



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**DESCRIPCIÓN ORGANOLÉPTICA Y ANATÓMICA DE LA  
MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES MEDIANTE  
TINCIÓN, PROCEDENTES DE LA HACIENDA ATENAS,  
PARROQUIA ALLURIQUÍN, CANTÓN SANTO DOMINGO**

**Trabajo de titulación**

**Tipo:** Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:**

**YAJAIRA MARIELA VILLALVA TAIPE**

Riobamba – Ecuador

2021



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

**DESCRIPCIÓN ORGANOLÉPTICA Y ANATÓMICA DE LA  
MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES MEDIANTE  
TINCIÓN, PROCEDENTES DE LA HACIENDA ATENAS,  
PARROQUIA ALLURIQUÍN, CANTÓN SANTO DOMINGO**

**Trabajo de titulación**

**Tipo:** Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:** YAJAIRA MARIELA VILLALVA TAIPE

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

Riobamba – Ecuador

2021

**©2020, Yajaira Mariela Villalva Taipe**

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

Yo, Yajaira Mariela Villalva Taipe, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos constantes 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 titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 22 de marzo de 2021

.....  
**Yajaira Mariela Villalva Taipe**  
**050378443-1**

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

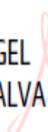
El tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: el Trabajo de Titulación; tipo: Proyecto de Investigación, “**DESCRIPCIÓN ORGANOLÉPTICA Y ANATÓMICA DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES, MEDIANTE TINCIÓN, PROCEDENTES DE LA HACIENDA ATENAS, PARROQUIA ALLURIQUÍN, CANTÓN SANTO DOMINGO**”, realizado por la señorita: **YAJAIRA MARIELA VILLALVA TAIPE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, Presiente Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva, Director Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda, Miembro Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

2021-marzo-22

  
MIGUEL ANGEL  
GUALLPA CALVA  
Firmado digitalmente por  
MIGUEL ANGEL GUALLPA  
CALVA  
Fecha: 2021.05.25 09:39:59  
-05'00'

Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda  
**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

2021-marzo-22

  
Firmado electrónicamente por:  
EDUARDO PATRICIO  
SALAZAR CASTANEDA

Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

2021-marzo-22

  
VILMA FERNANDA  
NOBOA SILVA  
Firmado digitalmente por VILMA  
FERNANDA NOBOA SILVA  
Fecha: 2021.05.24 22:13:37 -05'00'

## **DEDICATORIA**

A la persona mas importante de mi vida: MARIANA ISOLINA TAIPE QUISPE, mi madre, hoy en día mi angel , por todos sus consejos, esfuerzo, amor, paciencia y apoyo que me brindó desde el día que nací, me gustaría darte mucho mas de lo que tengo, porque se que no es nada comparado al amor que me has dado. Segura de que en el cielo festejas este triunfo conmigo, prometo cada día ser mejor y luchar tal cual supiste enseñarme con tu ejemplo y dedicación, te consagro este sueño que siempre lo compartí contigo, te amo mamá. A mi padre Manuel Mesias Villalva Atiaja, por tantos días y noches de lucha y trabajo para verme triunfar por cada palabra de aliento, por guiarme en un camino correcto y jamas faltarme en los momentos difíciles de mi vida. A mis queridos hermanos Norma, Diego, Daniel, Juan y Jhon por estar a mi lado y de una u otra forma ser parte de mi vida con sus consejos, risas, abrazos, travesuras; cada uno son parte de mi corazón porque sin ustedes todo fuese muy aburrido, los amo hermanos.

Yajaira

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS por protegerme y guiarme en todos los momentos de mi vida y así lograr cumplir mi meta, por ser el que me ha acompañado en cada tristeza, alegría, triunfos y derrotas; por jamás abandonarme.

A mis padres por su esfuerzo y confianza que siempre supieron brindarme.

A mi querido novio Cristian Arias, por haber estado en muchos de los momentos mas duros de mi vida que con palabras de aliento y amor supo saberme aconsejar para siempre luchar hasta cumplir mis metas y sueños, por enseñarme a crecer y superarme sin limitar mis capacidades.

A todos los profesores que me acompañaron durante tantos días de lucha y enseñanzas, por su paciencia y esfuerzo; especialmente al ingeniero Eduardo Salazar y Vilma Noboa por estar a mi lado en este paso tan importante en mi vida .

A la Escuela de Ingeniería Forestal, por haber permitido cumplir mi sueño de ser una profesional en el área que mas me gusta.

A mis abuelitos, cuñados, sobrinos, tíos, primos, amigas y amigos; a todos por cada palabra de lucha, por sus buenos deseos para mí, les agradezco de todo corazón.

Yajaira

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPITULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Identificación del problema.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Justificación de la investigación.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Objetivos de la investigación.....</b>	<b>2</b>
<i>1.3.1 Objetivo general.....</i>	<i>2</i>
<i>1.3.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>2</i>
<b>1.4 Hipótesis.....</b>	<b>3</b>
<i>1.4.1 Hipótesis nula.....</i>	<i>3</i>
<i>1.4.2 Hipótesis alterna.....</i>	<i>3</i>
<b>1.5 Marco conceptual.....</b>	<b>3</b>
<i>1.5.1 Herbario.....</i>	<i>3</i>
<i>1.5.1.1 Procesos en el herbario.....</i>	<i>3</i>
<i>1.5.2 Recurso forestal maderero.....</i>	<i>5</i>
<i>1.5.2.1 Madera.....</i>	<i>5</i>
<i>1.5.2.2 Propiedades organolépticas de la madera.....</i>	<i>6</i>
<i>1.5.2.3 Anatomía de la madera.....</i>	<i>7</i>
<i>1.5.2.4 Características microscópicas de la madera.....</i>	<i>8</i>
<i>1.5.2.5 Planos anatómicos de corte.....</i>	<i>8</i>
<i>1.5.3 Técnicas histológicas.....</i>	<i>9</i>
<i>1.5.3.1 Tinciones.....</i>	<i>9</i>
<i>1.5.3.2 Safranina.....</i>	<i>9</i>
<i>1.5.3.4 Astra Blue.....</i>	<i>10</i>
<i>1.5.4 Densidad de la madera.....</i>	<i>10</i>
<i>1.5.5 Potencial de hidrógeno.....</i>	<i>10</i>

## CAPITULO II

<b>2.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	11
<b>2.1</b>	<b>Caracterización del lugar</b> .....	11
<i>2.1.1</i>	<i>Fase de campo</i> .....	11
<i>2.1.2</i>	<i>Condiciones climáticas</i> .....	12
<i>2.1.3</i>	<i>Clasificación ecológica</i> .....	12
<b>2.2</b>	<b>Materiales y equipos</b> .....	12
<i>2.2.1</i>	<i>Materiales de campo</i> .....	12
<i>2.2.2</i>	<i>Materiales y equipos para el laboratorio</i> .....	12
<i>2.2.3</i>	<i>Materiales de oficina</i> .....	12
<b>2.3</b>	<b>Metodología</b> .....	13
<i>2.3.1</i>	<i>Para cumplir el primer objetivo</i> .....	13
<i>2.3.1.1</i>	<i>Recolección de las especies</i> .....	13
<i>2.3.1.2</i>	<i>Montaje de muestras</i> .....	13
<i>2.3.2</i>	<i>Para cumplir el segundo objetivo</i> .....	14
<i>2.3.2.1</i>	<i>Análisis estadístico de las características anatómicas</i> .....	16
<i>2.3.2.2</i>	<i>Determinación de la densidad</i> .....	16
<i>2.3.2.3</i>	<i>Determinación del potencial de Hidrógeno (pH)</i> .....	17

## CAPITULO III

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	18
<b>3.1</b>	<b>Breve descripción dendrológica de las cinco especies forestales</b> .....	18
<b>3.2</b>	<b>Análisis de las características organolépticas de cinco especies forestales</b> .....	19
<i>3.2.1</i>	<i>Ceiba insignis (ceibo)</i> .....	19
<i>3.2.2</i>	<i>Ficus maxima (sangy)</i> .....	21
<i>3.2.3</i>	<i>Freziera verrucosa (sachaliso)</i> .....	22
<i>3.2.4</i>	<i>Guarea Kunthiana (colorado manzano)</i> .....	23
<i>3.2.5</i>	<i>Nectandra reticulata (canelo Jigua)</i> .....	25
<b>3.3</b>	<b>Características anatómicas</b> .....	27
<i>3.3.1</i>	<i>Ceiba insignis (Ceibo)</i> .....	27
<i>3.3.1.1</i>	<i>Corte transversal</i> .....	27
<i>3.3.1.2</i>	<i>Corte tangencial</i> .....	28
<i>3.3.1.3</i>	<i>Corte radial</i> .....	29
<i>3.3.2</i>	<i>Ficus maxima (sangy)</i> .....	30
<i>3.3.2.1</i>	<i>Corte transversal</i> .....	30

3.3.2.2	<i>Corte tangencial</i> .....	31
3.3.2.3	<i>Corte radial</i> .....	32
<b>3.3.3</b>	<b><i>Freziera verrucosa (sachaliso)</i></b> .....	<b>33</b>
3.3.3.1	<i>Corte transversal</i> .....	33
3.3.3.2	<i>Corte tangencial</i> .....	34
3.3.3.3	<i>Corte radial</i> .....	35
<b>3.3.4</b>	<b><i>Guarea kunthiana (colorado manzano)</i></b> .....	<b>36</b>
3.3.4.1	<i>Corte transversal</i> .....	36
3.3.4.2	<i>Corte tangencial</i> .....	37
3.3.4.3	<i>Corte radial</i> .....	37
<b>3.3.5</b>	<b><i>Nectandra reticulata (Canelo)</i></b> .....	<b>38</b>
3.3.5.1	<i>Corte transversal</i> .....	38
3.3.5.2	<i>Corte tangencial</i> .....	39
3.3.5.3	<i>Corte radial</i> .....	40
<b>3.4</b>	<b>Análisis estadístico de las características anatómicas de las cinco especies en estudio.</b> .....	<b>43</b>
<b>3.4.1</b>	<b><i>Perímetro de los poros</i></b> .....	<b>44</b>
<b>3.5</b>	<b>Evaluación de tintes de las cinco especies estudiadas</b> .....	<b>45</b>
<b>3.5.1</b>	<b><i>Ceiba insignis (ceibo)</i></b> .....	<b>45</b>
3.5.1.1	<i>Corte transversal</i> .....	45
3.5.1.2	<i>Corte tangencial</i> .....	45
3.5.1.3	<i>Corte radial</i> .....	46
<b>3.5.2</b>	<b><i>Ficus maxima (sangy)</i></b> .....	<b>47</b>
3.5.2.1	<i>Corte transversal</i> .....	47
3.5.2.2	<i>Corte tangencial</i> .....	47
3.5.2.3	<i>Corte radial</i> .....	48
<b>3.5.3</b>	<b><i>Freziera verrucosa (sachaliso)</i></b> .....	<b>49</b>
3.5.3.1	<i>Corte transversal</i> .....	49
3.5.3.2	<i>Corte tangencial</i> .....	49
3.5.3.3	<i>Corte radial</i> .....	50
<b>3.5.4</b>	<b><i>Guarea kunthiana (colorado manzano)</i></b> .....	<b>51</b>
3.5.4.1	<i>Corte transversal</i> .....	51
3.5.4.2	<i>Corte tangencial</i> .....	51
3.5.4.3	<i>Corte radial</i> .....	52
<b>3.5.5</b>	<b><i>Nectandra reticulata (canelo)</i></b> .....	<b>53</b>
3.5.5.1	<i>Corte transversal</i> .....	53
3.5.5.2	<i>Corte tangencial</i> .....	53

3.5.5.3	<i>Corte radial</i> .....	54
3.6	<b>Determinación del potencial de Hidrógeno (pH)</b> .....	56
3.7	<b>Determinación de la densidad</b> .....	56
<b>CONCLUSIONES</b> .....		58
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		59
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Ciclos de ablandamiento de las cinco especies en estudio. ....	15
<b>Tabla 2-3:</b>	Familia y nombre científico de las cinco especies forestales en estudio. ....	18
<b>Tabla 3-3:</b>	Resumen de las características organolépticas de las cinco especies forestales estudiadas. ....	27
<b>Tabla 4-3:</b>	Resumen de las características anatómicas de las especies en estudio. ....	42
<b>Tabla 5-3:</b>	Cantidad y tipo de poros de las cinco especies en estudio en 1 cm <sup>2</sup> . ....	43
<b>Tabla 6-3:</b>	Perímetro de los poros solitarios de las cinco especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ). ....	44
<b>Tabla 7-3:</b>	Perímetro de los poros múltiples de dos de las cinco especies estudiadas ( Tukey, $p \leq 0,05\%$ ). ....	44
<b>Tabla 8-3:</b>	Calificación de las tinciones para el corte transversal de las cinco especies estudiadas. ....	55
<b>Tabla 9-3:</b>	Potencial de hidrógeno pH de las cinco especies estudiadas. ....	56
<b>Tabla 10-3:</b>	Densidad de las cinco especies en estudio. ....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b>	Georeferenciación del lugar de investigación.....	11
<b>Figura 2-3:</b>	<i>Ceiba insignis</i> (ceibo), corteza.....	20
<b>Figura 3-3:</b>	<i>Ceiba insignis</i> (ceibo), corteza transversal. ....	20
<b>Figura 4-3:</b>	<i>Ceiba insignis</i> (ceibo), corte tangencial.....	20
<b>Figura 5-3:</b>	<i>Ceiba insignis</i> (ceibo), corte radial. ....	21
<b>Figura 6-3:</b>	<i>Ficus maxima</i> (sangy), corteza.....	21
<b>Figura 7-3:</b>	<i>Ficus maxima</i> (sangy), corte transversal.....	21
<b>Figura 8-3:</b>	<i>Ficus maxima</i> (sangy), corte tangencial.....	22
<b>Figura 9-3:</b>	<i>Ficus maxima</i> (sangy), corte radial. ....	22
<b>Figura 10-3:</b>	<i>Freziera verrucosa</i> (sachaliso), corteza. ....	22
<b>Figura 11-3:</b>	<i>Freziera verrucosa</i> (sachaliso), corte transversal. ....	23
<b>Figura 12-3:</b>	<i>Freziera verrucosa</i> (sachaliso), corte tangencial. ....	23
<b>Figura 13-3:</b>	<i>Freziera verrucosa</i> (sachaliso), corte radial. ....	23
<b>Figura 14-3:</b>	<i>Guarea Kunthiana</i> (colorado manzano), corteza. ....	24
<b>Figura 15-3:</b>	<i>Guarea Kunthiana</i> (colorado manzano), corte transversal. ....	24
<b>Figura 16-3:</b>	<i>Guarea Kunthiana</i> (colorado manzano), corte tangencial. ....	24
<b>Figura 17-3:</b>	<i>Guarea Kunthiana</i> (colorado manzano), corte radial. ....	25
<b>Figura 18-3:</b>	<i>Nectandra reticulata</i> (canelo Jigua), corteza. ....	25
<b>Figura 19-3:</b>	<i>Nectandra reticulata</i> (canelo Jigua), corte transversal. ....	26
<b>Figura 20-3:</b>	<i>Nectandra reticulata</i> (canelo Jigua), corte tangencial. ....	26
<b>Figura 21-3:</b>	<i>Nectandra reticulata</i> (canelo Jigua), corte radial.....	26
<b>Figura 22-3:</b>	Corte transversal <i>Ceiba insignis</i> (Ceibo). ....	28
<b>Figura 23-3:</b>	Corte tangencial <i>Ceiba insignis</i> (Ceibo). ....	29
<b>Figura 24-3:</b>	Corte radial <i>Ceiba insignis</i> (Ceibo). ....	30
<b>Figura 25-3:</b>	Corte transversal <i>Ficus maxima</i> (sangy). ....	31
<b>Figura 26-3:</b>	Corte tangencial <i>Ficus maxima</i> (sangy). ....	32
<b>Figura 27-3:</b>	Corte radial <i>Ficus maxima</i> (sangy). ....	33
<b>Figura 28-3:</b>	Corte transversal <i>Freziera verrucosa</i> (sachaliso). ....	34
<b>Figura 29-3:</b>	Corte tangencial <i>Freziera verrucosa</i> (sachaliso). ....	35
<b>Figura 30-3:</b>	Corte radial <i>Freziera verrucosa</i> (sachaliso). ....	35
<b>Figura 31-3:</b>	Corte transversal <i>Guarea kunthiana</i> (Colorado manzano). ....	36
<b>Figura 32-3:</b>	Corte tangencial <i>Guarea kunthiana</i> (Colorado manzano). ....	37
<b>Figura 33-3:</b>	Corte radial <i>Guarea kunthiana</i> (Colorado manzano). ....	38
<b>Figura 34-3:</b>	Corte transversal <i>Nectandra reticulata</i> (canelo). ....	39

<b>Figura 35-3:</b> Corte tangencial <i>Nectandra reticulata</i> (canelo).....	40
<b>Figura 36-3:</b> Corte radial <i>Nectandra reticulata</i> (canelo).....	41

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Corte transversal de <i>Ceiba insignis</i> (ceibo).....	45
<b>Gráfico 2-3:</b>	Corte tangencial de <i>Ceiba insignis</i> (ceibo).....	46
<b>Gráfico 3-3:</b>	Corte radial de <i>Ceiba insignis</i> (ceibo).....	46
<b>Gráfico 4-3:</b>	Corte transversal de <i>Ficus maxima</i> (sangy).....	47
<b>Gráfico 5-3:</b>	En el corte tangencial de <i>Ficus maxima</i> (sangy).....	48
<b>Gráfico 6-3:</b>	Corte radial de <i>Ficus maxima</i> (sangy).....	48
<b>Gráfico 7-3:</b>	Corte transversal de <i>Freziera verrucosa</i> (sachaliso).....	49
<b>Gráfico 8-3:</b>	Corte tangencial de <i>Freziera verrucosa</i> (sachaliso).....	50
<b>Gráfico 9-3:</b>	Corte radial de <i>Freziera verrucosa</i> (sachaliso).....	50
<b>Gráfico 10-3:</b>	Corte transversal de <i>Guarea kunthiana</i> (colorado manzano).....	51
<b>Gráfico 11-3:</b>	Corte tangencial de <i>Guarea kunthiana</i> (colorado manzano).....	52
<b>Gráfico 12-3:</b>	Corte radial de <i>Guare kunthiana</i> (colorado manzano).....	52
<b>Gráfico 13-3:</b>	Corte transversal de <i>Nectandra reticulata</i> (canelo).....	53
<b>Gráfico 14-3:</b>	Corte tangencial de <i>Nectandra reticulata</i> (canelo).....	54
<b>Gráfico 15-3:</b>	Corte radial de <i>Nectandra reticulata</i> (canelo).....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PRUEBA PARAMÉTRICA PARA CONOCER EL P VALOR Y SABER SI CORRESPONDE A UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL. SHAPIRO-WILKS (MODIFICADO)
- ANEXO B:** CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC tipo III)
- ANEXO C:** TEST:TUKEY Alfa=0,05 DMS=91,90183. Error: 1169,6667 gl: 10
- ANEXO D:** GRÁFICA PARA OBSERVAR LA DIFERENCIA QUE EXISTE ENTRE ESPECIES.
- ANEXO E:** PRUEBA PARAMÉTRICA PARA CONOCER EL P VALOR Y SABER SI CORRESPONDE A UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL. SHAPIRO-WILKS (MODIFICADO)
- ANEXO F:** CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC tipo III)
- ANEXO G:** TEST:TUKEY Alfa=0,05 DMS=64,68556. Error: 579,4667 gl: 10
- ANEXO H:** GRÁFICA PARA OBSERVAR LA DIFERENCIA QUE EXISTE ENTRE ESPECIES.
- ANEXO I:** RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS
- ANEXO J:** CORTE DE LAS MUESTRAS
- ANEXO K:** IDENTIFICACIÓN EN EL HERBARIO DE LA ESPOCH.
- ANEXO L:** ETIQUETADO Y ENVASADO DE LOS PRISMAS DE MADERA PARA EL ABLANDAMIENTO.
- ANEXO M:** ABLANDAMIENTO D ELAS MUESTRAS EN EL AUTOCLAVE
- ANEXO N:** MUESTRAS EXTRAIDAS DEL AUTOCLAVE.
- ANEXO O:** TINCIONES
- ANEXO P:** CORTE DE LAS MUESTRAS
- ANEXO Q:** TINCIÓN DE LAS MUESTRAS
- ANEXO R:** ETIQUETADO Y MONTAJE DE PLACAS.
- ANEXO S:** OBSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS.
- ANEXO T:** MUESTRAS PARA LA COLECCIÓN
- ANEXO U:** *Freziera verrucosa* (SACHALISO)
- ANEXO V:** *Nectandra reticulata* (CANELO)
- ANEXO W:** *Guarea kunthiana* A. Juss (COLORADO MANZANO)
- ANEXO X:** *Ficus maxima* mill (SANGY)
- ANEXO Y:** *Ceiba insignis* (CEIBO)
- ANEXO Z:** PERMISO DE INVESTIGACIÓN OTORGADO POR EL MAAE

**ANEXO AA: CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN OTORGADO POR EL HERBARIO  
DE LA ESPOCH.**

## RESUMEN

La presente investigación propone: la descripción organoléptica y anatómica de cinco especies forestales mediante tinción, procedentes de la hacienda Atenas, Parroquia Alluriquín, Cantón Santo Domingo, donde se obtuvieron muestras dendrológicas fértiles de cada especie, las mismas que fueron identificadas en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo correspondientes a *Freziera verrucosa*, *Nectandra reticulata*, *Guarea khuntiana*, *Ficus maxima* y *Ceiba insignis*. Para el estudio de las características organolépticas se realizó el corte de tablillas con medidas de 2 cm de espesor por 5 cm de ancho y 12 cm de largo, con ayuda de estas tablillas se procedió a identificar el olor, sabor, textura, grano, brillo, veteado y color. Para la caracterización anatómica se obtuvieron cubos de madera de 2 cm<sup>3</sup> (prismas) de las cinco muestras a investigar, los cubos se colocaron en los frascos de vidrio, añadiendo 359 ml de agua destilada, luego se cubrió con papel aluminio y se las colocó en el autoclave a 121 grados centígrados y 1,1 atmósferas de presión, posteriormente se realizaron cortes de 0,3 micras en el micrótopo, de los tres planos: transversal, tangencial y radial. Las muestras se ubicaron en cajas petri debidamente etiquetadas con agua destilada para evitar la deshidratación, seguidamente se procedió a la tinción de las mismas en Safranina, Astrablue y combinación de ambas en proporciones de 1:1 por el lapso de 10, 20, 30 segundos, respectivamente; luego se las montó en placas para su observación en microscopio y así identificar qué tinte es mejor para cada especie. En la calificación de los tintes para el corte transversal, estadísticamente se comprobó que los mejores resultados se dieron con Safranina y Astrablue seguido por la combinación. Se acepta la hipótesis alternante, las características de la madera de las cinco especies forestales son diferentes en el estudio mediante tinciones.

**Palabras clave:** <ESPECIES FORESTALES>, <DESCRIPCIÓN ORGANOLÉPTICA>, <CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS>, <TINCIÓN>, <SAFRANINA>.



Firmado electrónicamente por:  
ELIZABETH  
FERNANDA AREVALO  
MEDINA



1155-DBRAI-UPT-2021

## ABSTRACT

The present research proposes: the organoleptic and anatomical description of five staining forest species belonging to the Atenas Farm, the Alluriquín Zone, Santo Domingo City, where fertile dendrological samples of each species were obtained. These ones were identified in the herbarium of the Higher Polytechnic School of Chimborazo corresponding to *Freziera verrucosa*, *Nectandra reticulata*, *Guarea khuntiana*, *Ficus maxima* and *Ceiba insignis*. For the study of the organoleptic characteristics, the cutting of tablets with measurements of 2 cm thick by 5 cm wide and 12 cm long was carried out, with the help of these tablets the odor, flavor, texture, grain, shine, veining, grain, and color were identified. For the anatomical characterization, 2 cm<sup>3</sup> wooden cubes (prisms) were obtained from the five samples to be investigated. The cubes were placed in the glass flasks, adding 359 ml of distilled water, then covered with aluminum foil and placed in the autoclave at 121 degrees centigrade and 1.1 atmospheres of pressure, subsequently cuts of 0.3 microns were made in the microtome, in the three planes: transverse, tangential and radial. The samples were placed in petri dishes duly labeled with distilled water to avoid dehydration, then they were stained in Safranin, Astrablue and a combination of both in proportions of 1: 1 for a period of 10, 20, 30 seconds, respectively. So, they were mounted on plates for microscope observation and thus to identify which dye was the best for each species. In the qualification of the dyes for the cross section, it was statistically verified that the best results were obtained with Safranina and Astrablue followed by the combination. The alternative hypothesis was accepted, the characteristics of the wood of the five forest species were different in the study by means of staining.

Keywords: <FOREST SPECIES>, <ORGANOLEPTIC DESCRIPTION>, <ANATOMICAL CHARACTERISTICS>, <STAINING>, <SAPHRANINE>.

Riobamba, May 22, 2021

Translated by:



Firmado digitalmente  
por DENNYS VLADIMIR  
TENELANDA LOPEZ  
Fecha: 2021.05.22  
13:07:47 -05'00'

Mgs. Dennys Tenelanda López

**PROFESSOR OF EFL**

## **INTRODUCCIÓN**

Ecuador es uno de los países con mayor diversidad biológica del planeta, con una concentración alta de especies de fauna y flora por kilómetro cuadrado, convive con comunidades humanas culturalmente diversas y tiene muchos conocimientos tradicionales sobre sus recursos naturales (Velásquez, 2014: pp. 7-9).

La madera ha sido utilizada durante mucho tiempo como material para distintas actividades lo cual ha hecho que su demanda aumente y por ende su valor comercial también, la importancia de identificar especies forestales es esencial para poder establecer planes para su manejo, conservación o la utilización para la trabajabilidad de la madera. Sin embargo, el uso correcto de la madera requiere del conocimiento de sus características organolépticas, anatómicas y de sus propiedades físicas y mecánicas. Por lo tanto, es de vital importancia conocer la anatomía de maderas a nivel macro y microscópico (Agila et al., 2018: pp.1-15).

El propósito de esta investigación es generar y aportar información para el estudio e identificación de especies forestales mediante la descripción dendrológica, características anatómicas y organolépticas de la madera de los distintos individuos en estudio.

# CAPITULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1 Identificación del problema

En el Ecuador existe muy poca información sobre características organolépticas y anatómicas respecto a la madera; siendo esta una de las razones para que se dé un uso inadecuado de estos recursos, en este caso en el cantón Santo Domingo, el cual es rico en especies forestales, donde sus habitantes han usado indiscriminadamente sus recursos madereros, los resultados de este estudio nos permitirán conocer las características y dar un mejor manejo a las especies de esta zona.

### 1.2 Justificación de la investigación

El Ecuador esta empezando a implementar estudios de especies forestales maderables y no maderables por lo que existe poca información sobre las características anatómicas y organolépticas de la madera. Siendo esta una de las razones para que se dé un uso inadecuado de estos recursos. Por ello, esta investigación tiene como finalidad describir a algunas especies y así proporcionar información para un mejor manejo y aprovechamiento a las especies según la zona donde se ubican.

### 1.3 Objetivos de la investigación

#### *1.3.1 Objetivo general*

- Describir organolépticamente y anatómicamente la madera de cinco especies forestales mediante tinciones, procedentes de la Hacienda Atenas, Parroquia Alluriquín, Cantón Santo Domingo.

#### *1.3.2 Objetivos específicos*

- Analizar las características organolépticas de cinco especies forestales.
- Determinar las características anatómicas de cinco especies forestales.
- Determinar con que tinción se observa de una manera más clara las muestras de las cinco especies forestales.

## **1.4 Hipótesis**

### ***1.4.1 Hipótesis nula***

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

### ***1.4.2 Hipótesis alterna***

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

## **1.5 Marco conceptual**

### ***1.5.1 Herbario***

Los herbarios son herramientas de mucha importancia para la taxonomía, entre otras razones porque proveen el material comparativo que es primordial para descubrir o confirmar la identidad de una especie, o determinar si la misma es nueva para la ciencia, es decir que no ha sido descrita con anterioridad (Vinuesa, 2015; citado en Inchiglema, 2019: p. 106).

Los herbarios son una fuente de información acerca de las plantas y del medio en el que habitan y suponen en sí mismos un registro permanente de la biodiversidad (Vinuesa, 2015; citado en Inchiglema, 2019: p. 106).

#### ***1.5.1.1 Procesos en el herbario***

Caranqui (2011: pp. 1-11) indica que los procesos del herbario son:

- **Colecta de plantas**

Se debe tener muestras de calidad (fértiles) es decir que en la misma rama contenga la disposición de las hojas, flores y si hay posibilidad frutos. Además, debe tener información del lugar de recolección y características de la planta (Caranqui, 2011: pp. 1-11).

- **Secado de plantas**

Se colocarán las muestras en una prensa, estas van intercaladas con papel secante y corrugados de aluminio, debe ejercer presión. Luego se las colocará en la secadora de plantas a gas a una temperatura de 70 °C por 8 horas (Caranqui, 2011: pp. 1-11).

- **Identificación**

Una vez seca las muestras se realiza la identificación por comparación de muestras existentes. Si se diera el caso que no exista en el herbario una muestra identificada se enviará un duplicado a herbarios de mayor experiencia como el Nacional y la Universidad Católica en Quito y al especialista para su identificación (Caranqui, 2011: pp. 1-11).

- **Elaboración de etiquetas**

Con la información que se tiene en la libreta de campo se realiza las etiquetas de acuerdo a formatos internacionales (Caranqui, 2011: pp. 1-11).

- **Montaje**

Consiste en pegar la muestra con goma blanca en una cartulina de (29x41 cm), además se añade la etiqueta en el lado inferior derecho, el sello del herbario en el lado superior derecho y un sobre en el lado superior izquierdo (para guardar semillas, frutos), luego se cocerá la parte leñosa para sujetar la muestra (Caranqui, 2011: pp. 1-11).

- **Catalogación (Archivo colección)**

Una vez concluido el montaje se efectúa un pre archivo de las muestras por familias, y luego se coloca en sus casilleros de Familia, género y especie, según el caso (Caranqui, 2011: pp. 1-11).

- **Intercambio**

Los duplicados se envían a los distintos Herbarios del Ecuador, principalmente el Herbario Nacional del Ecuador (QCNE), Herbario Universidad Católica (QCA), Herbario Universidad Central, Escuela de Biología (QAP), y también a especialistas de las distintas Familias de plantas que se encuentran en el exterior, por intermedio del Herbario Nacional (Caranqui, 2011: pp. 1-11).

- **Determinaciones**

Luego de un tiempo los Herbarios mencionados anteriormente envían la identificación de la muestra intercambiada. Esta información se coloca en etiquetas de determinación para describir la identificación. También debe constatar el nombre de la especie, el nombre del botánico que actualizó la información, institución perteneciente y fecha. Esta información también debe estar en la libreta de campo (Caranqui, 2011: pp. 1-11).

- **Base de datos**

A partir de la libreta de campo de los colectores, se procede a ingresar la información correspondiente. Toda la información nos sirve para sistematizar las muestras del Herbario y la información correspondiente a las especies que se desarrollan en un área dada, su distribución, estado de conservación, etc. (Caranqui, 2011: pp. 1-11).

### ***1.5.2 Recurso forestal maderero***

Los bosques naturales proporcionan productos básicos como leña, carbón, madera, resina y aceite utilizados en las industrias primaria y secundaria; y servicios ambientales vitales como la conservación del suelo y el agua, la protección de la biodiversidad y el secuestro de carbono. Los bosques naturales proporcionan varios tipos de árboles y se puede utilizar su madera (Ecuador Forestal, 2007: p. 11).

Los recursos forestales maderables son los recursos madereros de los bosques naturales y plantaciones, que consisten en toda la madera del país. Los recursos de madera pueden estar disponibles para la extracción para proporcionar insumos para la construcción y la producción de diversos productos de madera o papel o, por el contrario, la extracción puede no ser factible (Ministerio del Ambiente, 2015: p. 32).

#### ***1.5.2.1 Madera***

La madera se puede definir como el conjunto de tejidos que se encuentran hacia la parte interna de la corteza. Específicamente es la zona comprendida entre la médula y el cambium vascular y en la misma se cumplen diversas funciones: conducción de agua y sales minerales absorbidas por la raíz, soporte o resistencia mecánica y almacenamiento de sustancias alimenticias (Giménez et al., 2014: pp. 1-4).

La madera, xilema o leño 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., 2014: pp. 1-4).

#### *1.5.2.2 Propiedades organolépticas de la madera*

**El color:** el color se debe principalmente a los extractivos que se encuentran en el interior de las células leñosas. El color varía no sólo entre diferentes clases de maderas sino también dentro de una especie y a menudo aún en la misma pieza de madera. Por lo general siempre hay diferenciación entre el color de la albura y el duramen; sin embargo en algunas maderas no existe tal diferenciación. El color también es variable según se trate de madera en condición verde o en condición seca (Meza, 2016: pp. 4-6).

El color de la madera se considera en la determinación de las características organolépticas como un carácter secundario, para identificación, debido a que este varía dentro de una especie y a veces dentro de un mismo tronco (Meza, 2016: pp. 4-6).

**El olor:** el olor de la madera sana en la mayoría de los casos no existe o es demasiado débil para ser detectado por el hombre. El olor producido por los productos de impregnación es más pronunciado en la madera verde que en estado secado. Igualmente es más pronunciado en el duramen que en la albura y en las superficies recién cortadas. El olor como factor de identificación debe emplearse con mucho cuidado, pues es difícil definirle (Meza, 2016: pp. 4-6).

**El sabor:** el sabor está estrechamente vinculado al olor, pues se supone que las mismas sustancias son responsables de ambos (Meza, 2016: pp. 4-6).

**Brillo o lustre:** el brillo depende de la capacidad de la pared celular de reflejar la luz, en general las caras radiales dan mayor lustre que las tangenciales. El brillo también es causado por el cambio de dirección de las fibras por ciertas sustancias incrustadas y lo ha clasificado como: intenso, medio y opaco (Meza, 2016: pp. 4-6).

**Textura:** se refiere al tamaño y la proporción de células de madera presentes en una pieza de madera. Esta característica se determina en la sección transversal. Se considera que la madera con poros pequeños, radios pequeños y menos parénquima tiene buena textura. Los poros son grandes,

el parénquima es más grande, la luz es más ancha y la textura es rugosa. El caso intermedio entre los anteriores es de textura media. (Cloquell et al., 2005: p. 75).

**Veteado:** desde un punto de vista estético, las vetas juegan un papel importante en la identificación de especies de madera. El veteado se atribuye principalmente a la albura, los anillos de crecimiento del duramen, la veta y la textura (Cloquell et al., 2005: p. 75).

**Grano:** según la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (2009: pp. 8-10). El grano se refiere a la orientación de la fibra en la dirección longitudinal. Entre los diferentes tipos de granos, tenemos los siguientes:

- **Grano recto:** considerado el normal, presenta la dirección de los elementos paralela al eje del árbol o al borde de la pieza aserrada.
- **Grano entrecruzado:** cuando los elementos axiales forman un arreglo irregular (dirección radial); el grano entrecruzado afecta la trabajabilidad de la madera y puede sufrir malformaciones durante el proceso de secado.
- **Grano ondulado:** en este tipo de grano, se presenta una figura similar a ondas u olas que le proporcionan un aspecto bastante llamativo a la pieza de madera.
- **Grano espiralado:** es aquel donde el crecimiento del árbol se presenta un entorchamiento del tronco.

### *1.5.2.3 Anatomía de la madera*

La anatomía de la madera es una rama de la botánica, que es muy importante en las ciencias forestales y ambientales. Al comprender la estructura anatómica de la madera, se puede obtener información de aplicación directa relacionada con taxonomía, ecología, filogenia, dendrocronología y tecnología de la madera (Leon y Espinoza, 2001: pp. 380-385).

Esta información se puede utilizar para resolver adecuadamente problemas en la silvicultura, el procesamiento y uso de la madera y la evolución de las especies (Leon y Espinoza, 2001: pp. 380-385).

La Anatomía de Madera se estudia con el fin de:

- 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.

#### *1.5.2.4 Características microscópicas de la madera*

**Parénquima:** tejido llamado también fundamental, porque es preponderante en la mayoría de los órganos vegetales, constituido por células generalmente isodiamétricas, de membranas sutiles y no lignificadas, con el protoplasma parietal y en el centro una o varias vacuolas (Baneo, 2015: pp. 1-63).

**Poros:** orificio que se forma en las membranas celulares, por disolución o resorción de las mismas en un punto limitado, que pone en comunicación dos células contiguas (Baneo, 2015: pp. 1-63).

**Radios:** Placa vertical de células parenquimatosas que corre radialmente a lo largo del cilindro de tejido vascular en los troncos y raíces de las plantas. Cada uno puede una o más células de grosor. El radio medular primario se da en las plantas jóvenes y en las que no presenta engrosamiento secundario, llegando desde el centro medular de la planta hasta la corteza. Los radios medulares secundarios por el cambium vascular derivan en los tejidos xilema y floema. Los radios medulares almacenan y transportan material nutricio (Baneo, 2015: pp. 1-63).

#### *1.5.2.5 Planos anatómicos de corte*

Dado que se trata de un organismo heterogéneo compuesto por células dispuestas y organizadas en diferentes direcciones, la apariencia de la madera variará según la sección observada. Los siguientes planos de corte convencionales se utilizan para la investigación anatómica (Giménez et al., 2014: pp. 1-4).

- **Corte Transversal (X):** perpendicular al eje del árbol.
- **Corte Radial (R):** paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento.
- **Corte Tangencial (T):** tangencial a los anillos de crecimiento o perpendicular a los radios.

Además de la apariencia, las propiedades físicas y mecánicas de la madera también son diferentes en cada sentido, fenómeno que se denomina anisotropía. Debido a esta particularidad de la madera, es un material anisotrópico (Giménez et al., 2014: pp. 1-4).

### *1.5.3 Técnicas histológicas*

Denominamos proceso histológico a una serie de métodos y técnicas utilizados para poder estudiar las características morfológicas y moleculares de los tejidos. Hay diversos caminos para estudiar los tejidos, es decir, series de técnicas que se utilizarán dependiendo de qué característica deseamos observar (Megías et al., 2018: pp. 1-26).

El proceso histológico comienza con la obtención del tejido objeto de estudio. En el caso de los tejidos vegetales directamente se toman muestras de los distintos órganos que componen el cuerpo de la planta. En cualquier caso las muestras son habitualmente fijadas con unas soluciones líquidas denominadas fijadores, las cuales se usan para mantener las estructuras celulares y moleculares inalterables durante el procesamiento posterior y con una organización lo más parecida posible a como se encontraban en la muestra viva. También podemos fijar las moléculas de los tejidos por congelación rápida. Fijar un tejido es como hacer una fotografía de dicho tejido, su estructura se mantendrá hasta su observación (Megías et al., 2018: pp. 1-26).

#### *1.5.3.1 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. Además es una técnica que se emplea en los laboratorios con el objetivo de optimizar la visión de aquello que se observa a través de un microscopio (López et al., 2014: p. 11).

#### *1.5.3.2 Safranina*

Es un colorante catiónico que aporta color rojo a las estructuras histológicas. Es muy usada en histología vegetal donde tiñe de rojo las células lignificadas como los núcleos y la lignina de las paredes celulares secundarias. El colorante safranina es conocido como de contraste, ya que se usa para diferenciar una estructura celular previamente teñida con otro colorante (Coveña, 2019: p. 9).

#### *1.5.3.4 Astra Blue*

Es una tinción que tiñe de color azul las células no lignificadas, como la celulosa en los tejidos de las plantas que contienen oligosacáridos y polisacáridos. La tintura Astra Blue también es usada en el estudio de mastocitos en preparados humanos o muestras de sangre (Coveña, 2019: p. 9).

#### *1.5.4 Densidad de la madera*

La densidad de la madera es propia de cada especie vegetal, depende de la cantidad y tipo de elementos celulares que la constituyen. La mayoría de las propiedades físicas y mecánicas de la madera como: la dureza, el peso, la resistencia al impacto y la abrasión están directamente relacionadas con la densidad; así mismo estas características se asocian con las condiciones climáticas que prevalecen en la región donde los individuos crecen. De acuerdo con sus características, la madera puede ser empleada en la industria para la fabricación y/o producción de: escuadría, celulosa, triplay, postes, pilotes, leña, carbón y durmientes. Otro aspecto asociado con la densidad de la madera es su eficiencia como biocombustible (Ordóñez et al., 2015: p. 78).

#### *1.5.5 Potencial de hidrógeno*

El valor pH es una característica que tiene influencia en varios campos del aprovechamiento de la madera: el pH influye en la corrosión de metales en contacto con ella, en la fijación de determinados preservantes químicos, en la coloración de algunas maderas expuestas a la radiación solar, en la fijación de lacas y barnices sobre su superficie y en el fraguado de colas y adhesivos, ya sea en madera sólida o en forma de chapas o partículas para la producción de tableros (Albin, 1975: p. 3).

## CAPITULO II

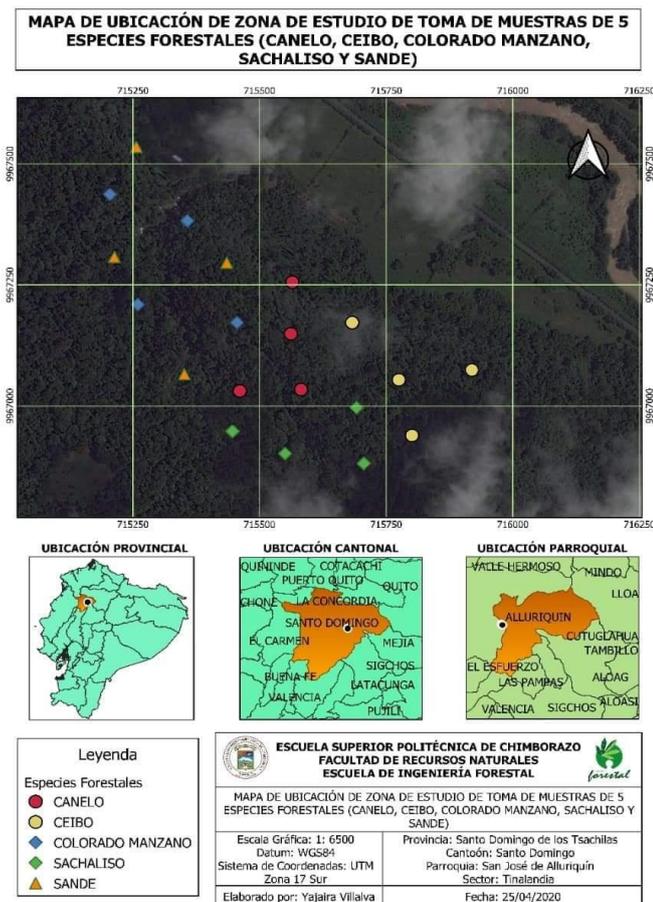
### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 Caracterización del lugar

##### 2.1.1 Fase de campo

Las muestras de madera de cada una de las especie, se las colectó en los predios del señor Aníbal René Segovia Andino, en la Parroquia Alluriquín sector Tinalandia, Cantón Santo Domingo.

La identificación de las especies se llevó a cabo en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en la Panamericana Sur, Km 1½ de la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo. El proceso de laboratorio se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el Laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Recursos Naturales.



**Figura 1-2:** Georeferenciación del lugar de investigación.

Realizado por: Villalva, 2020.

### ***2.1.2 Condiciones climáticas***

<b>Temperatura media:</b>	23°C.
<b>Precipitación promedio:</b>	2594 mm.
<b>Altitud:</b>	739 m s.n.m. (Ocampo, 2013: pp. 1-8).

### ***2.1.3 Clasificación ecológica***

Según el Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental, el área de estudio de la Parroquia Alluriquín, pertenece al bosque siempre verde pie montano (MAE, 2012: pp. 54-57).

## **2.2 Materiales y equipos**

### ***2.2.1 Materiales de campo***

Lápiz, libreta de campo, cinta métrica, GPS Garmin, cámara fotográfica (celular samsung A20), motosierra Stihl Ms-382, botas, machete, cinta adhesiva, poncho de agua. Mientras que para el herbario se requiere: prensa, papel periódico, fundas plásticas, tijera, cuerdas, cartón, goma, cartulinas A3.

### ***2.2.2 Materiales y equipos para el laboratorio***

Cubos de madera de cada especie de 2 cm<sup>3</sup> (prismas), aserrín de las 5 especies, guantes, cucharas de plástico, tarrinas de plástico, mandil, pinzas de manipulación, papel absorbente, papel aluminio, placas porta y cubre objetos, nitrocelulosa (esmalte transparente), cajas Petri, marcador de vidrio, alcohol etílico al 70%, frascos de vidrio 400 ml, agua destilada, probeta 50 ml, pie de rey, autoclave Hirayama HL-3030e, microscopio motic, micrótopo rotatorio tipo Spencer 820, tabla de Munsell, pHmetro Apera PH 700, tinciones (Astrablue/Safranina) y balanza digital Mettler PM300.

### ***2.2.3 Materiales de oficina***

Computadora Acer, impresora epon PLQ-35, hojas de papel bond, libreta, lápiz, esferos, calculadora, programa informaticos: Excel 2019, Word 2019, Motic Images Plus 2.0, ArcGIS 10.3, Infostat, Mendeley Desktop.

## **2.3 Metodología**

### ***2.3.1 Para cumplir el primer objetivo.***

#### **Analizar las características organolépticas de cinco especies forestales.**

##### *2.3.1.1 Recolección de las especies*

Se tramitó el permiso de “Recolección de especímenes de especies de la diversidad biológica” en el organismo competente MAAE (Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador).

Se identificó la zona y los individuos que van a ser parte del estudio, se georeferenció el predio para lo cual se utilizó el GPS (Garmin, GPSMAP 64s), para registrar los datos de las coordenadas geográficas del lugar, así mismo la altitud sobre el nivel del mar.

Se recolectaron muestras de individuos en estado fértil, como: hojas, flores, frutos, corteza; además una muestra de madera de cada especie forestal para el análisis organoléptico de la misma, se colocó una etiqueta en cada una de las muestras con el nombre común que se conoce en el lugar (ceibo, sangy, sachaliso, colorado manzano, canelo).

Las muestras de los individuos fueron prensadas, disecadas y herborizadas para su posterior identificación en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

Para el dimensionado de las muestras se obtuvieron trozas de madera de 30 cm de largo. Cada troza se la divide en tres partes: de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm, 20 a 30 cm. La primera sección se la conserva intacta, de la segunda se quitó el 25 % en forma longitudinal y de la tercera parte se retiró el 50% aproximadamente. Quedando las muestras similar a un corte en escalera además se cortaron tablillas de 2 cm de espesor, 5 cm de ancho y 12 cm de largo, para poder identificar las características organolépticas de las especies a estudiar.

##### *2.3.1.2 Montaje de muestras*

Una vez realizado el proceso de herborización se procede al montaje de las muestras que serán ingresadas al herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- A cada una de las muestras herborizadas se les colocó una solución de goma disuelta en agua en proporción de 1:1, colocamos en el centro de la cartulina de formato A3, en algunos casos se les hacia puntadas de hilo de color blanco.
- Para que las muestras queden fijas se les colocó un peso y así hacer presión. Se ubicó una etiqueta en la cual se escriben los datos anotados en la libreta de campo, como: familia, nombre científico, nombre común, fecha de colecta, coordenadas y fenología de la especie.
- Para finalizar el montaje se añadió un código para relacionarlo con el espécimen de madera que se encuentra en la xiloteca de la carrera de Ingeniería Forestal de la ESPOCH.

### ***2.3.2 Para cumplir el segundo objetivo***

#### **Determinar las características anatómicas de cinco especies forestales.**

Para determinar las características anatómicas se trabajó en el laboratorio de ciencias biológicas de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH.

- Se obtuvo cubos de madera con las siguientes dimensiones 2 x 2 x 2 cm, de acuerdo a la norma COPANT 458, de las 5 muestras como son: ceibo, sangy, sachaliso, colorado manzano, canelo) con cuatro repeticiones cada una.
- Se colocó los cubos de madera dentro de los frascos de vidrio, se añadió 350 ml de agua destilada, hasta que estos queden totalmente cubiertos, posteriormente se sellaron los frascos con papel aluminio, se etiquetaron los frascos respectivamente para colocarlos en el autoclave, a una temperatura de 121 °C y 1,1 atmosferas de presión por ciclo, cada ciclo comprende 20 minutos, tomando en cuenta que mientras el autoclave se calienta el primer ciclo dura 1 hora, una vez que concluye el ciclo se revisa las muestras para verificar si están blandas. Cabe recalcar que los ciclos que se realicen depende de la dureza de cada especie de madera, entre más blandas menor será el número de ciclos y entre más duras, mayor el número de ciclos.
- Realizado el ablandamiento de las 5 especies, se procede con los cortes de la sección radial, tangencial y longitudinal en el micrótopo (Spencer 820, Alemania) con un grosor de 0,3 µm de cada muestra según las normas IAWA.

**Tabla 1-2:** Ciclos de ablandamiento de las cinco especies en estudio.

<b>Especie</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Tiempo por ciclo (min)</b>
<b>Ceibo</b>	1	20
<b>Sangy</b>	1	20
<b>Sachaliso</b>	5	100
<b>Colorado manzano</b>	1	20
<b>Canelo</b>	1	20

**Realizado por:** Villalva, 2020.

- Los cortes histológicos se colocaron en las cajas Petri etiquetadas respectivamente, se colocó agua destilada para así evitar su deshidratación.
- Se procede con las tinciones en cajas Petri, así tuvimos: la primera caja con safranina, la segunda caja con astrablue, y la tercera una combinación de astrablue y safranina en proporciones de 1:1. En la tercera caja cabe mencionar que se puede mezclar y teñir simultáneamente las láminas.

De acuerdo a Gärtner y Schweingruber (2013: p. 56), la combinación Safranina /Astrablue crea los mejores contrastes entre diferentes tipos de paredes celulares. En donde la Safranina tiñe las estructuras de células lignificadas de color rojo, y el Astrablue tiñe las estructuras de celulosa o no lignificadas de color azul.

- Con los mejores cortes histológicos se procedió a tinturar con Safranina por un tiempo de 10, 20, 30 segundos, se retiró las impurezas con agua destilada y se colocó las muestras en papel toalla para retirar la humedad, para el Astrablue y la combinación se realizó el mismo procedimiento que con safranina, difiriendo en que las impurezas se las retiró con alcohol al 70 %.
- Cada corte histológico lo colocamos en las láminas cubre y portaobjetos, se las fijó y etiquetó respectivamente con sus nombres. Una vez realizado el montaje de las placas se las llevó al microscopio Motic, y se observaron estructuras anatómicas con los diferentes lentes. Se obtienen imágenes de los planos radial, transversal y tangencial con la cámara Moticam 2.0. Que es parte del Software incorporado en el microscopio.

### 2.3.2.1 Análisis estadístico de las características anatómicas

Se analizaron tres imágenes por cada repetición del corte transversal y se elaboró una base de datos en Excel, según el perímetro y cantidad de los poros como: solitarios y múltiples una vez que se obtuvo los resultados se realizó un promedio de cada repetición según la especie y el tipo de poro.

Se realizó una tabla resumen con los datos, donde se aplicó un diseño de bloque, para poder trabajar en el programa InfoStat.

Para determinar de manera estadística, en cuál especie se observó de mejor forma las estructuras del corte transversal según la tinción, se elaboró una base de datos donde se calificó a los tintes como malo, bueno y muy bueno, en este paso se trabajó con tres imágenes por cada repetición.

En el programa infoStat se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y la prueba Tukey para elaborar tablas comparativas entre las especies y lograr un análisis.

### 2.3.2.2 Determinación de la densidad

La densidad de cada especie se la determinó en madera seca. Se pesó cuatro cubos de madera de cada especie en una balanza digital, después se utilizó un pie de rey para tomar las medidas de (L x A x E) de cada cubo una vez obtenidos los datos se sacó la media para llevarlo a la fórmula (Santos, 2004: pp. 81-87).

Donde:

L= largo

A= ancho

E= espesor

La densidad se determinó utilizando la siguiente ecuación, una vez determinada la densidad de cada especie se realizó una tabla con los datos:

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

Donde:

$\rho$  = Densidad de la madera expresada ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

m = Masa de la madera (gr)

v = Volumen de la madera en ( $\text{cm}^3$ )

### *2.3.2.3 Determinación del potencial de Hidrógeno (pH)*

Para determinar el pH se obtuvo aserrín fresco de la madera de cada especie, se pesó 20 gramos de aserrín en una balanza digital y se colocó en tarrinas. Colocamos agua destilada con un volumen conocido, mezclamos hasta obtener una solución homogénea, dejamos reposar 1 hora, con la ayuda de un pHmetro se obtuvo los valores del pH de cada una de las especies en estudio (Albin, 1975: p. 3).

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Breve descripción dendrológica de las cinco especies forestales

Los pobladores de la Parroquia Alluriquín conocen a las especies estudiadas como: ceibo, sangy, sachaliso, colorado manzano, canelo. En la siguiente tabla se describe los nombres científicos de cada una de las especies en estudio, identificadas en el herbario de la ESPOCH-CHEP.

**Tabla 2-3:** Familia y nombre científico de las cinco especies forestales en estudio.

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
<i>Bombacaceae</i>	<i>Ceiba insignis</i>	Ceibo
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus maxima</i>	Sangy
<i>Pentafhylaceae</i>	<i>Freziera verrucosa</i>	Sachaliso
<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea kunthiana</i>	Colorado manzano
<i>Lauraceae</i>	<i>Nectandra reticulata</i>	Canelo

Realizado por: Villalva, 2020.

#### • BOMBACAEAE

##### *Ceiba insignis* (Ceibo)

**Árbol:** de 20 a 40 metros de altura.

**Fuste:** abombado.

**Corteza:** abombada, presenta aguijones.

**Hojas:** digitadas, alternas.

**Flores:** en racimos laterales o glomérulos.

**Fruto:** cápsula elipsoidal.

#### • MORACEAE

##### *Ficus maxima* (sangy)

**Árbol:** de 5 a 20 metros de altura.

**Fuste:** cilíndrico.

**Hojas:** elípticas a oblongas.

**Flores:** inflorescencias.

**Fruto:** drupa o aquenio.

**Corteza:** rugosa, color café claro.

- **PENTAFHYLACEAE**

***Freziera verrucosa* (Sachaliso)**

**Árbol:** pequeño de 2 m de altura y DAP entre 0,30 y 0,50 m.

**Fuste:** recto cilíndrico.

**Copa:** amplia y redondeada, de gran tamaño.

**Corteza:** externa café agrietada verticalmente; corteza interna rosado cremosa, fibrosa y de sabor amargo.

**Hojas:** simples, alternas. Bordes tenuemente dentado.

**Flores:** tubulares, color blanco.

**Fruto:** baya globosa de 1 cm de diámetro.

- **MELIACEAE**

***Guarea Kunthiana* (Colorado manzano)**

**Árbol:** 30 metros de altura y 70-80 cm de diametro.

**Fuste:** recto, cilindrico.

**Corteza:** apariencia rugosa, al hacer cortes se observa resina blanca.

**Hojas:** pinnadas, alternas.

**Flores:** unisexuales.

**Fruto:** globoso o un poco alargado.

- **LAURACEAE**

***Nectandra reticulata* (Canelo “Jigua”)**

**Árbol:** 15 metros de altura.

**Corteza:** lisa.

**Fuste:** cilindrico y recto.

**Hojas:** simples, alternas, obovadas con ápice acuminado.

**Flores:** pequeñas verde-amarillentas.

**Fruto:** drupa café-verdosa.

### **3.2 Análisis de las características organolépticas de cinco especies forestales**

#### **3.2.1 *Ceiba insignis* (ceibo)**

Esta especie presenta un fuste abombado, su corteza es de color café claro, además en su corteza presenta agujones. Según la tabla de Munsell el color de la madera de la albura es amarillo rojizo

7.5YR 8/6, grano entrecruzado, brillo medio, textura media, su veteado en arcos superpuestos, sabor agradable no distintivo, olor ausente.



**Figura 2-3:** *Ceiba insignis* (ceibo), corteza.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 3-3:** *Ceiba insignis* (ceibo), corteza transversal.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 4-3:** *Ceiba insignis* (ceibo), corte tangencial.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 5-3:** *Ceiba insignis* (ceibo), corte radial.

Realizado por: Villalva, 2020.

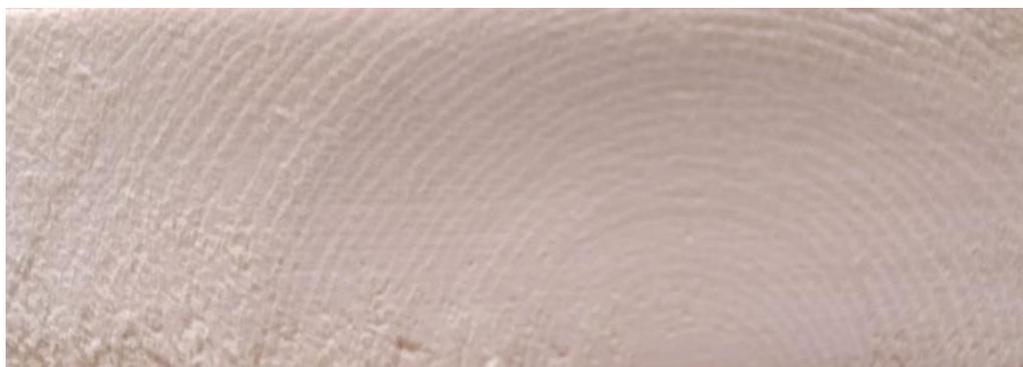
### 3.2.2 *Ficus maxima* (sangy)

Esta especie presenta un fuste cilíndrico, su corteza presenta un color café grisaseo con apariencia un poco rugosa. Según la tabla de Munsell el color de la madera de la albura es amarillo 7.5YR 8/2, textura gruesa, grano recto, brillo alto, su veteado corresponde a arcos superpuestos, sabor no distintivo y su olor agradable, no distintivo.



**Figura 6-3:** *Ficus maxima* (sangy), corteza.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 7-3:** *Ficus maxima* (sangy), corte transversal.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 8-3:** *Ficus maxima* (sangy), corte tangencial.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 9-3:** *Ficus maxima* (sangy), corte radial.

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.2.3 *Freziera verrucosa* (sachaliso)

Se observa un fuste cilíndrico, su corteza agrieta con un color café pálido y blanquesino. El color de la madera de la albura según la tabla de Munsell es: rojizo 2.5YR 7/6. El grano oblicuo, brillo alto, textura fina su veteado de arcos superpuestos, sabor y olor ausente.



**Figura 10-3:** *Freziera verrucosa* (sachaliso), corteza.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 11-3:** *Freziera verrucosa* (sachaliso), corte transversal.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 12-3:** *Freziera verrucosa* (sahaliso), corte tangencial.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 13-3:** *Freziera verrucosa* (sachaliso), corte radial.

Realizado por: Villalva, 2020.

#### 3.2.4 *Guarea Kunthiana* (colorado manzano)

Esta especie presenta un tronco recto, cilíndrico la corteza es de color café con una apariencia mas o menos rugosa. Según la tabla de Munsell el color de la albura es amarillo rojizo, 5YR 7/6,

grano recto, textura media, brillo medio, veteado en arcos superpuestos, sabor no distintivo, olor agradable, no distintivo.



**Figura 14-3:** *Guarea Kunthiana* (colorado manzano), corteza.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 15-3:** *Guarea Kunthiana* (colorado manzano), corte transversal.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 16-3:** *Guarea Kunthiana* (colorado manzano), corte tangencial

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 17-3:** *Guarea Kunthiana* (colorado manzano), corte radial.

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.2.5 *Nectandra reticulata* (canelo Jigua)

Esta especie presenta un fuste cilíndrico y recto, corteza lisa de color café cremoso. Según la tabla de Munsell el color de la albura es amarillo 10YR 8/8. El brillo medio, grano recto, textura gruesa, veteado jaspeado, sabor agradable no distintivo y el olor agradable aromático parecido a la canela.



**Figura 18-3:** *Nectandra reticulata* (canelo Jigua), corteza.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 19-3:** *Nectandra reticulata* (canelo Jigua), corte transversal.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 20-3:** *Nectandra reticulata* (canelo Jigua), corte tangencial.

Realizado por: Villalva, 2020.



**Figura 21-3:** *Nectandra reticulata* (canelo Jigua), corte radial.

Realizado por: Villalva, 2020.

**Tabla 3-3:** Resumen de las características organolépticas de las cinco especies forestales estudiadas.

<b>Características</b>	<i>Ceiba insignis</i>	<i>Ficus maxima</i>	<i>Freziera verrucosa</i>	<i>Guarea kunthiana</i>	<i>Nectandra reticulata</i>
<b>Color</b>	Amarillo rojizo	Amarillo	Rojizo	Amarillo rojizo	<b>Amarillo</b>
<b>Olor</b>	Agradable no distintivo	Agradable no distintivo	No distintivo	No distintivo	Agradable aromático
<b>Sabor</b>	Ausente	No distintivo	Ausente	Ausente	Agradable no distintivo
<b>Textura</b>	Media	Gruesa	Fina	Media	Gruesa
<b>Grano</b>	Entrecruzado	Recto	Oblicuo	Recto	Recto
<b>Veteado</b>	Arcos superpuestos	Arcos superpuestos	Arcos superpuestos	Arcos superpuestos	Jaspeado
<b>Brillo</b>	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio

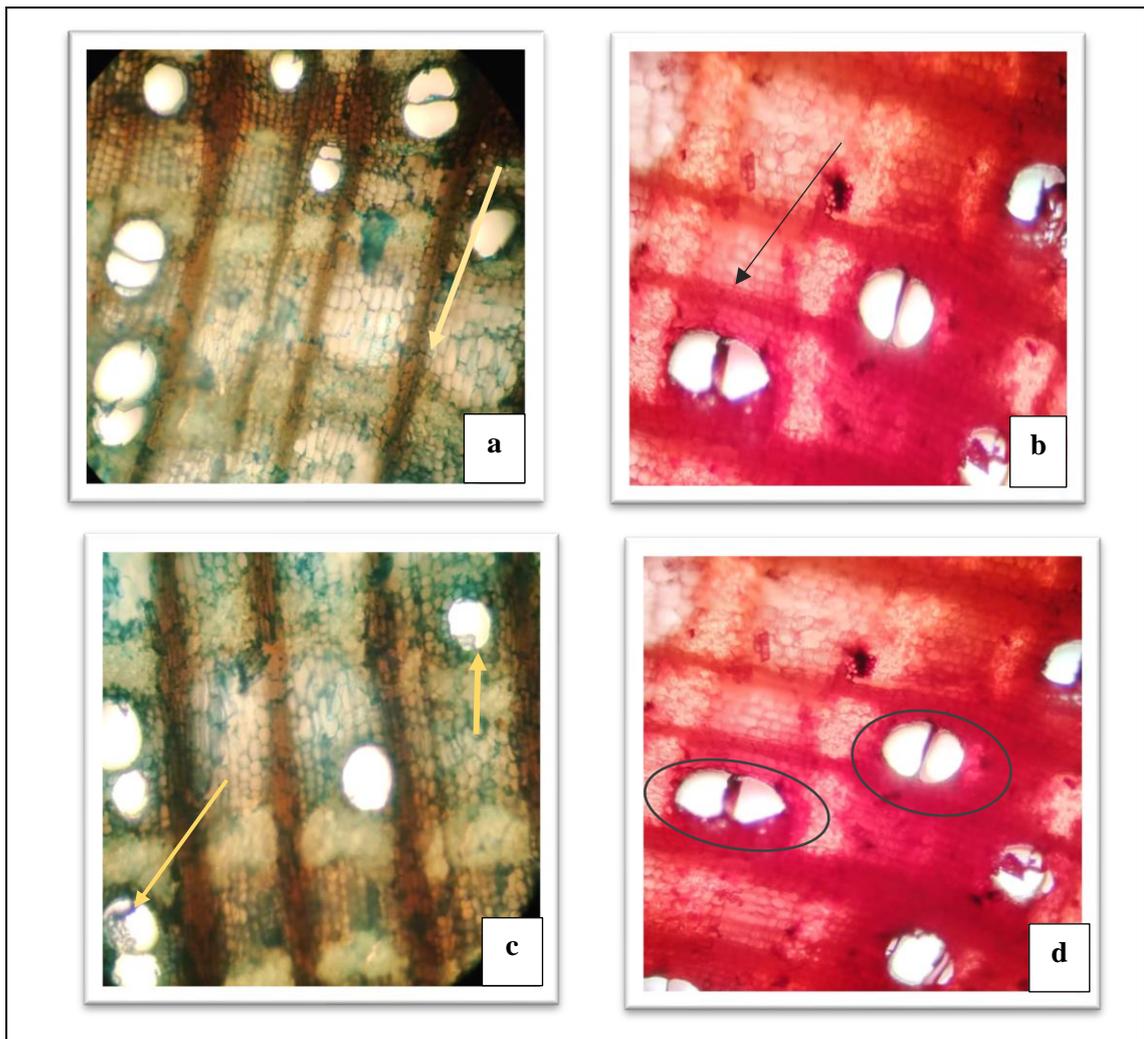
Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3 Características anatómicas

#### 3.3.1 *Ceiba insignis* (Ceibo)

##### 3.3.1.1 Corte transversal

Según lo visto en la figura 22-3: **a.** Observado con el lente óptico de 4x y Astrablue, poros multiples de dos en su mayoría seguidos de poros solitarios y en menor cantidad multiples de tres además se visualiza radios anchos. **b.** Observado con el lente óptico de 10x y safranina se observa fibras con paredes delgadas. **c.** Existe presencia de goma en los poros visto con el lente óptico de 10x y combinación de tintes. **d.** El parenquima visto con lente óptico de 10x y safranina es paratraqueal unilateral.

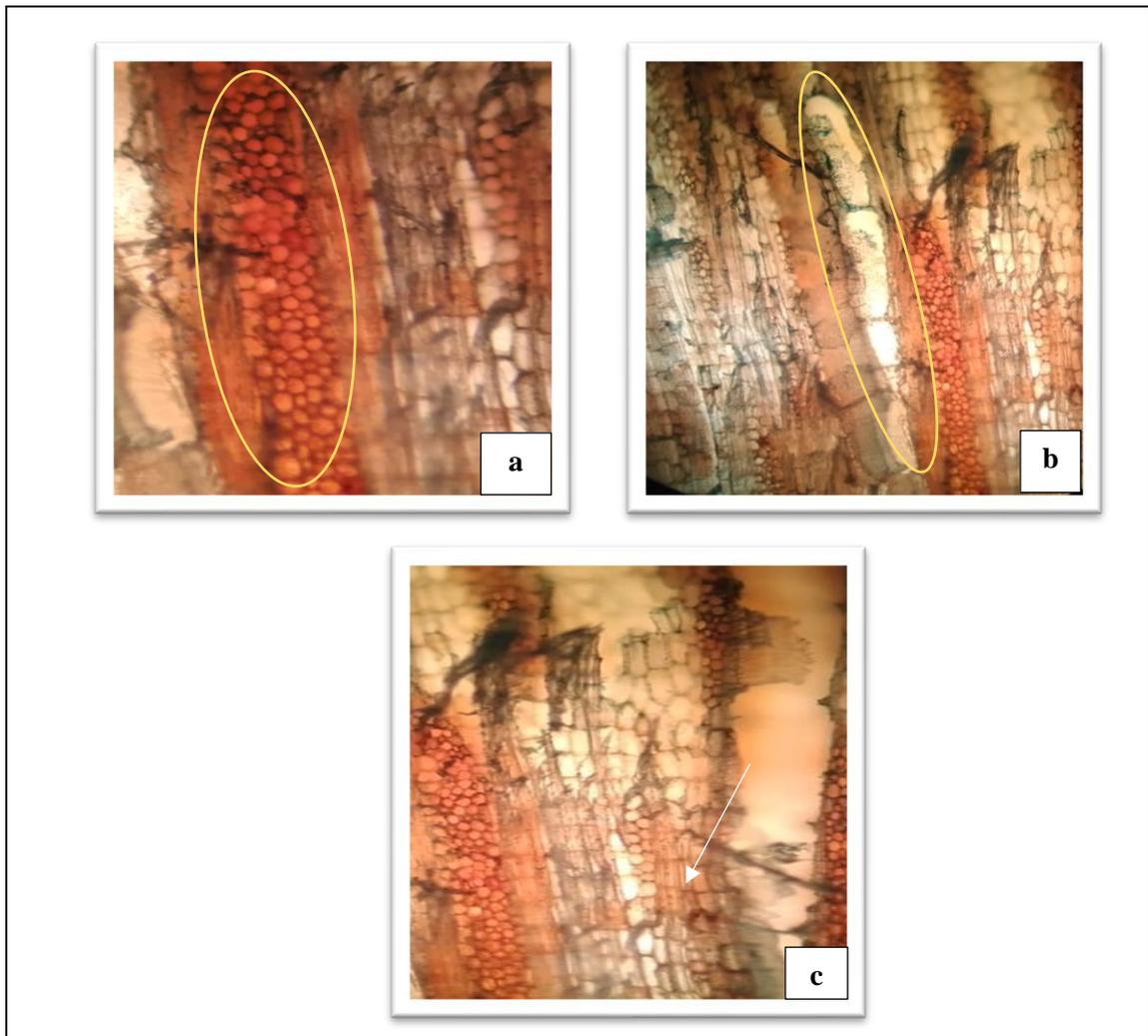


**Figura 22-3:** Corte transversal *Ceiba insignis* (Ceibo).

**Realizado por:** Villalva, 2020.

### 3.3.1.2 Corte tangencial

Según la figura 23-3: **a.** Con ayuda del lente óptico de 10x y safranina se observa la presencia de radios multiseriados. **b.** Visto con el lente óptico de 10x y safranina se logra observar el miembro del vaso con punteaduras aeroladas en su interior. **c.** Observado con el lente óptico de 10x y safranina, células envolventes.



**Figura 23-3:** Corte tangencial *Ceiba insignis* (Ceibo).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.1.3 Corte radial

Según la figura 24-3: **a.** Observado con el lente óptico 10x y combinación de tintes, se visualiza células parenquimáticas muy bien definidas. **b.** Se logra visualizar radios heterocelulares con fibras no septadas con ayuda del lente óptico 10x y safranina.



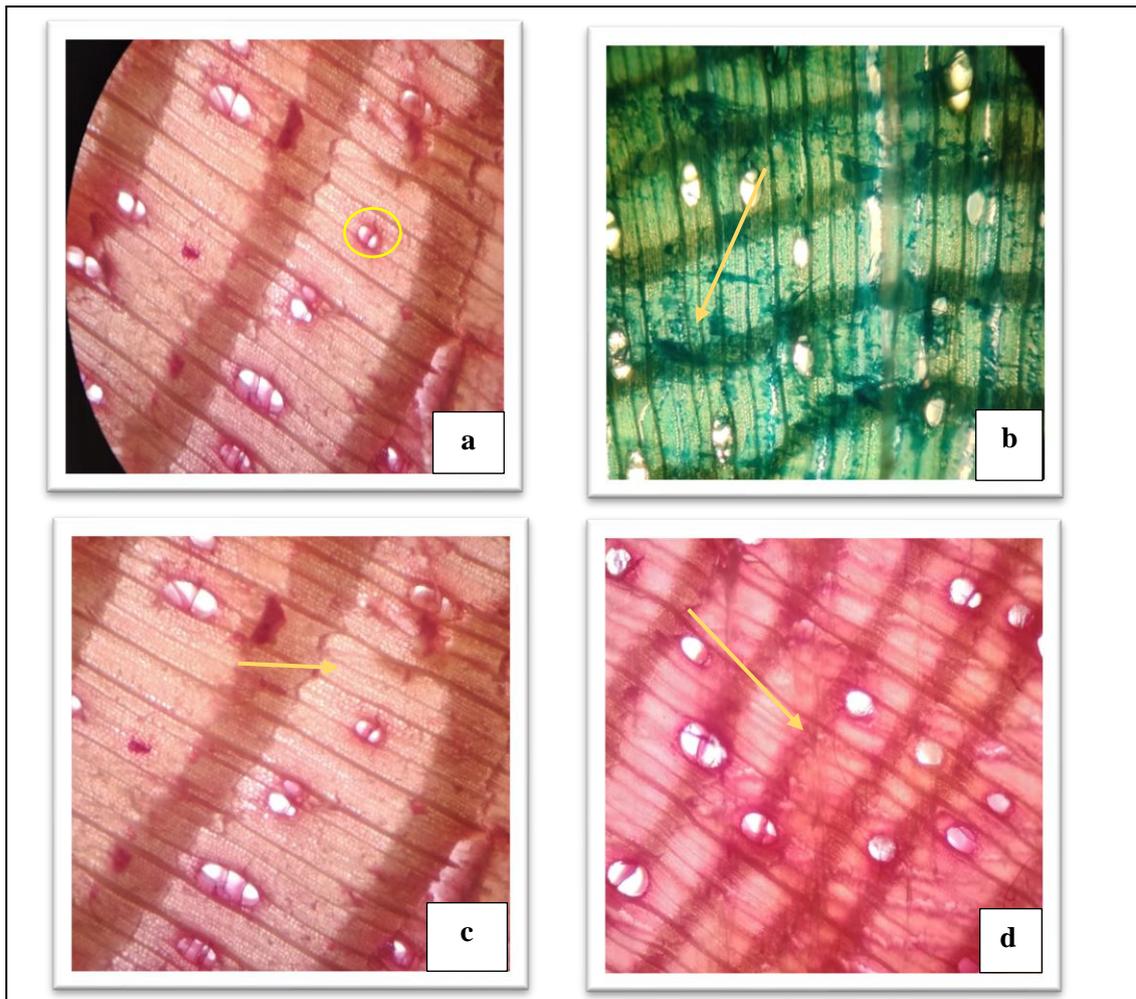
**Figura 24-3:** Corte radial *Ceiba insignis* (Ceibo).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.2 *Ficus maxima* (sangy)

#### 3.3.2.1 Corte transversal

Según la figura 25-3: **a.** Observado con el lente óptico 4x y safranina, en su mayoría poros múltiples de dos seguidos de poros solitarios y en menor cantidad poros múltiples de tres, parénquima paratraquial vasicéntrico confluyente, visto con el lente d 10x.. **b.** Fibras de las paredes pequeñas observadas con el lente óptico de 10x y astrablue. **c.** Visto con el lente de 10x y safranina se observa radios medianos. **d.** Adicionalmente observado con el lente óptico de 10x y safranina se logra observar los anillos de crecimiento.

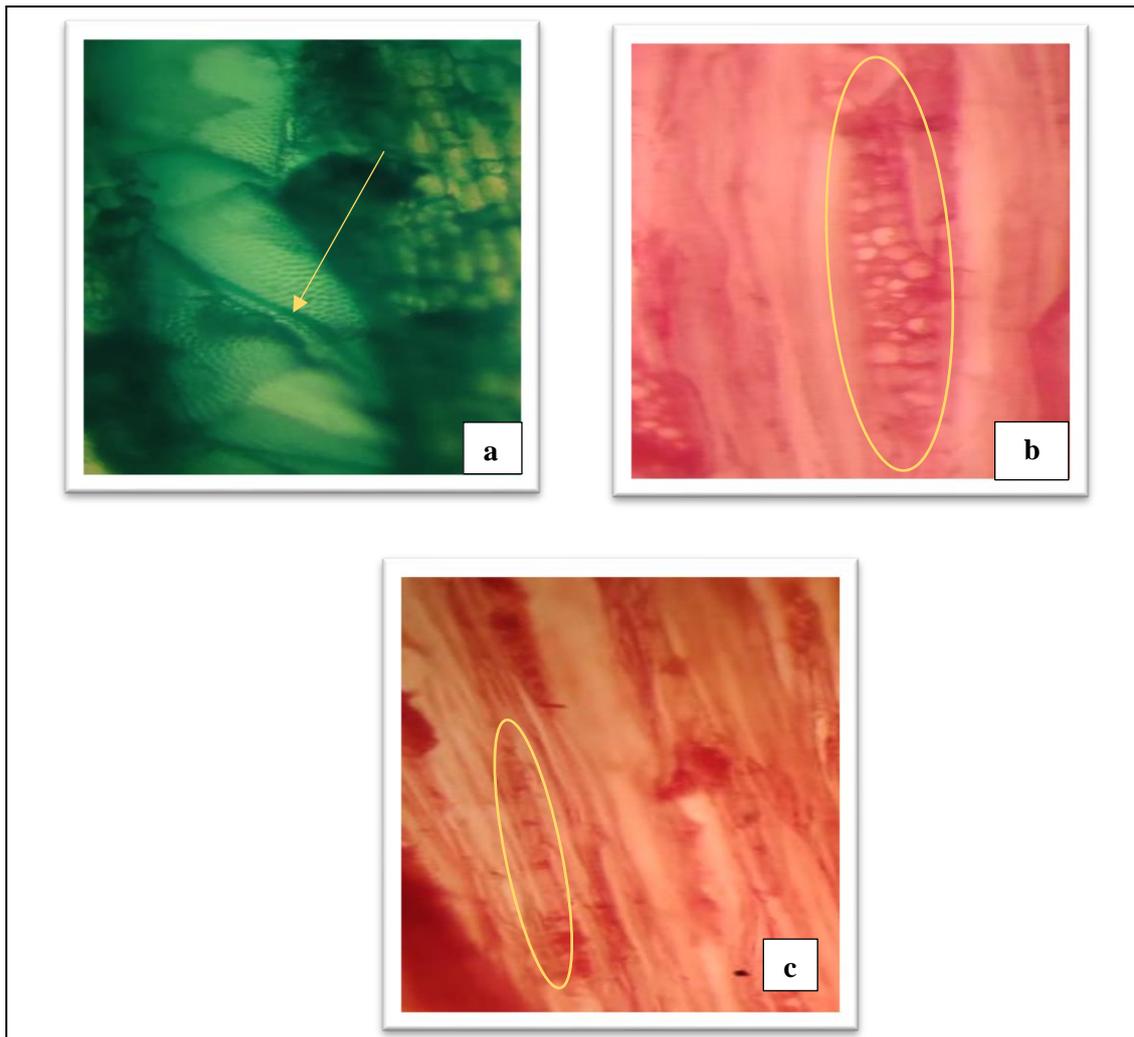


**Figura 25-3:** Corte transversal *Ficus maxima* (sangy).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.2.2 Corte tangencial

Según la figura 26-3: **a.** Observado con lente de 10x y astrablue presencia del vaso con punteauras intervasculares alternas. **b.** Radios multiseriados observados con el lente óptico de 10x y safranina. **c.** Con el lente de 10x y safranina, se logra observar traqueidas vasculares.

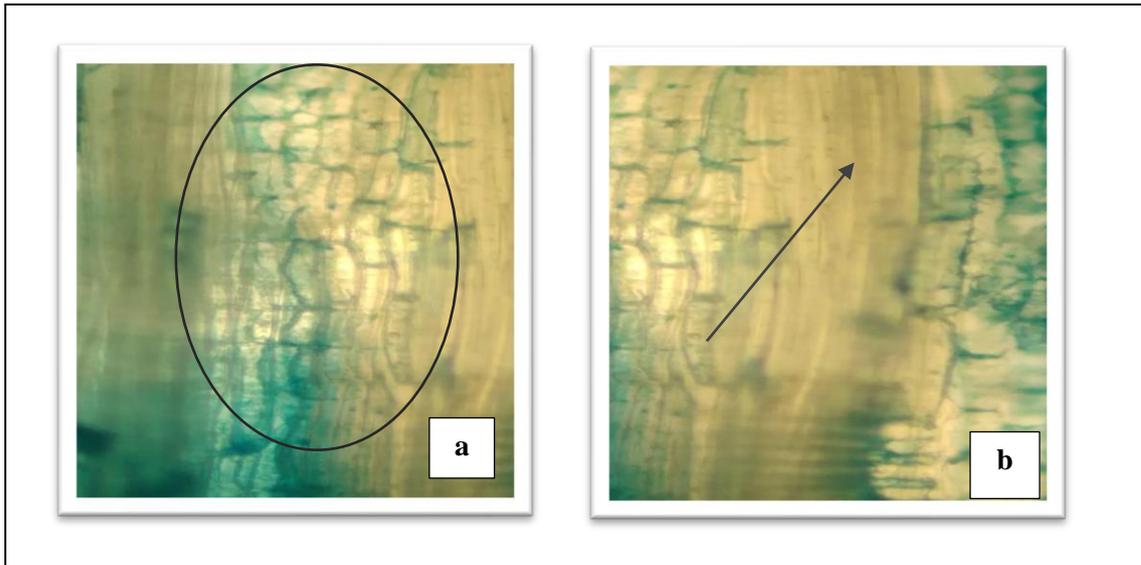


**Figura 26-3:** Corte tangencial *Ficus maxima* (sangy).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.2.3 Corte radial

Según la figura 27-3: **a.** Observado con el lente óptico de 10x y combinación de tintes se logra visualizar radios heterocelulares. **b.** Con la ayuda del lente óptico de 10x y combinación de tintes se puede diferenciar fibras no septadas.



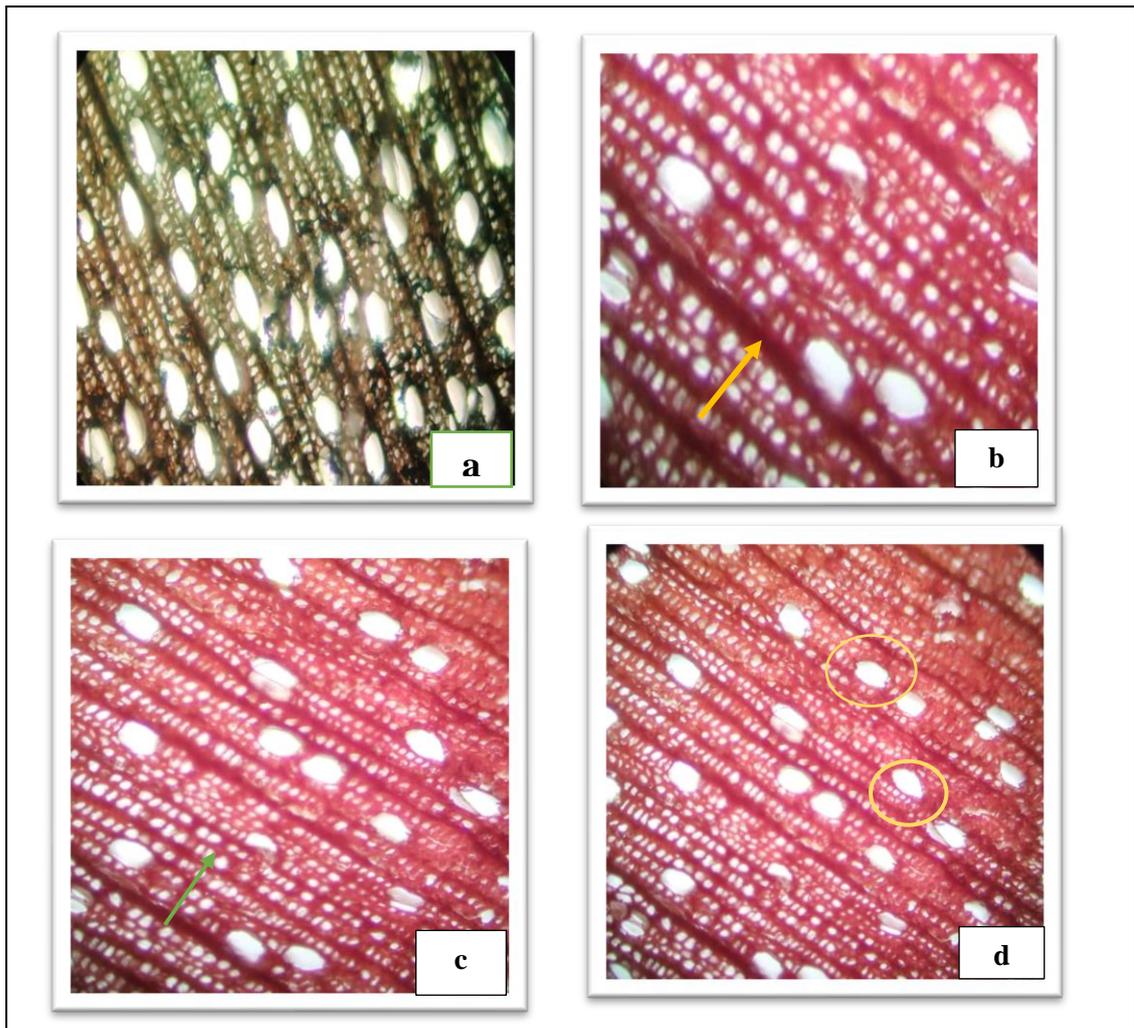
**Figura 27-3:** Corte radial *Ficus maxima* (sangy).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.3 *Freziera verrucosa* (sachaliso)

#### 3.3.3.1 Corte transversal

Según la figurara 28-3: **a.** Observado con lente óptico de 4x y astrablue, se encuentra poros solitarios en su gran mayoría seguido de poros múltiples de dos. **b.** Observado con lente de 10x y safranina, radios gruesos. **c.** Visto con el lente de 10x y safranina, fibras de paredes medianas. **d.** Poros con parénquima paratraqueal vasicentrico unilateral visto con el lente óptico de 10x y safranina.

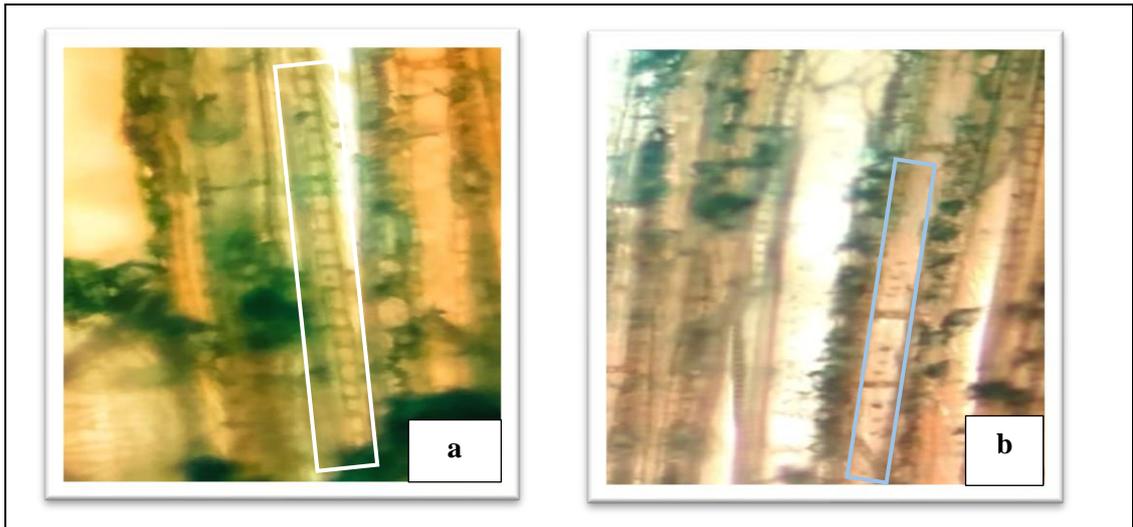


**Figura 28-3:** Corte transversal *Freziera verrucosa* (sachaliso).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.3.2 Corte tangencial

Según la figura 29-3: **a.** Observado con el lente óptico de 4x y combinación de tintes, estructuras de radios uniseriados. **b.** Visto con el lente de 4x y astrablue, se encuentra fibras con con presencia de punteaduras.

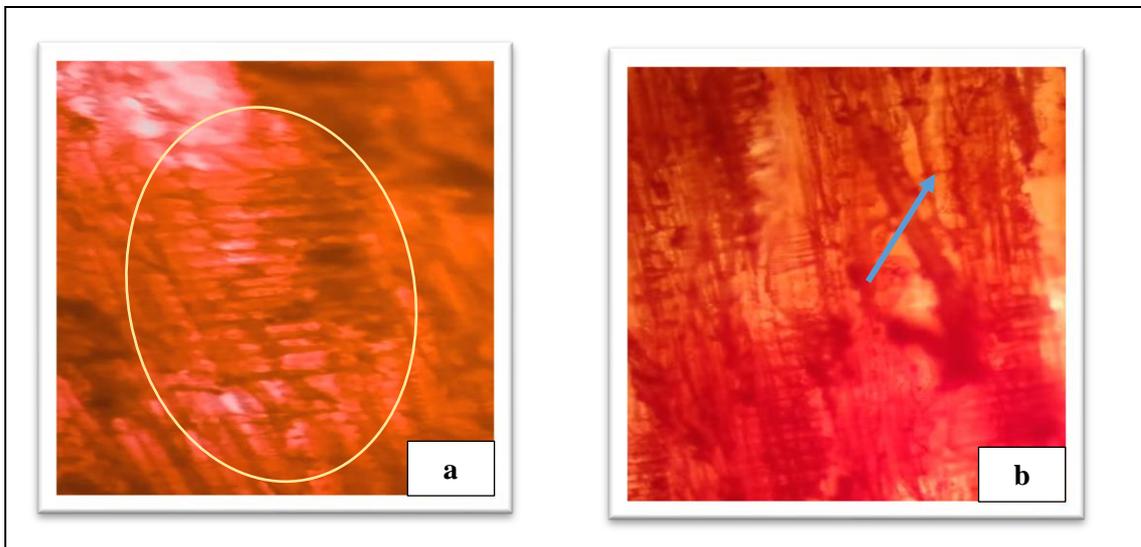


**Figura 29-3:** Corte tangencial *Freziera verrucosa* (sachaliso).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.3.3 Corte radial

Según la figura 30-3: **a.** Observado con el lente óptico de 4x y safranina se visualiza radio heterocelular con presencia de rutas marginales. **b.** Con ayuda del lente de 10x y safranina se observa células parenquimáticas con fibras no septadas.



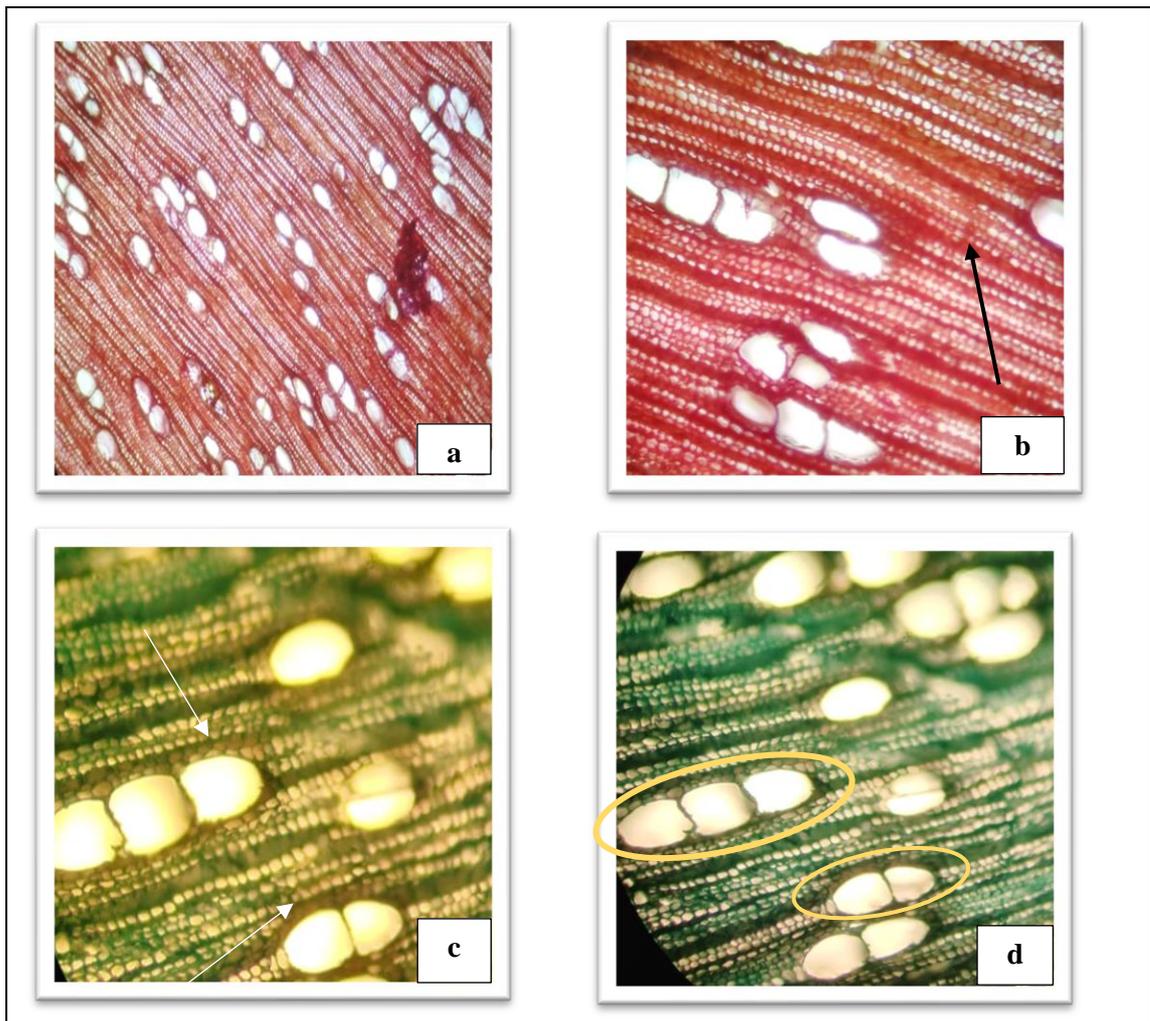
**Figura 30-3:** Corte radial *Freziera verrucosa* (sachaliso).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.4 *Guarea kunthiana* (colorado manzano)

#### 3.3.4.1 Corte transversal

Según la figura 31-3: **a.** Observado con el lente óptico 4x y safranina, poros solitarios y múltiples de dos en su gran mayoría seguidos de múltiples de tres. **b.** Visto con el lente óptico de 10x y safranina, se observa radios finos. **c.** Observado con el lente óptico de 10x y astrablue, fibras de paredes pequeñas. **d.** Parénquima paratraqueal aliforme confluyente de ala corta y gruesa, observado con el lente óptico de 4x y astrablue.

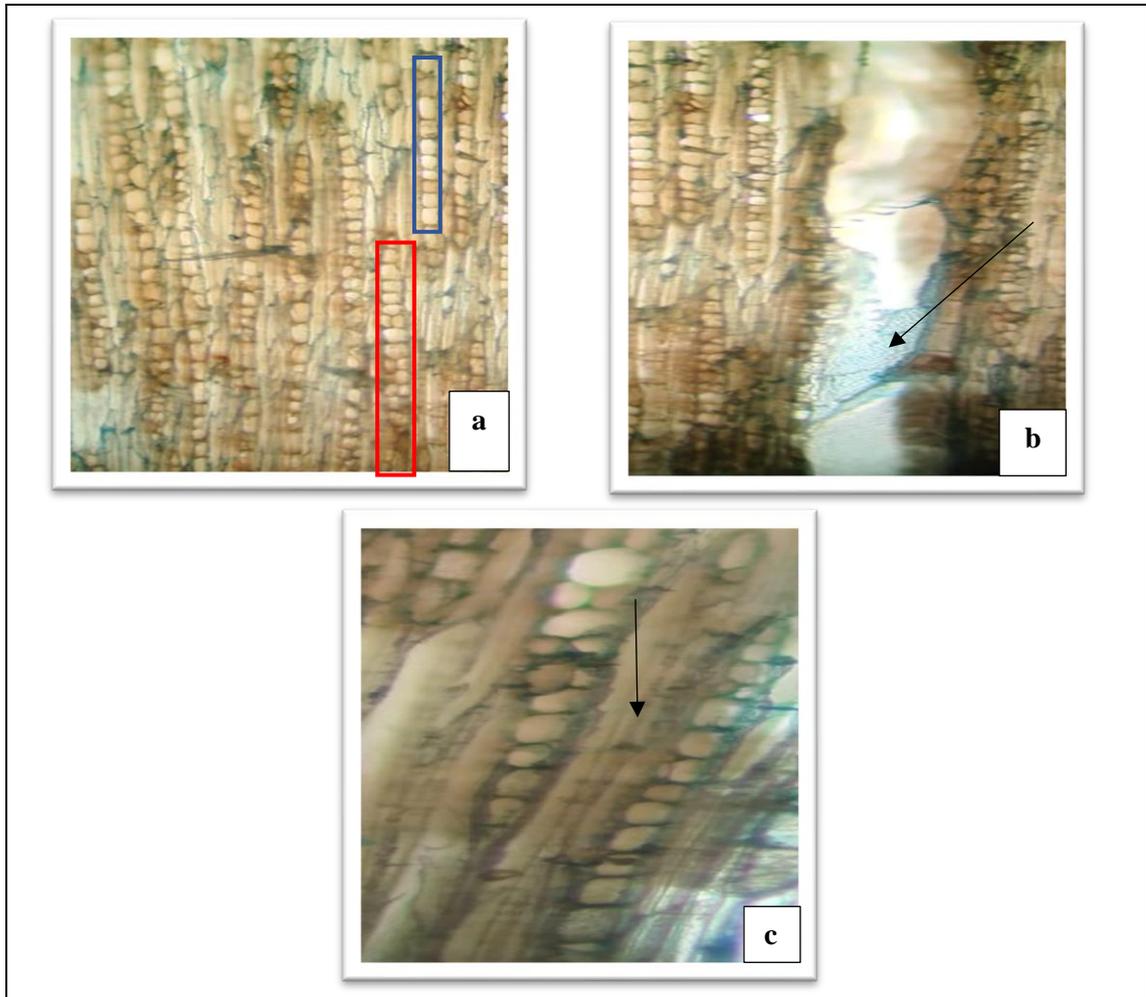


**Figura 31-3:** Corte transversal *Guarea kunthiana* (Colorado manzano).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.4.2 Corte tangencial

Según la figura 32-3: **a.** Se visualiza con el lente óptico de 10x y astrablue, radios uniseriados en su gran mayoría (señalado con azul) y escasos radios multiseriados (señalado con rojo). **b.** Observado con el lente óptico de 10x y astrablue, presencia del úmen del vaso con punteaduras. **c.** Visto con el lente óptico de 10x y combinación de tintes, se observa fibras no estratificadas.

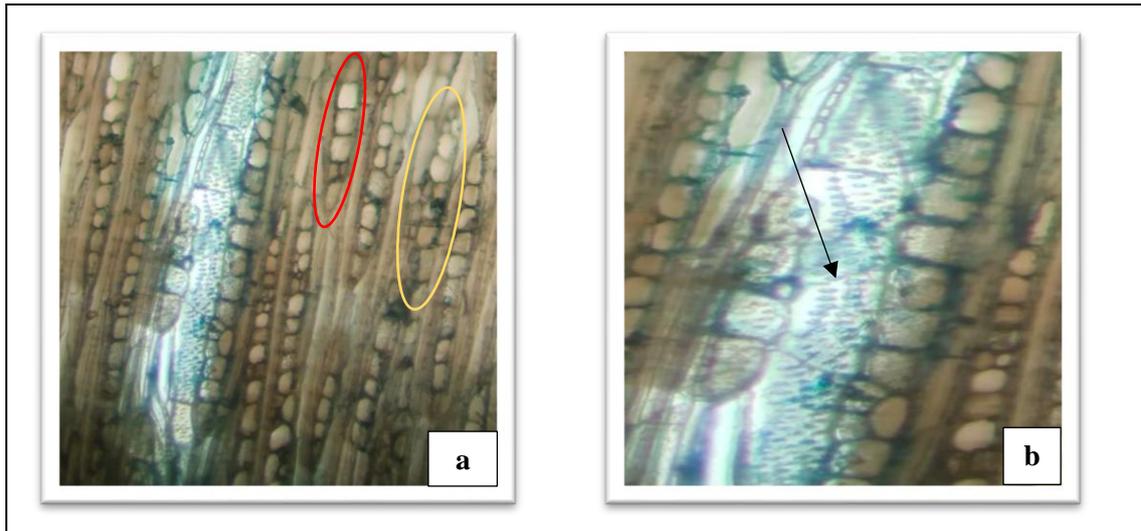


**Figura 32-3:** Corte tangencial *Guarea kunthiana* (Colorado manzano).

**Realizado por:** Villalva, 2020.

### 3.3.4.3 Corte radial

Según la figura 33-3: **a.** Observado con el lente óptico de 10x y astrablue, radios uniseriados(marcados con amarillo) además de radios fusionados (marcados con rojo). **b.** Visto con el lente óptico de 10x y astrablue, se observa fibras no estratificadas. **c.** Se observa en el lumen del vaso punteaduras intervasculares visto con el lente óptico de 10x.



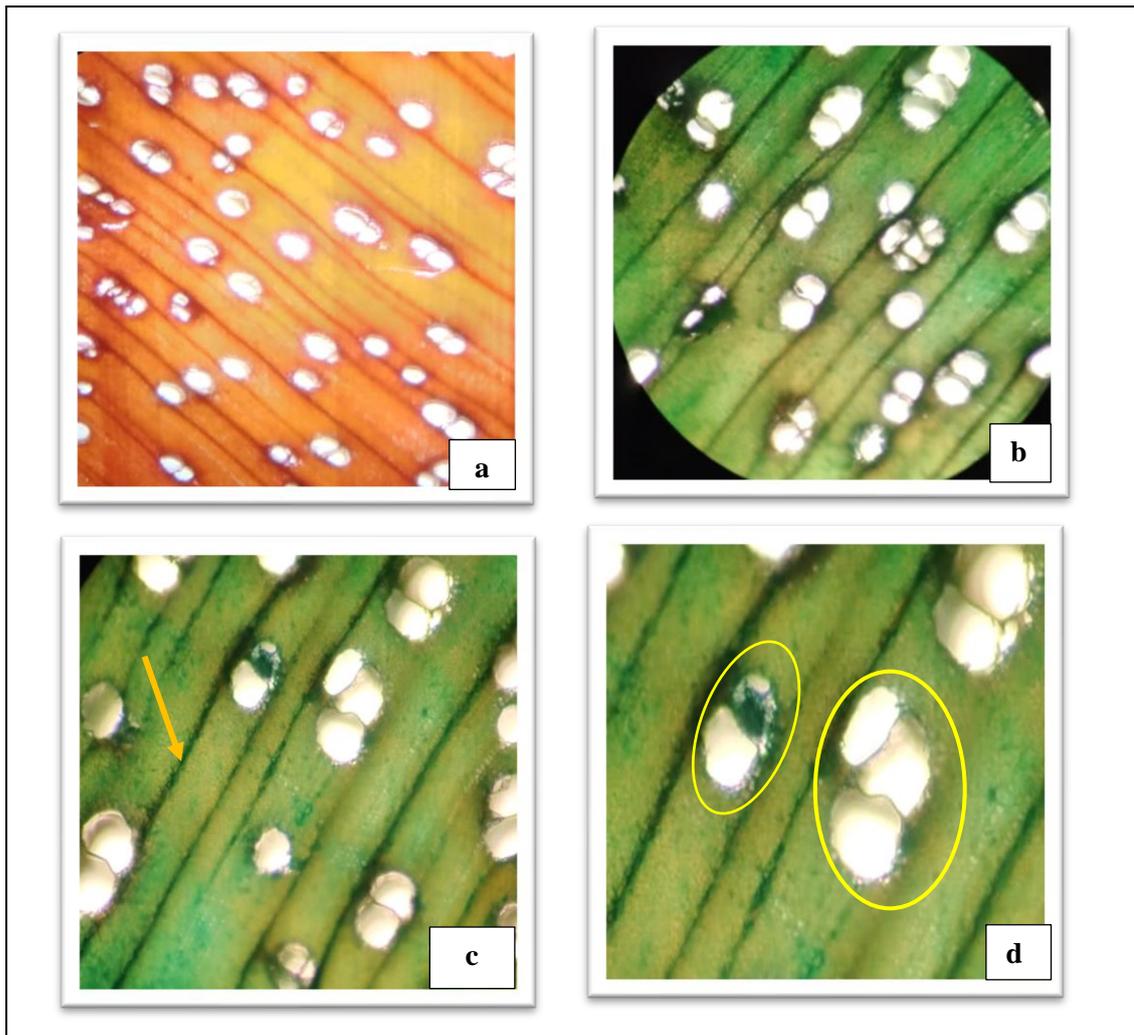
**Figura 33-3:** Corte radial *Guarea kunthiana* (Colorado manzano).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.5 *Nectandra reticulata* (Canelo)

#### 3.3.5.1 Corte transversal

Según la figura 34-3: **a.** Observado con lente óptico de 4x y safranina, encontramos en su mayoría poros solitarios. **b.** visto con el lente de 10x y astrablue, se observa poros múltiples de 2 y escasos múltiples de tres. **c.** Radios finos, con fibras de paredes pequeñas vistas con el lente óptico de 10x y astrablue **c.** Observamos con el lente de 10x y astrablue, un parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente unilateral.

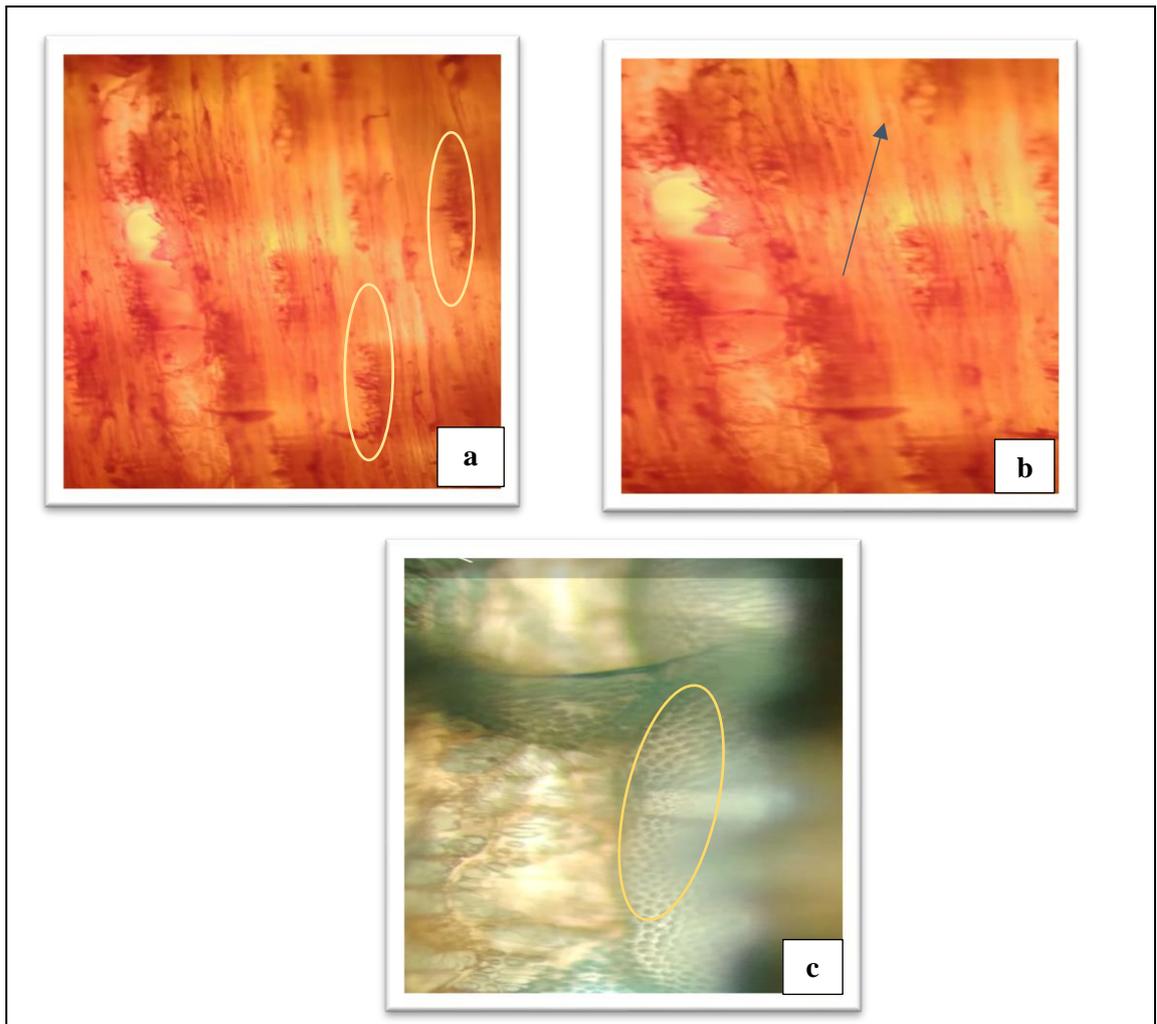


**Figura 34-3:** Corte transversal *Nectandra reticulata* (canelo).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.5.2 Corte tangencial

Según la figura 35-3: **a.** Observamos con el lente de 10x y safranina, radios uniseriados en su mayoría seguidos de radios multiseriados con una distribución uniforme. **b.** Se observa con el lente óptico de 10x y safranina, fibras no septadas. **c.** Observado con lente de 10x y combinación, el lumen del vaso presenta punteaduras radiovasculares.

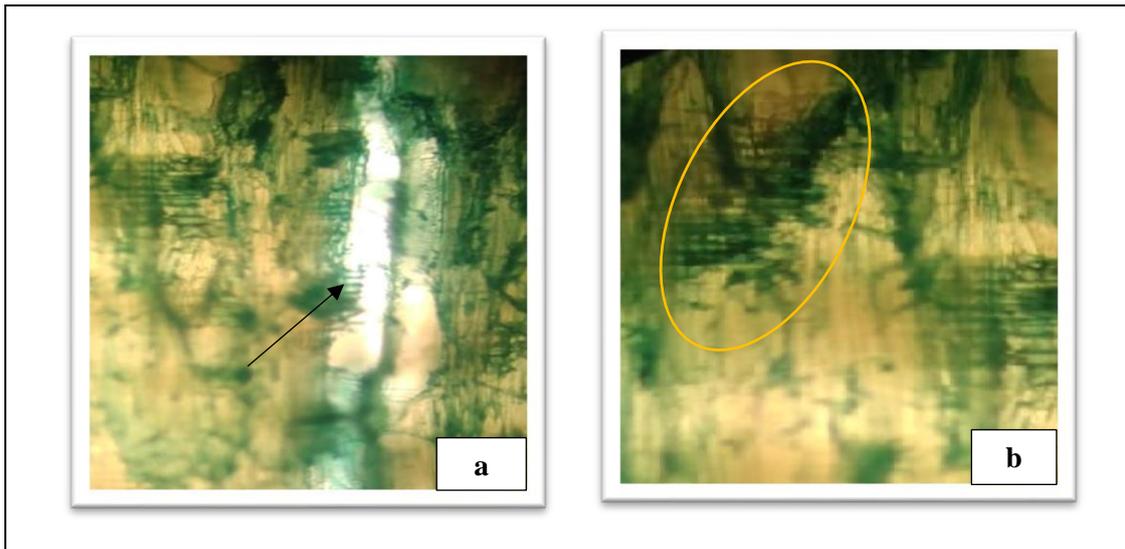


**Figura 35-3:** Corte tangencial *Nectandra reticulata* (canelo).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.3.5.3 Corte radial

Según la figura 36-3: a. Observado con el lente óptico de 10x y astrablue, vasos con presencia de punteaduras. b. Visto con el lente óptico de 10x y astrablue, se observa radios homocelulares con células parenquimáticas procumbentes.



**Figura 36-3:** Corte radial *Nectandra reticulata* (canelo).

**Realizado por:** Villalva, 2020.

**Tabla 4-3:** Resumen de las características anatómicas de las especies en estudio.

<b>Características</b>	<i>Ceiba insignis</i>	<i>Ficus maxima</i>	<i>Freziera verrucosa</i>	<i>Guarea kunthiana</i>	<i>Nectandra reticulata</i>
<b>Poros</b>	Poros múltiples de dos en su mayoría seguidos de poros solitarios y en menor cantidad múltiples de tres	Poros múltiples de dos en su mayoría seguidos de poros solitarios y en menor cantidad múltiples de tres.	Poros solitarios en su mayoría, seguidos de poros múltiples de dos.	Poros solitarios y múltiples de dos en su mayoría seguidos de múltiples de tres.	Poros solitarios en su gran mayoría seguido de poros múltiples de dos y escasos múltiples de tres.
<b>Parenquima</b>	Paratraqueal uniliteral.	Paratraqueal vasicéntrico confluyente.	Paratraqueal vasicentrico unilateral.	Paratraqueal aliforme confluyente de ala corta y gruesa.	Paratraqueal vasicéntrico confluyente unilateral.
<b>Porosidad</b>	Difusa	Difusa	Difusa	Difusa	Difusa
<b>Tamaño de los poros</b>	Grandes	Pequeños	Medianos	Grandes	Grandes
<b>Radios</b>	Anchos	Medianos	Gruesos	Finos	Finos
<b>Disposición</b>	Poros radiales	Sin patrón definido	Sin patrón definido	En hileras radiales	Poros radiales

Realizado por: Villalva, 2020.

**Tabla 5-3:** Cantidad y tipo de poros de las cinco especies en estudio en 1 cm<sup>2</sup>.

<b>Especies</b>	<b>Poros solitarios</b>	<b>Poros multiples de dos</b>	<b>Poros multiples de tres</b>	<b>Tamaño de los poros</b>	<b>Total de los poros</b>
<i>Ceiba insignis</i>	217	267	57	Grandes	541
<i>Ficus maxima</i>	98	119	31	Pequeños	248
<i>Freziera verrucosa</i>	2029	107	---	Medianos	2136
<i>Guarea kunthiana</i>	257	233	154	Grande	644
<i>Nectandra reticulata</i>	520	366	64	Grande	950

Realizado por: Villalva, 2020.

De la tabla podemos decir que los poros de las especies en estudio son grandes, medianos y pequeños, en un tamaño de 1cm<sup>2</sup>. Tenemos así que *Freziera verrucosa* (sachaliso) presenta poros medianos y a la vez es la especie con mayor número de poros solitarios, mientras tanto *Ficus maxima* (sangy) tiene el menor número de poros solitarios y el tamaño de los mismos es pequeño; *Guarea kunthiana* (colorado manzano), *Nectandra reticulata* (canelo) y *Ceiba insignis* (ceibo) poseen poros solitarios en una cantidad intermedia a los anteriores y el tamaño de sus poros es grande.

### **3.4 Análisis estadístico de las características anatómicas de las cinco especies en estudio.**

Para este análisis se descargó y trabajó en el programa estudiantil InfoStat: como primer punto se seleccionó los datos de los poros tanto solitarios como múltiples que se encontraban ya en una base de datos de excel, se lleva a cabo el análisis de varianza, en este proceso se observa si existe diferencia significativa entre los datos de las especies estudiadas. Seguidamente se realiza la prueba de normalidad de Shapiro- Wilks para comprobar que los datos sigan una distribución normal, donde si se cumple  $p > 0,05$ , se procede a la prueba de Tukey para la comparación de datos.

### 3.4.1 Perímetro de los poros

**Tabla 6-3:** Perímetro de los poros solitarios de las cinco especies estudiadas (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ ).

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.				
<i>Ficus maxima</i>	98,00	3	19,75	A			
<i>Ceiba insignis</i>	217,00	3	19,75		B		
<i>Guarea kunthiana</i>	257,33	3	19,75		B		
<i>Nectandra reticulata</i>	520,00	3	19,75			C	
<i>Freziera verrucosa</i>	2029,00	3	19,75				D

Realizado por: Villalva, 2020.

Mediante la prueba de Tukey, según el perímetro de los poros solitarios se logra visualizar que existe cuatro categorías diferentes así tenemos A, B, C, D, donde *Ceiba insignis* (ceibo) y *Guarea kunthiana* (colorado manzano) están dentro de la misma categoría B, mientras que *Ficus maxima* (sangy), *Nectandra reticulata* (canelo) y *Freziera verrucosa* (sachaliso), se ubican en diferentes categorías, así tenemos que las especies que se encuentran en las mismas categorías no muestran diferencia significativa, pero estas si son significativamente diferentes con las demás categorías.

**Tabla 7-3:** Perímetro de los poros múltiples de dos de las cinco especies estudiadas ( Tukey,  $p \leq 0,05\%$ ).

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.				
<i>Nectandra reticulata</i>	366,00	3	13,90	A			
<i>Ceiba insignis</i>	267,00	3	13,90		B		
<i>Guarea kunthina</i>	233,00	3	13,90		B		
<i>Ficus maxima</i>	119,00	3	13,90				C
<i>Freziera verrucosa</i>	106,67	3	13,90				C

Realizado por: Villalva, 2020.

De acuerdo a la prueba de Tukey, en el perímetro de los poros múltiples de dos se observa tres categorías A, B, C, donde *Ceiba insignis* (ceibo) y *Guarea kunthiana* (colorado manzano) comparten la categoría B mostrando que entre ambas no existe diferencia significativa. Así mismo *Ficus maxima* (sangy) y *Freziera verrucosa* (sachaliso) también corresponden a la misma

categoría C, demostrando que no existe diferencia significativa mientras tanto *Nectandra reticulata* (canelo) difiere de las cuatro especies anteriores lo que significa que si existe diferencia.

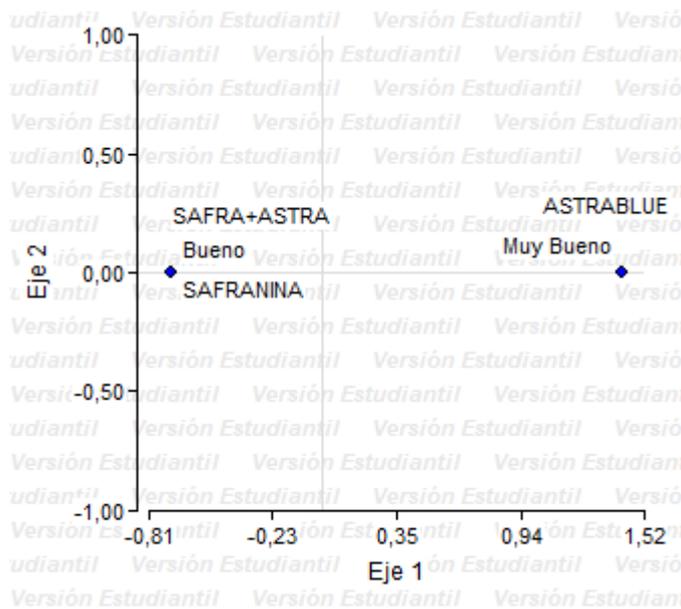
### 3.5 Evaluación de tintes de las cinco especies estudiadas

Se realizó un análisis de correspondencia mediante el programa estadístico estadístico estudiantil InfoStat donde se calificó a los tintes en una base de datos elaborado en excel como bueno y muy bueno.

#### 3.5.1 *Ceiba insignis* (ceibo)

##### 3.5.1.1 Corte transversal

El Astrablue presenta una calificación de muy buena mientras que la combinación Astrablue-Safranina y la Safranina califican como bueno.

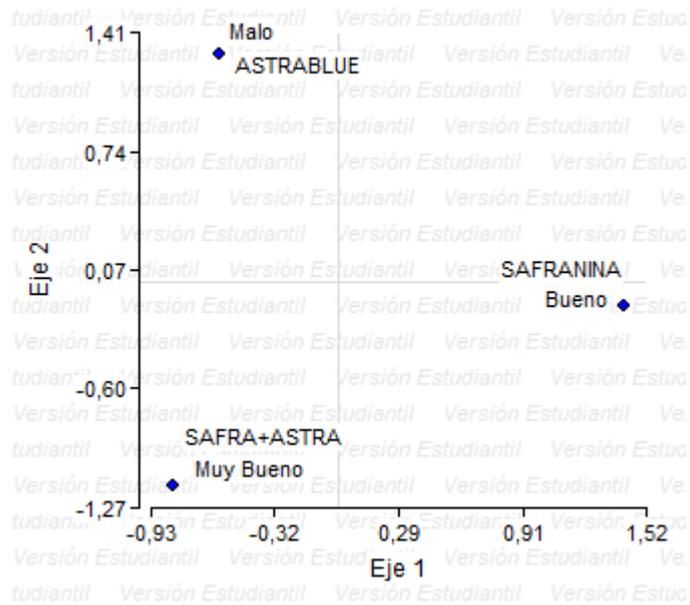


**Gráfico 1-3:** Corte transversal de *Ceiba insignis* (ceibo).

Realizado por: Villalva, 2020.

##### 3.5.1.2 Corte tangencial

Presenta una calificación de muy buena la combinación de Astrablue-Safranina, mientras que la Safranina califica como bueno y el Astrablue tiene la calificación de malo.

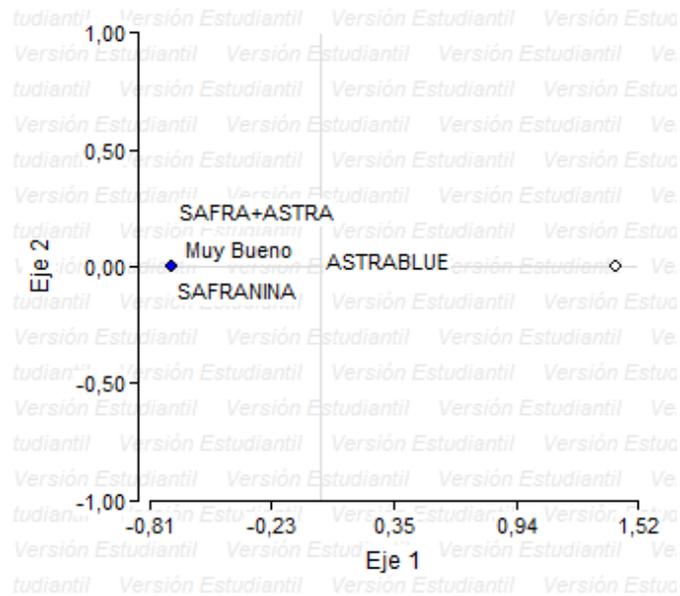


**Gráfico 2-3:** Corte tangencial de *Ceiba insignis* (ceibo).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.5.1.3 Corte radial

Todos los tintes obtienen la calificación de muy bueno.



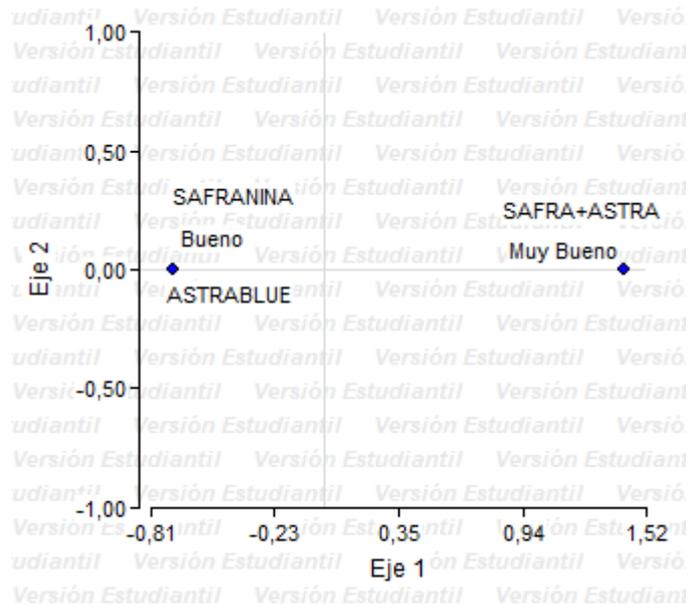
**Gráfico 3-3:** Corte radial de *Ceiba insignis* (ceibo).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.5.2 *Ficus maxima* (sangy)

#### 3.5.2.1 Corte transversal

Presenta una calificación de muy buena la combinación de Astrablue-Safranina, mientras que la Safranina y el Astrablue toman la calificación de bueno.

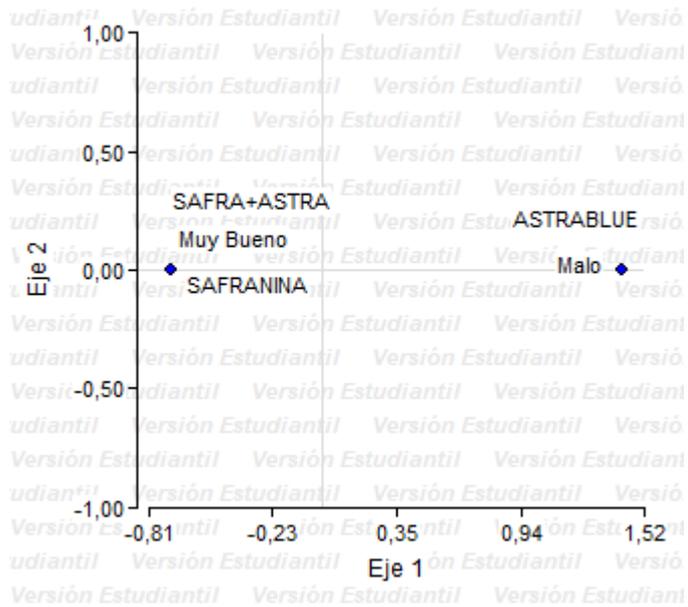


**Gráfico 4-3:** Corte transversal de *Ficus maxima* (sangy).

Realizado por: Villalva, 2020.

#### 3.5.2.2 Corte tangencial

Presentan una calificación de muy buena la combinación Astrablue-Safranina y la Safranina, mientras que el Astrablue califica para malo.

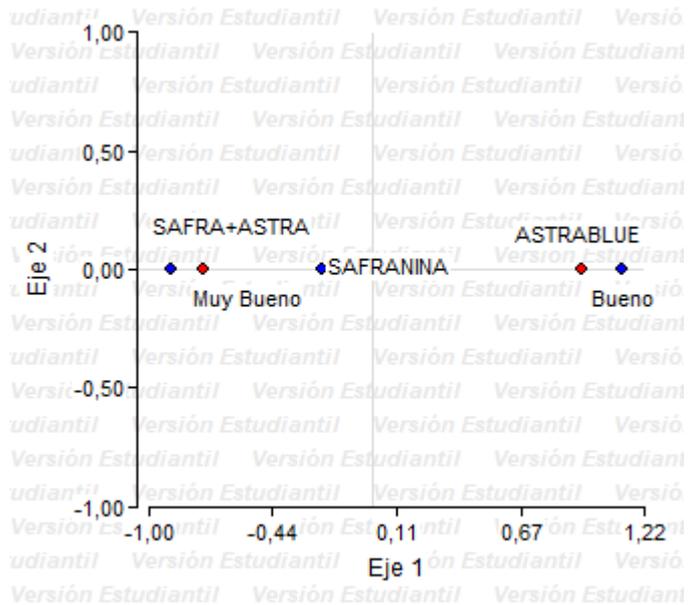


**Gráfico 5-3:** En el corte tangencial de *Ficus maxima* (sangy).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.5.2.3 Corte radial

Califica como muy bueno la Safranina y la combinación Astrablue-Safranina y el Astrablue califica para bueno.



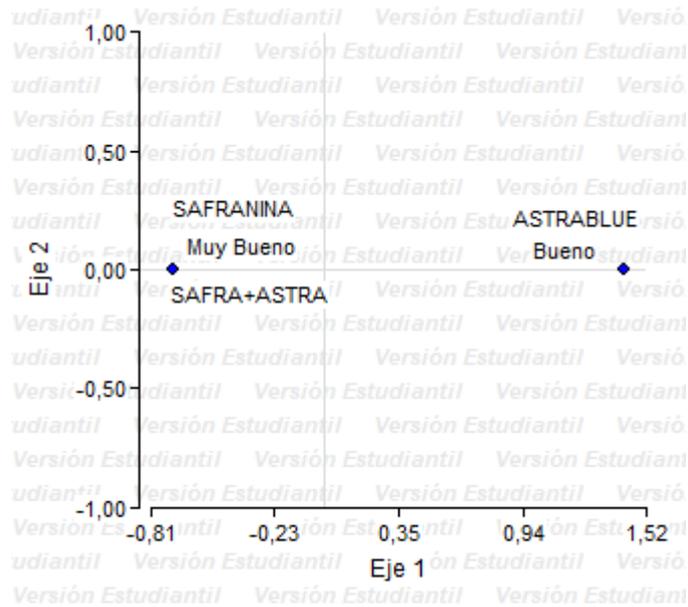
**Gráfico 6-3:** Corte radial de *Ficus maxima* (sangy).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.5.3 *Freziera verrucosa* (sachaliso)

#### 3.5.3.1 Corte transversal

Safranina y la combinación de Astrablue+Safranina obtienen la calificación de muy bueno, mientras que Astrablue se califica como bueno.

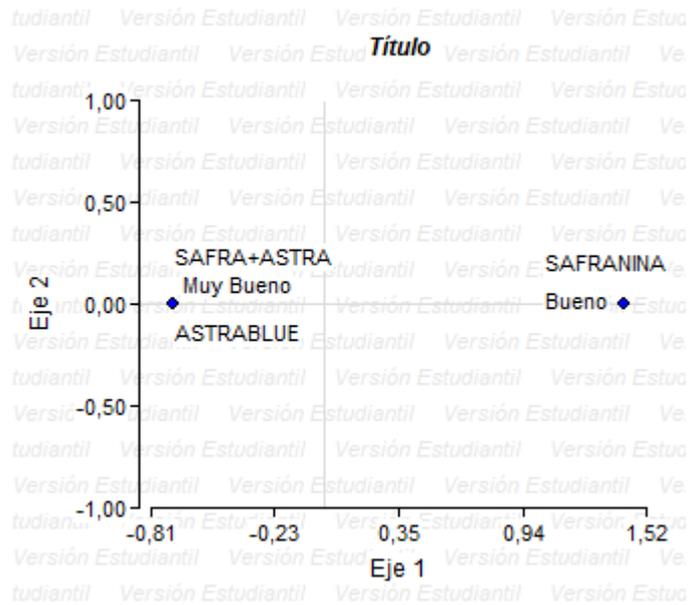


**Gráfico 7-3:** Corte transversal de *Freziera verrucosa* (sachaliso).

Realizado por: Villalva, 2020.

#### 3.5.3.2 Corte tangencial

Califica como muy bueno la combinación Astrablue-Safranina y Astrablue, mientras que califica como bueno la tinción de Safranina.

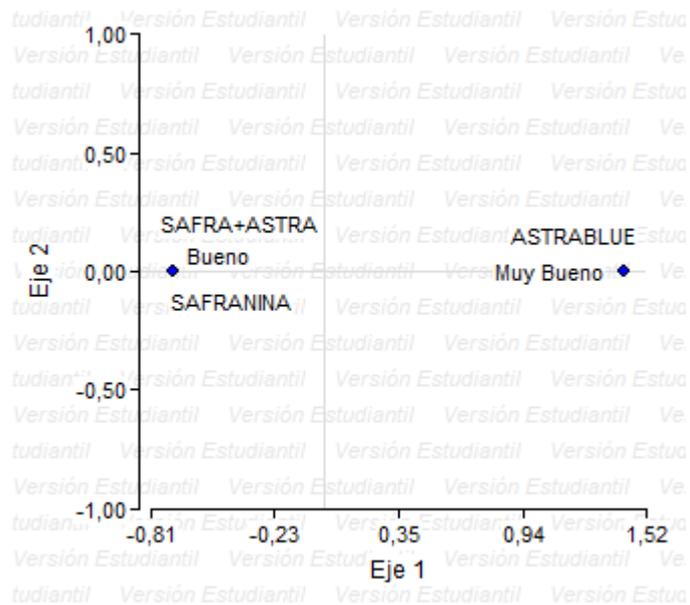


**Gráfico 8-3:** Corte tangencial de *Freziera verrucosa* (sachaliso).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.5.3.3 Corte radial

Presenta una calificación de muy bueno el Astrablue mientras que la Safranina y la combinación Astrablue-Safranina presentan la calificación de bueno.



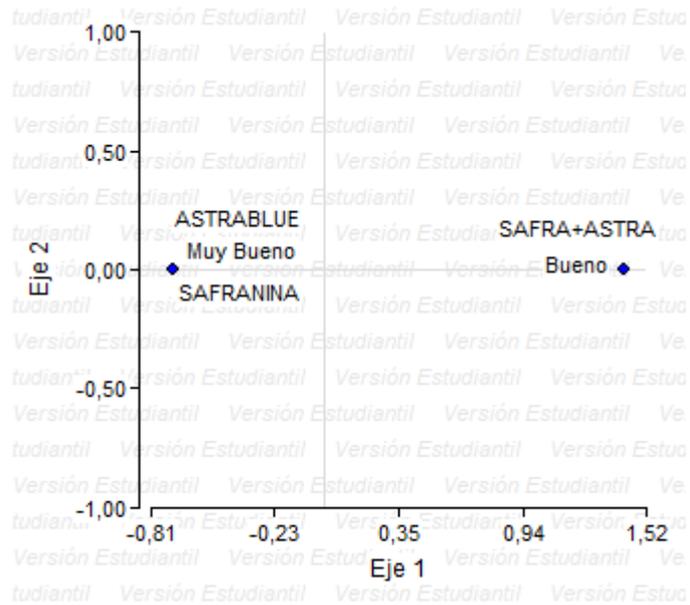
**Gráfico 9-3:** Corte radial de *Freziera verrucosa* (sachaliso).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.5.4 *Guarea kunthiana* (colorado manzano)

#### 3.5.4.1 Corte transversal

Los tintes Astrablue y Safranina califican como muy bueno y la combinación Astrablue-Safranina presentan la calificación de bueno.

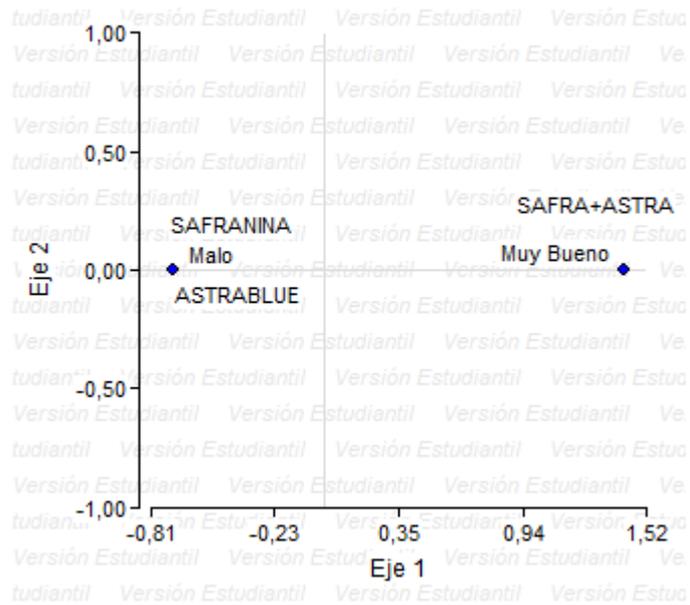


**Gráfico 10-3:** Corte transversal de *Guarea kunthiana* (colorado manzano).

Realizado por: Villalva, 2020.

#### 3.5.4.2 Corte tangencial

Califica como muy bueno la combinación Astrablue-Safranina, mientras que los tintes Safranina y Astrablue califican con malo.

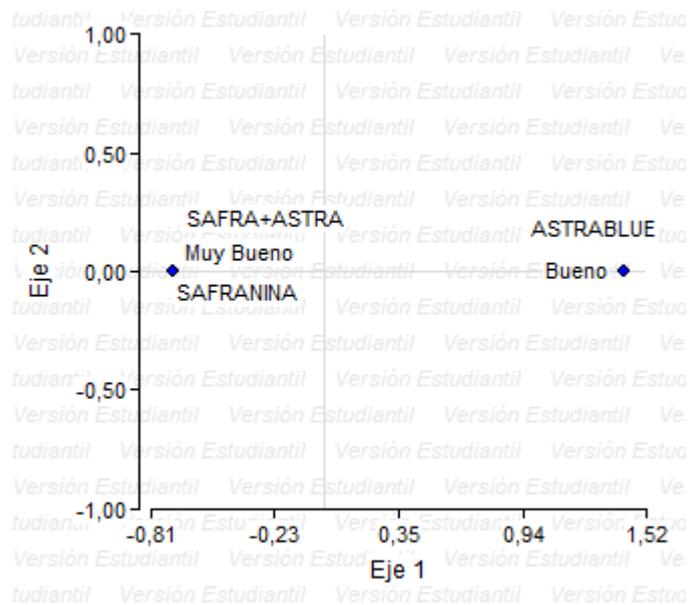


**Gráfico 11-3:** Corte tangencial de *Guarea kunthiana* (colorado manzano).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.5.4.3 Corte radial

Califica como muy bueno la combinación de Astrablue-Safranina y la Safranina, el Astrablue toma la calificación de bueno.



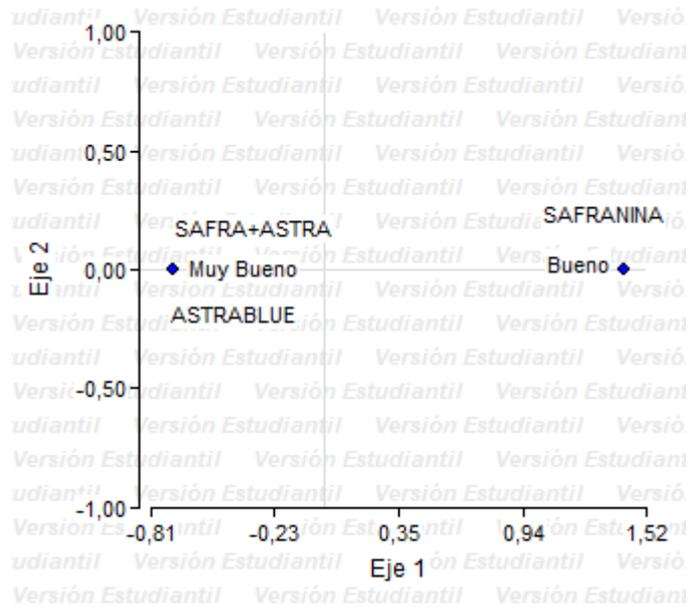
**Gráfico 12-3:** Corte radial de *Guarea kunthiana* (colorado manzano).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.5.5 *Nectandra reticulata* (canelo)

#### 3.5.5.1 Corte transversal

Toma la calificación de muy bueno el Astrablue y la combinación Astrablue-Safranina, mientras que como bueno califica la Safranina.

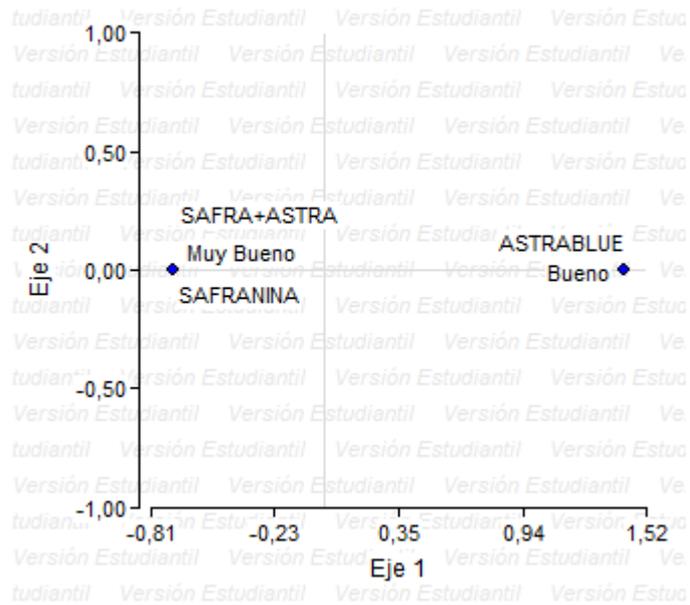


**Gráfico 13-3:** Corte transversal de *Nectandra reticulata* (canelo).

Realizado por: Villalva, 2020.

#### 3.5.5.2 Corte tangencial

Califica como muy bueno la Safranina y la combinación Astrablue-Safranina mientras, que como bueno califica el Astrablue.

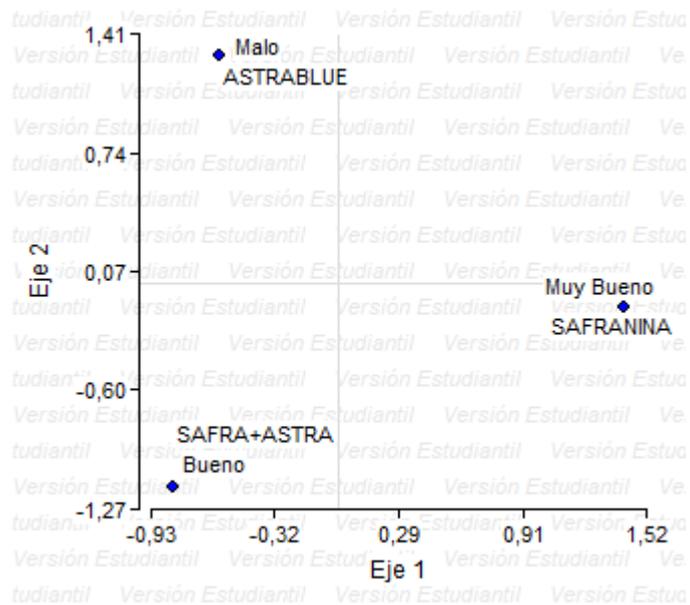


**Gráfico 14-3:** Corte tangencial de *Nectandra reticulata* (canelo).

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.5.5.3 Corte radial

Se califica como muy bueno la Safranina, mientras que para la calificación de bueno califica la combinación Astrablue-Safranina y el Astrablue presenta la calificación de malo.



**Gráfico 15-3:** Corte radial de *Nectandra reticulata* (canelo).

Realizado por: Villalva, 2020.

**Tabla 8-3:** Calificación de las tinciones para el corte transversal de las cinco especies estudiadas.

<b>Especies</b>	<b>Safranina</b>	<b>Astrablue</b>	<b>Combinación (Safranina+Astrablue)</b>
<i>Ceiba insignis</i>	Bueno	Muy buena	Bueno
<i>Ficus maxima</i>	Bueno	Bueno	Muy buena
<i>Freziera verrucosa</i>	Muy buena	Bueno	Muy buena
<i>Guarea kunthiana</i>	Muy buena	Muy buena	Bueno
<i>Nectandra reticulata</i>	Muy bueno	Muy bueno	Bueno

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.6 Determinación del potencial de Hidrógeno (pH)

**Tabla 9-3:** Potencial de hidrógeno pH de las cinco especies estudiadas.

Especies	pH	Descripción
<i>Ceiba insignis</i>	7.4	Alcalino
<i>Ficus maxima</i>	5.8	Ácido
<i>Freziera verrucosa</i>	5.99	Ácido
<i>Guarea kunthiana</i>	6	Ácido
<i>Nectandra reticulata</i>	5.64	Ácido

Realizado por: Villalva, 2020.

### 3.7 Determinación de la densidad

**Tabla 10-3:** Densidad de las cinco especies en estudio.

Especies	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Masa (m)	Densidad $\rho=m/v$
<i>Ceiba insignis</i>	6,49	2,78	0,43 g/cm <sup>3</sup>
<i>Ficus maxima</i>	5,83	2,93	0,50 g/cm <sup>3</sup>
<i>Freziera verrucosa</i>	6,15	4,32	0,70 g/cm <sup>3</sup>
<i>Guarea kunthiana</i>	6,48	3,19	0,49 g/cm <sup>3</sup>
<i>Nectandra reticulata</i>	6,49	4,73	0,59 g/cm <sup>3</sup>

Realizado por: Villalva, 2020.

Según las características que cada especie posee, dió como resultado diferentes densidades en seco y se las clasificó así de acuerdo al Instituto ecuatoriano de normalización (2011: p. 2-18). *Freziera verrucosa* (sachaliso) presentó una densidad alta, mientras que *Guarea kunthiana* (colorado manzano), *Ficus maxima* (sangy), *Nectandra reticulata* (canelo) y *Ceiba insignis* (ceibo) presentaron una densidad media.

## DISCUSIÓN

Según (MAE, 2014: p. 68), señala que las características anatómicas como son poros, parenquima y porosidad de *Nectandra reticulata* son muy similares a la investigación realizada.

En base a Aisalla (2019: p. 72), *Guarea kunthiana* poseen características anatómicas semejantes al trabajo de investigación realizado, con la diferencia de la investigación es paratraqueal aliforme confluyente de ala corta y gruesa, mientras que Aisalla (2019: p. 72) dice que en su investigación corresponde a un parenquima apotraqueal aliforme confluyente.

En los datos obtenidos por Rosales et al. (2015: p. 11) *Ceiba insignis* tiene características microscópicas similares a las del trabajo de investigación, con la desigualdad del parenquima de la investigación que es paratraqueal unilateral y el grano entrecruzado en tanto Rosales et al. (2015: p. 11) menciona que posee un parenquima apotraqueal difuso y un grano recto.

En la investigación realizada podemos darnos cuenta que *Nectandra reticulata* (canelo) posee una densidad de  $0,59 \text{ g/cm}^3$  que es considerada como media, mientras que (MAE, 2014: p. 68), afirma que *Nectandra reticulata* tiene una densidad de  $0,57 \text{ g/cm}^3$  lo que nos indica que la investigación concuerda.

Según Villalobos (2011: p. 79) las características dendrológicas de *Guarea kunthina* son árboles de 28 metros aproximadamente, hojas pinnadas, flores unisexuales la mismas que concuendan con las de la investigación realizada, teniendo una diferencia con la investigación donde se encuentran en los cortes gomosidad.

## CONCLUSIONES

- Se acepta la hipótesis alterna, las características de la madera de las cinco especies forestales son diferentes en el estudio mediante tinciones y se rechaza la hipótesis nula.
- Las especies en estudio pertenecen a familias diferentes, las mismas que son *Pentafhylaceae*, *Lauraceae*, *Bombacaceae*, *Moraceae*, *Meliaceae*; siendo esto una de las razones principales para que sus características tanto anatómicas como organolépticas difieran entre sí.
- Las características organolépticas de las cinco especies en estudio presentan diferencias entre sí, así tenemos que la especie *Nectandra reticulata* presenta un sabor agradable aromático siendo esta una de las características mas significativas de la familia *Lauraceae*.
- Las características anatómicas especialmente en los poros de las cinco especies forestales son diferentes, *Freziera verrucosa*, *Nectandra reticulata* poseen en su mayoría poros solitarios mientras que *Ficus maxima* , *Ceiba insignis* presentan en su gran mayoría poros multiples de dos y *Guarea kunthiana* poseen en su gran mayoría poros solitarios y poros multiples de dos.
- En la calificación de los tintes para el corte transversal estadísticamente se comprobó que los mejores resultados se dieron con Safranina y Astrablue seguido por la combinación .

## RECOMENDACIONES

- Para la investigación de la parte anatómica de las especies forestales se recomienda usar más tipos de tinción y diferentes tiempos de concentración para poder comparar con los resultados de esta investigación.
- Se recomienda seguir con el estudio de mas especies forestales con interés comercial y ambiental.
- Para la recolección de muestras se debe tener en cuenta el tiempo de floración y fructificación para así obtener muestras completas e identificar con facilidad.
- Para la identificación de la parte anatómica se recomienda realizar varios cortes histológicos con buenas características para poder encontrar de mejor manera las estructuras.
- Para realizar la investigación se recomienda tener en cuenta la edad de las especies, para posteriormente realizar comparaciones de la parte anatómica como organoléptica e identificar si existen diferencias.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**AGILA, S., BURNEO, A., NARVAES, L.; & PUCHA-COFREP, D.** "Propiedades físicas y características anatómicas de la madera de tres especies de Guayacán al sur de Ecuador". *Bosques Latitud Cero*, vol. 8, nº 2 (2018), (Ecuador) pp. 1-15.

**AISALLA, E.** Caracterización anatómica de la madera de cinco especies comerciales mediante tinciones procedentes del cantón Tena, provincia del Napo (Trabajo de Ttulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, Riobamba-Ecuador. 2019. p. 72.

**ALBIN, A.** "Determinación del pH en diversas especies de los renovales de la provincia de Valdivia". *Bosque*, vol. 1, nº 1 (1975), (Chile) p. 3.

**BANEO, I.** Caracterización de los aserraderos en los distritos de Iquitos, Punchana, San Juan y Belén (Tesis) (Ingeniería). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Forestal. Iquitos-Perú. 2015. pp. 1-63.

**CARANQUI, J.** "Manual de operaciones herbario politécnico (CHEP)". *Artículo forestal*, (2011), (Ecuador) pp. 1-11.

**CLOQUELL, V., CONTRERAS, W. & OWEN, M.** *La madera y los productos forestales en sistemas estructurales*. Madrid-España, 2005, ISBN: 9788461149841, p. 75.

**COPANT 458.** *MADERAS – Selección y colección de muestras*.

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA.** *Guía de Identificación de Maderas Aserradas, Departamento del Huila* [En línea]. Neiva-Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial República de Colombia, 2009. pp. 8-10. [Consulta: 16 mayo 2020]. Disponible en: [https://cam.gov.co/images/documents/phocadownload/guias\\_de\\_identificacion/guia%20identificacion%20maderas%20aserradas%20Huila.pdf](https://cam.gov.co/images/documents/phocadownload/guias_de_identificacion/guia%20identificacion%20maderas%20aserradas%20Huila.pdf).

**COVEÑA, K.** Descripción anatómica de la madera de cuatro especies forestales, procedentes del noroccidente de Pichincha, cantón Puerto Quito (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2019. p. 9.

**ECUADOR FORESTAL.** *Planificación estratégica, Bosques Nativos en el Ecuador* [En línea]. Quito-Ecuador: 2007. p. 11. [Consulta: 13 mayo 2020]. Disponible en: [https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE\\_BN.pdf](https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_BN.pdf).

**GÄRTNER, H.; & SCHWEINGRUBER, F.** *Staining cell walls, Microscopic Preparation Techniques for Plant Stem Analysis*. Remagen-Oberwinter-Suiza: Verlag Dr. Kessel. ISBN: 978-3-941300-76-7, p. 56.

**GIMÉNEZ, A., MOGLIA, J., HERNÁNDEZ, P. & GEREZ, R.** *Anatomía de Madera*. 2ª ed. Santiago del Estero-Argentina: 2014, ISBN: 9789871676088. pp. 1-4.

**INCHIGLEMA, J.** Identificación y descripción de características anatómicas y organolépticas de la madera de cinco especies comerciales procedentes del cantón Tena, provincia de Napo (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, Riobamba-Ecuador. 2019. p. 106.

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION.** *Sistema de clasificación y calificación de madera aserrada proveniente de bosques húmedos tropicales* [En línea]. Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011. [Consulta 29 octubre 2020]. Disponible en: <https://ia801600.us.archive.org/27/items/ec.nte.2580.2011/ec.nte.2580.2011.pdf>.

**LEON, W. & ESPINOZA, N.** *Anatomía de la madera*. Merida-Venezuela: Ciencias de la Tierra, 2001. ISBN: 980-11-0504-6, pp. 380-385.

**LÓPEZ, L., HERNÁNDEZ, M., COLÍN, C., ORTEGA, S., CERÓN, G.; & FRANCO, R.** "Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología". *Investigación en Discapacidad* [En línea], 2014, (México) 3(1), p. 11. [Consulta: 23 mayo 2020]. ISSN: 2007-6452. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invd/ir-2014/ir141b.pdf>.

**MAE.** *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental* [En línea]. Ecuador: Subsecretaría de patrimonio natural, 2012, pp. 54-57. [Consulta: 5 junio 2020]. Disponible en: [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf).

**MAE.** *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de la 93 especies forestales* [En línea]. Quito-Ecuador: 2014. ISBN: 9781787284395, p. 68. [Consulta 01 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4407s.pdf>.

**MEGÍAS, M., MOLIST, P.; & POMBAL, M.** *Técnicas histológicas: Tinción. Atlas de Histología Vegetal y animal* [En línea]. Vigo-España: 2018, pp. 1-26. [Consulta: 23 mayo 2020]. Disponible en: <https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/tecnicas-tincion.pdf>.

**MEZA, B.** Características anatómicas y físicas de *Inga acreana* Harms en la zona de Satipo-Perú (Tesis) (Ingeniería). Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Forestal Tropical. Satipo-Perú. 2016. pp. 4-6.

**MINISTERIO DEL AMBIENTE.** *Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional, Exploración inicial 2008-2012. Cuenta Forestal Maderable.* Quito-Ecuador: Sector Público Gubernamental, 2015, ISBN: 9789942078254, p. 32.

**OCAMPO, C.** Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado separado sanitario - pluvial y tratamiento de las aguas servidas para el barrio Chiriboga y recinto El Rocío, en la parroquia de Lloa, cantón Quito, provincia de Pichincha (Tesis) (Ingeniería). Escuela Politécnica del Ejercito, Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción, Carrera de Ingeniería Civil, Sangolquí-Ecuador. 2013. pp. 1-8.

**ORDÓÑEZ, J., NARANJO, A., VENEGAS, N., TEJEDA, T., ORDÓÑEZ, M.; & DÁVALOS, R.** "Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación de J. Rzedowski: compilación ". *Madera y Bosques* [En línea], 2015, (México) 21(especial), p. 78. [Consulta: 27 mayo 2020]. ISSN 14050471. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea6.pdf>.

**ROSALES, E., JURADO, E.; & HURTADO, A.** "Identificación Anatómica De Tres Especies Forestales De La Familia Bombacaceae, Tambopata – Madre De Dios". *Ceprosimad* [En línea], 2015, (Perú) 3(1), p. 11. [Consulta 01 noviembre 2020]. ISSN: 2310-3485. Disponible en: <https://journal.ceprosimad.com/index.php/ceprosimad/article/view/19/17>.

**SANTOS, J.; & FUERTES, J.** "La densidad es una propiedad intensiva de la materia (pero su medida no)". *Revista Mexicana de Física* [En línea], 2004, (México) 50(2), pp. 81-87 [Consulta 13 julio 2020]. ISSN: 0035-001X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57063201>.

**VELÁSQUEZ, E.** *La biodiversidad en el Ecuador*. Quito-Ecuador: Editorial Universitaria Abya-Yala, 2014. ISBN: 978-9978-10-168-1, pp. 7-9.

**VILLALOBOS, M.** Tratamiento taxonómico de Meliaceae (Cabrlea, Cedrela, Guarea, Ruagea, Swietenia) en la región Madidi, Bolivia (Tesis) (Ingeniería). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica, La Paz-Bolivia. 2011. p. 79.

## ANEXOS

**ANEXO A: PRUEBA PARAMÉTRICA PARA CONOCER EL P VALOR Y SABER SI CORRESPONDE A UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL. SHAPIRO-WILKS (MODIFICADO)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)	
<b>RDUO POROS SOLITARIOS</b>	3	15	0,00	28,90	0,96	0,8636

No se rechaza la hipótesis nula, es decir los datos pertenecen a una distribución normal, con un 5% de significancia.

**ANEXO B: CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC tipo III)**

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo.</b>	7684830,27	4	1921207,57	1642,53	<0,0001
<b>TRATAMIENTOS</b>	7684830,27	4	1921207,57	1642,53	<0,0001
<b>Error</b>	11696,67	10	1169,67		
<b>Total</b>	7696526,93	14			

Existe suficiente evidencia para rechazar hipótesis nula H<sub>0</sub>, es decir existe diferencia significativa entre los tratamientos.

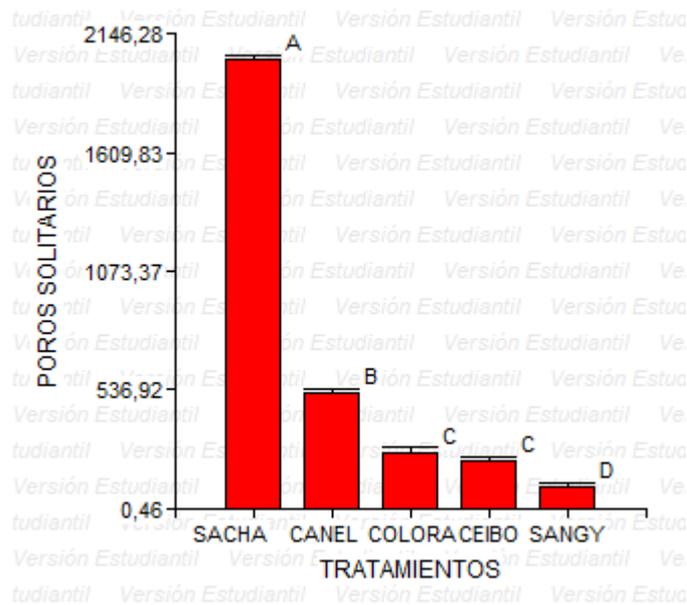
**ANEXO C: TEST:TUKEY Alfa=0,05 DMS=91,90183. Error: 1169,6667 gl: 10**

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.				
<b>SANGY</b>	98,00	3	19,75	A			
<b>CEIBO</b>	217,00	3	19,75		B		
<b>COLORADO MANZANO</b>	257,33	3	19,75		B		
<b>CANELO</b>	520,00	3	19,75			C	
<b>SACHALISO</b>	2029,00	3	19,75				D

Mediante la prueba de Tukey, según el perímetro de los poros solitarios se logra visualizar que existe cuatro categorías diferentes así tenemos A, B, C, D, donde *Ceiba insignis* (Ceibo) y *Guarea kunthiana* A. Juss (Colorado manzano) están dentro de la misma categoría B, mientras que *Ficus*

*maxima mill* (Sangy), *Nectandra reticulata* (Canelo) y *Freziera verrucosa* (Sachaliso), se ubican en diferentes categorías, así tenemos que las especies que se encuentran en las mismas categorías no muestran diferencia significativa, pero estas si son significativamente diferentes con las demás categorías.

**ANEXO D: GRÁFICA PARA OBSERVAR LA DIFERENCIA QUE EXISTE ENTRE ESPECIES.**



**ANEXO E: PRUEBA PARAMÉTRICA PARA CONOCER EL P VALOR Y SABER SI CORRESPONDE A UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL. SHAPIRO-WILKS (MODIFICADO)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
<b>RDUO POROS MULTIPLOS DE</b>	2	15	0,00	20,34	0,98 0,9613

No se rechaza la hipótesis nula, es decir los datos pertenecen a una distribución normal, con un 5% de significancia.

**ANEXO F: CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	140176,67	4	35044,17	60,48	<0,0001
<b>TRATAMIENTOS</b>	140176,67	4	35044,17	60,48	<0,0001
<b>Error</b>	5794,67	10	579,47		
<b>Total</b>	145971,33	14			

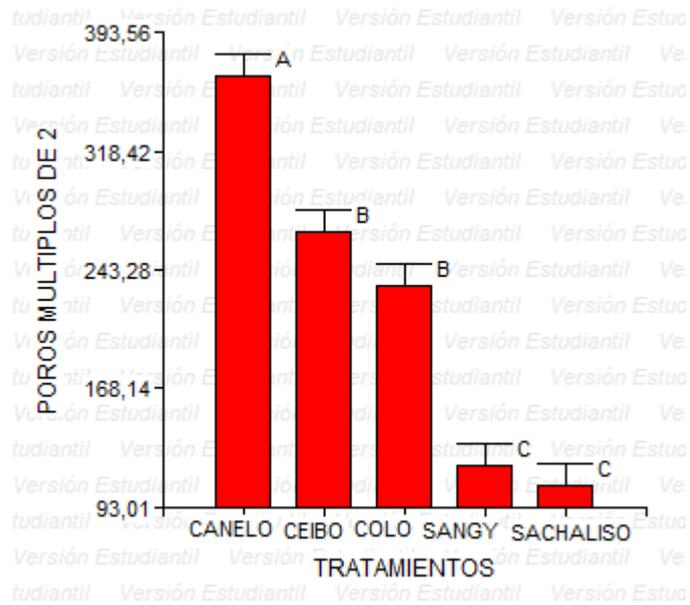
Existe suficiente evidencia para rechazar H<sub>0</sub>, es decir existe diferencia significativa entre los tratamientos.

**ANEXO G: TEST:TUKEY Alfa=0,05 DMS=64,68556. Error: 579,4667 gl: 10**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>CANELO</b>	366,00	3	13,90	A
<b>CEIBO</b>	267,00	3	13,90	B
<b>COLORADO MANZANO</b>	233,00	3	13,90	B
<b>SANGY</b>	119,00	3	13,90	C
<b>SACHALISO</b>	106,67	3	13,90	C

De acuerdo a la prueba de Tukey, en el perímetro de los poros múltiples de dos se observa tres categorías A, B, C, donde *Ceiba insignis* (Ceibo) y *Guarea kunthiana* A. Juss (Colorado manzano) comparten la categoría B mostrando que entre ambas no existe diferencia significativa. Así mismo *Ficus maxima* mill (Sangy) y *Freziera verrucosa* (Sachaliso) también corresponden a la misma categoría C, demostrando que no existe diferencia significativa mientras tanto *Nectandra reticulata* (Canelo) difiere de las cuatro especies anteriores lo que significa que sí existe diferencia.

**ANEXO H:** GRÁFICA PARA OBSERVAR LA DIFERENCIA QUE EXISTE ENTRE ESPECIES.



**ANEXO I:** RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS



## ANEXO J: CORTE DE LAS MUESTRAS



## ANEXO K: IDENTIFICACIÓN EN EL HERBARIO DE LA ESPOCH.



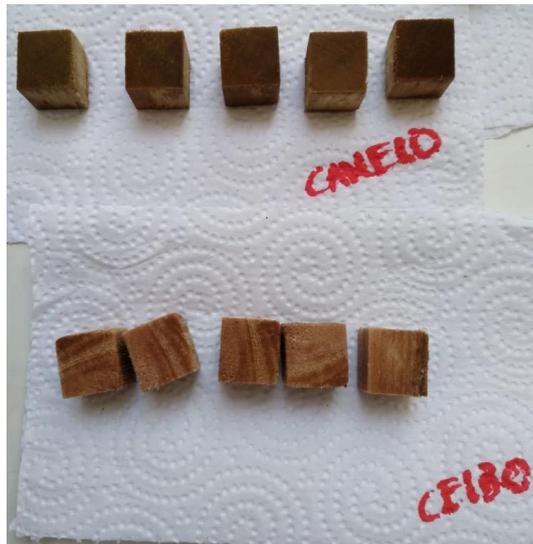
**ANEXO L: ETIQUETADO Y ENVASADO DE LOS PRISMAS DE MADERA PARA EL ABLANDAMIENTO.**



**ANEXO M: ABLANDAMIENTO D ELAS MUESTRAS EN EL AUTOCLAVE**



**ANEXO N: MUESTRAS EXTRAIDAS DEL AUTOCLAVE.**



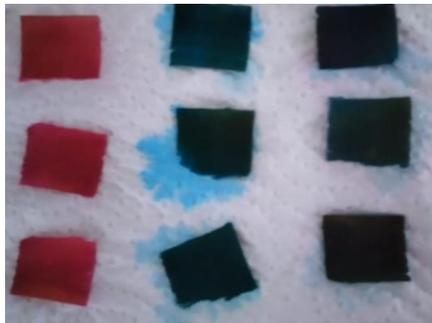
**ANEXO O: TINCIONES**



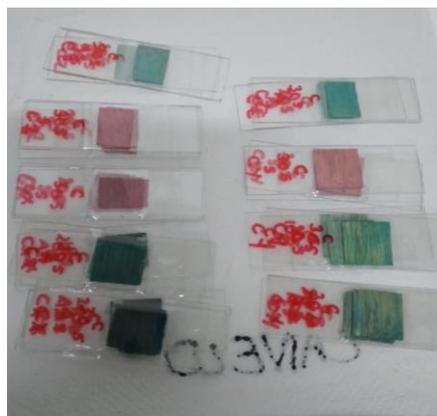
**ANEXO P: CORTE DE LAS MUESTRAS**



**ANEXO Q: TINCIÓN DE LAS MUESTRAS**



**ANEXO R: ETIQUETADO Y MONTAJE DE PLACAS.**



**ANEXO S: OBSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS.**



**ANEXO T: MUESTRAS PARA LA COLECCIÓN**



**ANEXO U: *Freziera verrucosa* (SACHALISO)**



**ANEXO V:** *Nectandra reticulata* (CANELO)



**ANEXO W:** *Guarea kunthiana* A. Juss (COLORADO MANZANO)



**ANEXO X:** *Ficus maxima* mill (SANGY)



**ANEXO Y: *Ceiba insignis* (CEIBO)**



## ANEXO Z: PERMISO DE INVESTIGACIÓN OTORGADO POR EL MAAE

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA

### AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 905

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

#### 1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

#### 2.- CÓDIGO

MAAE-ARSFC-2020-0905

#### 3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2021-01-02	2021-07-02

#### 4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Plantae
---------

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

#### 5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCION

Nº de C.I/Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
0603332768	NOBOA SILVA VILMA FERNANDA	Ecuatoriana	1002-10-10001728	Docente en dendrología	Magnoliopsida
0503784431	VILLALVA TAÍPE YAJAIRA MARIELA	Ecuatoriana	No Aplica	No Aplica	Magnoliopsida
0602669772	SALAZAR CASTAÑEDA EDUARDO PATRICIO	Ecuatoriana	1014-16-86077669	Manejo Forestal	Magnoliopsida

#### 6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:

**Nombre del Proyecto:** Descripción organoléptica y anatómica de la madera de cinco especies forestales mediante tinción procedentes de la hacienda Atenas parroquia Alluriquin cantón Santo

1 / 5

Domingo

**7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:**

• Describir organoépticamente y anatómicamente la madera de cinco especies forestales mediante tinciones, procedentes de la Hacienda Ateras, Cantón Santo Domingo, Parroquia Atunquín.
• Analizar la parte organoéptica de las cinco especies forestales
• Determinar las características anatómicas de las cinco especies forestales.

**8.- ÁREA GEOGRÁFICA QUE CUBRE LA RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES O ESPECÍMENES:**

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	NA	NA

**9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	N° MUESTRA	N° LOTE
Magnolopsida	Ericales	NA	NA	NA	Espécimen Vegetal	1	
Magnolopsida	Sapindales	NA	NA	NA	Espécimen Vegetal	1	
Magnolopsida	Malvales	NA	NA	NA	Espécimen Vegetal	1	
Magnolopsida	Rosales	NA	NA	NA	Espécimen vegetal	1	
Magnolopsida	Laurales	NA	NA	NA	Espécimen Vegetal	1	

**10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO**

<b>FASE DE RECOLECCIÓN:</b>	b) Se realizará una georreferenciación del predio, para ello se utilizara un GPS para registrar las coordenadas de cada una de las especies que serán recolectadas al azar, con sus cuatros repeticiones respectivamente. c) Luego se coleccionarán muestras herborizadas completas como: hojas, flores, frutos y corteza de cada especie forestal, colocando una etiqueta con su nombre común para la investigación.
<b>FASE DE PRESERVACIÓN:</b>	d) Después las muestras colectadas de cada especie se las colocara en papel periódico doblada a la mitad, encima ponemos papel absorbente y una capa más de cartón, tanto en la parte inferior, como en la superior. Luego las ubicamos en la prensa y aseguramos con una cuerda, realizamos esto para conseguir un mejor secado de las muestras, además se debe cambiar el periódico diariamente para evitar pudriciones ocasionadas por hongos.

**11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO**

<b>MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:</b>	Características anatómicas a) Se debe separar un cubo de madera 2 x 2 x 2 (PRISMA) según las normas COPANT 458 y secarlo a temperatura ambiente, una vez seco totalmente se debe pesarlo. Posteriormente el mismo cubo se colocará en un recipiente con agua en un volumen conocido por 7 a 8 días aproximadamente (depende de la especie) y se lo pesará para obtener un peso en húmedo. Este método se realiza para obtener la densidad de cada especie. b) Para realizar el cálculo del pH se utilizará un frasco de vidrio esterilizado para cada una de las especies, pesamos 25 gr de aserrín fino con un volumen de agua destilada conocido hasta formar una mezcla homogénea, una vez realizado el paso anterior se colocará la mezcla en un recipiente para proceder a colocar el pH metro tomando la primera lectura como referencia exacta.
---	--

## 12.- SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA RECOLECCIÓN.

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Magnolopsida	RAÍZ, TUERAS DE PODAR, MACHETE	Material en Campo
Magnolopsida	PARA COLECTAS: PODADORA AÉREA Y DE MANO, TREPADORES DE ÁRBOLES, BINOCULARES, GPS, CINTA DIAMÉTRICA O MÉTRICA, CÁMARA DIGITAL, COMPUTADORA PORTÁTIL.	Equipo en Campo

## 13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

Magnolopsida	Herbario Escuela superior Técnica del Chimborazo
--------------	--

## 14.- RESULTADOS ESPERADOS

Cumplir con los trabajos planteados en el trabajo de integración curricular

## 15.- CONTRIBUCIÓN DEL ESTUDIO PARA LA TOMA DE DECISIONES A LA ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2011-2020.

METAS	DESCRIPCIÓN
Resultado04.19El Ecuador, bajo la coordinación del Instituto de Investigaciones de la Biodiversidad, impulsa la investigación científica aplicada y la gestión del conocimiento sobre el patrimonio natural y desarrolla procesos tecnológicos innovadores que sustentan el cambio de la matriz productiva	Fomentar nuevos conocimientos acerca de una especie maderable con el fin de cambiar la matriz productiva

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: **VILLALVA TAIPE YAJAIRA MARIELA**

2. Institución Nacional Científica : **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2021/06/17**
4. Valoración técnica del proyecto: **TELLO RAMOS FANNY ELIZABETH**
5. Esta Autorización **NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS.**
6. Esta Autorización **NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS**, sin la correspondiente autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.
7. Los especímenes o muestras recolectadas no podrán ser utilizadas en actividades de **BIOPROSPECCIÓN, NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO.**
8. Los resultados que se desprendan de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.

**OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.**

9. Ingresar al sistema electrónico de recolecta de especímenes de especies la diversidad biológica del ministerio del ambiente y agua, el o los informes parciales o finales en formato PDF, en el formato establecido.

Con los siguientes anexos:

- Escaneado de el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras, emitidas por las Colecciones Científicas Ecuatorianas como Internacionales depositarias de material biológico.
  - Escaneado de las publicaciones realizadas o elaboradas en base al material biológico recolectado.
  - Escaneado de material fotográfico que considere el investigador pueda ser utilizados para difusión. (se mantendrá los derechos de autor).
10. Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos el número de Autorización de Recolección otorgada por el Ministerio del Ambiente y Agua, con el que se recolecto el material biológico.
  11. Depositar los holotipos en una institución científica depositaria de material biológico.
  12. Los holotipos solo podrán salir del país en calidad de préstamo por un periodo no más de un año.



**13.** Las muestras biológicas a ser depositadas deberán ingresar a las colecciones respectivas siguiendo los protocolos emitidos por el Curador/a custodio de los especímenes.

**14.** Las muestras deberán ser preservadas, curadas y depositadas de lo contrario, se deberán sufragar los gastos que demanden la preparación del material para su ingreso a la colección correspondiente.

Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se responsabiliza a **VILLALVA TAIPE YAJAIRA MARIELA.**

**DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD**  
CEVALLOS ROMAN GERARDO RAMIRO  
2021-01-22



**ANEXO AA: CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN OTORGADO POR EL HERBARIO DE LA ESPOCH.**



**CERTIFICADO**

28 de enero del 2021

**CEVALLOS ROMAN GERARDO RAMIRO**  
**DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD**

Presente

Certifico que la señorita Villalva Taipe Yajaira Mariela con CI: 0503784431, Tesista de la carrera de Ingeniería Forestal de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, entregó e identificó 5 muestra (cuadro). Fue revizando los registros herbario y catalogo de plantas vasculares. Dentro del Proyecto: Descripción organoléptica y anatómica de la madera de cinco especies forestales mediante tinción procedentes de la hacienda Atenas parroquia Alluriquin cantón Santo Domingo\*. Con la Autorización de recoleccion de especimenes de especies de la diversidad biologica No. 905. MAAE-ARSFC-2020-0905.

FAMILIA	ESPECIES	ESTADO
Pentafhyllaceae	<i>Freziera verrucosa</i> (Hieron ) Kobosky	Fértil
Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Fértil
Bombacaceae	<i>Ceiba insignis</i> (Kunth) P.E.Gibbs & Seimir	Fértil
Moraceae	<i>Ficus maxima</i> Mill	Fértil
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss	Fértil

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad y la interesada puedo usar el presente certificado como crea conveniente

Atte.

**JORGE MARCELO**  
**CARANQUI**  
**ALDAZ**

Firmado digitalmente  
por JORGE MARCELO  
CARANQUI ALDAZ  
Fecha: 2021.01.28  
15:40:13 -05'00'

Ing. Jorge Caranqui Msc.  
**RESPONSABLE HERBARIO ESPOCH.**