



# UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

“ANATOMÍA COMPARATIVA DEL XILEMA DE LA RAMA DE DOS ESPECIES  
FORESTALES DEL ARBORETUM “EL HUAYO“ EN PUERTO ALMENDRA,  
LORETO-PERÚ, 2022”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR,  
CRISTINA WIESLAWA CAMUS LOAYZA

ASESOR:

Ing. JARLIN ARELLANO VALDERRAMA, M.Sc.

IQUITOS, PERÚ

2023

# ACTA DE SUSTENTACION



**UNAP**

**Facultad de  
Ciencias Forestales**

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 068-CTG-FCF-UNAP-2023

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 15 días del mes de noviembre del 2023, a horas 10:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis "ANATOMIA COMPARATIVA DEL XILEMA DE LA RAMA DE DOS ESPECIES FORESTALES DEL ARBORETUM "EL HUAYO" EN PUERTO ALMENDRA, LORETO-PERÚ, 2022", aprobado con R.D. N° 0320-2022-FCF-UNAP, presentado por la bachiller CRISTINA WIESLAWA CAMUS LOAYZA, para optar el Título Profesional de Ingeniera Forestal, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 013-2023-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Jorge Miguel Espíritu Pezantes, Dr.	: Presidente
Ing. Pedro Ángel Angulo Ruiz, Dr.	: Miembro
Ing. Abrahan Cabudivo Moena, Dr.	: Miembro

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: *de forma satisfactoria*

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis han sido: *Aprobada* con la calificación de *Buena*


Estando la bachiller apta para obtener el Título Profesional de Ingeniera Forestal.

Siendo las *11:45* Se dio por terminado el acto *Académico*

  
Ing. JORGE MIGUEL ESPÍRITU PEZANTES, Dr.  
Presidente

  
Ing. PEDRO ÁNGEL ANGULO RUIZ, Dr.  
Miembro

  
Ing. ABRAHAN CABUDIVO MOENA, Dr.  
Miembro

  
Ing. JARLIN ARELLANO VALDERRAMA, M.Sc.  
Asesor

**Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!**  
Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú  
[www.unapiquitos.edu.pe](http://www.unapiquitos.edu.pe)  
Teléfono: 065-225303

# JURADO Y ASESOR

TESIS

Anatomía comparativa del xilema de la rama de dos especies forestales del  
Arboretum El Huayo en Puerto Almendra, Loreto, 2022.

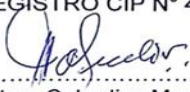
## MIEMBROS DEL JURADO

  
.....  
Ing. Jorge Miguel Espiritu Pezantes, Dr.  
Presidente

REGISTRO CIP N° 34967

  
.....  
Ing. Pedro Angel Angulo Ruiz, Dr.  
Miembro

REGISTRO CIP N° 40933

  
.....  
Ing. Abrahan Cabudivo Moena, Dr.  
Miembro

REGISTRO CIP N° 40295

  
.....  
Ing. Jarlin Arellano Valderrama, M.Sc.  
Asesor  
REGISTRO CIP N° 65945



Nombre del usuario  
**Universidad Nacional de la Amazonia Peruana**

Fecha de comprobación  
**18.11.2022 11:07:02 -05**

Fecha del informe  
**18.11.2022 11:07:48 -05**

ID de Comprobación  
**78272608**

Tipo de comprobación  
**Doc vs Internet**

ID de Usuario  
**Ocultado por Ajustes de Privacidad**

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN CRISTINA WIESLAWA CAMUS LOAYZA**

Recuento de páginas: **37** Recuento de palabras: **6243** Recuento de caracteres: **41659** Tamaño de archivo: **1.20 MB** ID de archivo: **893486**

## 39% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **21%** con la fuente de Internet (<https://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/83>)



Página 39

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

## 20.7% de Citas



Página 40

No se han encontrado referencias

## 0% de Exclusiones

No hay exclusiones

## **DEDICATORIA**

Gracias a Dios por darme la vida y fortaleza, cada día para seguir firme, en mis metas y proyectos, Agradecer a mis padres y hermanos por apoyarme y alentarme seguir mi proyecto Profesional y a mis hijos Jesús, Santiago, Sahara que siempre han sido mi fuerza e inspiración, gracias por su amor y por creer en mí.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Johnny Cabudivo Escobar por el apoyo en el Laboratorio en la descripción y obtención de los cortes histológicos de las especies estudiadas.

A Víctor Pinedo Casanova, personal del CIEFOR – Pto. Almendra, por el apoyo en la colección de las muestras de la rama en el Arboretum el “Huayo”.

Al personal que labora en la carpintería de la Facultad de Ciencias Forestales por facilitar el ambiente donde se realizó el trabajo de obtención de las rodajas.

A todas las personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACION	ii
JURADO Y ASESOR	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCION	1
<b>CAPITULO I. MARCO TEORICO</b>	<b>2</b>
1.1. Antecedentes	2
1.2. Bases teóricas	8
1.2.1. Anatomía de la madera	8
1.2.2. Planos de observación de la madera	8
1.2.3. Características de la madera	9
A) Elementos Anatómicos	9
1.3. Definición de términos básicos	10
<b>CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	<b>12</b>
2.1 Formulación de la Hipótesis	12
2.2 Variables y su operacionalización	13
2.3 Operacionalización de variables	14
<b>CAPITULO III. METODOLOGIA</b>	<b>15</b>
3.1. Diseño metodológico	15
3.2. Diseño muestral	15
3.3. Procedimiento de recolección de datos	15
3.4. Procesamiento y análisis de la información	18
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS</b>	<b>19</b>
4.1 Características anatómicas del xilema	19
<b>CAPITULO V. DISCUSION</b>	<b>28</b>
<b>CAPITULO VI. CONCLUSIONES</b>	<b>30</b>
<b>CAPITULO VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>31</b>
<b>CAPITULO VIII. FUENTES DE INFORMACION</b>	<b>32</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>36</b>

1. Prueba de igualdad de media de los datos en poros.
2. Prueba de igualdad de media de los datos en poros / mm<sup>2</sup>.
3. Prueba de igualdad de media de los datos en longitud de elementos vasculares.
4. Prueba de igualdad de media de los datos en ancho de radios.
5. Prueba de igualdad de media de los datos en longitud de radios.
6. Prueba de igualdad de media de los datos en frecuencia de radios / mm lineal.
7. Prueba de igualdad de media de los datos en diámetro de fibras.
8. Prueba de igualdad de media de los datos en diámetro de lumen.
9. Prueba de igualdad de media de los datos en diámetro de espesor de pared celular.
10. Prueba de igualdad de media de los datos en longitud de fibras.
11. Mapa de ubicación del Arboretum "El Huayo"
12. Actividades realizadas en el Arboretum "El Huayo", carpintería y laboratorio.



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Características generales u organolépticas del xilema de la rama de <i>Tovomita krukovii</i> y <i>Remijia pedunculata</i> . .....	<b>19</b>
<b>Cuadro 2.</b> Características macroscópicas del xilema de la rama de <i>Tovomita krukovii</i> y <i>Remijia pedunculata</i> . .....	<b>20</b>
<b>Cuadro 3.</b> Características microscópicas del xilema de la rama de <i>Tovomita krukovii</i> y <i>Remija pedunculata</i> . .....	<b>21</b>
<b>Cuadro 4.</b> Parámetros estadísticos de las características cuantitativas del xilema de <i>Tovomita krukovii</i> y <i>Remijia pedunculata</i> . .....	<b>22</b>
<b>Cuadro 5.</b> Características diferenciativas en ambas especies. ....	<b>25</b>
<b>Cuadro 6.</b> Características similares de ambas especies. ....	<b>26</b>
<b>Cuadro 7.</b> Características cuantitativas, basado en la prueba de comparaciones de los promedios al 95% de probabilidad estadística. ....	<b>27</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Tovomita krukovii .....	<b>23</b>
<b>Figura 2.</b>	Remijia pedunculata .....	<b>24</b>

## RESUMEN

En el presente estudio se realizó la descripción macroscópica y microscópica, y comparaciones del xilema de la rama de *Tovomita krukovii* A. C. Sm “chullachaqui caspi” y *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck “cascarilla”. Las muestras de las ramas fueron colectadas en el Arboretum “El Huayo” del CIEFOR Puerto Almendra, y luego llevadas al Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la FCF de la UNAP. Se determinaron las características anatómicas similares y diferenciativas y se clasificó el xilema de la rama de ambas especies. Para este trabajo se siguió el procedimiento indicadas por Valderrama, (1986) y IAWA (1989), para la preparación de láminas histológicas y células individuales y su descripción anatómica.

Se encontraron características similares y diferentes en el xilema de la rama de las dos especies, con un 40.5% de características similares.

Del total las características anatómicas cuantitativas evaluadas estadísticamente al 95% de probabilidad, el 63% de estas características tuvieron diferencias significativas.

**Palabras claves:** Descripción anatómica, especies forestales, fuste, rama.

## ABSTRACT

In the present study, the macroscopic and microscopic description and comparison of the xylem of the branch of *Tovomita krukovii* A. C. Sm "chullachaqui caspi" and *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck "cascarilla" was carried out. The branch samples were collected in the Arboretum "El Huayo" of CIEFOR Puerto Almendra, and then taken to the Laboratory of Anatomy and Wood Technology of the FCF of the UNAP. Similar and differentiating anatomical characteristics were determined and the xylem of the branch of both species was classified. For this work, the procedure indicated by Valderrama (1986) and IAWA (1989) was followed for the preparation of histological slides and individual cells and their anatomical description.

Similar and different characteristics were found in the branch xylem of the two species, with 40.5% of similar characteristics.

Of the total quantitative anatomical features evaluated statistically at 95% probability, 63% of these features had significant differences.

**Keywords:** Anatomical description, forest species, stem, branch.

## INTRODUCCION

El estudio anatómico de las especies forestales es de gran importancia, porque brinda información sobre la estructura de la madera y ayuda a identificar los diferentes tipos de usos, tales como la permeabilidad, trabajabilidad, etc. solo conociendo la estructura celular. Debido a la diversidad de especies forestales que existen en la Amazonia peruana y que no cuentan con un estudio anatómico es necesario efectuar estudios del tejido secundario del xilema, pero con un enfoque de bosques tropicales protegidos basados en la rama de nuevas especies con el propósito de ir ampliando la lista de especies potencialmente comerciales, sin necesidad de talar el árbol, mediante el procedimiento de Valderrama (1986, p 15), con la colección del material biológico de la especie, para luego ser observada a nivel macroscópico y mediante el microscopio de la especie objeto de estudio. Así mismo existe una metodología para la caracterización tecnológica de la madera del tronco, sobre la base de las características anatómicas del xilema de la rama, para árboles de áreas naturales protegidas. Valderrama (2017, p 150), incorporando las especies que se encuentran en esta área forestal, realizando la descripción de las características anatómicas de la rama, sirviendo de información para los visitantes, turistas, docentes y estudiantes del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal CIEFOR. Los objetivos de la investigación, fueron describir macroscópica y microscópica, determinar las características anatómicas similares y diferentes y clasificar el xilema de la rama por sus características cuantitativas de dos especies forestales de diferentes densidades.

## CAPITULO I. MARCO TEORICO

### 1.1. Antecedentes

Vásquez (1992, p. 229), *Tovomita krukovii* A. C. Sm. describe a la especie que son árboles o arbustos hasta 22 m, ramificación simpodial; látex amarillo. Hojas elípticas, 6.5–13 × 2–5 cm, ápice acuminado, base aguda, papiráceas; pecíolos 5–15 mm de largo. Cimas 1–2 cm de largo, brácteas diminutas; sépalos en botón 3 mm de largo; pétalos 6 mm de largo, cremas. Cápsulas obovoides, 1.5 cm de diámetro, en bosque primario, sobre suelos arcillo-arenosos.

Vásquez (1992, p. 633) *Remijia pedunculata* (H. Karst.) Flueck., describe a la especie que son árboles o arbustos hasta 22 m, seríceos a glabros. Hojas opuestas, elípticas, 9–25 × 9–25 cm, ápice agudo, base cuneada a obtusa, cartáceas; venas secundarias 7–13 pares; pecíolos 7–25 mm de largo; estípulas lanceoladas, elípticas u obovadas, 8–25 mm de largo, obtusas a redondeadas. Inflorescencias corimbiformes, 3–5 × 4–9.5 cm, pedúnculos 8–16 cm flores subsésiles; limbo calicino 1.2–2 mm de largo, dentado; corola blanca, tubo 5–12 mm de largo, lóbulos 3.5–9 mm de largo. Cápsulas 7–19 × 4–5 mm, cartáceas en tierra firme, bosque primario.

Con respecto a estudios anatómicos del xilema de la rama podemos mencionar que en la actualidad los datos existentes en nuestra zona son limitados, la mayoría de descripción anatómica son de especies de zonas templadas, donde muestran diferencias de la estructura celular de la madera en diferentes partes del árbol (Valderrama, 1996, p. 60).

Arellano (1998, p. 25, 33, 41), encontró con respecto a nivel microscópico en la anatomía comparativa de la madera *Jacaranda copaia* Aubl, se caracteriza por tener poros medianos a grandes, fibras de longitud mediana, con diámetro

angostos a medianos, pared celular muy delgada. La madera de *Simarouba amara* Aubl, se caracteriza por tener poros de diámetro tangencial mediano, pocos poros /mm<sup>2</sup>, elementos vasculares medianos, fibras de longitud mediana, diámetro de angostos a medianos, pared delgada. La madera de *Alchornea triplinervia* Spreng, se caracteriza por tener poros de diámetro tangencial medianos, pocos numerosos poros /mm<sup>2</sup>, elementos vasculares de longitud mediana, radios extremadamente cortos, fibras longitud mediana, diámetro mediano, espesor de pared delgada.

Valderrama (1998, p. 24), realizó estudios comparativos de la anatomía del xilema del fuste y de la rama de *Cedrelinga cateniformes* (Ducke), encontró características cualitativas y cuantitativas comunes en ambas partes del árbol, que pueden servir como elementos de identificación y clasificación anatómica de la madera basado en el xilema de la rama. A pesar que las características cuantitativas de ambas partes del árbol son estadísticamente diferentes, la clasificación anatómica de la madera por sus características cuantitativas fue similar en ambas partes del árbol.

Elaluf (1999, p. 59), realizó la descripción anatómica comparativa de tres especies forestales las características de *Shymphonia globulifera*, presenta longitud de elementos vasculares, frecuencia de poros, altura de radios, frecuencia de radios, diámetro total de fibras, espesor de pared celular, longitud de fibras, el 95% de probabilidad estadística, se demostró que son similares en ambas partes del árbol.

En *chrysophyllum sanguinolentum* entre ambas partes del árbol, a excepción de los valores promedios de poros, altura y ancho de los radios, frecuencia de radio, diámetro total de fibras y longitud de fibras, estadísticamente al 95% de probabilidad se determinó que el espesor de la pared celular difiere significativamente.

En *Leonia glycyarpa* entre ambas partes del árbol, estadísticamente a 95% se de probabilidad se determinó también que el espesor de pared celular difiere significativamente.

Noriega (1999, p. 60), realizó la descripción anatómica comparativa de tres especies forestales las características la madera de *Tapirira* presenta grano recto en el fuste, entrecruzado en la rama, anillo de crecimiento diferenciados en ambas partes del árbol, poros solitarios en su mayoría, radios uniseriados y biseriados, triseriados, y tetraseriados los cuales en su mayoría son biseriados, parénquima longitudinal medianamente abundante del tipo paratraqueal vasicéntrico y apotraqueal difuso, fibras con pared delgada.

La madera de *Bertholetia excelsa* se caracteriza por su coloración pardo claro con tendencia a crema, grano recto en el fuste y entrecruzado en el xilema de la rama, poros grandes y pocos /mm<sup>2</sup>, solitarios en su mayoría, múltiples de 2,3,4,5, radios con distribución estratificado, homogéneos y heterogéneos, parénquima longitudinal medianamente abundante, del tipo apotraqueal, espesor de pared de fibras delgada.

La madera de *Caryocar glabrum* se caracteriza por su color del xilema en crema, textura media, diámetro de poros medianos, solitarios y múltiples de 2,3,4,5, presencia de radios uniseriados y biseriados, parénquima axial medianamente



abundante, del tipo apotraqueal y paratraqueal, espesor de pared de fibras delgada. Gonzales (2011, p. 56, 57), evaluó la estructura de la madera del fuste y rama del Sapote en relación con la producción de goma, donde menciona que no existe variación entre la estructura anatómica de la madera del fuste y maderas de ramas de *Capparis scabrida*. También menciona que no existe una diferencia significativa entre la producción de goma entre fuste y ramas, la mayor producción de goma está dentro de la clase diamétrica entre 10 cm a 20 cm de DAP.

En ese sentido, Monteoliva (2017, p. 10), estudiando la densidad de la madera como variable integradora de la anatomía del leño, en el análisis de la rama y fuste de cuatro especies de Eucaliptus, la densidad de la madera difirió a nivel de fuste, pero fue similar en las ramas al comparar las distintas especies, siendo a su vez, superior en las ramas con respecto al tronco principal en todas las especies., donde concluyen que la densidad de la madera no es un buen predictor de distintas variables anatómicas individuales dentro de cada órgano considerado, si bien hay patrones generales emergentes del conjunto de los datos que permiten ciertas inferencias a nivel de género.

Carbajal (2012, p.105), estudiando la descripción anatómica del xilema de la rama de 20 especies, con respecto a la longitud de las fibras, cuatro presentan longitud de fibras largas las cuales son *Anaueria brasiliensis*, *Caryocar glabrum*, *Leonia glyycarpa* y *Osteophloeum platyspermum*; una especie presenta longitud de fibra corta el *Simarouba amara* y el resto presentan longitud de fibra mediana.El espesor de la pared celular de fibra una especie presenta espesor de pared muy gruesa la *Eschweilera grandiflora*; espesor de pared grueso presentan las especies *Micranda spruceana* y la *Ormosia coccinea*; espesor de

pared muy delgada presenta la *Jacaranda copaia*. El diámetro total de fibras de las veinte especies, seis especies presentan diámetro de fibra medianas y son la *Alchornea triplinervia*, *Anaueria brasiliensis*, *Brosimum utile*, *Cariniana decandra*, *Jacaranda copaia*, *Osteophloeum platyspermum*.

La frecuencia de los radios medulares (r/mm) la especie *Alchornea triplinervia* presenta abundante; siete especies presentan pocos radios estas son *Brosimum utile*, *Cariniana decandra*, *Micrandra spruceana*, *Ocotea oblonga*, *Ormosia coccinea*, *Tachigali poeppigiana*. La longitud de los vasos cuatro especies presentan longitud de vasos Largos la *Iryanthera paraensis*, *Leonia glyicycarpa*, *Micrandra spruceana*, *Osteophloeum platyspermum*; la que presenta longitud de vaso corto es la *Cedrelinga cateniformis* y las quince especies presentan longitud de vasos medianos. Los diámetros de poros grueso presentan la *Cedrelinga cateniformis*, *Micrandra spruceana*, *Ormosia coccinea*; tres especies presentan diámetro Pequeño como la *Brosimum utile*, *Leonia glyicycarpa*, *Symphonia globulífera* y las demás especies presentan diámetros de poros medianos.

Montenegro (2019, p. 39), encontro que las tres especies estudiadas presentan una longitud promedio de elementos vasculares, clasificados en medianos *Guatteria elata*, *LLex nayama* y *Simaba orinosensis*, también encontró diámetro total de fibras de las tres especies, presentan diámetro de fibras medianos, espesor de pared celular de fibra de las tres especies presentan espesor de pared delgado.

Silvano (2019, p. 41), determino que de las tres especies estudiadas dos presentan parénquima apotraqueal en bandas, *Nectandra acuminata* y *Tetrastylidium peruvianum*, mientras *Pouroma tomentosa* presenta parénquima

paratraqueal aliforme y aliforme confluyente, en cuanto a inclusiones las tres especies presentan componentes orgánicos no identificados. Con respecto a la longitud de fibras *Nectandra acuminata* y *Pouroma tomentosa* presentan fibras medianas y *Tetrastylidium peruvianum*, fibras largas, diámetro promedio de fibras las tres especies presentan diámetro de fibras medianas, espesor de pared la *Nectandra acuminata* y *Pouroma tomentosa* presentan espesor de pared delgada mientras que la *Tetrastylidium peruvianum*, tiene espesor de pared gruesa.

Domínguez (2017, p. 62), encontró que de la especie *Alchornea triplinervia* las ramas principales y sub ramas, presentan radios exclusivamente uniseriados, fibras libriformes. Con respecto a la longitud de fibras presentan en su totalidad fibras cortas y medianas, diámetro de los poros se clasifican en mayor en pequeños.

La longitud de los vasos se clasifica en cortos y medianos.

El diámetro de los poros de la especie en estudio de la rama y sub-ramas se clasifican en medianos, pequeños y muy pequeños, con mayor en pequeño.

Valderrama (2008, p. 135), menciona una propuesta metodológica de que puede ser aplicada en especies forestales de cualquier área protegida de la Amazonia. Por ende, principal aporte de este trabajo es el haber logrado precisar cuáles son las características anatómicas del xilema de la rama que se pueden considerar como alternativa para la caracterización tecnológica de la madera del fuste, sin derribar el árbol, poniendo en consideración la problemática ambiental y ecológica del área protegida con fines turísticos y de educación ambiental, y que las entidades locales, nacionales y/o internacionales, tengan como alternativ

para caracterizar tecnológicamente la madera de las especies forestales existentes en sus áreas naturales protegidas.

Valderrama (2017, p. 150), de acuerdo con las características anatómicas que se relacionan con el comportamiento tecnológico, se puede concluir el secado, preservado, resistencia mecánica, trabajabilidad, durabilidad natural y fabricación de pulpa para papel de la madera del fuste, basado en el conocimiento de la estructura celular de la rama de 10 cm de diámetro, sirve para determinar de manera referencial dichos comportamientos y usos de especies forestales existentes en áreas naturales protegidas.

Ugarte (2009, p. 23), en su estudio sobre la caracterización anatómica de 09 especies forestales de la concesión Zapote en Loreto, recomienda profundizar los estudios anatómicos del mismo género o por grupo de familias botánicas, para que de esta forma obtener conclusiones generales de estos, que permitirá el acopio de valiosa información para la elaboración de artículos científicos de identificación de la madera.

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. Anatomía de la madera.**

La anatomía de maderas es una rama de la botánica de gran importancia dentro del campo de las ciencias forestales y ambientales. A través del conocimiento de la estructura anatómica de la madera se puede obtener información de aplicación directa en aspectos relacionados con taxonomía, ecología, filogenia, dendrocronología y tecnología de la madera. (Aguilar 2014, p. 86).

### **1.2.2. Planos de observación de la madera.**

**Transversal:** Perpendicular al eje de la rama o tronco.

**Radial:** Paralelo al eje de la rama o tronco; paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento.

**Tangencial:** Paralelo al eje de la rama y tronco; perpendicular a los radios o tangente a los anillos de crecimiento. Chavesta, (2003, p. 365)

### **1.2.3. Características de la madera**

#### **A) Elementos Anatómicos.**

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

Mora (2018 p. 59), indican que cuando se observa la sección transversal de una pieza de madera se pueden distinguir una serie de círculos concéntricos los cuales reciben el nombre de anillos de crecimiento o incrementos de crecimiento.

##### **Vasos.**

Mora (2018 p. 85), las maderas latifoliadas presentan vasos que son elementos prosenquimatosos de conducción de agua y sales minerales.

##### **Radios Leñosos.**

También Mora (2018 p. 85), indica que los radios leñosos son un conjunto de células las cuales se arreglan de forma tal que adquieren la apariencia de líneas o bandas y que tienen como función el almacenamiento y conducción de sustancias alimenticias.

##### **Albura**

Además, Chavesta (2009 p.10) indica que la albura es la parte del xilema en la cual algunas células aún están vivas y en consecuencias fisiológicamente activas.

## **Duramen**

El duramen cumple con la función de soporte o resistencia del tronco. La formación del duramen es una manifestación de envejecimiento y es controlada por varios procesos fisiológicos y por aspectos genéticos de la planta.

### **1.3. Definición de términos básicos.**

**Fibras:** Hebras unicelulares o pluricelulares que se separan de la corteza o más raramente del leño de los vegetales, célula prolongada, mucho más larga que ancha, fusiforme o filiforme. (León y Espinoza 2001, p. 397).

**Grieta:** Es la separación de los elementos constitutivos de la madera cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos caras de una pieza aserrada o dos puntos opuestos de la periferia de una madera redonda. León y Espinoza (2001, p. 397).

**Madera:** Conjunto de células que forman el tejido leñoso, en ella se distingue: la medula, la albura y el duramen. León y Espinoza (2001, p. 397).

**Olor:** Esta dado por ciertas sustancias volátiles, en especial resinas y aceites esenciales infiltrados en el lumen y paredes celulares, las que al volatizarse exhalan olores característicos. (León y Espinoza, 2001 p. 397).

**Poros:** Orificios que se forma en las membranas celulares, por disolución o resorción de las mismas en un punto limitado y que pone en comunicación dos células contiguas. (León y Espinoza, 2001, p. 397).

**Parénquima:** Tejido llamado también fundamental, porque es preponderante en la mayoría de los órganos vegetales, constituido por células generalmente isodiamétricas, de membranas sutiles y no lignificadas, con el protoplasma parietal y en el centro uno o varios vacuolas. (Vásquez 2011, p. 70).

**Radio medular:** Placa vertical de células parenquimatosas que corre radialmente a lo largo del cilindro de tejido vascular en los troncos y raíces de las plantas. Los radios medulares almacenan y transportan nutrientes. (León y Espinoza 2001, p. 397).

**Rama:** Cada una de las partes en que se divide el tronco o el tallo de una planta. En los árboles, la rama primaria, llamada también rama maestra o de primer orden, rama madre o brazo, se divide en ramas secundarias. Vásquez (2011, p. 70).

**Sabor:** Característica organoléptica que se percibe a través del sentido del gusto, clasificándose en ausente, amargo y astringente. (León y Espinoza 2001, p. 397).

**Textura:** Distribución y tamaño relativo de los elementos leñosos considerada en sección transversal. (León y Espinoza 2001, p. 397).

**Vasos:** Toda célula muerta, alargada, tubular, propia para el transporte del agua o de disoluciones salinas acuosas a través del cuerpo de la planta. (León y Espinoza 2001, p. 397).

**Xilema:** Todas las partes leñosas de la planta, tanto primarias como secundarias, así conductoras como mecánicas. (León y Espinoza 2001, p. 397).

## **CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1 Formulación de la Hipótesis**

Mediante la anatomía comparativa del xilema de la rama se podrá conocer las características anatómicas que se diferencian significativamente de dos especies forestales del Arboretum El Huayo en Puerto Almendra, Loreto, 2022.



## 2.2 Variables y su operacionalización

### Identificación de variables, indicadores e índices.

VARIABLE	DEFINICION	TIPO POR SU NATURALEZA	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION	CATEGORIAS	VALORES DE LAS CATERGORIAS	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<p>Especies forestales</p> <p><b>-Tovomita krukovii</b> A.C.Sm. "Chullachaqui caspi",</p> <p><b>-Remijia pendunculata</b> (H.Karst) "Cascaquilla",</p>	<p>Son especies arbóreas maderables de latifoliadas</p>	Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color</li> <li>- Olor y Sabor</li> <li>- Brillo</li> <li>- Veteado</li> <li>- Grano</li> <li>Textura</li> </ul>	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>-blanco,</li> <li>-amarillo,</li> <li>-crema,</li> <li>- rojo,</li> <li>- pardo</li> <li>-claro u</li> <li>- oscuro</li> <li>-Definido</li> <li>-aromático, - desagradable,</li> <li>--y no definido</li> <li>-bajo</li> <li>- medio y</li> <li>-elevado</li> <li>-bandas</li> <li>-paralelas,</li> <li>-arcos</li> <li>-superpuestos</li> <li>-recto</li> <li>- oblicuo,</li> <li>-entrecruzado</li> <li>- crespo o</li> <li>ondulado</li> <li>-Fina</li> <li>-media</li> <li>-grueso</li> </ul>	Presencia O Ausencia	Formatos de evaluación
<p>Características Anatómicas</p>	<p>Conjunto de tejidos del xilema que forman las raíces, el tronco y las ramas de los vegetales leñosos, excluyendo la corteza.</p>	Cuantitativa	<p>Vasos</p> <p>Radios</p> <p>Fibras</p>	Razón	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diámetro de poros (<math>\mu\text{m}</math>)</li> <li>- Longitud de los elementos vasculares (<math>\mu\text{m}</math>).</li> <li>- Frecuencia: poros/<math>\text{mm}^2</math></li> <li>- Platina de perforación</li> <li>- Altura (<math>n^\circ</math> de células)</li> <li>- Altura (mm)</li> <li>- Ancho (<math>\mu\text{m}</math>)</li> <li>- Frecuencia de los radios por mm</li> <li>- Longitud de fibras (<math>\mu\text{m}</math>)</li> <li>- Diámetro de lumen (<math>\mu\text{m}</math>)</li> <li>- Diámetro total de fibra (<math>\mu\text{m}</math>)</li> <li>- Espesor de pared (<math>\mu\text{m}</math>)</li> </ul>	Pequeño Mediano Y grandes	Formatos de evaluación

Fuente: Elaboración propia 2022.

### **2.3 Operacionalización de variables.**

La anatomía comparativa de la rama de dos especies forestales se realizará a través de la evaluación de las características cualitativas (color, olor, sabor, brillo, poros, parénquimas) y características cuantitativas (los vasos, radios, fibras) de las especies que se puedan observar a simple vista o con la ayuda de una lupa de 10X o un microscopio estereoscopio.

.

## **CAPITULO III. METODOLOGIA**

### **3.1. Diseño metodológico**

De acuerdo al diseño de la investigación esta será descriptiva y explicativa.

### **3.2. Diseño muestral**

La población está constituida por tres árboles de las especies seleccionadas, existentes en el Arboretum "El Huayo".

La muestra estará constituida por tres ramas de 10 cm de diámetro como mínimo de cada especie seleccionada, colectadas al azar, libre de defectos físicos y biológicos.

### **3.3. Procedimiento de recolección de datos**

Se realizó siguiendo el procedimiento propuesto por Valderrama (2008), el mismo que sigue los siguientes pasos:

#### **Características cualitativas**

La diferenciación de las características comunes entre la madera de la rama de la misma especie, se determinaron en base al tipo, distribución y forma de los elementos anatómicos.

#### **Características Cuantitativas**

Se determinaron los valores promedios de las dimensiones de las células, para determinar si estos valores del xilema de la rama de las dos especies son semejantes o diferentes, se utilizará la prueba de t Student para comparar dos medias simples Beiguelman (1994, p. 95):

Parámetros utilizados:

$n_1, n_2$  = Número de mediciones muestrales realizados en el xilema de la rama de la misma familia.

$x_1, x_2$  = Valor promedio de las mediciones de la rama de la misma familia.  $S_{n1}, S_{n2}$  = Desviación Standard de las mediciones de las células de la rama de la misma familia.

Hipótesis Nula:  $H_0: u_1 - u_2 = 0$   $u_1 = u_2$  Hipótesis Alternante:  $H_a = u_1 - u_2 \neq 0$   
 $\alpha = 0,05$  nivel de probabilidad estadístico.  $GL = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$   $t_c = (x_1 - x_2) / t_{\alpha} (S_{n1} / n_1 + S_{n2} / n_2)$

Cuando  $t$  calculado es  $>$   $t$  tabulado, las medias son diferentes.

Cuando  $t$  calculado es  $<$  que  $t$  tabulado, las medias son similares.

#### - **Fase de campo**

Para la selección de especies. Se realizó la Identificación del individuo arbóreo por medio de la recolección de muestras botánicas de hojas, flores y frutos, se caracterizó a cada una a un nivel de familia, género y especie. Además, para la selección de árboles se eligió un árbol representativo, copa y fuste de libre de defectos físicos y biológicos. La recolección de muestras de la rama se realizó al azar teniendo en cuenta una rama que tenga 10 cm de diámetro por 50 cm de longitud aproximadamente. (ver Anexo)

#### - **Fase de carpintería**

La elaboración de muestras de xiloteca y probetas de madera se realizó en el taller de carpintería, obteniendo muestras de xilotecas de orientación radial, tangencial; así como probetas y cubos de madera.

#### - **Fase de Laboratorio**

La preparación de láminas con cortes histológicos se realizó en el micrótopo de deslizamiento, obteniendo cortes de la sección transversal, radial y tangencial de la madera, estos cortes fueron coloreados con una solución de safranina al 1% en alcohol.

La preparación de tejido disociado se desastilla la madera, las que deben ser maceradas en un envase con una solución de 50% de ácido acético glacial 30% de peróxido de hidrogeno acético glacial por 48 horas, para que las fibras y vasos se pueden separarse.

Posteriormente, la muestra se lava en agua corriente y se agita para la disociación de los elementos. La agitación se debe realizar con moderación, ya que el número de fibras incompletas por efecto de la maceración aumenta significativamente por la agitación.

Biometría de células. Las características anatómicas cuantitativas como tamaño de fibras, vasos y radios se deben determinar a partir de láminas preparadas con tejido disociado. La frecuencia de radios por milímetro lineal, diámetro tangencial de poros y frecuencia de poros por milímetro cuadrado, se determinó a partir de las láminas con cortes histológicos.

La medición de las características anatómicas cuantitativas se realizó mediante la utilización de un Microscopio Binocular con Cámara Integrada, Marca: LEICA, Modelo: DM750/ICC50W, Fabricante: Leica Microsystems – Suiza y Software Las Mediciones in vivo, Aplicación Laboratorio. El tamaño de fibras, vasos y radios, se determinó a partir de láminas preparadas con tejido disociado. La frecuencia de radios por milímetro lineal, diámetro tangencial de poros y frecuencia de poros por mm<sup>2</sup>, se determinaron a partir de láminas con cortes histológicos. Para obtener valores promedio dentro del rango de confiabilidad requerida por el estudio, se realizaron como mínimo 30 mediciones para cada variable. (Iawa, 1989)

### **3.4. Procesamiento y análisis de la información**

Para el procesamiento de datos se hará uso del Excel, y el software de SPSS, para realizar la estadística descriptiva (media, desviación estándar y coeficiente de variación). La clasificación de células por sus dimensiones, se utilizó la clasificación propuesta por (Valderrama, 1986 15p.).

**Cálculos estadísticos.** Se determinaron los valores promedios, desviación estándar, coeficiente de variación, t student de las dimensiones de las células por cada especie (longitud de fibras, espesor de pared de fibras, diámetro total de fibras, frecuencia de radios medulares, longitud de vasos, ancho de los radios medulares, diámetro tangencial y frecuencia de poros). El estudio anatómico del xilema. Se realizó de acuerdo con la técnica propuesta por (Valderrama 1986, p. 15).

Las características anatómicas que se deben determinar estarán de acuerdo con el esquema metodológico validado en la tesis doctoral de (Valderrama 2008, p. 24) para especies forestales existentes en áreas naturales protegidas, en el sentido de seleccionar características anatómicas tanto cualitativas del xilema de la rama de 10 cm de diámetro.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Para la realización de la presente investigación se utilizaron formatos de registros de campo y de laboratorio, que se adjunta al presente en los Anexos 01 y 02.

### **3.5. Aspectos éticos**

Se tendrá en cuenta las cuestiones de ética referidas a los análisis anatómicos de los árboles a evaluar según la reglamentación vigente.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Características anatómicas del xilema

Estas características corresponden a nivel general del xilema: densidad básica, coloración, olor, sabor, brillo, textura, veteado, grano y anillos de crecimiento. A nivel macroscópico se observa las características de los poros/vasos (visibilidad, agrupación y distribución); parénquima axial (visibilidad, tipo); radios (visibilidad, distribución, contraste en la sección radial). Referente a las características microscópicas se han considerado en la descripción a los poros /vasos (distribución, forma, diámetro tangencial, frecuencia, agrupación, apéndices vasculares, platina de perforación); parénquima axial (abundancia, tipo, agrupación); fibras (forma, longitud, diámetro total, lumen, espesor de pared celular); inclusiones (gomas, látex, colorantes, cristales etc.)

**Cuadro 1.** Características generales u organolépticas del xilema de la rama de *Tovomita krukovii* y *Remijia pedunculata*.

Características organolépticas	<i>Tovomita krukovii</i>	<i>Remijia pedunculata</i>
Densidad	750 kg/m <sup>3</sup> (alta)	600 kg/m <sup>3</sup> (media)
Color	Rojo pálido	Amarillo pálido
Olor y sabor	No diferenciado	No diferenciado
Brillo	Alto	Medio
Grano	Oblicuo	Recto
Textura	Fina	Media
Anillo de crecimiento	Levemente diferenciado en bandas oscuras.	Levemente diferenciado, en bandas claras.

**Cuadro 2.** Características macroscópicas del xilema de la rama de *Tovomita krukovii* y *Remijia pedunculata*.

Características Macroscópicas	<i>T. krukovii</i>	<i>R. pedunculata</i>
<b>Poros (sección transversal)</b>		
Visibilidad	Con lupa	Con lupa
Tipo	Solitarios y múltiples radiales	Solitarios y múltiples radiales
Distribución	Difusa en hileras radiales	Difusa en hileras radiales
<b>Parénquima Axial (sección transversal)</b>		
Visibilidad	No diferenciado	No diferenciado
Tipo	No diferenciado	No diferenciado
<b>Radios (sección transversal)</b>		
Visibilidad	Con lupa	Con lupa
Distribución (sec. Tg)	Estratificado	No estratificado
Contraste (sec. Rd)	Bien contrastado	Levemente contrastado

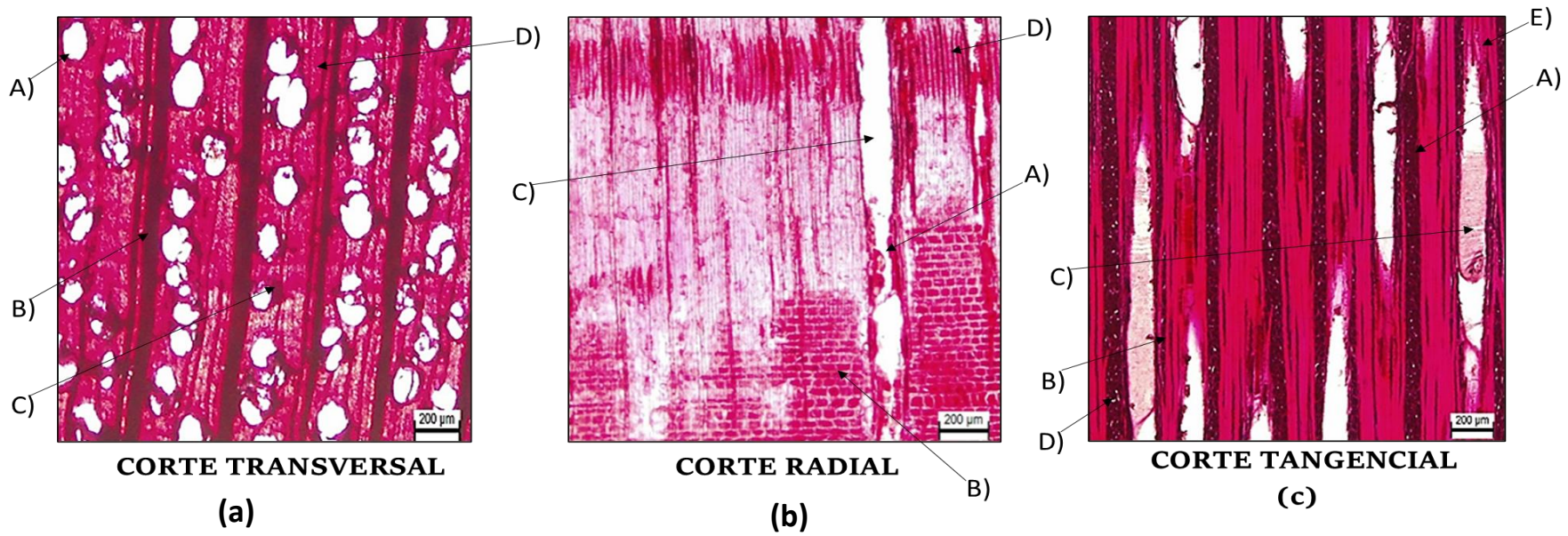


**Cuadro 3.** Características microscópicas del xilema de la rama de *Tovomita krukovii* y *Remija pedunculata*.

Características microscópicas	<i>T. krukovii</i>	<i>R. pedunculata</i>
<b>Poros /vasos</b>		
-Distribución -Forma -Diámetro tangencial promedio -Frecuencia -Agrupación -Longitud promedio de elementos vasculares -Apéndice central -Platina de perforación	-Difusa -Ovaladas -112,04um (medianas) -19,20 poros /mm <sup>2</sup> (numerosos) -Solitarios y múltiples  -491,59um (medianas) -En un solo extremo -Simple.	-Difusa -Circulares -63,30um (pequeños) -63,40 poros /mm <sup>2</sup> (numerosísimos) -Solitarios y múltiples  -544,56um (medianas) -En un solo extremo -Simple.
<b>Parénquima Axial (sección transversal)</b>		
-Abundancia -Tipo	-Abundantes -Paratraqueal, vasicéntricas escaso	-Medianamente abundantes
<b>Radios (sección tangencial)</b>		-Apotraqueal, difuso en agregado
-Altura promedio -Altura de radios (N <sup>a</sup> de células)  -Ancho promedio -Agrupación  -Frecuencia  -Distribución	-1382,34 um (largos) -21,39 (largos), con células procumbentes y erectas en los dos extremos -111,08um (anchos) -Uniseriadas y Multiseriados -4,84 radios/mm lineal (pocos) -Estratificado	-1148.99um (medianas) -26,95 (largos), fusionados presencia de tubos laticíferos. -42,82um (finos) -Uniseriadas y Multiseriados -10,6 radios/mm lineal (pocos abundantes) No estratificado
<b>Fibras</b>		
-Forma -Longitud -Diámetro total -Lumen -Espesor de pared -Puntuaciones -Inclusiones	-Libriiformes -1269,09um (medianas) -19,83um (angostas) -6,96um -6,43um (gruesas) -Simples -Sustancias oscuras no identificadas en células de los radios.	-Libriiformes -1259,52um (medianas) -16,65um (angostas) -9,60um -3,53um (delgadas) -Simples -Sustancias oscuras no identificadas en células de los radios.

**Cuadro 4.** Parámetros estadísticos de las características cuantitativas del xilema de *Tovomita krukovii* y *Remijia pedunculata*.

Características	N.º de mediciones	<i>Tovomita krukovii</i>			<i>Remijia pedunculata</i>		
		$\bar{X}$	S	CV	$\bar{X}$	S	CV
Diámetro tangencial promedio de poros (micras)	30	112,04	15,23	0,14	63,30	9,01	0,14
Longitud promedio de los elementos vasculares (micras)	30	491,59	95,00	0,19	544,56	127,52	0,23
Frecuencia de poros por mm <sup>2</sup>	30	19,20	4,30	0,22	63,40	5,99	0,09
Altura de radios (nº de células)	30	21,39	7,10	0,33	26,95	7,62	0,28
Altura promedio de radios (micras)	30	1382,34	892,99	0,65	1148,99	519,71	0,45
Ancho promedio de radios (micras)	30	111,08	204,25	1,84	42,82	9,41	0,22
Frecuencia de radios por mm	30	4,84	1,03	0,21	10,60	3,70	0,35
Diámetro total promedio de fibras (micras)	30	19,83	2,97	0,15	16,65	3,61	0,22
Diámetro promedio de lumen de fibras (micras)	30	6,96	1,93	0,28	9,60	2,85	0,30
Espesor promedio de pared celular de fibras (micras)	30	6,43	1,12	0,17	3,53	1,53	0,43
Longitud promedio de fibras (micras)	30	1269,09	295,60	0,23	1259,52	285,90	0,23

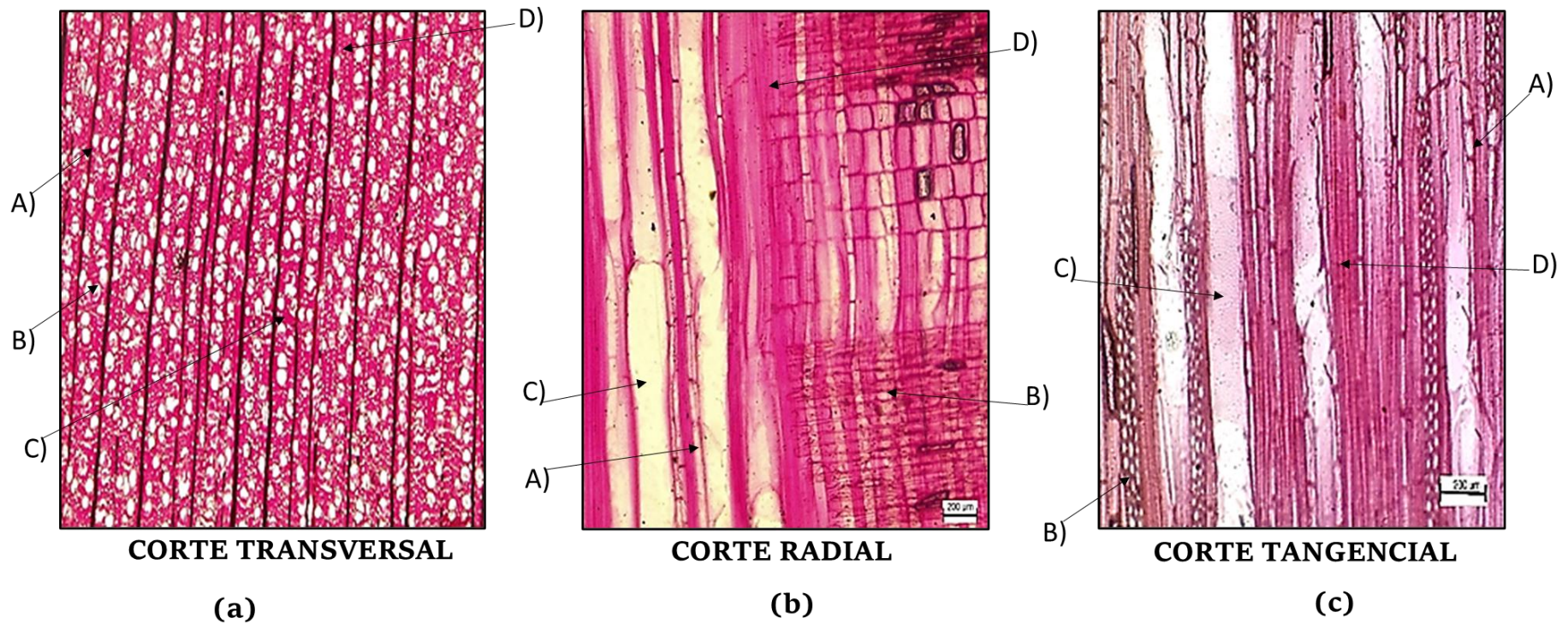


- A. Porosidad solitarios
- B. Radios medulares o leñosos
- C. Parenquima paratraqueal vasicentrico
- D. Fibras

- A) Parenquima longitudinal
- B) Paquetes de radio medulares
- C) Segmento de vasos.
- D) Fibras

- A) Radios multiseriados y uniseriados.
- B) Parenquima longitudinal
- C) Vasos con puntuaciones intravasculares
- D) Canales o conductos

**Figura 1.** Tovomita krukovii



- A)** Poros solitarios y múltiples
- B)** Radios medulares o leñosos
- C)** Parenquima apotraqueal difusa.
- D)** Fibras

- A)** Parenquima longitudinal.
- B)** Paquetes de radios medulares
- C)** Segmentos de vasos
- D)** Fibras.

- A)** Parenquima longitudinal.
- B)** Radios multiseriados.
- C)** Vasos con puntuaciones inter vasculares.
- D)** Fibras.

**Figura 2.** Remijia pedunculata

**Cuadro 5.** Características diferenciativas en ambas especies.

<b>Características</b>	<i>Tovomita krukovii</i>	<i>Remijia pedunculata</i>
Densidad	750 kg/m <sup>3</sup> (alta)	600 kg/m <sup>3</sup> (media)
Color	Rojo pálido	Amarillo pálido
Brillo	Alto	Medio
Grano	Oblicuo	Recto
Textura	Fina	Medio
Anillo de crecimiento diferenciado	bandas oscuras.	bandas claras.
<b>Características Macroscópicas:</b>		
<b>Radios (sección transversal)</b>		
Distribución (sec. Tg)	Distribución (sec. Tg)	Distribución (sec. Tg)
<b>Características Microscópicas</b>		
<b>Poros /vasos</b>		
Diámetro tangencial promedio	112,04um (medianas)	63,30um (pequeños)
Frecuencia	19,20 poros /mm <sup>2</sup> (numerosos)	63,40 poros /mm <sup>2</sup> (numerosísimos)
<b>Parénquima Axial (sección transversal)</b>		
Abundancia	Abundantes	Medianamente abundantes
Tipo	Paratraqueal	Apotraqueal
<b>Radios (sección tangencial)</b>		
Altura promedio	1382,34 um (largos),	1148,99um (medianas)
Frecuencia	4,84 radios/mm lineal (pocos)	10,6 radios/mm lineal (pocos abundantes)
Distribución	Estratificado	No estratificado
<b>Fibras</b>		
Lumen	6,96um	9,60um
Espesor de pared	6,43um (gruesas)	3.53um (delgadas)

**Cuadro 6.** Características similares de ambas especies.

Características	<i>Tovomita krukovii</i>	<i>Remijia pedunculata</i>
<b>I. Generales u Organolépticas</b>		
- Olor y sabor		X
<b>II. Macroscópicas</b>	<b>X</b>	
<b>Poros (sección transversal)</b>		
- Visibilidad	<b>X</b>	<b>X</b>
- Tipo	<b>X</b>	<b>X</b>
- Distribución	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Radios:</b>		
<b>Distribución</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>III. Microscópicas</b>		
<b>Poros/Vasos</b>		
- Distribución	<b>X</b>	<b>X</b>
- Forma	<b>X</b>	<b>X</b>
- Agrupación	<b>X</b>	<b>X</b>
- Longitud de elementos vasculares	<b>X</b>	<b>X</b>
- Apéndice central	<b>X</b>	<b>X</b>
- Platina de perforación	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Radios</b>		
<b>Altura de radios(um)</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Fibras:</b>		
- Forma	<b>X</b>	<b>X</b>
- Longitud	<b>X</b>	<b>X</b>
- Diámetro total	<b>X</b>	<b>X</b>
- Puntuaciones	<b>X</b>	<b>X</b>
- Inclusiones	<b>X</b>	<b>X</b>

X = Características similares

**Cuadro 7.** Características cuantitativas, basado en la prueba de comparaciones de los promedios al 95% de probabilidad estadística.

Características	Comparador	<i>Tovomita krukovii</i>	<i>Remijia pedunculata</i>
		Clasificación	
		Rama	Rama
Diámetro tangencial promedio de poros (micras)	Diferentes	Medianas	Pequeños
Longitud promedio de los elementos vasculares (micras)	Similares	Medianas	Medianas
Frecuencia de poros por mm <sup>2</sup>	Diferentes	Numerosos	Numerosísimos
Altura de radios (nº de células)	Diferentes	Largos	Largos
Altura promedio de radios (micras)	Similares	Largos	Medianas
Ancho promedio de radios (micras)	Similares	Anchos	Finos
Frecuencia de radios / mm lineal	Diferentes	Pocos	Pocos abundantes
Diámetro total promedio de fibras (micras)	Diferentes	Angostas	Angostas
Diámetro promedio de lumen de fibras (micras)	Diferentes	-----	-----
Espesor promedio de pared celular de fibras (micras)	Diferentes	Gruesas	Delgadas
Longitud promedio de fibras (micras)	Similares	Medianas	Medianas



## CAPITULO V. DISCUSIONES

Se encontraron diferencias claras en el xilema de la rama de ambas especies, a simple vista o al tacto. *Tovomita krukovii* presenta xilema más denso que *Remijia pedunculata*, esto debido a que el diámetro de poro, espesor de pared celular, el diámetro y longitud de las fibras, etc., influyen relativamente en la densidad (Arellano 1998). Al comparar los caracteres diferenciados entre ambas especies se observó que tanto el color, brillo, grano y textura del xilema de la rama son diferentes en ambas especies.

Respecto a esto último Arellano (1998, p.54). menciona que al comparar especies forestales no siempre corresponderá las mismas características organolépticas. A nivel macroscópico, los poros existentes son visibles con una lupa de 10X y el parénquima no es diferenciado en ambas especies.

Así mismo se observa que, a excepción de la longitud de elementos vasculares, altura de radios (micras) y ancho de radios (micras); el resto de características son diferentes en ambas especies cuando se le hace una prueba de comparación al 95%, sin embargo, algunas características, a pesar de ser diferentes, no varían en su clasificación. En relación las características cuantitativas (Arellano, 1998).

En un estudio comparativo sobre las características de 2 especies, *Geoffroea striata* y *Geoffroea decorticans* de la familia Fabaceae, se determinó que las características anatómicas que permiten la diferenciación son: número de vasos /mm<sup>2</sup>, diámetro interno y espesor de pared de fibras, así como la longitud de radio (Giménez, 2004, p. 61). Estos resultados coinciden con los del presente trabajo, ya que, al comparar las características anatómicas, *Tovomita krukovii* tiene 19,20 vasos /mm<sup>2</sup>, 6,96um de diámetro interno y 6,43 um de espesor de



pared de fibras, así como su longitud de radios de 1382,34  $\mu\text{m}$ . en cambio, *Remijia pedunculata* tiene 63,40  $\mu\text{m}$  vasos / $\text{mm}^2$ , 9,60  $\mu\text{m}$  de diámetro interno y 3,53  $\mu\text{m}$  de espesor de pared de fibras, así como longitud de radios de 1148,99  $\mu\text{m}$ , siendo la diferencia entre estas variables muy destacadas debido a que el peso específico, es una propiedad que caracteriza a las especies forestales en su estructura celular del xilema, por lo que las especies de diferentes densidades presentaran diferentes características anatómicas. (Valderrama 1992, p.82).

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES

1. El xilema de la rama de *Tovomita krukovii*, se caracteriza por tener grano oblicuo, color rojo pálido, anillo de crecimiento levemente diferenciado en bandas oscuras, poros medianos, solitarios y múltiples, textura fina, radios multiseriados, parénquima longitudinal medianamente abundantes, del tipo paratraqueal vasicentrico escaso, fibras de pared gruesas.
2. El xilema de la rama de *Remijia pedunculata*, se caracteriza por tener grano recto, textura media, color amarillo palido, textura media, anillo de crecimiento lervemente diferenciado en bandas claras, poros pequeños, solitarios y multiples, parenquima longitudinal medianamente abundante del tipo apotraqueal difuso en agregado, fibras con pared delgadas.
3. El olor, sabor, forma, agrupación, distribución de poros, distribución de radios, longitud de elementos vasculares, apéndice central, platina de perforación, longitud, diámetro total de fibras, puntuaciones e inclusiones en ambas especies constituyen características que son similares en el xilema de la rama.
4. Del total de características anatómicas analizadas en *Tovomita krukovii* y *Remijia pedunculata*, el 40,5% son similares en el xilema de la rama de las dos especies.
5. Del total las características anatómicas cuantitativas del xilema de la rama evaluadas estadísticamente al 95% de probabilidad, el 63% de estos valores tuvieron diferencias significativas.

## **CAPITULO VII. RECOMENDACIONES**

1. Los resultados servirán de referencia para próximos trabajos similares, para ir incrementando otras especies nuevas que no tengan estudio en la estructura celular del xilema de la rama; también sirven para hacer una clave identificación y clasificar a la madera en cuanto a sus comportamientos tecnológicos, para darle un buen uso sin talar el árbol.

## FUENTES DE INFORMACION

- Arellano, J. 1998. Anatomía comparativa del xilema del fuste y de la rama de *Jacaranda copaiba* “huamanzamana”, *Simarouba amara* “marupa” y *Alchornea triplinervia* “zancudo caspi”. Iquitos. Tesis Ing. Forestal Facultad de Ciencias Forestales, UNAP. Iquitos. 62p.
- Beiguelman, B. 1994. Curso Práctico de Bioestadística. 3ra. Edición. Brasil. 231 p.
- Carbajal, G. A. 2012. Descripción anatómica del xilema de la rama de veinte especies forestales del Jardín Botánico Arboretum el “Huayo”. Puerto Almendras. Tesis Ing. en Ecología de Bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales, UNAP. Iquitos. 105 p.
- COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas, VE). 1974. Maderas: Método para la descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de las maderas Angiospermas y Dicotiledóneas: anteproyecto de Norma. Caracas, VE. COPANT 30:1-019.
- Chavesta, M. 2009. Manual de identificación de maderas. Laboratorio de Anatomía de la Madera. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 10p.
- Domínguez, N. 2017. Descripción de las características cualitativas y cuantitativas del xilema de la rama y sub rama de *Alchornea triplinervia* Spreng, del Arboretum “El Huayo”, Puerto Almendra Iquitos, Perú. Tesis Ing. en Ecología de Bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales, UNAP, Iquitos. 83 p.

- Elaluf, M. 1999. Anatomía comparativa del xilema del fuste y de la rama de *Shymphonia globulifera* L.f. “azufre caspi”, *Chrysophyllum sanguinalentum* (Pierre) “masato caspi”, y *Leonia glycyarpa* (Ruiz) “tamara Iquitos. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, UNAP, Iquitos, 78 p.
- Gonzales, A. 2011. Evaluación de la estructura de la madera de sapote *Capparis scabrida* H.B.K de la zona de Motupe – Lambayeque en relación con la producción de goma. Tesis Ing. Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, UNALM, Lima, 67p.
- IAWA (International Association of Wood Anatomists Committee). 1989. List of microscopic features for hardwood identification. IAWA. Bulletin. 10 (3): 219 – 332.
- Leon, W. y Espinoza, N. 2001. Anatomía de la madera. Universidad de los Andes Merida – Venezuela, 396 p.
- Mora, M. 2018. Anatomía de la madera y sus aplicaciones taxonómicas en Venezuela, 59 p.
- Monteoliva, S. 2017. Densidad de la madera como variable integradora de la anatomía del leño: Análisis de rama y fuste en cuatro especies de Eucaliptus. Revista de la Facultad de Agronomía. 116 (1): 1 – 11.
- Montenegro, O. 2019. Descripción anatómica de la rama de *Guatteria elata* R. E. FR. “carahuasca”, *LLex nayana* Cuatrec, “mullo huayo”, y *Simaba orinosensis* H. B. K. “marupa negro” del Arboretum “El Huayo”. Puerto Almendra. Iquitos, 2018. Tesis Ing. en Ecología de Bosques Tropicales, Facultad de Ciencias Forestales, UNAP, Iquitos 60 p.

- Munsell color – 1977. Munsell soil color Charts. Baltimore U S, Macbeth división of Kollmorgen Corporation. 34 p.
- Noriega, V. 1999. Anatomía comparativa del xilema del fuste y de la rama de *Tapiria guianensis* “huira caspi”, *Bertholletia excelsa* “castaña”, *Caryocar glabrum* “almendro” de la Amazonia Peruana. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal (UNAP). Iquitos – Perú 78 p.
- Silvano, K. J. 2019. Descripción anatómica de la estructura celular de la rama de tres especies forestales del Arboretum “El Huayo”, Puerto Almendra, Iquitos, 2018. Tesis Ing. en Ecología de Bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales. UNAP, Iquitos, 65 p.
- Ugarte, J. 2009. Caracterización anatómica de 09 especies forestales de la concesión Industrial Maderera Zapote en Loreto (Perú). Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. Repositorio La Molina. 103 p.
- Williams, J. 2009. Anatomía de la madera de 20 especies de lianas del Lote Boscoso el Dorado Tumeremo (Estado bolivar, Venezuela) Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Laboratorio de Anatomía de la Maderas. Ernstia 19 (2) 137 – 170.
- Vásquez C, 2011. Curso Anatomía e Identificación de Madera. Universidad Nacional de Colombia. 70 p.
- Vásquez, R. 1997. Flórula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. Allpahuayo - Mishana, Explornapo y Explorama Lodge. 860 p.
- Valderrama, H. 1986. Procedimiento técnico para la descripción general, macroscópica y microscópicamente de la madera. Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales – UNAP. Iquitos, Perú. 15 p.

- Valderrama, H. 1998. Anatomía comparativa del xilema del tronco y de la rama de *Cedrelinga cateniformis* Ducke. Fabaceae. Folia amazónica 9 (1 – 2): 5 - 28.
- Valderrama, H. 2008. “Estructura celular del xilema de la rama para establecer una metodología de caracterización tecnológica del tronco de árboles en áreas naturales protegidas”. Tesis para optar en grado de Doctor en Ciencias Ambientales Universidad Nacional de Trujillo. 147 p.
- Valderrama, H. 2017. Metodología para la caracterización tecnológica de la madera del tronco, sobre la base de las características anatómicas del xilema de la rama, para arboles de áreas naturales protegidas”. Primera Edición. Textos Universitarios UNAP. Iquitos Perú. 222 p.

## ANEXOS



### Anexo 1. Prueba de igualdad de medias de los datos en poros

Estadísticas de grupo					
ESPECIE		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
TOTAL ESCALA	CHULLACHAQUI CASPI	30	112,0360	15,23042	2,78068
	CASCARILLA	30	63,2951	9,00885	1,64478

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TOTAL ESCALA	Se asumen varianzas iguales	6,867	,011	15,087	58	,000	48,74087	3,23071	42,27389	55,20784
	No se asumen varianzas iguales			15,087	47,080	,000	48,74087	3,23071	42,24180	55,23993

## Anexo 2. Prueba de igualdad de medias de los datos en poros por mm<sup>2</sup>

Estadísticas de grupo				
ESPECIE	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
TOTAL DE ESCALA	30	63,40	5,993	1,199
CASCARILLA	30	19,20	4,301	,860
CHULLACHAQUI CASPI				

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TOTAL DE ESCALA	Se asumen varianzas iguales	,890	,350	29,959	48	,000	44,200	1,475	41,234	47,166
	No se asumen varianzas iguales			29,959	43,540	,000	44,200	1,475	41,226	47,174

### Anexo 3. Prueba de igualdad de medias de los datos en Longitud de Elementos Vasculares

Estadísticas de grupo					
ESPECIE	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TOTAL DE ESCALA	CASCARILLA	30	544,5557	127,51668	48,19677
	CHULLACHAQUI CASPI	30	491,5880	94,99942	42,48503

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior	
TOTAL DE ESCALA	Se asumen varianzas iguales	,664	,434	,782	10	,452	52,96771	67,69577	-97,86785	203,80328
	No se asumen varianzas iguales			,824	9,942	,429	52,96771	64,24879	-90,29985	196,23528

#### Anexo 4. Prueba de igualdad de medias de los datos en Ancho de Radios

Estadísticas de grupo				
ESPECIE	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
TOTAL	CHULLACHAQUI	30	111,0803	204,25373
	CASCARILLA	30	42,8165	9,40533

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TOTAL	Se asumen varianzas iguales	3,482	,067	1,829	58	,073	68,26383	37,33097	-6,46223	142,98989
	No se asumen varianzas iguales			1,829	29,123	,078	68,26383	37,33097	-8,07258	144,60024

### Anexo 5. Prueba de igualdad de medias de los datos en Longitud de Radios

Estadísticas de grupo					
ESPECIES		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
TOTAL DE ESCALAS	CHULLACHAQUI	30	112,0360	15,23042	2,78068
	CASCARILLA	30	63,2951	9,00885	1,64478

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TOTAL DE ESCALAS	Se asumen varianzas iguales	6,867	,011	15,087	58	,000	48,74087	3,23071	42,27389	55,20784
	No se asumen varianzas iguales			15,087	47,080	,000	48,74087	3,23071	42,24180	55,23993

**Anexo 6. Prueba de igualdad de medias de los datos en Frecuencia de radios por mm**

Estadísticas de grupo					
ESPECIE		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
TOTAL ESCALA	CASCARILLA	30	10,60	3,697	,739
	CHULLACHAQUI CASPI	30	4,84	1,028	,206

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TOTAL ESCALA	Se asumen varianzas iguales	57,251	,000	7,506	48	,000	5,760	,767	4,217	7,303
	No se asumen varianzas iguales			7,506	27,689	,000	5,760	,767	4,187	7,333

### Anexo 7. Prueba de igualdad de medias de los datos en diámetro de fibras

Estadísticas de grupo					
ESECIE		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
ESCALA TOTAL	CHULLACHAQUI CASPI	30	19,8274	2,96797	,89488
	CASCARILLA	30	16,6523	3,60600	,93106

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ESCALA TOTAL	Se asumen varianzas iguales	1,403	,248	2,384	24	,025	3,17510	1,33177	,42647	5,92373
	No se asumen varianzas iguales			2,459	23,608	,022	3,17510	1,29139	,50746	5,84273

### Anexo 8. Prueba de igualdad de medias de los datos en diámetro de lumen

Estadísticas de grupo					
ESPECIE		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
ESCALA TOTAL	CASCARILLA	30	9,5959	2,85105	,73614
	CHULLACHAQUI CASPI	30	6,9585	1,92568	,58061

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ESCALA TOTAL	Se asumen varianzas iguales	1,993	,171	2,650	24	,014	2,63739	,99530	,58318	4,69160
	No se asumen varianzas iguales			2,813	23,892	,010	2,63739	,93756	,70191	4,57287



### Anexo 9. Prueba de igualdad de medias de los datos en diámetro espesor de pared celular

Estadísticas de grupo					
ESPECIE		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
ESCALA TOTAL	CHULLACHAQUI CASPI	30	6,4344	1,11735	,33689
	CASCARILLA	30	3,5282	1,52705	,39428

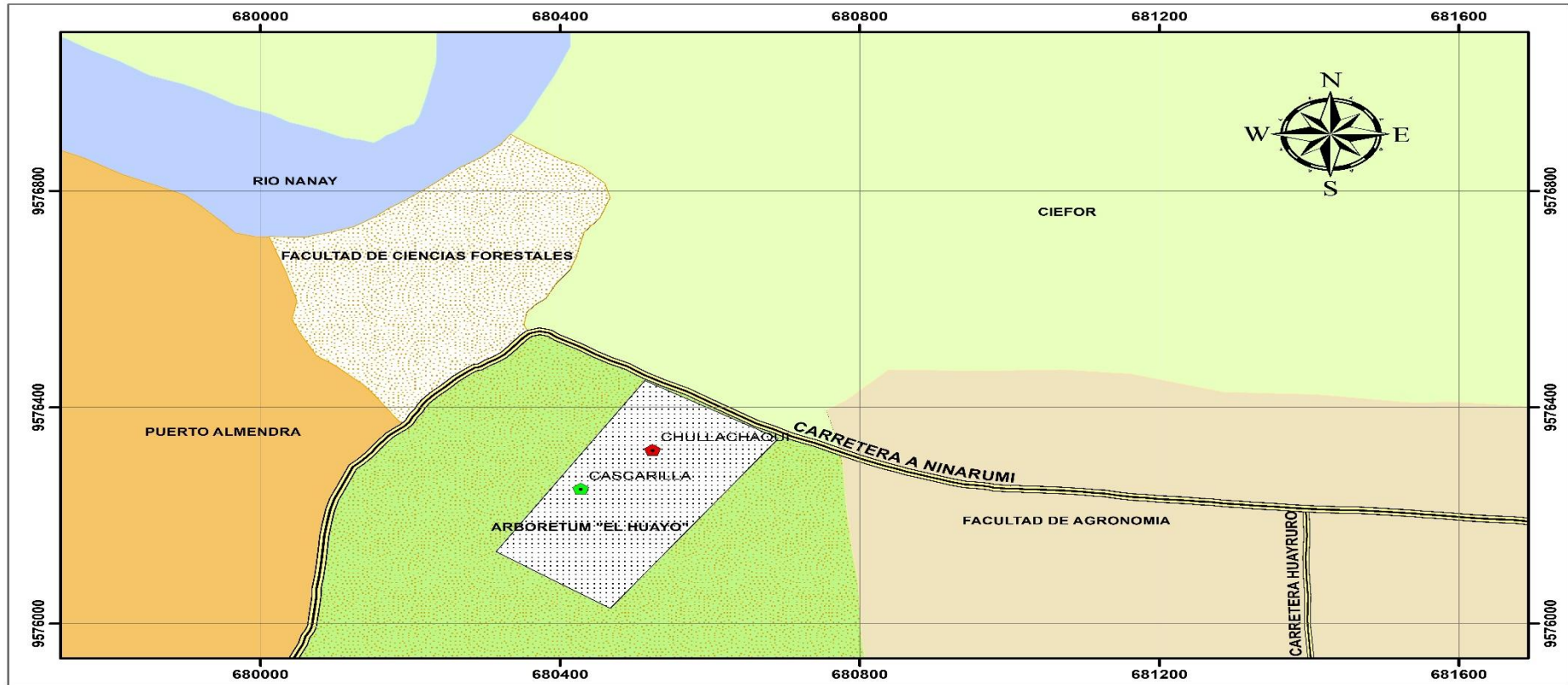
Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ESCALA TOTAL	Se asumen varianzas iguales	1,248	,275	5,339	24	,000	2,90624	,54435	1,78277	4,02972
	No se asumen varianzas iguales			5,604	23,997	,000	2,90624	,51861	1,83588	3,97660

### Anexo 10. Prueba de igualdad de medias de los datos en longitud de fibras

Estadísticas de grupo					
ESPECIE		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
ESCALA TOTAL	CHULLACHAQUI CASPI	15	1269,0947	295,60480	76,32483
	CASCARILLA	15	1259,5185	285,90383	73,82005

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
ESCALA TOTAL	Se asumen varianzas iguales	,081	,777	,090	28	,929	9,57627	106,18324	-207,93023	227,08277
	No se asumen varianzas iguales			,090	27,969	,929	9,57627	106,18324	-207,94114	227,09367

### ANEXO 11. Mapa de ubicación de las muestras.



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA</b> FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES	
<b>MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS</b> <b>ARBORETUM "EL HUAYO" CIEFOR-PUERTO ALMENDRAS</b>	
ESCALA : 1:7,800	TESISTA : <b>Cristina Wieslawa Camus Loayza.</b>

LEYENDA		
	MUESTRA 1	
	MUESTRA 2	
	CARRETERA A NINA RUMI	
	CARRETERA HUAYRURO	
	ARBORETUM	
		RIO NANAY
		PUERTO ALMENDRA
		FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
		FACULTAD DE AGRONOMIA
		BOSQUE
		CIEFOR
		ARBORETUM "EL HUAYO"

**ANEXO 12. Actividades realizadas en el Arboretum, carpintería y laboratorio**



**Colección de la muestra de madera y botánica (Arboretum)**



**Elaboración de muestras de xilotecas de orientación radial, tangencial, cubos y probetas. (carpintería)**





**Muestras de xilotecas, rodaja (laboratorio)**



**Materiales y equipos para la ejecución del trabajo de investigación (laboratorio)**



**Descripción de las características generales y macroscópicas de la madera (laboratorio)**





Cortes histológicos, Material disociado para observar las características microscópicas de la madera (Laboratorio)