especies comerciales procedentes del Cantón Tena, Provincia de Napo*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10754>

Julca, E. (2021). *Caracterización anatómica y física de la madera de Byrsonima schunkei W. R. Anderson (Indano), distrito La Morada- Huánuco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2038>

Kollmann, F. (1959). *Tecnología de la madera y sus aplicaciones*. Segunda Edición. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Servicio Nacional de la Madera. España.

León, J., Espinoza, N. (2001). *Anatomía de la madera*. Venezuela: Universidad de los Andes.

León, W; Espinoza de Pernia, N. (2001). *Anatomía de la madera*. Mérida, VE. Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones.

León, W. (2012). Anatomía de la madera de once especies de la familia Burseraceae en Venezuela. *Revista forestal venezolana*. 56(1),9-20.

Lluncor, D. (2011). *Utilización Industrial y Mercado de Diez Especies Maderables Potenciales de Bosques Secundarios y Primarios Residuales*. Ministerio de Agricultura, Dirección General Forestal y de Fauna. Lima: s/e.

Loja, A., Mendoza, Z. (2015). *Caracterización dendrológica de las especies forestales más aprovechadas en la región sur del Ecuador*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Institucional UNL. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10936>

Matute, J., Aguila, R., Braga, G., Panduro, A., Mass, W., & Martin, M. (2009). *Amazonía: guía ilustrada de flora y fauna*. Iquitos-Peru.

Najar, V. (2016). *Estudio de la estructura anatómica y característica organolépticas de Schizolobium parahyba (Vell) S. F. Blake "Pino chuncho", proveniente de una plantación agroforestal de 7 años en la zona de Tulumayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1198>

Nevárez, C. (2019). *Descripción e identificación de las características anatómicas y organolépticas de cuatro especies forestales comerciales en la Parroquia San Jacinto Del Búa, Cantón Santo Domingo, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas*. [Tesis de

pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10756>

Quemá, G. (2015). Evaluación de características anatómicas, y propiedades físicas-químicas de dos especies forestales de la amazonia peruana. [tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. UTN.

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5704>

Quispe, L. (2014). *Caracterización dendrológica de 20 especies forestales del Bosque Montano Húmedo en la Región del Madidi*. [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional UMSA.

<http://hdl.handle.net/123456789/5608>

Quispe, S. (2010) *Estudio anatómico de las maderas de Hyeronima alchorneoides Allemao, Licania octandra (Hoffmanns. ex Roem. y Schult.) Kuntze y Oxandra xylopioides Diels* [Tesis pre grado, Universidad Nacional agraria de la Molina] Repositorio UNALM

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/440>

Pineda, E., Pérez, C., Dávalos, R., Valdez, J. (2012). Características tecnológicas de la madera de dos especies de Costa Grande, Guerrero, México. *Revista Madera y bosques*. 18(3), 53-71.

Puchaicela, c. (2013) Estudio de la estructura anatómica y propiedades físico-mecánicas de cinco especies maderables en bosques secundarios del Cantón Zamora [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio UNL

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5218>

Sánchez, G. (2010). Características generales, organolépticas, macroscópicas y estructura microscópica de la madera de coníferas y latifoliadas. Universidad Nacional de la amazonia peruana. *Química y energía de Productos forestales*. Iquitos – Perú.

Ugarte, J. (2009). *Caracterización anatómica de 9 especies forestales de la Concesión Industrial Maderera Zapote en Loreto (Perú)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/452>

Tello, M. (2007). Estudio de las características anatómicas en tres niveles del fuste de la especie forestal paliperoo (*Miconia barbeyana* Cogniaux) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS.

<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/661>

Vallejos, Y. (2023) Caracterización macroscópica del fuste de *Vochysia grandis* Mart “quillosa amarilla” y *Laetia procera* (Poepp. & Endl.) Eichl. “timareo” la Morada – Huánuco [tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio UNAS

<https://repositorio.unas.edu.pe/items/65f22ad5-5248-4d3a-b185-a196e3f6202e>

Vásquez, M., Ramírez, M. (2011). Curso de anatomía e identificación de maderas. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.

## **ANEXOS**

## Anexo A. Datos referenciales de árboles seleccionados

1.

### IDENTIFICACION

Fecha de la selección.....N° del árbol  
 Nombre comun .....  
 Identificada por .....

Fecha de la toma de las muestras botánicas

Hojas Ramitas Corteza Flores Frutas  
 Otros detalles

.....

2. UBICACIÓN

Provincia.....Distrito.....

.....

Zona.....

.....

Referencia del  
 mapa.....Carretera.....

Registrada en croquis.....Pueblo más cercano.....

Otros  
 detalles

.....

.....

3. DESCRIPCIÓN

Clase: Dominante Intermedia  
 D.A.P.....cm Altura Total.....m Altura  
 comercial.....m

Copa y follaje: Grande Mediana Pequeña

Tipo de  
 bosque:.....

.....

Forma del tronco: Aletone Recto Torcido

Cilíndrico Excéntrico

Tipo de corteza: Color.....

Superficie.....

Espesor.....

Ezpinoza.....

Latex..... Resina

.....

Goma.....

Colorante.....

Firma de la persona  
 responsable

\_\_\_\_\_



**Figura 6.** Evaluación del DAP de los árboles seleccionados para su extracción.



**Figura 7.** Obtención de tortas de *D. peruviana* en el BRUNAS.



**Figura 8.** Muestras de tortas de *D. peruviana*.



**Figura 9.** Obtención de muestras en tres niveles de atura del fuste.



**Figura 10.** Codificación de las tortas para su traslado a laboratorio.



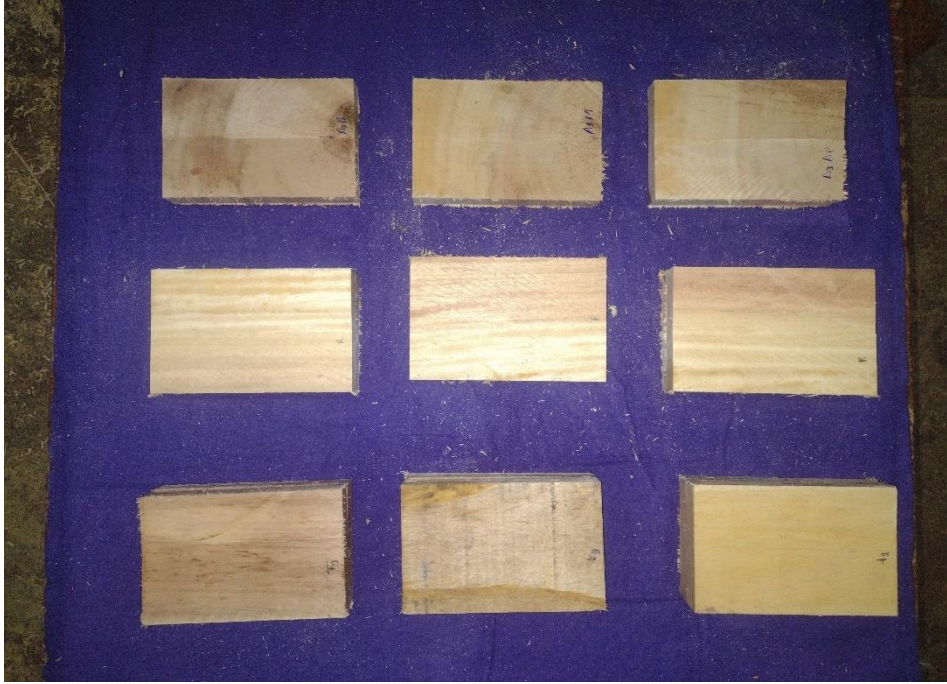
**Figura 11.** Traslado de las rodajas y tablones para el habilitado.



**Figura 12.** Verificación de la tesis por parte de los jurados.



**Figura 13.** Obtención de xioltecas y muestras para ensayos organolépticas y macroscópicas.



**Figura 14.** Muestras de Xioltecas de *D. peruviana* para la caracterización organoléptica.



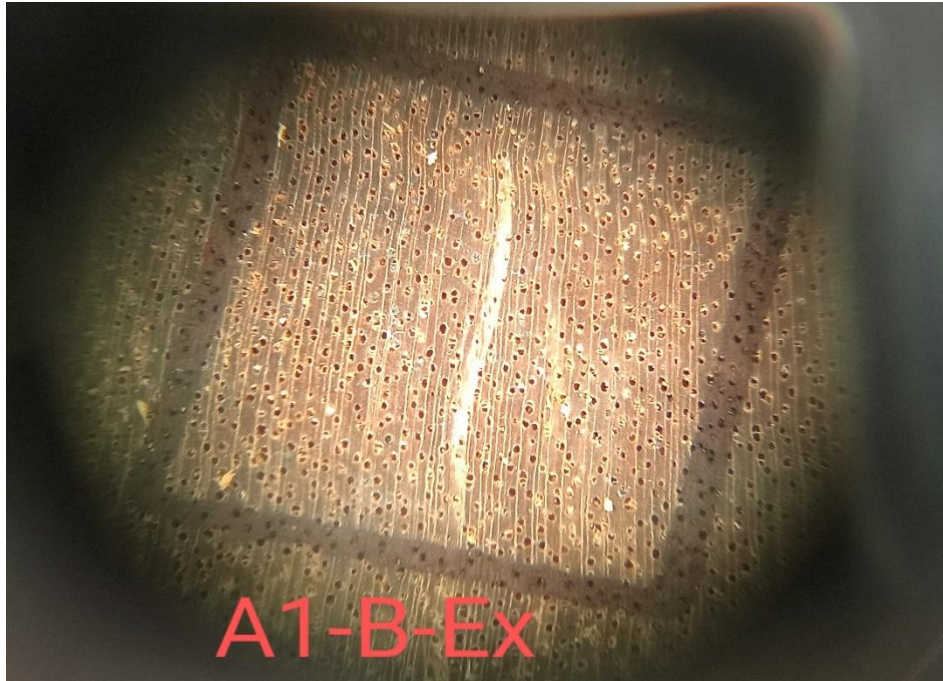
**Figura 15.** Visualización del color en muestras de xilotecas con la tabla Munsell



**Figura 16.** Evaluación de albura y duramen en muestras de rodaja.



**Figura 17.** Determinación del grano en muestras de *D. peruviana*.



**Figura 18.** Conteo del número de poros de *D. peruviana* con aumento de 10X.



**Figura 19.** Visualización de características macroscópicas de *D. peruviana* con una lupa de aumento 10X.

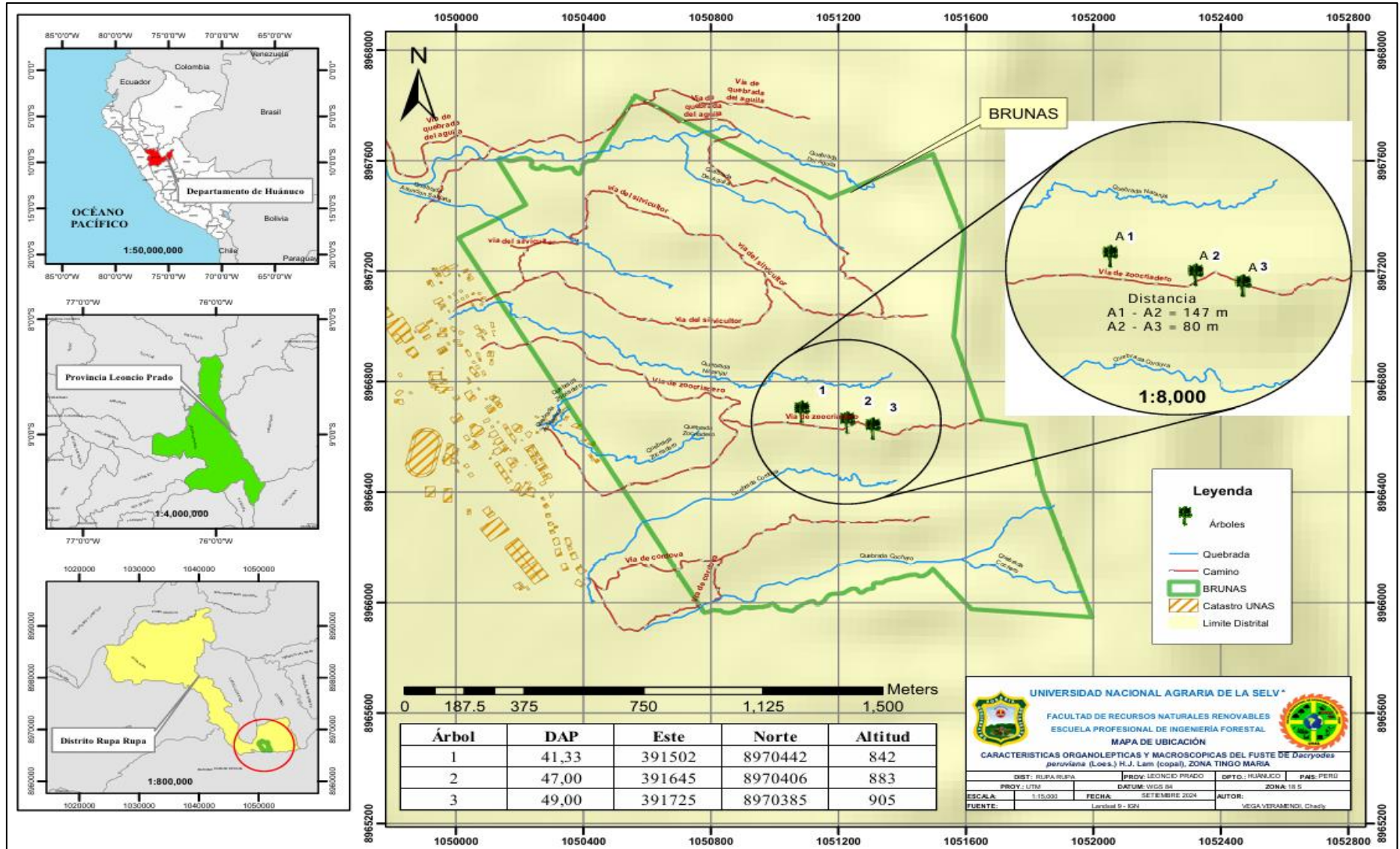


Figura 21. Mapa de ubicación de los árboles en el BUNAS.



Universidad Nacional Agraria de la Selva  
Facultad de Recursos Naturales Renovables  
Departamento Académico de Ciencias Ambientales  
Cátedra de Ecología

C-005-2022-JB-FRNR-UNAS

## CERTIFICADO

El que suscribe, profesor de Ecología con línea de investigación en Sistemática Vegetal, de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, certifica que los especímenes colectados de una especie proveniente del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, correspondiente al proyecto de tesis **CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y MACROSCÓPICAS DEL FUSTE DE *Protium amazonicum* (copal), ZONA TINGO MARÍA**, presentado por el Bach. CHADLY VEGA VERAMENDI para su determinación pertenece a la especie que se indica a continuación:

**Reino:** : Plantae  
**División:** : Spermatophyta  
**Clase:** : Magnoliopsida  
**Orden:** : Sapindales  
**Familia:** : Burseraceae  
**Género:** : Dacryodes  
**Especie:** : *Dacryodes peruviana* (Loes.) H.J. Lam

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Tingo María, 22 de setiembre del 2022



Dr. Edilberto Chuquilín Bustamante  
Profesor Principal  
Cátedra de Ecología  
Jefe del Jardín Botánico-UNAS  
Departamento Académico de Ciencias Ambientales  
Facultad de Recursos Naturales Renovables  
Universidad Nacional Agraria de la Selva