



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**“DESCRIPCIÓN ANATÓMICA Y ORGANOLÉPTICA DE LA  
MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES PROCEDENTES  
DEL SECTOR HISPANO, PARROQUIA ÁVILA HUIRUNO,  
CANTÓN LORETO PROVINCIA DE ORELLANA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:**

**MARTHA SELENA BARBA PAREDES**

Riobamba – Ecuador

2021



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**“DESCRIPCIÓN ANATÓMICA Y ORGANOLÉPTICA DE LA  
MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES PROCEDENTES  
DEL SECTOR HISPANO, PARROQUIA ÁVILA HUIRUNO,  
CANTÓN LORETO PROVINCIA DE ORELLANA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:** MARTHA SELENA BARBA PAREDES

**DIRECTOR:** Ing. EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Martha Selena Barba Paredes

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

Yo, Martha Selena Barba Paredes, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 14 de diciembre de 2021.

---

Martha Selena Barba Paredes

**220040426-3**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA INGENIERÍA FORESTAL**

El tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de investigación, **DESCRIPCIÓN ANATÓMICO Y ORGANOLÉPTICO DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES PROVENIENTES DEL SECTOR HISPANO, PARROQUIA ÁVILA HUIRUNO, CANTÓN LORETO, PROVINCIA DE ORELLANA**, realizado por la señorita **MARTHA SELENA BARBA PAREDES**, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal del Trabajo de Integración Curricular, El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Miguel Ángel Gualpa Calva <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>MIGUEL ANGEL GUALPA CALVA</b>	2021/12/14
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTANEDA</b>	2021/12/14
Ing. Vilma Fernanda Novoa Silva <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>VILMA FERNANDA NOBOA SILVA</b>	2021/12/14

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a las personas que confiaron en mí, en cada uno de mis pasos por la universidad, a mis padres, amigos y profesores quienes en cada momento de mi vida me han apoyado y guiado para que ahora pueda cumplir una meta más.

Selena

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento primero a Dios porque gracias a él tengo la oportunidad de vivir esta etapa de mi vida, a mis padres quienes son los autores intelectuales para cada paso que he dado por la vida, a mis hermanas por sus palabras de aliento y apoyo en cada momento, sus consejos y ayuda cuando lo he requerido, a mis maestros por haber compartido sus conocimientos y aquellos quienes se han convertido en amigos y compartido sus experiencias, a mis amigos a quienes puedo llamar hermanos sin los cuales mis estadía no sería lo que fue, gracias por todas las locuras compartidas y a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que me abrió las puertas y la mente, donde he pasado mis mejores y no tan buenas experiencias que al final de cuentas me han formado como persona.

Selena

## TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Marco conceptual.....</b>	<b>3</b>
<i>1.1.1. Recurso forestal del Ecuador.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.2. Recurso forestal maderero.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.3. Bosque nativo.....</i>	<i>3</i>
<i>1.1.4. Técnicas de investigación del recurso Forestal.....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.4.1. Herbario.....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.4.2. Recolección de muestras.....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.4.3. Secado de plantas.....</i>	<i>4</i>
<i>1.1.4.4. Identificación de muestras.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.4.5. Montajes de las muestras.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.5. Madera.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.6. Estructura de las maderas Latifoliadas.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.7. Propiedades organolépticas de la madera.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.7.1. Color.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.7.2. Olor.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.7.3. Sabor.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.7.4. Brillo o lustre.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.7.5. Textura.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.7.6. Veteado.....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.7.7. Grano.....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.8. Anatomía de la madera.....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.9. Características microscópicas de la madera.....</i>	<i>9</i>
<i>1.1.9.1. Parénquima.....</i>	<i>9</i>
<i>1.1.9.2. Vasos (Poros).....</i>	<i>11</i>

1.1.9.3.	<i>Radios</i> .....	12
1.1.10.	<i>Densidad de la madera</i> .....	13
1.1.11.	<i>Contenido de humedad</i> .....	13
1.1.12.	<i>Tinciones</i> .....	13
1.1.12.1.	<i>Safranina</i> .....	14
1.1.12.2.	<i>Astra Blue</i> .....	14

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	15
2.1.	<b>Características del lugar</b> .....	15
2.1.1.	<i>Localización</i> .....	15
2.1.2.	<i>Características climáticas y edafológicas</i> .....	15
2.2.	<b>Materiales y equipos</b> .....	15
2.2.1.	<i>Materiales de campo</i> .....	15
2.2.2.	<i>Materiales de herbario</i> .....	15
2.2.3.	<i>Materiales y equipos de oficina</i> .....	15
2.2.4.	<i>Materiales de laboratorio</i> .....	16
2.3.	<b>Metodología</b> .....	16
2.3.1.	<i>Para cumplir con el primer objetivo: Identificar las especies forestales a nivel de herbario</i> .....	16
2.3.1.1.	<i>Selección del área de estudio</i> .....	16
2.3.1.2.	<i>Colección de muestras botánicas</i> .....	16
2.3.1.3.	<i>Identificación</i> .....	17
2.3.2.	<i>Para el cumplimiento del segundo objetivo analizar las propiedades físicas y químicas de las especies</i> .....	17
2.3.2.1.	<i>Propiedades físicas de la madera</i> .....	17
2.3.2.2.	<i>Propiedades químicas de la madera</i> .....	18
2.3.2.3.	<i>Propiedades anatómicas de la madera</i> .....	18
2.3.3.	<i>Para el cumplimiento del tercer objetivo: comparar los tintes de las especies</i> .....	19
2.3.3.1.	<i>Tabla para selección de tinte</i> .....	19
2.3.3.2.	<i>Análisis estadístico</i> .....	19

## CAPITULO III

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	20
3.1.	<b>Para cumplir el primer objetivo</b> .....	20

3.1.1.	<i>Pouroma cecropiifolia</i> Mart (Uva de monte) .....	20
3.1.2.	<i>Vochysia bracediniae</i> Standl. (Tamburo).....	21
3.1.3.	<i>Inga edulis</i> Mart. (Guaba) .....	22
3.1.4.	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud. (Guayabillo) .....	23
3.1.5.	<i>Bauhinia tarapotensis</i> Benth. (Pata de vaca).....	24
3.2.	<b>Para cumplir el segundo objetivo .....</b>	<b>25</b>
3.2.1.	<b>Propiedades físicas .....</b>	<b>25</b>
3.2.1.1.	Densidad .....	25
3.2.1.2.	<i>Pouroma cecropiifolia</i> (Uva de monte).....	25
3.2.1.3.	<i>Vochysia bracediniae</i> (Tamburo).....	26
3.2.1.4.	<i>Inga edulis</i> (Guaba) .....	27
3.2.1.5.	<i>Terminalia oblonga</i> (Guayabillo).....	28
3.2.1.6.	<i>Bauhinia tarapotensis</i> (Pata de vaca).....	29
3.2.2.	<b>Características anatómicas .....</b>	<b>30</b>
3.2.2.1.	<i>Pouroma cecropiifolia</i> Mart (Uva de monte).....	31
3.2.2.2.	<i>Vochysia bracediniae</i> (Tamburo).....	33
3.2.2.3.	<i>Inga edulis</i> (Guaba) .....	35
3.2.2.4.	<i>Terminalia oblonga</i> (Guayabillo).....	36
3.2.2.5.	<i>Bauhinia tarapotensis</i> Benth. (Pata de Vaca).....	38
3.2.2.6.	pH.....	40
3.3.	<b>Para cumplir con el tercer objetivo .....</b>	<b>41</b>
3.3.1.	<b>Análisis estadístico .....</b>	<b>41</b>
3.3.1.1.	Poros solitarios .....	41
3.3.1.2.	Poros múltiples de dos.....	42
3.3.1.3.	Poros múltiples de tres .....	43
3.3.1.4.	Perímetro .....	43
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Tabla de clasificación para la densidad de maderas.....	13
<b>Tabla 1-3:</b>	Identificación dendrológica de las cinco especies forestales .....	20
<b>Tabla 2-3:</b>	Densidad de las maderas .....	25
<b>Tabla 3-3:</b>	Resumen de características macroscópicas de las cinco especies en estudio .....	30
<b>Tabla 4-3:</b>	Ciclos de ablandamiento por especie .....	31
<b>Tabla 5-3:</b>	Tabla resumen de las características microscópicas de las cinco especies en estudio .....	40
<b>Tabla 6-3:</b>	Cantidad de sustrato y agua destilada para medir el pH .....	40
<b>Tabla 7-3:</b>	Poros solitarios. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado).....	41
<b>Tabla 8-3:</b>	Cantidad de poros solitarios de las cinco especies mediante la prueba de (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ).....	41
<b>Tabla 9-3:</b>	Poros múltiples de dos. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado). 42	
<b>Tabla 10-3:</b>	Cantidad de poros múltiples de dos de las cinco especies mediante la prueba de (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ) .....	42
<b>Tabla 11-3:</b>	Prueba de Kruskal-Wallis para el número de poros múltiples de tres de las cinco especies .....	43
<b>Tabla 12-3:</b>	Perímetro. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado).....	43
<b>Tabla 13-3:</b>	Medidas de los perímetros de las cinco especies mediante la prueba de (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ).....	44
<b>Tabla 14-3:</b>	Porcentaje de las cinco especies en estudio en base a los números de poros.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1.</b>	Aspecto de los poros y su agrupamiento (Plano transversal) .....	11
<b>Figura 2-1.</b>	Radios en el tronco de una especie maderable .....	12
<b>Figura 3-1.</b>	Vista de los radios en el corte transversal, radial y tangencial .....	12
<b>Figura 1-3.</b>	<i>Pouroma cecropiifolia</i> . A. Tipo de fuste y corteza. B. Los frutos y hojas .....	21
<b>Figura 2-3.</b>	<i>Vochysia bracediniae</i> . A. Color de albura, duramen y tipo de corteza. B. Tipo de hojas e inflorescencias .....	22
<b>Figura 3-3.</b>	<i>Inga edulis</i> . A. Tipo de corteza. B. Color de albura y duramen no diferenciado .. .....	23
<b>Figura 4-3.</b>	<i>Terminalia oblonga</i> . A. Árbol en hábito natural. B. Tipo de corteza que presenta .....	24
<b>Figura 5-3.</b>	<i>Bauhinia tarapotensis</i> . A. El tipo de corteza y fuste. B. El tipo de hojas y su flor .....	24
<b>Figura 6-3.</b>	<i>Pouroma cecropiifolia</i> . Corte tangencial .....	26
<b>Figura 7-3.</b>	<i>Pouroma cecropiifolia</i> . Corte transversal.....	26
<b>Figura 8-3.</b>	<i>Vochysia bracediniae</i> . Corte tangencial .....	27
<b>Figura 9-3.</b>	<i>Vochysia bracediniae</i> . Corte transversal .....	27
<b>Figura 10-3.</b>	<i>Inga edulis</i> . Corte tangencial.....	28
<b>Figura 11-3.</b>	<i>Inga edulis</i> . Corte transversal.....	28
<b>Figura 12-3.</b>	<i>Terminalia oblonga</i> . Corte tangencial.....	29
<b>Figura 13-3.</b>	<i>Terminalia oblonga</i> . Corte transversal .....	29
<b>Figura 14-3.</b>	<i>Bauhinia tarapotensis</i> . Corte tangencial .....	29
<b>Figura 15-3.</b>	<i>Bauhinia tarapotensis</i> . Corte transversal .....	30
<b>Figura 16-3.</b>	<i>Pouroma cecropiifolia</i> . Corte transversal en microscopio .....	32
<b>Figura 17-3.</b>	<i>Pouroma cecropiifolia</i> . Corte tangencial en microscopio .....	32
<b>Figura 18-3.</b>	<i>Pouroma cecropiifolia</i> . Corte radial en microscopio .....	33
<b>Figura 19-3.</b>	<i>Vochysia bracediniae</i> . Corte transversal en microscopio.....	33
<b>Figura 20-3.</b>	<i>Vochysia bracediniae</i> . Corte tangencial en microscopio.....	34
<b>Figura 21-3.</b>	<i>Vochysia bracediniae</i> . Corte radial en microscopio .....	34
<b>Figura 22-3.</b>	<i>Inga edulis</i> . Corte transversal en microscopio .....	35
<b>Figura 23-3.</b>	<i>Inga edulis</i> . Corte tangencial en microscopio .....	36
<b>Figura 24-3.</b>	<i>Inga edulis</i> . Corte radial en microscopio.....	36
<b>Figura 25-3.</b>	<i>Terminalia oblonga</i> . Corte transversal en microscopio.....	37
<b>Figura 26-3.</b>	<i>Terminalia oblonga</i> . Corte tangencial en microscopio .....	37
<b>Figura 27-3.</b>	<i>Terminalia oblonga</i> . Corte radial en microscopio.....	38

<b>Figura 28-3.</b>	<i>Bauhinia tarapotensis</i> . Corte transversal en microscopio .....	38
<b>Figura 29-3.</b>	<i>Bauhinia tarapotensis</i> . Corte tangencial en microscopio .....	39
<b>Figura 30-3.</b>	<i>Bauhinia tarapotensis</i> . Corte radial en microscopio .....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** UBICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS FÉRTILES DE LAS CINCO ESPECIES MADERABLES
- ANEXO B:** PRENSADO DE LAS MUESTRAS DENDROLÓGICAS
- ANEXO C:** IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DENDROLÓGICAS EN EL HERBARIO INSTITUCIONAL DE LA ESPOCH-CHEP
- ANEXO D:** CORTE Y VISUALIZACIÓN DE LA LÁMINA DE MADERA
- ANEXO E:** TINCIÓN DE MUESTRAS CON SAFRANINA, ASTRABLUE Y LA COMBINACIÓN DE LOS DOS
- ANEXO F:** MONTAJE Y ETIQUETADO DE LAS PLACAS
- ANEXO G:** VISUALIZACIÓN DE MUESTRAS EN EL MICROSCOPIO Y MEDICIÓN DE POROS CON EL PROGRAMA MOTIC PLUS 2.0
- ANEXO H:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS POROS SOLITARIOS EN LAS CINCO ESPECIES
- ANEXO I:** CUADRO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (SC TIPO III) PARA EL NUMERO DE POROS SOLITARIOS DE LAS CINCO ESPECIES
- ANEXO J:** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE POROS MÚLTIPLOS DE DOS
- ANEXO K:** CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (SC TIPO III) PARA EL NUERO DE POROS MÚLTIPLOS DE 2
- ANEXO L:** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTEO DE POROS MÚLTIPLOS DE 3
- ANEXO M:** CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III) PARA EL CONTEO DE POROS MÚLTIPLES DE 3 EN LAS 5 ESPECIES
- ANEXO N:** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PERÍMETRO DE LAS CINCO ESPECIES
- ANEXO O:** CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (SC TIPO III) PARA EL PERÍMETRO DE LAS CINCO ESPECIES
- ANEXO P:** CERTIFICADO DEL HERBARIO INSTITUCIONAL DE LA POLITÉCNICA CHIMBORAZO (CHEP)

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue describir anatómica y organolépticamente cinco especies forestales mediante el análisis e identificación de la madera de estas variedades. Para para lo cual, con el fin de generar información técnica sobre las características macro y microscópicas, se procedió a la identificación dendrológica de las cinco especies en estudio, donde se utilizó especímenes que se encuentran en la colección del Herbario Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP), para las características organolépticas se utilizaron los sentidos, mientras que para las características anatómicas se realizaron prismas con medidas establecidas de acuerdo a lo que dicta la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) de 1972. Las mismas que se expusieron a un proceso de ablandamiento en la autoclave a 121°C y 1,2 atm de presión, luego se realizaron cortes histológicos con el micrótopo a 0,3 micras donde se procedió a tinturar cada lámina en safranina, astrablue y la combinación de los dos, realizando repeticiones para cada especie de 10, 20 y 30 segundos por tinte. Para determinar estadísticamente que tinción es mejor se utilizó el programa Motic images 2.0 e Infostat dándonos como resultados que en la identificación dendrológica dos de las cinco especies pertenecen a la misma familia, diferenciándose en su distribución y altura, en cuanto a las características anatómicas dos de las cinco especies presentan poros medianos múltiplos de dos y tres siendo estas las especies con mayor densidad, se concluyó que la safranina permite observar las estructuras de la madera con una mejor calidad y finalmente se recomendó no saturar las muestras en los tintes para poder obtener una buena visualización en el microscopio.

**Palabras clave:** <SAFRANINA>, <ASTRABLUE>, <CORTES HISTOLÓGICOS>, <COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT)>, <ESPECIES FORESTALES>, <HERBARIO INSTITUCIONAL (CHEP)>.

CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO  
RUIZ

Firmado digitalmente  
por CRISTHIAN  
FERNANDO CASTILLO  
RUIZ  
Fecha: 2022.01.14  
09:17:47 -05'00'



0056-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

The objective of this research was to describe anatomically and organoleptically five forest species through the analysis and identification of the wood of these varieties. In order to generate technical information on macro and microscopic characteristics, proceeded to the dendrological identification of the five species under study, where we used specimens that are in the collection of the Institutional Herbarium of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP), for the organoleptic characteristics we used the senses, while for the anatomical characteristics we made prisms with measures established according to the Pan-American Commission of Technical Norms (COPANT) of 1972. These were exposed to a softening process in the autoclave at 121°C and 1.2 atm of pressure, then histological cuts were made with the microtome at 0.3 microns where each slide was dyed in safranin, astrablue and the combination of the two, making repetitions for each species of 10, 20 and 30 seconds per dye. In order to determine statistically which staining is better, the program Motic Images 2.0 and Infostat were used, giving us as results that in the dendrological identification two of the five species belong to the same family, differing in their distribution and height, as for the anatomical characteristics two of the five species present medium pores multiples of two and three being these the species with greater density, it was concluded that the safranina allows to observe the structures of the wood with a better quality and finally it was recommended not to saturate the samples in the dyes to be able to obtain a good visualization in the microscope.

**Key words:** <SAFRANIN>, <ASTRABLUE>, <HISTORICAL SCREENS>, <PAN AMERICAN COMMISSION FOR TECHNICAL STANDARDS (COPANT)>, <FOREST SPECIES>, <INSTITUTIONAL HERBARIUM (CHEP)>.



Firmado electrónicamente por:  
**ELSA AMALIA  
BASANTES  
ARIAS**

## **INTRODUCCIÓN**

Ecuador es uno de los países con mayor biodiversidad del planeta. Tiene la más alta concentración de especies por kilómetro cuadrado que convive con comunidades humanas de gran diversidad cultural y con muchos conocimientos tradicionales sobre sus recursos naturales (MAE, 2000, p. 20).

El recurso forestal es importante para el desarrollo responsable de una región, un país, un continente e incluso el mundo entero ya que no solo permite sembrar, plantar y conservar un territorio, sino también que proporciona a los pueblos del mundo de bienes y servicios esenciales, sociales, económicos y ambientales; También contribuye a la seguridad alimentaria, la conservación del agua, la purificación del aire y la protección del suelo.

La madera de varias especies se ha tratado durante mucho tiempo como material de construcción y ahora su valor comercial está aumentando a medida que aumenta la demanda. Las regiones tropicales y sub tropicales son áreas que albergan especies de alto valor comercial y ambiental. Sin embargo, para el uso adecuado de la madera, se requiere el conocimiento de sus características anatómicas, sus propiedades físicas y mecánicas (Agila et al., 2018, p. 1).

### **Identificación del problema**

El Ecuador es un país diverso con una gran extensión de territorio Amazónico, por lo que cuenta con poca información dendrológica y anatómica de especies forestales, o que dificulta un buen nivel de desarrollo en la producción, uso y comercialización de madera, además la falta de información hace que el aprovechamiento se dé solo en unas cuantas especies lo que genera una pérdida un desaprovechamiento de otras que pueden resultar ser mejores o compartir características con especies ya conocidas. Es por ello que se necesita realizar investigaciones sobre especies forestales para conocer sus características y mejorar su industrialización.

### **Justificación de la investigación**

En la carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a partir del año 2019 se plantea la necesidad de iniciar un proyecto de implementación de una xiloteca con especies de maderas de la zona central del Ecuador especialmente maderas de bosque montano y de la amazonia. Por lo que, por parte de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal se inicia una serie de investigaciones de

anatomía y propiedades organolépticas de las distintas maderas como Trabajo de Integración Curricular de pregrado.

Por lo expuesto en este caso es útil estudiar las características de las cinco especies forestales propuestas, para generar un conocimiento claro sobre el tipo de madera, además de contribuir a mejorar el aprovechamiento de este recurso generando alternativas de usos de acuerdo a las propiedades y características de las especies de esta región del país, por otro lado es importante indicar que la empresa privada ha comenzado a buscar especies de rápido crecimiento y con buenas características para ser aprovechadas en la industria para la transformación en bienes provenientes de la madera, razón por la cual proponemos los siguientes objetivos.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Describir las propiedades anatómicas y organolépticas de la madera de cinco especies forestales, procedentes del sector Hispano, parroquia Ávila Huiruno, cantón Loreto, provincia de Orellana.

### ***Objetivos específicos***

- Identificar las especies forestales a nivel de herbario.
- Analizar las propiedades físicas y químicas de las especies forestales.
- Comparar los tintes de las especies.

## **Hipótesis**

### ***Hipótesis nula***

Las características anatómicas y organolépticas de la madera de las cinco especies forestales son iguales en el estudio.

### ***Hipótesis alterna***

Las características de la madera de las cinco especies forestales son diferentes al menos en una característica en el estudio.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1. Marco conceptual

#### *1.1.1. Recurso forestal del Ecuador*

El Ecuador es uno de los diecisiete países más diversos del mundo, dispone de una cobertura boscosa que abarca más de la mitad de su territorio, con zonas aptas para el aprovechamiento forestal. A pesar de eso ha sido aislado de la presión que ejerce en la actividad económica sobre su ecosistema.

#### *1.1.2. Recurso forestal maderero*

Se entiende como sector forestal como el conjunto integral de las tierras bajo cobertura de bosques, las tierras de aptitud forestal, áreas naturales protegidas y la biodiversidad que en todas ellas está contenida, a más de los grupos sociales y de las instituciones vinculadas a su manejo y conservación (MAE, 2000, p. 33).

Un aprovechamiento forestal implica una serie de conocimientos precisos acerca de la biología de las especies forestales maderables. Todos los datos necesarios para ello, tales como determinación de ciclos, talas, períodos de entresaca y estimación de volúmenes de madera susceptible de explotación están basados en la edad y ritmo de crecimiento de los árboles. La dificultad de determinar la edad de los árboles o la tasa de crecimiento se agudiza en las zonas tropicales y subtropicales donde la visibilidad de los anillos no es buena y se desconoce el ritmo de crecimiento; esto es la causa principal del inadecuado manejo y la errónea explotación (Giménez et al., 2005, p. 2).

#### *1.1.3. Bosque nativo*

El bosque nativo provee cerca del 88 % del total de madera en Ecuador. Se estima que 7,35 millones de ha. En Ecuador se han utilizado bajo los sistemas agroforestales tradicionales. El sistema de áreas protegidas (SNAP), de acuerdo a la dirección de Biodiversidad del MAE al año 2003, establece que este sistema está compuesto de una red de más de 33 parques y reservas nacionales (EcuadorForestal, 2007, p. 70).

Uno de los recursos naturales más importantes con que cuenta el Ecuador para su desarrollo son los bosques; estos, constituyen una unidad ecosistémica formada por árboles, arbustos y demás especies vegetales y animales, resultado de un proceso ecológico espontáneo que interrelaciona otros recursos como el agua, la biodiversidad, el suelo, el aire, el paisaje, etc. La concepción tradicional de bosque nativo como proveedor de madera y su valoración a través de los inventarios forestales, debe ser ampliada a una definición que integre al bosque como un ecosistema interrelacionador de un sinnúmero de factores todavía no bien conocidos (INEC, 2016, p. 22).

#### ***1.1.4. Técnicas de investigación del recurso Forestal***

##### *1.1.4.1. Herbario*

El herbario es un banco de datos sobre la flora de una localidad, región o país. En un herbario se archivan colecciones de ejemplares vegetales "secos" ordenados de acuerdo a un reconocido sistema taxonómico destinado a estudios científicos y comparativos de identificación sistemática. Un herbario constituye un muestrario representativo de las características morfológicas, la distribución geográfica y la historia filogenética de los vegetales de un determinado país, región o de todo el mundo (Caranqui, 2003, p. 1).

##### *1.1.4.2. Recolección de muestras*

Para tener una colección de calidad se debe tener muestras de calidad para lo cual, los especímenes se deben coleccionar fértiles, con la respectiva información de la localidad, características de la planta e información general (Caranqui, 2003, p. 3).

##### *1.1.4.3. Secado de plantas*

Se utilizar la secadora de plantas a gas del Herbario a una temperatura de 70 °C, con una duración de 8 horas; antes de esto se agrupa las plantas en prensas de hasta 40 cm de alto previa presión. Las muestras en la prensa están intercalados con secantes y corrugados de aluminio (Caranqui, 2003, p. 3).

#### *1.1.4.4. Identificación de muestras*

Se procede a la identificación previa de las muestras por comparación de las muestras existentes en la colección del Herbario. De las muestras que no han sido identificadas, un duplicado se distribuirá a los Herbarios de amplia trayectoria como son: Nacional y Católica en la ciudad de Quito y al especialista para su posterior identificación (Caranqui, 2003, p. 3).

#### *1.1.4.5. Montajes de las muestras*

Quiere decir pegar una muestra botánica con goma blanca en una cartulina (29x41 cm), además deberán acompañar la etiqueta en el lado inferior derecho, el sello del Herbario en el lado superior derecho y un sobre pequeño en el lado superior izquierdo. Después se cocerá las partes más gruesas o leñosas para sujetar la muestra (Caranqui, 2003, p. 4).

#### *1.1.5. Madera*

La madera (del lat. materia), xilema (del griego lignificarse) o leño (del lat. Lignum) es la parte sólida de los árboles por debajo de la corteza. Es el conjunto de elementos lignificados, lo mismo traqueas o traqueidas. En sentido estricto, en cuanto al período de su formación, todo tejido secundario producido por el cambium hacia el interior del mismo (Giménez et al., 2005, p. 1).

El leño es un material altamente heterogéneo por su estructura y textura, por lo que exige importantes investigaciones en el ámbito de la Tecnología Industrial y del Mejoramiento Genético con el fin de obtener una materia prima lo menos variable posible. El secado de la madera, los sistemas de corte, el encolado, etc. están relacionadas con de las cualidades anatómicas de cada especie (Giménez et al., 2005, p. 1).

Corteza, es el término popular que se emplea en relación con todos los tejidos que se encuentran fuera del cilindro leñoso. En los árboles de cierta edad, generalmente se pueden distinguir dos partes: una interna viva y una externa muerta (INEN, 2013, p. 4).

#### *1.1.6. Estructura de las maderas Latifoliadas*

La estructura interna de las Latifoliadas es más especializada y compleja que las Coníferas. Debido a su mayor complejidad estructural tienen gran variedad de elementos que auxilian a su mejor identificación. Las células del cambium de Latifoliadas, son menores que las de las Coníferas y también las células que originan. Esta diferencia de longitud es la razón por la cual

el papel realizado a partir de Latifoliadas es, normalmente, de inferior calidad que el de Coníferas (Giménez et al., 2005, p. 11).

### ***1.1.7. Propiedades organolépticas de la madera***

#### *1.1.7.1. Color*

El color de la madera se debe básicamente a los extractivos que se encuentran en el interior de las células leñosas. El color varía no solo entre diferentes clases de madera sino también dentro de una especie y, en algunos casos, en la misma pieza de madera (Gonzales, 2008, p. 15). además, nos menciona que generalmente existen diferencias de color entre la albura y el duramen; sin embargo, en algunas maderas no existe tal diferenciación. El color también es variable según el contenido de humedad de la madera (Cloquell et al., 2005, p. 38).

#### *1.1.7.2. Olor*

Algunas maderas poseen un olor característico que las distinguen de otras. Este olor es producido por las sustancias de infiltración presentes en el duramen. Por esta razón, la presencia de un olor distintivo es una característica que debe buscarse en la porción correspondiente al duramen. Hay olores que son producidos por la acción de agentes xilófagos, mohos o bacterias y, dichos olores en estos casos, son más acentuados en la albura debido a los altos contenidos de sustancias de reserva, principalmente almidón, presentes en la misma. El uso del olor como medio de identificación tiene algunas desventajas, ya que esta característica de la madera es muy efímera, primero por la dificultad de describir un olor, lo cual lo hace muy subjetivo y segundo porque el olor disminuye rápidamente con el proceso de secado de la madera (Cloquell et al., 2005, p. 47).

Los olores son producidos por exudaciones de ciertas sustancias químicas, tales como gomas, resinas y aceites. Estas sustancias se encuentran infiltradas en la madera, las que al volatilizarse emanan olores característicos. Constituyen una ayuda para la identificación de la especie sólo si se considera la porción del duramen (Gonzales, 2008, p. 16).

#### *1.1.7.3. Sabor*

El sabor está dado por el efecto por algunas sustancias contenidas en las células de la madera. El sabor debe emplearse con cierto cuidado pues algunos árboles contienen sustancias tóxicas que pueden ocasionar alergias al ser humano (Gonzales, 2008, p. 17).

#### 1.1.7.4. *Brillo o lustre*

Es la característica típica de algunos grupos de especies o algunas especies donde el lustre o brillo es producido por el reflejo que causan los elementos que conforman los radios cuando éstos son expuestos a la luz. El lustre de la madera depende en parte del ángulo de incidencia de la luz sobre la superficie y de los tipos de células expuestas (Gonzales, 2008, p. 17).

#### 1.1.7.5. *Textura*

Se refiere al tamaño y cantidad proporcional de células leñosas presentes en una pieza de madera. Esta característica es determinada en la sección transversal. Las maderas de poro pequeño, radios finos y escaso parénquima se consideran como de textura gruesa. La situación intermedia entre las antes mencionadas es una textura mediana (Cloquell et al., 2005, p. 50).

- **Textura Gruesa:** Poros con diámetros tangenciales fácilmente visibles a simple vista (más de 250 micras); parénquima abundante; radios leñosos anchos y tejido fibroso escaso.
- **Textura Media:** Poros con diámetros tangenciales visibles aun a simple vista (de 150 a 250 micras), parénquima regular; radios leñosos medios; regular tejido fibroso.
- **Textura Fina:** Poros con diámetros tangenciales visibles con lupa de 10x (menos de 150 micras), parénquima escaso, radios leñosos finos; abundante tejido fibroso (Gonzales, 2008, pp. 22-23).

#### 1.1.7.6. *Veteado*

Está definido por la veta o figura que se origina en la superficie longitudinal pulida debido a la disposición de los elementos constitutivos del leño (vasos, radios leñosos, parénquima y anillos de crecimiento), así como al tamaño y la abundancia de ellos. El tipo de veteado también depende de la sección de corte, así como del tipo de grano que pueda presentar una madera. Los veteados o figuras generalmente son el veteado acentuado y muy acentuado, veteado suave y veteado Mediano, según Gonzales (2008, p. 24) se clasifica en:

- **Arcos superpuestos:** Se perciben en la sección tangencial. Están definidos por los límites de los anillos de crecimiento. Se observa como una figura de arcos dispuestos uno sobre otro.
- **Bandas paralelas:** Se observan en la sección radial y es el efecto producido por alternancia de grupos de poros y fibras, orientados en dirección levemente diferentes.

- **Jaspeado:** Se presenta en la sección radial y corresponde al efecto visual de contraste en brillo o color de los radios seccionados y alternados con zonas fibrosas.

#### *1.1.7.7. Grano*

Con respecto a lo que dice Cloquell et al. (2005, p. 55). El grano es la característica donde la madera presenta la orientación de los elementos longitudinales con respecto al eje longitudinal de la misma. El término grano describe la dirección de las células longitudinales dominantes en el árbol. Esta característica es importante para definir una de las cualidades de la madera desde el punto de vista estructural y según Gonzales (2008, pp. 19-22) entre los diferentes tipos de grano tenemos los siguientes:

- **Grano recto:** Cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos rectos con respecto al eje de árbol.
- **Grano entrecruzado:** Cuando la dirección de los elementos leñosos se encuentra en dirección alterna u opuesta, haciendo que la separación de la madera sea difícil.
- **Grano ondulado:** Cuando la dirección de los elementos leñosos es ondeada u ondulada.
- **Grano oblicuo:** Se produce cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos agudos con respecto al eje del árbol.

#### *1.1.8. Anatomía de la madera*

Para Maderea (2018, p. 2), un árbol es un ser vivo formado por varias células. Cada célula desempeña diversas funciones. La funcionalidad y disposición de estas células originan multitud y diversidad de tejidos. Las uniones de estos tejidos forman y dan lugar a las diferentes partes, cada una con sus funciones. En el caso de los árboles, estos tejidos darán lugar a las distintas partes del árbol.

Aplicando esta sencilla explicación, se intuye la existencia de numerosas peculiaridades en la anatomía de los seres vivos.

Concretamente, entre las particularidades de la madera destaca que no solo que no es un material homogéneo, si no que las diferentes células que lo componen desempeñan las funciones de conducción de savia, sostén del vegetal, transformación y almacenamiento de los productos vitales.

La madera es un material utilizado en la construcción. Los cortes más comercializados son (Maderea, 2018, p. 2):

- **Transversal:** perpendicular al eje de la rama o tronco.
- **Radial:** que pasa por el eje y un radio de la rama o tronco.
- **Tangencial:** paralela a un plano tangencial al tronco.

Para Giménez et al. (2005, p. 1) la anatomía de la madera es una rama de la botánica de gran importancia dentro de la rama 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.

Esta información puede servir para la solución adecuada de problemas en faena de explotación, procesamiento y utilización de la madera, evolución de especies, la Anatomía de la Madera se estudia con el fin de (Giménez et al., 2005, p. 1):

- Conocerla y darle un uso correcto.
- Determinar especies.
- Predecir usos adecuados.
- Prever el comportamiento del leño en procesos industriales.
- Evaluar la aptitud tecnológica de la madera.

### ***1.1.9. Características microscópicas de la madera***

#### ***1.1.9.1. Parénquima***

El parénquima es el tejido leñoso de color más claro que el tejido fibroso, cuyas células son cortas y de paredes delgadas, y tienen como función el almacenamiento, distribución y segregación de los carbohidratos, así como la producción de ciertas sustancias orgánicas. Se encuentran orientadas a lo largo del eje del árbol (Gonzales, 2008, p. 26).

Tejido llamado también fundamental, porque es preponderante en la mayoría de los órganos vegetales, constuido por células generalmente isodiamétricas, de membranas sutiles y no lignificadas, con el protoplasma parietal y en el centro uno o varias vacuolas (Giménez et al., 2005, p. 37).

Este tejido se observa sobre la superficie humedecida a simple vista o con lupa 10X. en la sección transversal de la madera. Su forma de agrupamiento es de importancia en el proceso de identificación, encontrándose los siguientes tipos:

### **Parénquima Apotraqueal**

Tiene esta denominación cuando las células de parénquima se encuentran de forma aislada de los poros; es decir, en forma independiente. El parénquima apotraqueal puede tener una forma: difusa, reticular y/o en bandas de acuerdo a Gonzales (2008, pp. 27-28). el parénquima apotraqueal se clasifica en:

- **Difuso:** Cuando células individuales de parénquima se encuentran en forma dispersa sin contacto alguno con los poros.
- **En bandas:** Cuando las células de parénquima, como su nombre lo indica, forman bandas. A su vez éste se subdivide en:
  - **Bandas o líneas delgadas:** Cuando las células de parénquima forman bandas muy delgadas, pudiendo ser estas continuas o irregulares.
  - **Bandas anchas:** Cuando las células de parénquima forman bandas anchas, de un espesor más o menos uniforme.
  - **Reticulado:** Diseño semejante a una red que forman en la sección transversal los radios y las bandas regularmente espaciadas de parénquima longitudinal, cuando éstas y los radios son casi del mismo ancho y separación.

### **Parénquima Paratraqueal**

Cuando las células de parénquima se encuentran rodeando parcial o en su totalidad a los poros o vasos. El parénquima paratraqueal puede ser: vasicéntrico y aliforme (Gonzales, 2008, p. 29).

- **Vasicéntrico:** Cuando las células de parénquima rodean totalmente a los poros, de forma circular o más o menos ovalada. El número de células que rodea a los poros puede ser de una o más hileras de células.
- **Aliforme:** Cuando las células de parénquima rodean totalmente a los poros, tomando formas de alas.

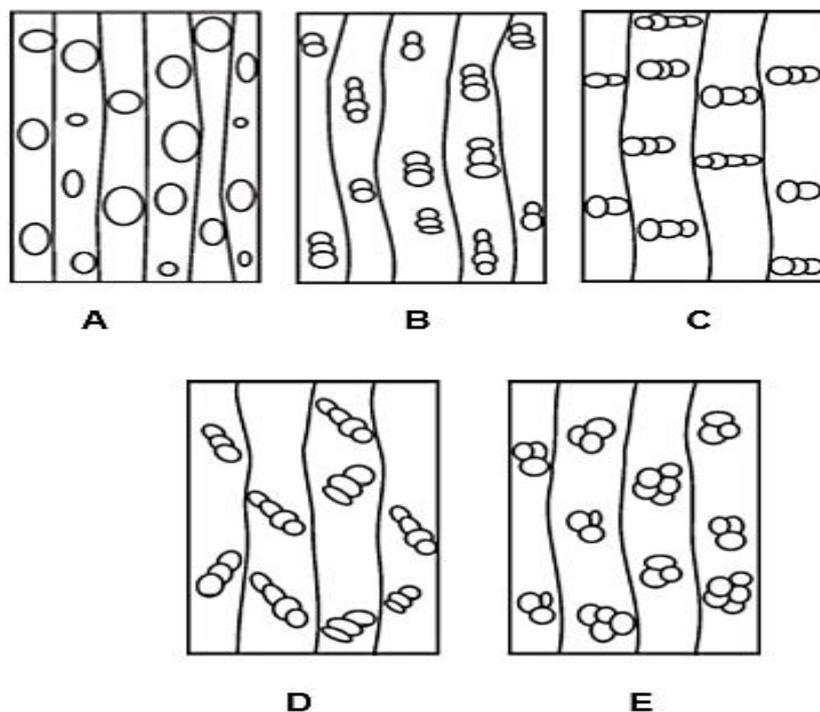
### 1.1.9.2. Vasos (Poros)

Un vaso es un conjunto axial (vertical) de células superpuestas, llamadas miembros de vasos, formando una estructura tubiforme continua de largo indeterminado, su función es la conducción de líquidos en la madera (Giménez et al., 2005, p. 43).

Existen poros solitarios y poros múltiples

- **Poros solitarios:** Poro totalmente rodeado por elementos de otro tipo.
- **Poros múltiples:** Grupo de dos o más poros dispuestos compactamente y achatados a lo largo de sus líneas de contacto; tal disposición los hace parecer subdivisiones de un solo poro (Gonzales, 2008, pp. 31-32).

En la figura 1-1 se pueden observar los tipos, siendo estos: A) Solitarios; B) Múltiples Radiales; C) Múltiples Tangenciales; D) Múltiples Diagonales; E) Múltiples Racemiformes):



**Figura 1-1.** Aspecto de los poros y su agrupamiento (Plano transversal)

Fuente: Giménez et al., 2005

### 1.1.9.3. Radios

Los radios están constituidos por tejido parenquimatoso que se orientan en forma perpendicular al eje del árbol, semejantes a una cinta. Se puede apreciar en la sección transversal, a simple vista o con lupa 10x, como se aprecia en el gráfico siguiente, como se aprecia en la figura 2-1:



**Figura 2-1.** Radios en el tronco de una especie maderable

Fuente: Gonzales, 2008

Existen dos tipos de cortes: transversal **X**, y longitudinal (Radial **Y** y Tangencial **Z**) como podemos observar en la figura 3-1 (Gonzales, 2008, p. 32):



**Figura 3-1.** Vista de los radios en el corte transversal, radial y tangencial

Fuente: Gonzales, 2008

### **1.1.10. Densidad de la madera**

La densidad de madera de un árbol es una variable interesante porque informa sobre la cantidad de carbono que la planta destina al costo de construcción. La densidad de madera varía dentro de la planta, durante la vida de la planta y entre individuos de una misma especie. Además, las ramas y las partes exteriores del tronco tienden a presentar densidades de madera más bajas que la médula del tronco (Chave, 2006, p. 2).

Chave (2006, p. 2) también menciona que la densidad de madera se define como el cociente entre la masa del material seco con estufa, dividido por la masa del agua desplazada y por su volumen verde.

La norma UNE 56-540 establece la siguiente clasificación (Tabla 1-1) para la densidad de las maderas (AITIM, 1997; citado en Peral, 2014, p. 14).

**Tabla 1-1:** Tabla de clasificación para la densidad de maderas

<b>MADERA</b>	<b>DENSIDAD</b>
Muy ligera	<350
Ligera	350-500
Semipesada	510-700
Pesada	750-950
Muy pesada	>950

**Fuente:** AITIM, 1997; citado en Peral, 2014

### **1.1.11. Contenido de humedad**

El contenido de humedad de la madera es uno de los parámetros más importantes a considerar para los distintos propósitos en que será utilizada, actualmente se utilizan secadores industriales para satisfacer estrictamente las exigencias de los mercados internacionales, que se orientan crecientemente hacia madera seca (Ihmaidan y Monardez, 2006, p. 23).

### **1.1.12. Tinciones**

Un colorante se define como una sustancia capaz de dar color a células, tejidos, fibras, etcétera. De acuerdo con su origen, se pueden dividir en: colorantes naturales, los cuales son extraídos de plantas o animales, y colorantes artificiales, que son aquellos de minerales procesados y manipulados en el laboratorio (López et al., 2014, p. 11).

#### *1.1.12.1. Safranina*

La colorante safranina también conocido como dimetil safranina y rojo básico es comúnmente utilizado para teñir tejidos biológicos, y sirve como herramienta en la detección de estructuras en células eucariontes y procariontes. Se utiliza en distintas técnicas histológicas que detectan células enterocromafines del tracto gastrointestinal, el protoplasma y núcleo de microorganismos patógenos (Sánchez, 2012, p. 83).

#### *1.1.12.2. Astra Blue*

Astra Blue es una tintura para oligo- y polisacárido tales como la sacarosa en muestras vegetales. La tintura Astra Blue también es usada en el estudio de mastocitos en preparados humanos o muestras de sangre (Amaina, 2016, párr. 1).

Estos métodos se pueden aplicar a cortes de microtomo y manos libres embebidos en parafina, paraplast o historesina. Además, se pueden utilizar para estudiar cáscaras epidérmicas aisladas y preparaciones de polen (Kraus et al., 2009, párr. 1)

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Características del lugar

##### 2.1.1. Localización

Las muestras de madera de cada especie, se las colectaron en la propiedad del señor Mario Paredes, en el sector Hispano, Parroquia Ávila Huiruno, cantón Loreto, provincia de Orellana, con una altitud de 320 a 3732 m.s.n.m. con una extensión territorial de 2150,60 Km.

##### 2.1.2. Características climáticas y edafológicas

Temperatura media anual: va desde los 16° C, hasta los 26° C

Precipitación: su pluviosidad es de 3000 a 5000 milímetros anuales

Clasificación ecológica: Bosque húmedo tropical (GAD Parroquial de Huiruno, 2015, p. 22).

#### 2.2. Materiales y equipos

##### 2.2.1. Materiales de campo

Botas, celular Redmi note 8 pro, cinta métrica, etiquetas, fundas plásticas, GPS Garmin 64s, lápiz, libreta de campo, machete, papel periódico, pie de rey, prensa de cartón, poncho de agua, serrucho.

##### 2.2.2. Materiales de herbario

Cuerda, papel periódico, papel secante, prensa de madera.

##### 2.2.3. Materiales y equipos de oficina

Hojas papel bond, computadora portátil Hp Windows 8, cuaderno de apuntes, programa ArcGIS, programa Infostat.

#### ***2.2.4. Materiales de laboratorio***

Agua destilada, alcohol al 70 %, autoclave (Biobase USA), balanza digital marca OHAUS, explorer, cajas Petri, cubos de madera de cada especie de 2x2x2 (cm) (PRISMAS), frasco de vidrio de 50ml, guantes industriales, jeringa 10 ml, marcador, microscopio (Quimis motic) con lentes 4X y 10X, micrótopo (tipo Spencer 820), papel absorbente, papel aluminio, pinzas de manipulación, placas porta y cubre objetos, probeta (100 ml), tabla de Munsell, tinte Astra Blue, tinte Safranina.

### **2.3. Metodología**

#### ***2.3.1. Para cumplir con el primer objetivo: Identificar las especies forestales a nivel de herbario***

##### *2.3.1.1. Selección del área de estudio*

El reconocimiento del lugar y georreferenciación de las coordenadas de cada una de las especies de estudio fueron tomadas con el GPS; se realizó el mapa donde se encuentra el área a estudiar por medio del software ArcGis10.1.

##### *2.3.1.2. Colección de muestras botánicas*

Se recolectaron muestras de las especies maderables en estado fértil completas, es decir con: hojas, flores y frutos, a excepción de la especie conocida como tamburo. Se tomaron muestras de madera por cada árbol (uva de monte, guaba, tamburo, pata de vaca y guayabillo conocidas con ese nombre común en el sector de Ávila Huiruno) y se registraron los datos importantes como: olor, sabor, color de la flor, etc. en una libreta de campo, la autorización de recolección de especies sin fines comerciales fue solicitado al Ministerio del Ambiente y Agua mediante su página web del Sistema Único de Información Ambiental SUIA.

##### *2.3.1.3. Prensado de las muestras*

Para el prensado se colocó cada muestra dendrológica en papel periódico doblado a la mitad con una capa de papel absorbente y una capa más de cartón para que pierda humedad, tanto para la parte inferior como superior.

Después las colocamos en la prensa y aseguramos con cuerda para conseguir una estabilidad y mejor secado de las muestras, además se debe cambiar el periódico diariamente para evitar que las muestras se vean afectadas por hongos y se pudran.

#### *2.3.1.3. Identificación*

La identificación se hizo en el bosque en base en las propiedades morfológicas y organolépticas que presenta la especie, después las muestras dendrológicas fueron comparadas con los especímenes que se hallan en el herbario institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP).

#### ***2.3.2. Para el cumplimiento del segundo objetivo analizar las propiedades físicas y químicas de las especies***

##### *2.3.2.1. Propiedades físicas de la madera*

- a) Para las características macroscópicas se elabora una tabla donde describimos cada especie de acuerdo con las observaciones pertinentes con nuestros sentidos (vista, gusto, olfato y tacto)
  - b) En esta fase es importante obtener muestras de madera con las siguientes dimensiones: 12 x 6 x 2 cm de acuerdo a las normas COPANT 458 en donde se obtienen las características de cada especie como: color, textura, lustre, veteado, olor y sabor, así también como los datos de densidad.
- Para describir el color de la madera de cada especie se utilizó la tabla de Munsell.
  - En la descripción del brillo o lustre se categorizó en alto, medio y bajo.
  - Para la textura se clasificó en fina, mediana y gruesa
  - En el veteado se realizó la clasificación según su forma: arcos super puestos, jaspeado o satinado y en bandas paralelas
  - Para el sabor se utilizaron las categorías de dulce, amargo, agradable, desagradable picante y agrio.
  - Finalmente, para el olor se lo catalogó como fragante, astringente, agradable y/o desagradable.
  - Se separó un prisma de madera de 2cm x 2cm x 2cm de acuerdo a las normas COPANT 458, a la muestra se pesa inmediatamente para obtener el peso en verde y luego se la seca a temperatura ambiente, cuando está totalmente seco para pesar nuevamente para obtener su

peso y sacar los datos de densidad de cada especie, al final se aplica la fórmula según (Botero, 2010, p. 28)

$$d = \frac{m}{v}$$

Dónde:

d= Densidad

m= Masa

v= Volumen

### 2.3.2.2. *Propiedades químicas de la madera*

Los estudios se realizaron en el laboratorio de ciencias biológicas de la Facultad de Recursos Naturales en el cual, para el cálculo del pH se utilizó una tarrina de plástico por cada especie, luego se pesó 20gr de aserrín fino en una balanza y agregamos agua destilada poco a poco hasta obtener una mezcla homogénea, se dejó reposar por una hora y procedemos a colocar el pH-metro tomando en cuenta la primera lectura como referencia exacta.

### 2.3.2.3. *Propiedades anatómicas de la madera*

- a) El estudio de las características anatómicas se realizó con cinco prismas de madera, según las normas COPANT 458, en donde se obtuvieron los cortes radial, tangencial y longitudinal en el micrótopo.
- b) En un frasco de vidrio se colocaron cinco cubos de madera luego se añadió agua destilada con un volumen conocido hasta cubrir por completo los cubos y se puso encima el papel aluminio para tapar el frasco, después se los llevó a la autoclave con una temperatura de 121 °C por ciclo (una hora) a uno 1,2 atm de presión, cabe recalcar que existen especies que necesitan un solo ciclo siendo estas maderas blandas y otras que requieren más de uno que corresponde a las maderas duras.
- c) Después de realizar los cortes transversal, radial y tangencial en el micrótopo a 0,3 micras cada muestra, las láminas cortadas se colocaron en una caja Petri previamente etiquetada para no confundir las especies mientras éstas se mantenían hidratadas, se debe tomar en cuenta que mientras más láminas se corten será mejor para el estudio de las estructuras.
- d) En la preparación de los tintes se colocaron 1,5 ml de Safranina y 1,5ml de Astra Blue en diferentes cajas Petri y para la combinación (Safranina + Astra Blue) se tomó la relación uno a uno con 1,5 ml.

- e) Para la tinción de las muestras histológicas de cada especie se realizó el siguiente procedimiento: utilizamos 9 láminas de madera, sumergimos las láminas durante 10, 20 y 30 segundos por cada tinte y su combinación, luego se procedió a retirar el exceso de tinte (las láminas de safranina lavamos con agua destilada mientras que las láminas de astrablue y la combinación retiramos con alcohol) secamos con papel absorbente el exceso de humedad, para después realizar el montaje de las muestras en porta y cubre objetos y etiquetamos.
- f) Como último paso se observan las placas con los diferentes cortes: radial, tangencial y longitudinal, en el microscopio con los lentes 4X y 10X para determinar el tipo de estructura anatómica que presenta cada especie como: tipo de poros, parénquima, radio, punteaduras, etc. Después de fotografiar cada placa, se observaron las imágenes con la ayuda del programa MOTIC PLUS 2.0.

### ***2.3.3. Para el cumplimiento del tercer objetivo: comparar los tintes de las especies***

#### *2.3.3.1. Tabla para selección de tinte*

Para determinar cuál es el mejor tinte en el presente estudio, se estableció realizar una lista de las características propias de los cortes transversales (poros, radios, parénquima, porosidad), tangencial (vasos, fibras, parénquima, radios y punteaduras) y radial (elementos del vaso, traqueidas y punteaduras) de las cinco especies, se dio una valoración de 1 en las características que si se pudieron visualizar con la aplicación de los tintes y 0 en las características que no se lograron observar, luego se desarrolló una sumatoria y con eso se seleccionó la mejor tinción para cada especie.

#### *2.3.3.2. Análisis estadístico*

Se tomó tres fotografías de cada placa en los cortes (transversal, tangencial y radial) con las diferentes tinciones por cada especie. Con el programa MOTIC PLUS 2.0, se visualizó y contabilizó el número de poros solitarios, múltiples de 2, 3 y 4 etc. Y se midió el perímetro de cada uno. Los datos fueron introducidos en tablas de Excel donde se procedió a tabular.

Con el programa estadístico infostat, para probar la normalidad realizamos la prueba de Shapiro Wilks, donde se plantea una hipótesis nula con un nivel de confianza de ( $p < 0,05$ ), si la distribución no es normal aplicamos el test de Kruskal-Wallis, y para el análisis comparativo entre las especies con la prueba de TUKEY 5% para identificar las características.

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Para cumplir el primer objetivo

Identificar las especies forestales a nivel de herbario. Las especies forestales comerciales son conocidas en el sector de Hispano, parroquia Ávila Huiruno por su nombre común como: Uva de monte, Tamburo, Guaba, Guayabillo y Pata de vaca. En la tabla 1-3 a continuación se detallan las cinco especies forestales en estudio con sus nombres científicos identificados en el Herbario Institucional de la ESPOCH-CHEP.

**Tabla 1-3: Identificación dendrológica de las cinco especies forestales**

FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Urticaceae	<i>Pouroma cecropiifolia</i> Mart.	Uva de monte
Vochysiaceae	<i>Vochysia braceliniae</i> Standl.	Tamburo
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	Tamburo
Fabaceae	<i>Bauhinia tarapotensis</i> Benth.	Pata de vaca

Realizado por: Barba Martha, 2021

#### 3.1.1. *Pouroma cecropiifolia* Mart (Uva de monte)

**Orden** Rosales

**Familia** Urticaceae

**Genero** Pouroma

Árbol aproximadamente de 13 m a 26 m de altura y 13,37cm a 35 cm de DAP. Su fuste es delgado con corteza lisa de color grisáceo, presenta un látex café, provisto de anillos. Hojas simples palmadas de 5 a 9 lobuladas, inflorescencia racemosa de color blanco. El fruto es una drupa comestible ovoide de cascara verde al formarse y cuando se madura se torna violeta y se desprende fácilmente, la pulpa es blancuzca y dulce que envuelve a la semilla. Se encuentran en bosques húmedos tropicales y frecuentemente en lugares secundarios, de esta especie se aprovechan en gran mayoría los productos forestales no maderables, como podemos observar en la figura 1-3.



**Figura 1-3.** *Pouroma cecropiifolia*. A. Tipo de fuste y corteza. B. Los frutos y hojas

Realizado por: Barba Martha, 2021

### 3.1.2. *Vochysia braceliniae* Standl. (Tamburo)

**Orden** Myrtales

**Familia** Vochysiaceae

**Genero** Vochysia

Árbol de hasta 30 m de altura y 12 cm de DAP. Fuste recto sin gambas corteza lisa blancuzca, la corteza se desprende fácilmente en placas, hojas oblongas con las nervaduras muy pronunciadas, inflorescencia de color amarillo en forma de espiga se localizan encima de la copa del árbol, su madera es utilizada en la industria para contrachapados y chapas, instrumentos musicales y molduras, se encuentra en bosque Húmedo tropical y prefiere suelos bien drenados, como se puede ver en la figura 2-3. La altura de esta especie concuerda con lo que se menciona en (Trópicos, 2021, p.2) que, de acuerdo a las colecciones realizadas, esta especie puede encontrarse desde 12 a 30 m de altura, con un diámetro entre 12 cm hasta 50 cm de DAP.



**Figura 2-3.** *Vochysia braselinae*. A. Color de albura, duramen y tipo de corteza. B. Tipo de hojas e inflorescencias

Realizado por: Barba Martha, 2021

### 3.1.3. *Inga edulis* Mart. (Guaba)

**Orden** Fabales

**Familia** Fabaceae

**Genero** Inga

Árbol de hasta 20 m de alto con 13,37 cm de DAP, el fuste de color marrón grisáceo presenta lenticelas más o menos lisas, con copa ancha, hojas membranosas compuestas imparipinadas. Presenta inflorescencia en forma decapitada (cabezuela) de color blanco. Su fruto es una vaina ligeramente curvada de hasta 1m de largo que cuelga de las ramas, contiene una pulpa blanca dulce que rodea a cada semilla. Sus hojas aportan de nitrógeno al suelo y se lo utiliza como cercas vivas como se observa en la figura 3-3.



**Figura 3-3.** *Inga edulis*. A. Tipo de corteza. B. Color de albura y duramen no diferenciado

Realizado por: Barba Martha, 2021

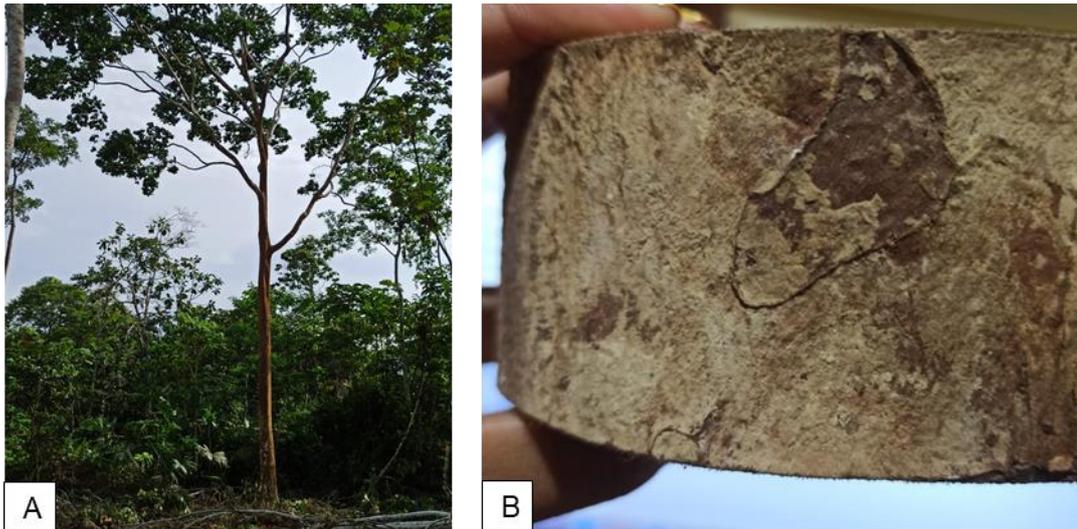
#### 3.1.4. *Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav.) Steud. (Guayabillo)

**Orden** Myrtales

**Familia** Combretaceae

**Genero** Terminalia

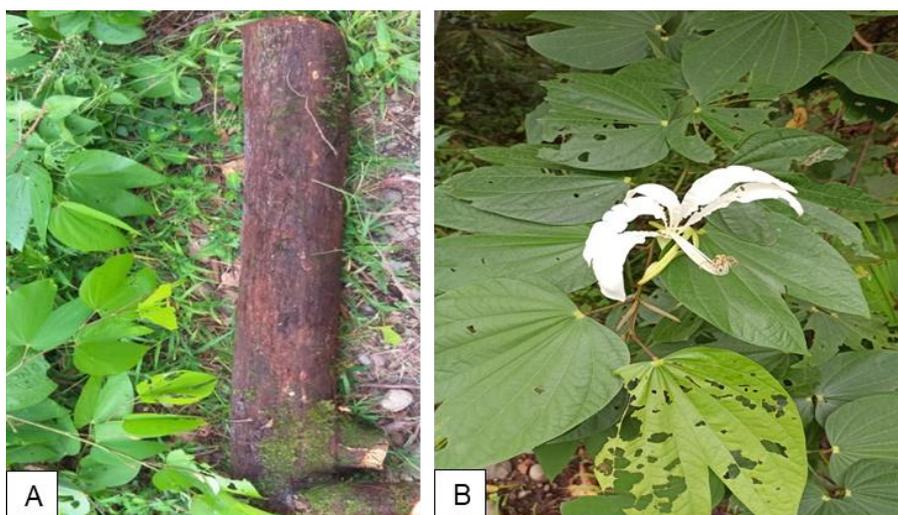
Árbol de 10 a 14 m de altura y 12,82 cm de DAP. Fuste con corteza exfoliante y lisa de color pardo grisáceo con pequeñas fisuras paralelas, tiene hojas simples alternas. El fruto es una samara de forma aplanada que primero son verdes y cuando maduran tienen un color café brillante, las flores son sésiles sin pétalos, de color verde amarillas con espigas terminales. Esa especie se usa en la industria para la fabricación de vigas, pisos, torneados, mangos para herramientas, carrocerías de camiones. Es una especie que se encuentra en bosques húmedo tropical, como se puede observar en la figura 4-3.



**Figura 4-3.** *Terminalia oblonga*. A. Árbol en hábito natural. B. Tipo de corteza que presenta  
 Realizado por: Barba Martha, 2021

### 3.1.5. *Bauhinia tarapotensis* Benth. (Pata de vaca)

Árbol de 6 a 12 m de altura y 15,28 cm de DAP con un fuste agrietado de color café, hojas bilobuladas con forma de pata de vaca, de ahí su nombre común, flores pentapétalas de color blanco con aroma, su fruto es una legumbre con semillas de color negro y aplanado en su interior, esta especie se encuentra comúnmente a orillas de afluentes hidrográficos, su distribución va desde Colombia hasta Perú y suelen estar en un rango de distribución altitudinal de 200 a 1000 m.s.n.m. De esta especie se aprovechan las hojas en la medicina ancestral se lo utiliza en infusiones para dolores de estómago y cicatrización de heridas.



**Figura 5-3.** *Bauhinia tarapotensis*. A. El tipo de corteza y fuste. B. El tipo de hojas y su flor

Realizado por: Barba Martha, 2021

### 3.2. Para cumplir el segundo objetivo

Analizar las propiedades físicas y químicas de las especies forestales.

#### 3.2.1. Propiedades físicas

##### 3.2.1.1. Densidad

**Tabla 2-3:** Densidad de las maderas

ESPECIES	Densidad en verde	Densidad en seco	Densidad básica	Evaluación
<i>Pouroma cecropiifolia</i> Mart.	0,35	0,27	0,31	muy ligera
<i>Vochysia braceliniae</i> Standl.	0,56	0,42	0,49	ligera
<i>Inga edulis</i>	0,42	0,36	0,39	ligera
<i>Terminalia oblonga</i>	0,69	0,5	0,60	semi pesada
<i>Bauhinia tarapotensis</i> Benth.	0,77	0,54	0,66	semi pesada

Realizado por: Barba Martha, 2021

En la determinación de las características de cada especie se obtuvieron los valores de densidad para *Bauhinia tarapotensis* Beth de 0,66 g/cm<sup>3</sup> clasificándola en una especie semi pesada, mientras que *Pouroma cecropiifolia* Mart presentó una densidad de 0,31 g/cm<sup>3</sup> clasificándola en una especie con densidad baja por lo tanto se la considera una especie muy ligera dentro de nuestro estudio.

Para analizar las propiedades físicas de las cinco especies se lo realizó con la ayuda de los sentidos (vista, gusto, olfato y tacto) grano, brillo, textura olor y sabor. Para determinar el color de cada especie se utilizó la tabla de Munsell. A continuación, se detalla las características organolépticas de las cinco especies en estudio.

##### 3.2.1.2. *Pouroma cecropiifolia* (Uva de monte)

Este árbol presenta un fuste delgado con una corteza lisa de color blanco grisáceo. La madera de esta especie es blanda, no se diferencia el color entre albura y duramen, según la tabla de Munsell tiene un color 8/2 blanquecino 10YR, su vetado es jaspeado satinado, grano recto, olor y sabor no distintivo brillo medio, textura fina; los poros se pueden apreciar a simple vista como se muestra en las figuras 6-3 y 7-3.



**Figura 6-3.** *Pouroma cecropiifolia*. Corte tangencial

**Realizado por:** Barba Martha, 2021



**Figura 7-3.** *Pouroma cecropiifolia*. Corte transversal

**Realizado por:** Barba Martha, 2021

### 3.2.1.3. *Vochysia brachelineae* (Tamburo)

Árbol que tiene un fuste recto, corteza lisa ligeramente agrietada de color blanquecino, es una especie poco resistente a los agentes patológicos, presenta un ligero exudado de color rojizo, el color de la albura no se diferencia y el duramen tiene un color rosáceo, según la tabla de Munsell nos muestra que tiene un color 8/4 rosado 5YR. Tiene olor y sabor ausente, vetado jaspeado satinado, brillo o lustre bajo, grano recto y textura fina como se puede ver en la figura 8-3 y 9-3.



**Figura 8-3.** *Vochysia braceliniae*. Corte tangencial

Realizado por: Barba Martha, 2021



**Figura 9-3.** *Vochysia braceliniae*. Corte transversal

Realizado por: Barba Martha, 2021

#### 3.2.1.4. *Inga edulis* (Guaba)

Árbol con corteza más o menos lisa de color marrón grisáceo, esta madera es propensa a ataque de hongos que dañan el color de la madera, según la tabla de Munsell tiene un color 8/2 marrón muy pálido 10YR, se considera una madera de tipo traposa con textura media, tiene olor y sabor no distintivo, lustre bajo, veteado jaspeado satinado, grano entrecruzado como podemos observar en las figuras 10-3 y 11-3.



**Figura 10-3.** *Inga edulis*. Corte tangencial

Realizado por: Barba Martha, 2021



**Figura 11-3.** *Inga edulis*. Corte transversal

Realizado por: Barba Martha, 2021

### 3.2.1.5. *Terminalia oblonga* (Guayabillo)

Árbol con corteza lisa, exfoliante, se desprende fácilmente de color pardo grisáceo, es una especie semi dura, no se diferencia el color entre albura y duramen, según la tabla de Munsell esta especie tiene un color 7/8 marrón amarillento 10YR, con olor y sabor poco distintivo, veteadado jaspeado satinado, brillo medio, textura fina, grano inclinado como se visualiza en las figuras 12-3 y 13-3.



**Figura 12-3.** *Terminalia oblonga*. Corte tangencial

Realizado por: Barba Martha, 2021



**Figura 13-3.** *Terminalia oblonga*. Corte transversal

Realizado por: Barba Martha, 2021

#### 3.2.1.6. *Bauhinia tarapotensis* (Pata de vaca)

Árbol con corteza agrietada de color café claro, es una madera considerada dura, según la tabla de Munsell esta especie tiene un color 8/2 marrón pálido 7.5YR olor poco característico sabor, ligeramente amargo, grano recto, veteados en arcos superpuestos, brillo o lustre medio, textura media como se observa en las figuras 14-3 y 15-3.



**Figura 14-3.** *Bauhinia tarapotensis*. Corte tangencial

Realizado por: Barba Martha, 2021



**Figura 15-3.** *Bauhinia tarapotensis*. Corte transversal

Realizado por: Barba Martha, 2021

**Tabla 3-3:** Resumen de características macroscópicas de las cinco especies en estudio

CARACTERÍSTICAS	<i>Pouroma cecropiifolia</i> (Uva de monte)	<i>Vochysia brachelineae</i> (Tamburo)	<i>Inga edulis</i> (Guaba)	<i>Terminalia oblonga</i> (Guayabillo)	<i>Bauhinia tarapotensis</i> (Pata de Vaca)
<b>CORTEZA</b>	blanco grisáceo	blanquecino	marrón grisáceo	pardo grisáceo	café claro
<b>OLOR</b>	no distintivo	agradable no distintivo	agradable no distintivo	poco distintivo	poco característico
<b>SABOR</b>	no distintivo	agradable no distintivo	agradable no distintivo	poco distintivo	ligeramente amargo
<b>GRANO</b>	recto	recto	entre cruzado	inclinado	recto
<b>TEXTURA</b>	finá	finá	media	finá	medio
<b>BRILLO</b>	medio	bajo	bajo	medio	medio
<b>VETEADO</b>	jaspeado o satinado	jaspeado o satinado	jaspeado o satinado	jaspeado o satinado	arcos superpuestos

Realizado por: Barba Martha, 2021

### 3.2.2. Características anatómicas

El ablandamiento de las maderas se realizó en la autoclave a 121°C y 1,2 atm, en la siguiente (tabla 3-3) se pueden observar detalladamente los ciclos que se necesitaron para cada especie.

**Tabla 4-3:** Ciclos de ablandamiento por especie

<b>ESPECIES</b>	<b>Número de cubos por especies (2x2x2)</b>	<b>ciclos (1-hora) agua destilada ml</b>
<i>Pouroma cecropiifolia</i>	5	1 ciclo-135ml
<i>Vochysia bracediniae</i>	5	3 ciclos-135ml
<i>Inga edulis</i>	5	8 ciclos-225ml
<i>Terminalia oblonga</i>	5	5 ciclos.155ml
<i>Bauhinia tarapotensis</i>	5	5 ciclos.155ml

**Realizado por:** Barba Martha, 2021

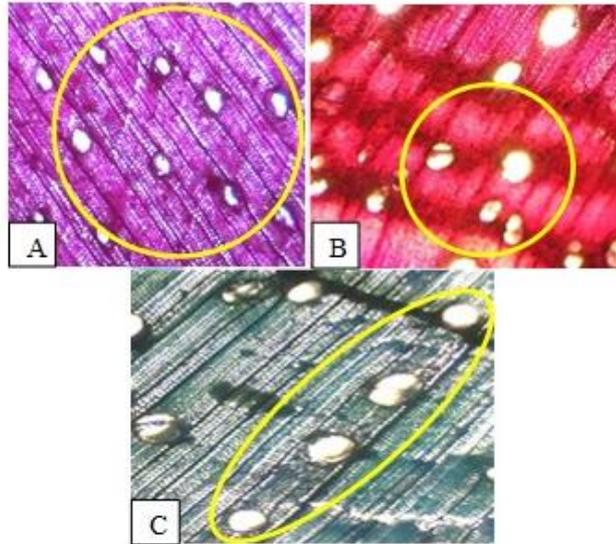
La especie *Inga edulis* necesitó 8 ciclos, esto se debe a que la muestra fue tomada de un árbol adulto o a su vez el corte se hizo del duramen, mientras que las especies que necesitaron menos ciclos fueron tomadas de árboles jóvenes.

#### 3.2.2.1. *Pouroma cecropiifolia* Mart (*Uva de monte*)

#### **Corte transversal**

En esta sección la figura 16-3 A. se observa en su gran mayoría poros solitarios, además los poros son difusos vista con el lente 4X. B. se observa con el lente 10X el parénquima paratraqueal en bandas. C. se puede apreciar la disposición de los poros en sentido radial, los radios son pequeños y visibles claramente.

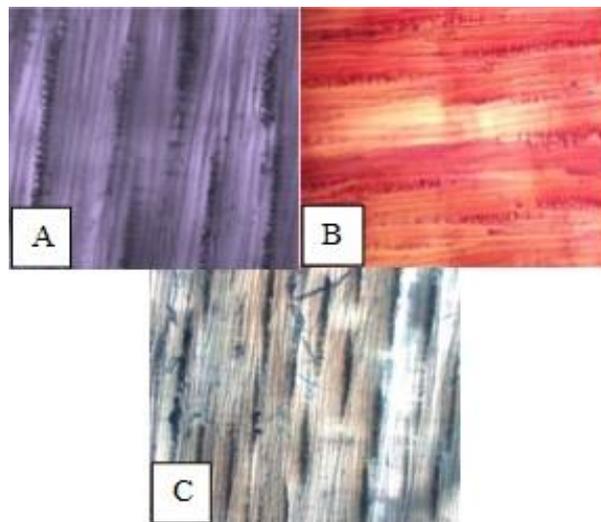
La especie *Pouroma cecropiifolia* (uva de monte) es muy liviana y poco resistente, esto se debe a que existe abundancia de parénquima, lo que concuerda con Giménez et al. (2005, p. 57) donde menciona que la abundancia de parénquima axial o transversal hace que la madera sea muy liviana, de baja resistencia mecánica y poca durabilidad natural.



**Figura 16-3.** *Pouroma cecropiifolia*. Corte transversal en microscopio  
 Realizado por: Barba Martha, 2021

### Corte tangencial

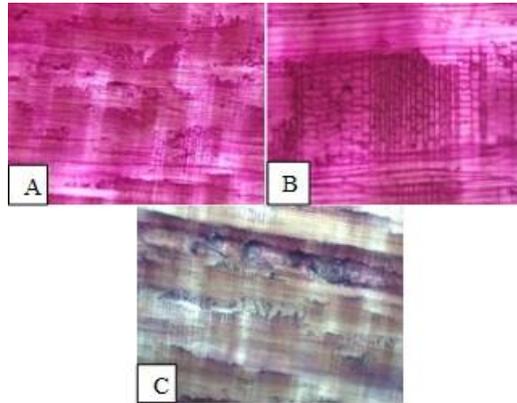
En esta sección la figura 17-3 muestra radios multiseriados de 3 con escasas células envolventes que envuelven al radio poco visibles vistos con el lente 10X Y 4X con los tintes de safranina, astrablue y la combinación (Safranina+Astrablue)



**Figura 17-3.** *Pouroma cecropiifolia*. Corte tangencial en microscopio  
 Realizado por: Barba Martha, 2021

### Corte radial

En esta sección la figura 18-3 se ve presencia de radios heterogéneos multiseriados con células erectas visto a través del lente 4X A. y 10X B. tinturado en safranina y con el lente 4X tinturado en Astrablue.



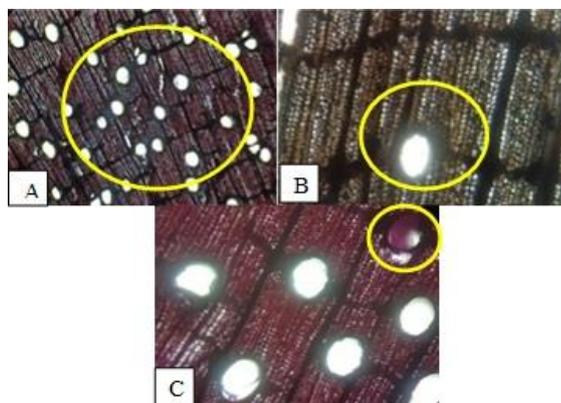
**Figura 18-3.** *Pouroma cecropiifolia*. Corte radial en microscopio

Realizado por: Barba Martha, 2021

### 3.2.2.2. *Vochysia braceliniae* (Tamburo)

#### Corte transversal

En esta sección se pueden observar la sección A. Porosidad difusa, presencia de parénquima paratraqueal aliforme de ala fina y larga confluyente, disposición de poros en forma radial visto con el lente 4X tinturado con safranina. B. Radios pequeños claramente visibles visto con el lente 10X tinturado con Astrablue. C. presenta gomitas que tapa el poro tinturado con safranina. como se observa en la figura 19-3.

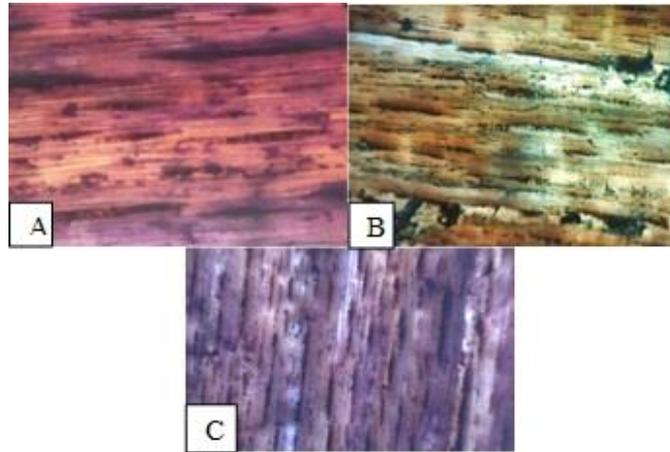


**Figura 19-3.** *Vochysia braceliniae*. Corte transversal en microscopio

Realizado por: Barba Martha, 2021

### Corte tangencial

En la figura 20-3 se pueden observar B. Radios uniseriados y biseriados con células envolventes vistos con el lente 4X y 10X tinturado con safranina, astrablue y la combinación (safranina+astrablue)

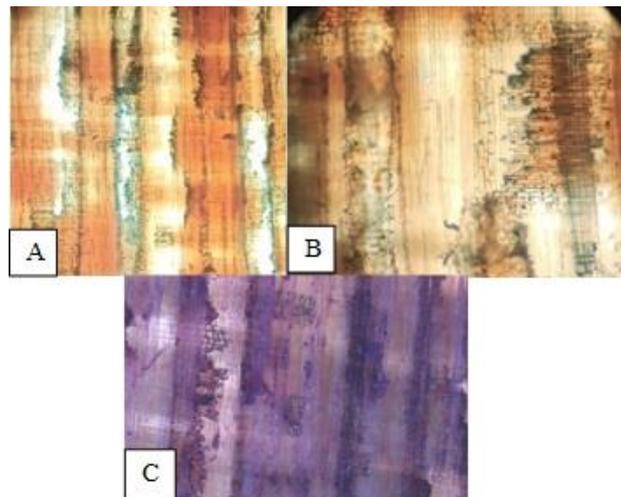


**Figura 20-3.** *Vochysia braceliniae*. Corte tangencial en microscopio

Realizado por: Barba Martha, 2021

### Corte radial

Figura 21-3, A. Radios multiseriados homogéneo visto con el lente 4X. B. Se nota miembro del vaso con En la siguiente figura 21-3 se puede observar las siguientes secciones punteaduras aeroladas en su interior visto con el lente 10X con tinte safranina



**Figura 21-3.** *Vochysia braceliniae*. Corte radial en microscopio

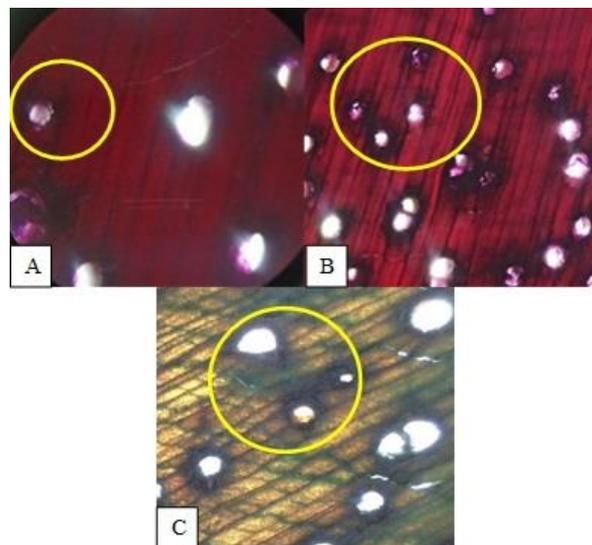
Realizado por: Barba Martha, 2021

### 3.2.2.3. *Inga edulis* (Guaba)

#### **Corte transversal**

Como se muestra en la figura 22-3 se muestran: A. gomas que tapan el poro. B. Poros solitarios en gran mayoría y escasos poros múltiples de dos, porosidad difusa tinturados con safranina y C. Disposición de poros radial vistos con el lente 10X presenta parénquima vasicéntrico y vasicéntrico unilateral, radios pequeños claramente visibles, con el lente 10X.

Con respecto al parénquima según Salinas (2019, p. 60) nos muestra que esta especie presenta un parénquima apotraqueal difuso, lo que no concuerda con nuestro estudio donde se observa un parénquima paratraqueal vacicéntrico y vasicéntrico unilateral.

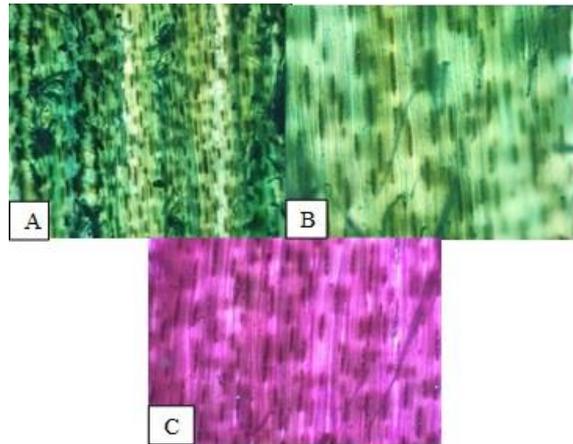


**Figura 22-3.** *Inga edulis*. Corte transversal en microscopio

Realizado por: Barba Martha, 2021

#### **Corte Tangencial**

En esta sección A. Se visualiza radios uniseriados vistos con el lente 4X B. Se presentan células envolventes como se muestra con el lente 10X tinturado con Astrablue. C tinturado con Safranina. Como se muestra en la figura 23-3.

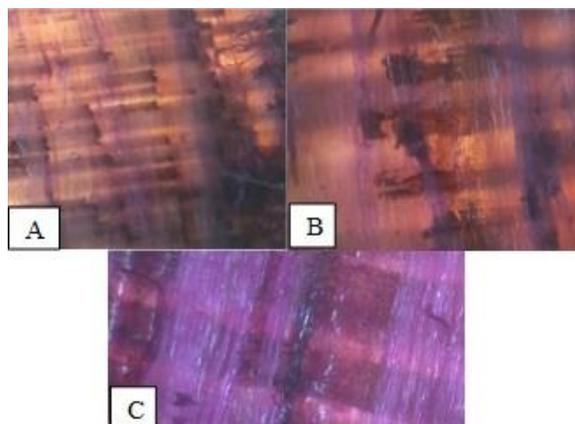


**Figura 23-3.** *Inga edulis*. Corte tangencial en microscopio

Realizado por: Barba Martha, 2021

### Corte Radial

En la figura 24-3 podemos observar que A, B y C tienen radios homogéneos con células procumbentes y en hileras vistas con el lente 4X y 10X tinturado en safranina y la combinación (Safranina+Astrablue).



**Figura 24-3.** *Inga edulis*. Corte radial en microscopio

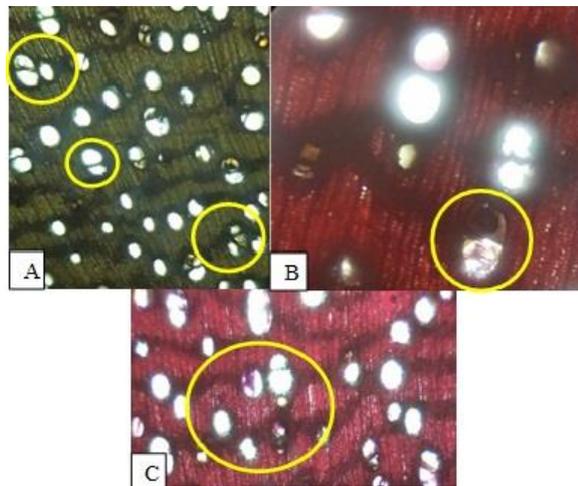
Realizado por: Barba Martha, 2021

#### 3.2.2.4. *Terminalia oblonga* (Guayabillo)

### Corte transversal

En esta sección podemos observar: A. Podemos observar poros solitarios, múltiples de 2 y 3 observados con el lente 4X tinturado en Astrablue. B. Se observa con el lente 10X la presencia

de cristales que se encuentran en cada uno de los poros. C presenta parénquima de ala fina y larga confluyente.

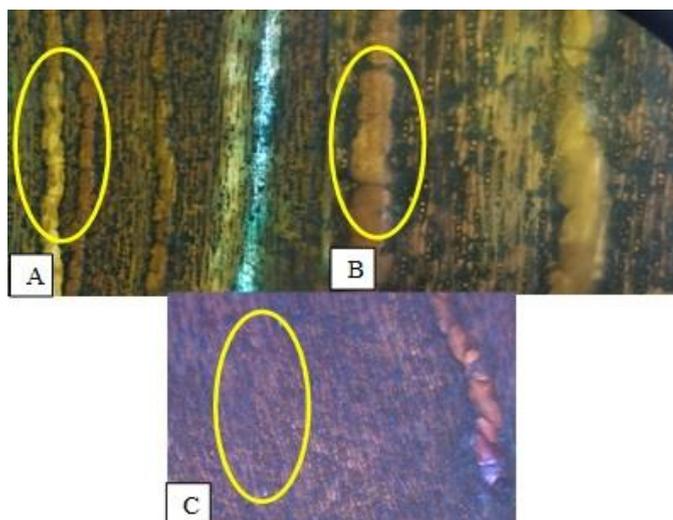


**Figura 25-3.** *Terminalia oblonga*. Corte transversal en microscopio

Realizado por: Barba Martha, 2021

### Corte Tangencial

En esta sección se encuentran radios uniseriados vistos con presencia de células envolventes y vasos con punteaduras visto a través de los lentes 4X y 10X tinturado con astrablue y la combinación (Safranina+Astrablue) mostrados en la figura 26-3.

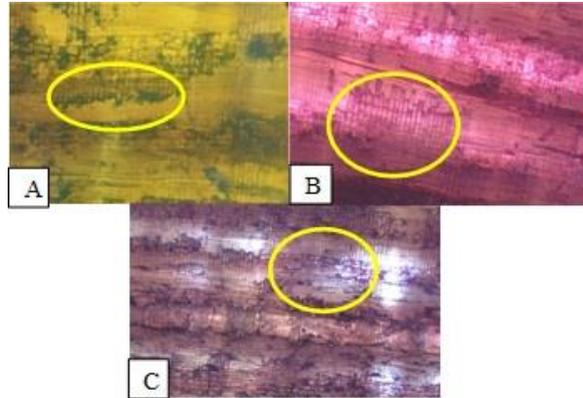


**Figura 26-3.** *Terminalia oblonga*. Corte tangencial en microscopio

Realizado por: Barba Martha, 2021

### Corte Radial

La figura 27-3 presenta radios homogéneos con fibras no ceptadas en hileras vistos con el lente 4X y 10X. tinturados en Safranina, Astrablue y la combinación (Safranina+Astrablue).

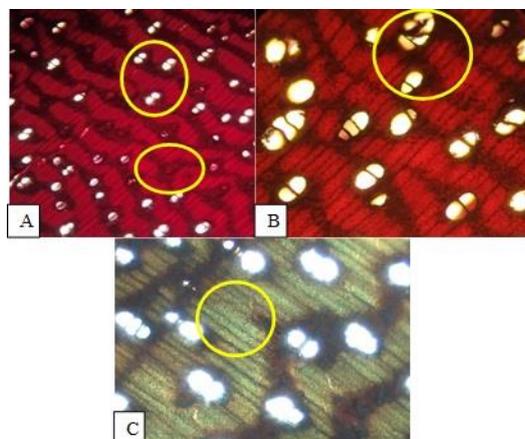


**Figura 27-3.** *Terminalia oblonga*. Corte radial en microscopio  
Realizado por: Barba Martha, 2021

#### 3.2.2.5. *Bauhinia tarapotensis* Benth. (Pata de Vaca)

### Corte transversal

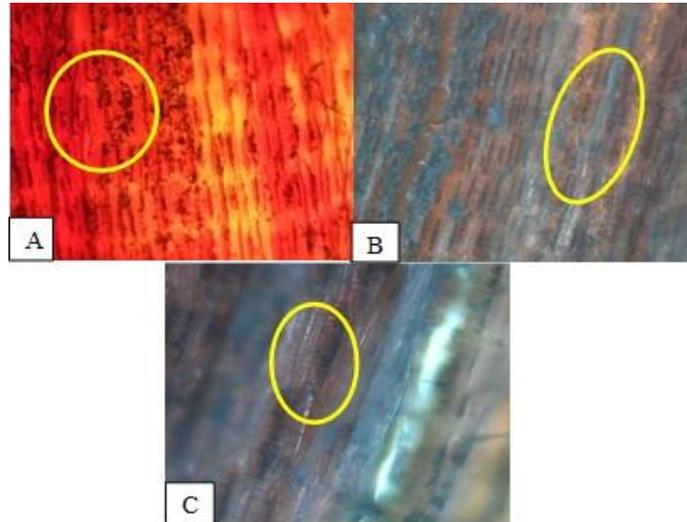
En esta sección de la figura 28-3 tinturados en safranina se encuentran: A. Poros múltiples de 2 y 3 y escasos poros solitarios, raramente se encuentran poros en racimo, presenta porosidad difusa, existe presencia de gomas que tapan los poros, observados con el lente 4X y B. presenta un parénquima paratraqueal en bandas confluyente vistos con el lente 10X. C. Tinturado con Astrablue presentan radios pequeños a través del lente 10X.



**Figura 28-3.** *Bauhinia tarapotensis*. Corte transversal en microscopio  
Realizado por: Barba Martha, 2021

### Corte Tangencial

La figura 29-3 nos muestra que las secciones A, B y C presenta radios uniseriados con células envolventes vistas con el lente 4X y 10X, tinturados con safranina y la combinación (Safranina+Astrablue).

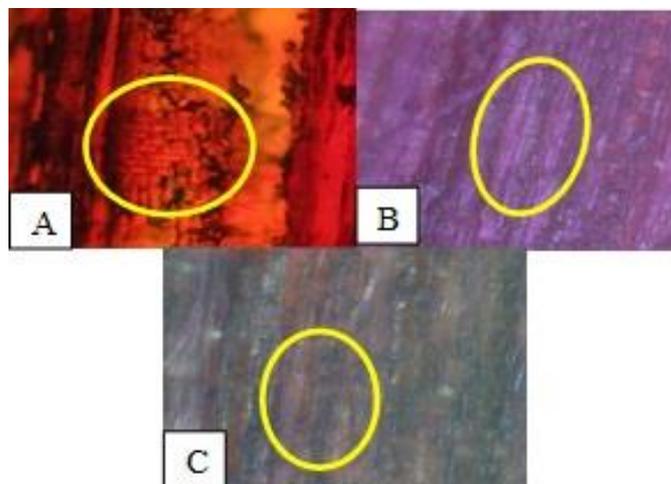


**Figura 29-3.** *Bauhinia tarapotensis*. Corte tangencial en microscopio

Realizado por: Barba Martha, 2021

### Corte Radial

Radios homogéneos con fibras rectas, contiene célula parenquimática, también se puede observar campos de cruzamiento observados con los lentes 4X y 10X tinturados con safranina y la combinación (Safranina+Astrablue).



**Figura 30-3.** *Bauhinia tarapotensis*. Corte radial en microscopio

Realizado por: Barba Martha, 2021

**Tabla 5-3:** Tabla resumen de las características microscópicas de las cinco especies en estudio

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<i>Pouroma cecropiifolia</i> (Uva de monte)	<i>Vochysia bracelinieae</i> (Tamburo)	<i>Inga edulis</i> (Guaba)	<i>Terminalia oblonga</i> (Guayabillo)	<i>Bauhinia tarapotensis</i> (Pata de Vaca)
<b>POROS</b>	Solitarios y escasos múltiples radiales de 2 y 3	Solitarios y escasos múltiples radiales de 2 y 3	Solitarios y escasos múltiples radiales de 2 y 3	solitarios, múltiples de 2, 3 y poros en racimos	múltiplos de 2 y 3 y escasos poros solitarios, y poros en racimo
<b>PARÉNQUIMA</b>	paratraqueal en bandas	paratraqueal en bandas de ala fina	vasicéntrico y vasicéntrico unilateral	de ala fina y larga confluyente	paratraqueal en bandas confluyente
<b>POROSIDAD</b>	difusa	difusa	Difusa	difusa	difusa
<b>TÍLIDE</b>	goma	goma	Cristales	cristales	cristales

Realizado por: Barba Martha, 2021

### 3.2.2.6. pH

**Tabla 6-3:** Cantidad de sustrato y agua destilada para medir el pH

<b>ESPECIES</b>	<b>SUSTRATO (gr)</b>	<b>AGUA DESTILADA</b>	<b>pH</b>	
<i>Pouroma cecropiifolia</i> (uva de monte)	20	200 ml	6,07	Ácido
<i>Vochysia bracelinieae</i> (tamburo)	20	140 ml	8,59	Alcalino
<i>Inga edulis</i> (guaba)	20	170 ml	6,17	Ácido
<i>Terminalia oblonga</i> (guayabillo)	20	150 ml	5,31	Ácido
<i>Bauhinia tarapotensis</i> (pata de vaca)	20	130 ml	5,14	Ácido

Realizado por: Barba Martha, 2021

La tabla nos muestra el contenido de pH de cada una de las especies dándonos como resultado que cuatro de las 5 especies son ácidas siendo *Bauhinia tarapotensis* (pata de vaca) la especie más ácida con un pH de 5,14 mientras que la especie *Vochysia bracelinieae* (tamburo) es alcalino, con un valor de 8,59.

### 3.3. Para cumplir con el tercer objetivo

#### 3.3.1. Análisis estadístico

Se seleccionaron los datos obtenidos del conteo de poros solitarios, múltiplos de dos y tres donde se realizó la prueba de Tukey y el análisis de varianza de Shapiro-Wilks para poder verificar la normalidad de los datos en cuanto a las tinciones, en el caso de no obtener un valor normal se realiza la prueba de Kruskal-Wallis.

##### 3.3.1.1. Poros solitarios

**Tabla 7-3:** Poros solitarios. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
<b>RDUO Solitarios</b>	15	0,00	5,91	0,94	0,6460

Realizado por: Barba Martha, 2021

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificada) donde los datos obtenidos en la tabla 7-3 determinan que el valor de 0,64 en p (Unilateral D) es mayor a  $>0,05$  y estos resultados se distribuyen bajo una ley de probabilidad normal, donde se puede aplicar la prueba de Tukey.

**Tabla 8-3:** Cantidad de poros solitarios de las cinco especies mediante la prueba de (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ )

Especies	Medias	n	E.E.	
<b>Pata de vaca</b>	16,00	3	4,04	A
<b>Guaba</b>	23,33	3	4,04	A B
<b>Uva</b>	32,00	3	4,04	A B
<b>Tamburo</b>	32,67	3	4,04	A B
<b>Guayabillo</b>	37,00	3	4,04	B

Realizado por: Barba Martha, 2021

Al comparar las cinco especies estudiadas nos muestran que no presentan diferencias significativas entre ellas, pero también nos menciona que Pata de vaca (*Bauhinia Tarapotensis* Benth.) si presenta diferencias significativas con Guayabillo (*Terminalia oblonga*) como muestra la tabla 8-3.

### 3.3.1.2. Poros múltiples de dos

**Tabla 9-3:** Poros múltiples de dos. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
<b>RDUO Múltiplos de 2</b>	15	0,00	2,04	0,95	0,7398

Realizado por: Barba Martha, 2021

Como se puede apreciar en la tabla 9-3 se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (modificada) donde se determinó que p (Unilateral D) es de 0,73 siendo mayor a  $>0,05$ , es decir que los datos siguen normalidad y se procede a realizar la prueba de Tukey.

**Tabla 10-3:** Cantidad de poros múltiples de dos de las cinco especies mediante la prueba de (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ )

Especies	Medias	n	E.E.	
<b>Guaba</b>	3,67	3	1,39	A
<b>Uva</b>	4,33	3	1,39	A
<b>Tamburo</b>	5,67	3	1,39	A
<b>Guayabillo</b>	14,00	3	1,39	B
<b>Pata de vaca</b>	41,00	3	1,39	C

Realizado por: Barba Martha, 2021

En la prueba de Tukey de la tabla 10-3 muestra la comparación de datos para número de poros múltiples de dos con tres categorías, siendo la de menos número de poros las especies representadas con la letra A. Guaba (*Inga edulis*), Uva (*Pouroma cecropiifolia* Mart.) y Tamburo (*Vochysia Bracelinieae* Standl.) y al mismo tiempo no presentan diferencias significativas, en cambio Guayabillo (*Terminalia oblonga*) representada por la letra B, con mediano número de poros; Y con la letra C. Pata de Vaca (*Bauhinia Tarapotensis* Benth.) con mayor número de poros y diferencias significativas, en función a las cuatro especies anteriores.

### 3.3.1.3. Poros múltiples de tres

**Tabla 11-3:** Prueba de Kruskal-Wallis para el número de poros múltiples de tres de las cinco especies

Trat.	Ranks	
Uva	5,50	A
Guayabillo	5,50	A
Guaba	5,50	A
Tamburo	9,50	A B
Pata de vaca	14,00	B

Realizado por: Barba Martha, 2021

Al aplicar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks nos indica que los datos no son normales a ( $p < 0,05$ ) por ende, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, donde nos muestra que existen similitudes entre tamburo (*Vochysia Braseliniae* Stand.) y pata de vaca (*Bauhinia Tarapotensis* Beth).

### 3.3.1.4. Perímetro

**Tabla 12-3:** Perímetro. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
RDUO Perímetro	15	0,00	323,80	0,90	0,2000

Realizado por: Barba Martha, 2021

Se realizó la prueba de Shapiro-Wilks (modificada) donde los datos obtenidos en la tabla 12-3 determinan que el valor de 0,20 en p (Unilateral D) es mayor a  $> 0,05$  y estos resultados se distribuyen bajo una ley de probabilidad normal, donde se puede aplicar la prueba de Tukey.

**Tabla 13-3:** Medidas de los perímetros de las cinco especies mediante la prueba de (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ )

Especies	Medias	n	E.E.	
<b>Pata de vaca</b>	525,77	3	221,2	A
<b>Guayabillo</b>	950,61	3	221,2	A
<b>Uva</b>	6878,92	3	221,2	B
<b>Tamburo</b>	8354,98	3	221,2	C
<b>Guaba</b>	8450,07	3	221,2	C

Realizado por: Barba Martha, 2021

Mediante la prueba de Tukey de las cinco especies en base al perímetro de cada una, en la tabla 13-3, nos muestra que las especies representadas por la letra A (*Bauhinia Tarapotensis* Beth y *Terminalia oblonga*) comparten similitud en el perímetro, de la misma forma las especies representadas por la letra C (*Vochysia Braseliniae* Stand. e *Inga Edulis* Mart.) que también comparten similitudes en sus perímetros; Por el contrario, la especie representada por la letra B (*Pouroma Cecropiifolia* Mart.) muestra diferencias con las especies anteriores.

**Tabla 14-3:** Porcentaje de las cinco especies en estudio en base a los números de poros

DESCRIPCIÓN	<i>Pouroma cecropiifolia</i> Uva	<i>Vochysia braselinie</i> Tamburo	<i>Inga edulis</i> Guaba	<i>Terminalia oblonga</i> Guayabillo	<i>Bauhinia tarapotensis</i> Pata de vaca
<b>Total, poros/placa</b>	37	40	28	52	61
<b>Solitarios (%)</b>	82,39	82,5	80,93	71,15	25,13
<b>Múltiplos 2 (%)</b>	14,41	15,83	14,29	27,56	59,56
<b>Múltiplos 3 (%)</b>	1,784	5	1,18	3,85	25,67

Realizado por: Barba Martha, 2021

La tabla 14-3 muestra el porcentaje de poros que tienen las cinco especies en estudio donde se observa que el total de *Bauhinia tarapotensis* Beth. (Pata de vaca) presenta mayor cantidad de poros con 61 e *Inga edulis* Mart. (Guaba) con 28 poros en total representa la menor cantidad.

## CONCLUSIONES

- Se pudo identificar de acuerdo con las características dendrológicas las cinco muestras colectadas de cada especie en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde se determinó la familia, género y especie de cada muestra dendrológica, en la cual, dos de las cinco especies pertenecen a la misma familia (*Inga edulis* y *Bauhinia tarapotensis* Beth.) pero se diferencian en su altura.
- Para observar las características microscópicas de las cinco especies se utilizó los tintes: safranina, astrablue y la combinación de los dos en igual proporción donde los mejores resultados para la visualización fueron con el tinte Safranina, permitiendo identificar cada estructura de las muestras de la mejor manera.
- Las especies (*Pouroma cecropiifolia*, *Vochisya braselinie* e *Inga edulis*) presentan en su mayoría poros solitarios y escasos múltiples de dos, las tres especies antes mencionadas tienen una densidad menor, mientras que las especies (*Terminalia oblonga* y *Bauhinia Tarapotensis* Beth.) tienen una densidad mayor y presentan en su gran mayoría poros múltiples de 2 y 3 de pequeño tamaño.
- El análisis estadístico para el número de poros concuerda con el estudio realizado en el laboratorio, donde la especie con más poros y más diferencias fue *Bauhinia Tarapotensis* Benth. (Pata de Vaca).

## RECOMENDACIONES

- Para la identificación de las especies es necesario obtener muestras fértiles, es decir, hojas flores y frutos donde se pueda observar la disposición de las mismas para su correcta identificación.
- Cuando se procede a la identificación de las especies se recomienda tomar en cuenta el nombre científico mas no el nombre común, ya que pueden existir errores al tener especies con el mismo nombre común.
- Es recomendable tomar todas las medidas de seguridad mientras estamos utilizando el laboratorio, los instrumentos y materiales especialmente los tintes los cuales pueden llegar a ser tóxicos.
- Al momento de determinar las características microscópicas es recomendable no saturar la lámina de la muestra de madera en el tinte para poder obtener una buena visualización en el microscopio.
- Seguir investigando la especie *Bauhinia Tarapotensis* Beth., inclinados a la producción industrial y obtención de madera, ya que se encuentran estudios en su gran mayoría enfocados al aprovechamiento en los recursos no maderables de esta especie.
- Realizar estudios anatómicos de las especies en diferentes localidades para obtener información completa sobre su fisiología.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGILA, S., BURNEO, A., NARVÁEZ, & PUCHA, D.** "Propiedades físicas y características anatómicas de la madera de tres especies de Guayacán al sur de Ecuador". *Bosques Latitud Cero* [En línea], 2018, (Ecuador) 8(2), pp. 1-15. [Consulta: 11 junio 2021]. ISSN: 2528-7818. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Darwin-Pucha-Cofrep/publication/329943412\\_Propiedades\\_fisicas\\_y\\_caracteristicas\\_anatomicas\\_de\\_la\\_madera\\_de\\_tres\\_especies\\_de\\_Guayacan\\_al\\_sur\\_de\\_Ecuador/links/5c284acf299bf12be3a1a8f4/Propiedades-fisicas-y-caracteristicas-anatomicas-de-la-madera-de-tres-especies-de-Guayacan-al-sur-de-Ecuador.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Darwin-Pucha-Cofrep/publication/329943412_Propiedades_fisicas_y_caracteristicas_anatomicas_de_la_madera_de_tres_especies_de_Guayacan_al_sur_de_Ecuador/links/5c284acf299bf12be3a1a8f4/Propiedades-fisicas-y-caracteristicas-anatomicas-de-la-madera-de-tres-especies-de-Guayacan-al-sur-de-Ecuador.pdf).

**AMAINA.** *Tintura Astra Blue (25 ml) - Euromex 5289* [En línea]. Madrid-España: Amaina Systems S.L, 2016. [Consulta: 20 de junio 2021]. Disponible en: <https://www.amaina.com/tinturas-y-compuestos/2181-tintura-astra-blue-25-ml-euromex-5289.html>.

**BOTERO, H.** "Una revisión del concepto de densidad: la implicación de los conceptos estructurantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje". *Revista de educación y pensamiento* [En línea], 2010, (Colombia) 1(17), pp. 23-32. [Consulta: 20 junio 2021]. ISSN: 1692-2697. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4040358.pdf>.

**CARANQUI, J.** *Manual De Operaciones Herbario Politécnico (CHEP)* [En línea]. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2003. pp. 1-4. [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: [http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/504/1/Manual\\_Procedimiento\\_Herbario1.pdf](http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/504/1/Manual_Procedimiento_Herbario1.pdf).

**CHAVE, J.** *Medición De Densidad De Madera En Árboles Tropicales. Manual De Campo* [En línea]. Toulouse-Francia: Université Paul Sabatier, 2006. p. 2. [Consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: [http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/wood\\_density\\_spanish\[1\].pdf](http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/wood_density_spanish[1].pdf).

**CLOQUELL, V., CONTRERAS, W.; & OWEN, M.** *La madera y los productos forestales en sistemas estructurales* [En línea]. Valencia-España: Universidad Politécnica de Valencia, 2005. pp. 38-55. [Consulta: 12 junio 2021]. ISBN: 978-84-611-4984-1. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Wilver-Contreras/publication/277220678\\_La\\_madera\\_y\\_los\\_productos\\_forestales\\_en\\_sistemas\\_estruct](https://www.researchgate.net/profile/Wilver-Contreras/publication/277220678_La_madera_y_los_productos_forestales_en_sistemas_estruct)

urales\_Aspectos\_tecnicos\_y\_medioambientales/links/556486e708ae06101abdf5a1/La-madera-y-los-productos-forestales-en-sistemas-estructurales-Aspectos-tecnicos-y-medioambientales.pdf.

**ECUADORFORESTAL.** *Planificación Estratégica Bosques Nativos en el Ecuador* [En línea]. Quito-Ecuador: COMAFORS - AIMA - CAPEIPI, 2007. p. 70. [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: [https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE\\_BN.pdf](https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_BN.pdf).

**GAD PARROQUIAL DE HUIRUNO.** *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* [En línea]. Huiruno-Ecuador: GAD Parroquial de Huiruno, 2015. p. 22. [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <http://avila.gob.ec/index.php/gobierno-parroquial/plan-de-desarrollo/47-pdot-gadpr-gm/file>.

**GIMÉNEZ, A., MOGLIA, J., HERNÁNDEZ, P.; & GEREZ, R.** *Anatomía de madera* [En línea]. Santiago del Estero-Argentina: Universidad Nacional Santiago del Estero, 2005. pp. 1-57. [Consulta: 11 junio 2021]. ISBN: 978-987-1676-08-8. Disponible en: <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/sd-1-anatomia-de-madera.pdf>.

**GONZALES, E.** *Identificación organoléptica y macroscópica de maderas comerciales* [En línea]. Villa El Salvador-Perú: CITEmadera, 2008. pp. 15-32. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571598/02.\\_Identificacion.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571598/02._Identificacion.pdf).

**IHMAIDAN, E.; & MONARDEZ, M.** "Análisis Y Estudio Del Contenido De Humedad Final". *Revista Ingeniería Industrial* [En línea], 2006, (Chile) 5(1), pp. 23-30. [Consulta: 20 junio 2021]. ISSN: 0717-9103. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3996883.pdf>.

**INEC.** *Empresas en el Ecuador. Encuesta Estructural Empresarial* [En línea]. Ecuador: INEC, 2016. p. 22. [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2018/Estructural\\_Empresarial.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2018/Estructural_Empresarial.pdf).

**INEN.** *Anatomía de la madera. Terminología* [En línea]. Quito-Ecuador: INEN, 2013. p. 4. [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1157-1.pdf>.

**KRAUS, J., DE SOUSA, H., REZENDE, M., CASTRO, N., VECCHI, C.; & LUQUE, R.** *Azul Astra y Fucsina Básica Doble Tinción de Materiales Vegetales* [En línea]. Londres-Inglaterra: Taylor y Francis online, 2009. [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/10520299809141117>.

**LÓPEZ, L., HERNÁNDEZ, M., COLÍN, C., ORTEGA, S., CERÓN, G. y FRANCO, R.** "Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología". *Investigación en Discapacidad* [en línea], 2014, (México) 3(1), pp. 10-18. [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2014/ir141b.pdf>.

**MADEREA.** *MÓDULO I: Aproximación inicial al material madera* [En línea]. Madrid-España: madera, 2018. p. 2. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: [https://www.maderea.es/imagenes/2018/04/1\\_Descripción-de-la-madera-1.pdf](https://www.maderea.es/imagenes/2018/04/1_Descripción-de-la-madera-1.pdf).

**MAE.** *Estrategia para el Desarrollo Forestal Sustentable del Ecuador* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente, 2000. pp. 20-33. [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: <http://www.tecnologiaslimpias.cl/ecuador/docs/forestal.pdf>.

**PERAL, M.** Estimación de la densidad de madera de *Populus x euramericana* I-214, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Quercus pyrenaica* mediante penetrómetro (Trabajo fin de máster) (Máster). Universidad de Valladolid Campus de Palencia, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Palencia-España. 2014. p. 14.

**SALINAS, B.** Caracterización anatómica de la madera de cinco especies comerciales del sector La Colonia Simón Bolívar, cantón Santa Clara, provincia de Pastaza (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2019. p. 60.

**SÁNCHEZ, H.** "Colorante safranina O". *Investigación en Discapacidad* [En línea], 2012, (México) 1(2), pp. 83-85. [Consulta: 11 junio 2021]. ISSN: 2007-6452. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2012/ir122f.pdf>.

**CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO  
RUIZ**

Firmado digitalmente  
por CRISTHIAN  
FERNANDO CASTILLO  
RUIZ  
Fecha: 2022.02.02  
12:52:52 -05'00'

## ANEXOS

### ANEXO A: UBICACIÓN Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS FÉRTILES DE LAS CINCO ESPECIES MADERABLES



### ANEXO B: PRENSADO DE LAS MUESTRAS DENDROLÓGICAS



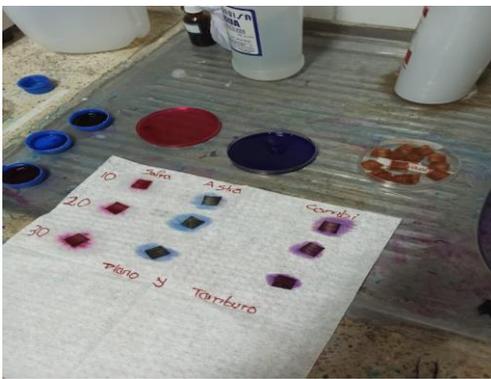
### ANEXO C: IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DENDROLÓGICAS EN EL HERBARIO INSTITUCIONAL DE LA ESPOCH-CHEP



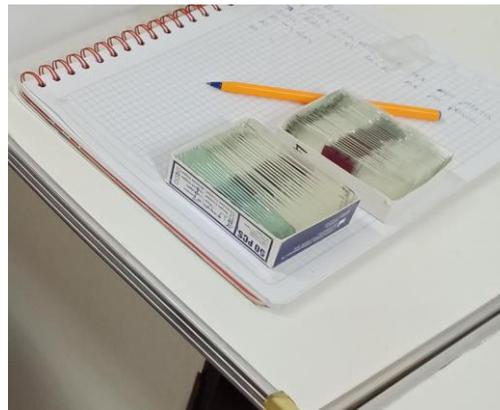
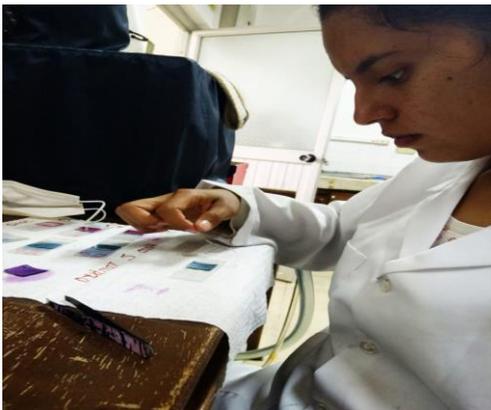
#### ANEXO D: CORTE Y VISUALIZACIÓN DE LA LÁMINA DE MADERA



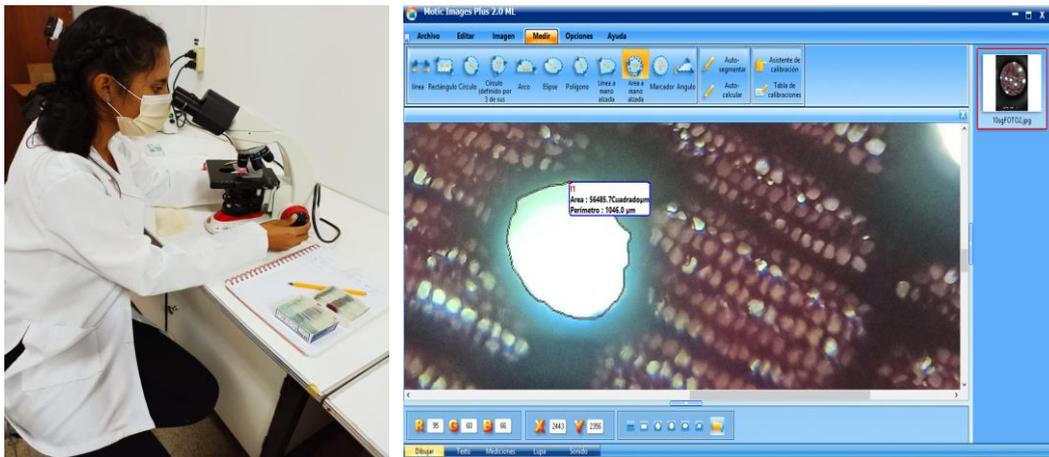
#### ANEXO E: TINCIÓN DE MUESTRAS CON SAFRANINA, ASTRABLUÉ Y LA COMBINACIÓN DE LOS DOS



#### ANEXO F: MONTAJE Y ETIQUETADO DE LAS PLACAS



**ANEXO G: VISUALIZACIÓN DE MUESTRAS EN EL MICROSCOPIO Y MEDICIÓN DE POROS CON EL PROGRAMA MOTIC PLUS 2.0**



**ANEXO H: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS POROS SOLITARIOS EN LAS CINCO ESPECIES**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Solitarios	15	0,64	0,49	24,81	

**ANEXO I: CUADRO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (SC TIPO III) PARA EL NUMERO DE POROS SOLITARIOS DE LAS CINCO ESPECIES**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	853,07	4	213,27	4,36	0,0269
Especie	853,07	4	213,27	4,36	0,0269
Error	489,33	10	48,93		
Total	1342,40	14			

**ANEXO J: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE POROS MÚLTIPLOS DE DOS**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Multiples de 2	15	0,98	0,97	17,54	

**ANEXO K: CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (SC TIPO III) PARA EL NUERO DE POROS MÚLTIPLOS DE 2**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	2994,93	4	748,73	129,09	<0,0001
Especie	2994,93	4	748,73	129,09	<0,0001
Error	58,00	10	5,80		
Total	3052,93	14			

**ANEXO L: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL CONTEO DE POROS MÚLTIPLOS DE 3**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Múltiple de 3	15	0,75	0,65	47,11

**ANEXO M: CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III) PARA EL CONTEO DE POROS MÚLTIPLES DE 3 EN LAS 5 ESPECIES**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	20,27	4	5,07	7,60	0,0044
Especie	20,27	4	5,07	7,60	0,0044
Error	6,67	10	0,67		
Total	26,93	14			

**ANEXO N: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PERÍMETRO DE LAS CINCO ESPECIES**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Perímetro	15	0,99	0,99	7,61

**ANEXO O: CUADRO DE ANÁLISIS DE VARIANZA (SC TIPO III) PARA EL PERÍMETRO DE LAS CINCO ESPECIES**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	189301210,42	4	47325302,61	322,41	<0,0001
Especie	189301210,42	4	47325302,61	322,41	<0,0001
Error	1467851,63	10	146785,16		
Total	190769062,05	14			

**ANEXO P: CERTIFICADO DEL HERBARIO INSTITUCIONAL DE LA POLITÉCNICA CHIMBORAZO (CHEP)**



**Ofc.No.012.CHEP.2021**

Riobamba, 24 de marzo del 2021

**DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD**  
CEVALLOS ROMAN GERARDO RAMIRO  
2021-03-11

De mis consideracion:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente certifico que la señorita BARBA PAREDES MARTHA SELENA con CI: 2200404263, entregó 5 muestras botánicas fértiles (listado), identificadas, comparando con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador; Nombre del Proyecto: Descripción anatómica y organoléptica de la madera de 5 especies forestales, procedentes del sector Hispano, parroquia Avila Huiruno. Cantón Loreto. Provincia de Orellana, según autorización de Investigación N°. MAAE-ARSFC-2020-0908 Las muestras fértiles se procesarán y en un tiempo no determinado ingresarán a la colección del herbario.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	ESTADO
URTICACEAE	<i>Pouroma cecropifolia</i> Mart.	Fertil
VOCHYSIACEAE	<i>Vochysia braselinieae</i> Standl	Fertil
FABACEAE	<i>Inga edulis</i> Mart.	Fertil
COMBRETACEAE	<i>Terminalia Oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	Fertil
FABACEAE	<i>Bauhinia tarapotensis</i> Beth.	Fertil

Me despido, atentamente

**JORGE MARCELO**  
**CARANQUI**  
**ALDAZ**  
Ing. Jorge Caranqui A.  
RESPONSABLE HERBARIO CHEP

Firmado digitalmente por  
JORGE MARCELO  
CARANQUI ALDAZ  
Fecha: 2021.03.24  
11:34:37 -05'00'



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL  
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 02/02/2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>	
Nombres – Apellidos: Martha Selena Barba Paredes	
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>	
Facultad: <i>Recursos Naturales</i>	
Carrera: Ingeniería forestal	
Título a optar: Ingeniera Forestal	
CRISTHIAN FERNANDO CASTILLO RUIZ	Firmado digitalmente por CRISTHIAN FERNANDO CASTILLO RUIZ Fecha: 2022.02.02 11:52:08 -05'00'



0056-DBRA-UTP-2022