



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

**DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LA MADERA DE TRES  
ESPECIES FORESTALES PROCEDENTES DEL CANTÓN  
CHUNCHI PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

**Trabajo de Integración Curricular**  
Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:  
**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:** WASHINGTON ANIBAL ZHUMI QUISHPI  
**DIRECTOR:** Ing. EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Washington Anibal Zhumi Quishpi

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

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

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

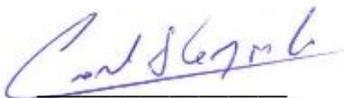
Riobamba, 02 de diciembre del 2022

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a central vertical stroke, enclosed within a blue oval shape.

**Washington Anibal Zhumi Quishpi**  
**060569111-2**

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LA MADERA DE TRES ESPECIES FORESTALES PROCEDENTES DEL CANTÓN CHUNCHI PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, realizado por el señor: **WASHINGTON ANIBAL ZHUMI QUISHPI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-12-02
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda MSc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-12-02
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MSc. <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-12-02

## **DEDICATORIA**

A mis padres Manuel Zhumi y Isabel Quishpi por su gran sacrificio y amor constante, que con sus sabios consejos me han enseñado que todo en esta vida se puede lograr con mucho esfuerzo y perseverancia, gracias por confiar en mí y darme ánimos para poder cumplir mis sueños. A mis queridas hermanas Lisbeth, Shirley y Aracely que siempre han estado pendientes de mi bienestar. A mi abuelita por siempre estar ahí guiándome y enseñándome el verdadero valor de la vida, y para mi angelito que está en el cielo, José Ignacio esta meta va dedicada para ti, seguro estoy de que en el cielo festejas este triunfo conmigo. Y como no olvidarme de mis familiares y amigos por su apoyo y cariño brindado a cada paso de mi vida.

Washington.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme de mucha sabiduría en este transcurso de mi vida, a la Escuela Superior politécnica de Chimborazo, principalmente a la carrera de Ingeniería Forestal por darme la oportunidad de formarme como un profesional y ser un aporte más a la sociedad. 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 guiarme en este paso tan importante en mi vida.

Washington.

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
SUMMARY .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1.	<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	2
1.1.	<b>Planteamiento del problema</b> .....	2
1.2.	<b>Limitaciones y delimitaciones</b> .....	2
1.2.1.	<i>Límites</i> .....	2
1.2.2.	<i>Delimitaciones</i> .....	2
1.3.	<b>Problema general de investigación</b> .....	2
1.4.	<b>Problemas específicos de la investigación</b> .....	3
1.5.	<b>Objetivos</b> .....	3
1.5.1.	<i>Objetivo General</i> .....	3
1.5.2.	<i>Objetivos Específicos</i> .....	3
1.6.	<b>Justificación</b> .....	3
1.6.1.	<i>Justificación Teórica</i> .....	3
1.6.2.	<i>Justificación Metodológica</i> .....	4
1.6.3.	<i>Justificación Práctica</i> .....	5
1.7.	<b>Hipótesis</b> .....	5
1.7.1.	<i>Nula</i> .....	5
1.7.2.	<i>Alterna</i> .....	5

### CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	6
2.1.	<b>Antecedentes de la investigación</b> .....	6
2.2.	<b>Referencias teóricas</b> .....	6
2.2.1.	<i>Bosque</i> .....	6

2.2.2.	<b>Especie forestal maderable</b> .....	7
2.2.3.	<b>Herbario</b> .....	7
2.2.3.1.	<i>Importancia</i> .....	8
2.2.3.2.	<i>Recolección de muestras para implementación de herbario</i> .....	8
2.2.3.3.	<i>Secado de plantas</i> .....	8
2.2.3.4.	<i>Identificación de las muestras</i> .....	9
2.2.3.5.	<i>Montaje de las muestras</i> .....	9
2.2.4.	<b>Madera</b> .....	9
2.2.5.	<b>Composición de la madera</b> .....	9
2.2.6.	<b>Tipos de maderas</b> .....	10
2.2.7.	<b>Anatomía de la madera</b> .....	11
2.2.8.	<b>Características organolépticas de la madera</b> .....	11
2.2.8.1.	<i>Color</i> .....	11
2.2.8.2.	<i>Olor</i> .....	12
2.2.8.3.	<i>Sabor</i> .....	12
2.2.8.4.	<i>Grano</i> .....	12
2.2.8.5.	<i>Textura</i> .....	12
2.2.8.6.	<i>Brillo</i> .....	13
2.2.8.7.	<i>Veteado</i> .....	13
2.2.9.	<b>Características anatómicas de la madera</b> .....	13
2.2.9.1.	<i>Planos anatómicos de corte</i> .....	13
2.2.10.	<b>Características microscópicas de la madera</b> .....	14
2.2.10.1.	<i>Poros</i> .....	14
2.2.10.2.	<i>Parénquima</i> .....	14
2.2.11.	<b>Radios</b> .....	15
2.2.12.	<b>Características del tronco</b> .....	15
2.2.12.1.	<i>Albura</i> .....	15
2.2.12.2.	<i>Duramen</i> .....	16
2.2.13.	<b>Potencial de hidrogeno (pH) de la madera</b> .....	16
2.2.14.	<b>Densidad</b> .....	16
2.2.15.	<b>Tinciones</b> .....	18
2.2.15.1.	<i>Safranina</i> .....	18
2.2.15.2.	<i>Astra blue</i> .....	18

### **CAPÍTULO III**

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	19
3.1.	<b>Enfoque de investigación</b> .....	19
3.2.	<b>Nivel de investigación</b> .....	19
3.3.	<b>Diseño de investigación</b> .....	19
3.3.1.	<i>Según de la manipulación o no de la variable independiente</i> .....	19
3.4.	<b>Tipo de estudio</b> .....	20
3.5.	<b>Población y planificación</b> .....	20
3.6.	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación</b> .....	20
3.6.1.	<i>Caracterización del lugar</i> .....	20
3.6.1.1.	<i>Localización</i> .....	20
3.6.2.	<i>Ubicación geográfica</i> .....	21
3.6.3.	<i>Características climatológicas</i> .....	21
3.6.4.	<i>Clasificación ecológica</i> .....	22
3.7.	<b>Materiales y equipos</b> .....	22
3.7.1.	<i>Materiales de campo</i> .....	22
3.7.2.	<i>Materiales y equipos de laboratorio</i> .....	22
3.6.3.	<i>Materiales de oficina</i> .....	22
3.8.	<b>Metodología</b> .....	23
3.8.1.	<i>Para el cumplimiento del primer objetivo: Identificar dendrológicamente las tres especies forestales comerciales de la investigación</i> .....	23
3.8.1.1.	<i>Recolección de muestras de las especies forestales</i> .....	23
3.8.1.2.	<i>Georreferenciación de las especies en estudio</i> .....	23
3.8.1.3.	<i>Prensado de muestras</i> .....	23
3.8.1.4.	<i>Identificación de las muestras</i> .....	24
3.8.2.	<i>Para el cumplimiento del segundo objetivo: Determinar las características organolépticas y anatómicas de las tres especies forestales comerciales</i> .....	24
3.8.2.1.	<i>Dimensión de las muestras</i> .....	24
3.8.2.2.	<i>Medidas para la colección de maderas</i> .....	24
3.8.2.3.	<i>Identificación de las características organolépticas</i> .....	24
3.8.2.4.	<i>Identificación de las características anatómicas de la madera</i> .....	25
3.8.2.5.	<i>Laminado de muestras</i> .....	25
3.8.2.6.	<i>Tinturado de cortes</i> .....	25
3.8.2.7.	<i>Observación</i> .....	27
3.8.3.	<i>Para el cumplimiento del tercer objetivo: Determinar el pH y la densidad de las especies forestales comerciales de la investigación</i> .....	27
3.8.3.1.	<i>Determinación de la densidad de la muestra</i> .....	27

3.8.3.2.	<i>Determinación de pH</i> .....	28
----------	----------------------------------	----

## CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	29
4.1.	<b>Cumplimiento del primer objetivo: Identificar dendrológicamente las tres especies forestales comerciales de la investigación</b> .....	29
4.1.1.	<i>Myrcianthes rhopaloides (Kunth) McVaugh (Arrayán)</i> .....	29
4.1.2.	<i>Acacia melanoxylon R.Br. (Acacia)</i> .....	30
4.1.3.	<i>Symplocos quitensis Brand (Motilón)</i> .....	31
4.2.	<b>Cumplimiento del segundo objetivo: Determinar las características organolépticas y anatómicas de las tres especies forestales comerciales</b> .....	31
4.2.1.	<b>Características organolépticas</b> .....	31
4.2.1.1.	<i>Myrcianthes rhopaloides (Kunth)</i> .....	31
4.2.1.2.	<i>Acacia melanoxylon R.Br.</i> .....	33
4.2.1.3.	<i>Symplocos quitensis Brand</i> .....	34
4.2.2.	<b>Características anatómicas</b> .....	37
4.2.2.1.	<i>Ablandamiento de las muestras en estudio</i> .....	37
4.2.2.2.	<i>Myrcianthes rhopaloides (Kunth) McVaugh (Arrayán)</i> .....	37
4.2.2.3.	<i>Acacia melanoxylon R.Br. (Acacia)</i> .....	41
4.2.2.4.	<i>Symplocos quitensis Brand (Motilón)</i> .....	45
4.2.3.	<b>Análisis estadístico</b> .....	49
4.2.3.1.	<i>Poros solitarios</i> .....	49
4.2.3.2.	<i>Poros múltiples de dos</i> .....	50
4.2.3.3.	<i>Perímetro de los poros</i> .....	50
4.3.	<b>Cumplimiento del tercer objetivo: Determinar el pH y la densidad de las especies forestales comerciales de la investigación</b> .....	52
4.3.1.	<b>Determinación de la densidad</b> .....	52
4.3.2.	<b>pH de la madera</b> .....	53
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	54
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	56
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Clasificación de las maderas según su densidad (g/cm <sup>3</sup> ).....	17
<b>Tabla 2-3:</b>	Preparación de tintes .....	26
<b>Tabla 3-4:</b>	Familia y nombre científico de las tres especies forestales en estudio .....	29
<b>Tabla 4-4:</b>	Taxonomía de <i>Myrcianthes rhopaloides</i> .....	30
<b>Tabla 5-4:</b>	Taxonomía de <i>Acacia melanoxylon</i> .....	30
<b>Tabla 6-4:</b>	Taxonomía de <i>Symplocos quitensis</i> .....	31
<b>Tabla 7-4:</b>	Descripción de las características organolépticas de <i>Myrcianthes rhopaloides</i> ....	32
<b>Tabla 8-4:</b>	Descripción de las características organolépticas de <i>Acacia melanoxylon</i> .....	33
<b>Tabla 9-4:</b>	Descripción de las características organolépticas de <i>Symplocos quitensis</i> Brand.	35
<b>Tabla 10-4:</b>	Resumen de las características organolépticas de las tres especies en estudio ....	36
<b>Tabla 11-4:</b>	Ciclos de ablandamiento de las muestras en estudio.....	37
<b>Tabla 12-4:</b>	Corte transversal <i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Arrayán) .....	38
<b>Tabla 13-4:</b>	Corte transversal <i>Acacia melanoxylon</i> (Acacia) .....	41
<b>Tabla 14-4:</b>	Corte transversal <i>Symplocos quitensis</i> (Motilón) .....	45
<b>Tabla 15-4:</b>	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado).....	49
<b>Tabla 16-4:</b>	Cantidad de poros solitarios de las tres especies mediante la prueba de (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ).....	49
<b>Tabla 17-4:</b>	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado).....	50
<b>Tabla 18-4:</b>	Cantidad de poros múltiples de dos de las tres especies mediante la prueba de (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ) .....	50
<b>Tabla 19-4:</b>	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado).....	50
<b>Tabla 20-4:</b>	Medidas de los perímetros de las tres especies mediante la prueba de (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ).....	51
<b>Tabla 21-4:</b>	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado).....	51
<b>Tabla 22-4:</b>	Medidas de los perímetros múltiples de dos de las tres especies mediante la prueba de (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ) .....	52
<b>Tabla 23-4:</b>	Densidad en verde de las tres especies estudiadas .....	52
<b>Tabla 24-4:</b>	Densidad en seco de las tres especies estudiadas .....	53
<b>Tabla 25-4:</b>	pH de las tres especies estudiadas .....	53

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Partes del tronco.....	<b>16</b>
<b>Ilustración 2-3:</b>	Localización del área de estudio.....	<b>21</b>
<b>Ilustración 3-4:</b>	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) (Arrayán), corte transversal. ....	<b>32</b>
<b>Ilustración 4-4:</b>	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) (Arrayán), corte tangencial. ....	<b>32</b>
<b>Ilustración 5-4:</b>	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) (Arrayán), corte radial. ....	<b>33</b>
<b>Ilustración 6-4:</b>	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br (Acacia), corte transversal.....	<b>34</b>
<b>Ilustración 7-4:</b>	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br (Acacia), corte tangencial. ....	<b>34</b>
<b>Ilustración 8-4:</b>	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br (Acacia), corte radial.....	<b>34</b>
<b>Ilustración 9-4:</b>	<i>Symplocos quitensis</i> Brand (Motilón), corte transversal. ....	<b>35</b>
<b>Ilustración 10-4:</b>	<i>Symplocos quitensis</i> Brand (Motilón), corte tangencial.....	<b>35</b>
<b>Ilustración 11-4:</b>	<i>Symplocos quitensis</i> Brand (Motilón), corte radial. ....	<b>36</b>
<b>Ilustración 12-4:</b>	Corte transversal <i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Arrayán).....	<b>39</b>
<b>Ilustración 13-4:</b>	Corte tangencial <i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Arrayán). ....	<b>40</b>
<b>Ilustración 14-4:</b>	Corte radial <i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Arrayán). ....	<b>41</b>
<b>Ilustración 15-4:</b>	Corte transversal <i>Acacia melanoxylon</i> (Acacia) .....	<b>42</b>
<b>Ilustración 16-4:</b>	Corte tangencial <i>Acacia melanoxylon</i> (Acacia) .....	<b>43</b>
<b>Ilustración 17-4:</b>	Corte radial <i>Acacia melanoxylon</i> (Acacia) .....	<b>44</b>
<b>Ilustración 18-4:</b>	Corte transversal <i>Symplocos quitensis</i> (Motilón).....	<b>46</b>
<b>Ilustración 19-4:</b>	Corte tangencial <i>Symplocos quitensis</i> (Motilón).....	<b>47</b>
<b>Ilustración 20-4:</b>	Corte radial <i>Symplocos quitensis</i> (Motilón).....	<b>48</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FASE DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DENDROLÓGICAS
- ANEXO B:** PRENSADO DE LAS MUESTRAS DENDROLÓGICAS
- ANEXO C:** IDENTIFICACIÓN DENDROLOGICA EN EL HERBARIO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
- ANEXO D:** IDENTIFICACIÓN DEL PH DE LAS MUESTRAS
- ANEXO E:** CORTE DE LAS MUESTRAS
- ANEXO F:** ABLANDAMIENTO DE LAS MUESTRAS
- ANEXO G:** CORTES HISTOLÓGICOS
- ANEXO H:** TINCIÓN DE LAS MUESTRAS
- ANEXO I:** MONTAJE Y ETIQUETADO DE LAS PLACAS
- ANEXO J:** VISUALIZACIÓN DE MUESTRAS EN EL MICROSCOPIO
- ANEXO K:** ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE POROS SOLITARIOS
- ANEXO L:** CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III) POROS SOLITARIOS DE ACUERDO AL PERÍMETRO DE LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS
- ANEXO M:** ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE POROS MÚLTIPLOS DE DOS
- ANEXO N:** CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III) DE POROS MÚLTIPLOS DE DOS
- ANEXO O:** ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL PERÍMETRO DE LOS POROS SOLITARIOS
- ANEXO P:** CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III) DEL PERÍMETRO DE LOS POROS SOLITARIOS
- ANEXO Q:** ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL PERÍMETRO DE LOS POROS MÚLTIPLOS DE 2
- ANEXO R:** CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III) PERÍMETRO DE LOS POROS MÚLTIPLOS DE 2

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue describir anatómicamente la madera de tres especies forestales procedentes del cantón Chunchi provincia de Chimborazo, con la finalidad de brindar información técnica sobre las características organolépticas y anatómicas de la madera. Para la identificación dendrológica se utilizó especímenes encontrados en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para determinar las características organolépticas se realizó probetas de 2 cm de grosor x 9 cm de ancho x 15 cm largo, mismas que fueron observadas características de color, olor, sabor, veteado, grano, textura y brillo de las muestras. Para la determinación de las características anatómicas se obtuvieron cubos de 2 x 2 x 2 cm, mismas que pasaron por un proceso de ablandamiento en el Autoclave, colocando frascos de vidrio con agua destilada y cubiertos con papel aluminio en ciclos de 20 minutos aproximadamente a 127 °C y 1.48 atm de presión, luego se realizaron los cortes histológicos con la ayuda de una gubia de 0.5 mm obteniendo muestras de 0.3 micras. Luego se procedió al proceso de tinturado de las muestras donde se utilizó safranina, astra blue y la combinación de las dos en una proporción 1:1, realizando repeticiones para cada especie de 10, 15 y 20 segundos respectivamente, una vez montadas las placas se logró identificar todas las estructuras anatómicas en los tres cortes. Se concluye que las tres especies en estudio pertenecen a diferentes familias y se recomendó realizar estudios en relación a los aromas que presenta la especie de *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) conocido vulgarmente como arrayán.

**Palabras clave:** <ESPECIES FORESTALES>, <IDENTIFICACIÓN DENDROLÓGICA>, <CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS>, <CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS>, <HERBARIO>, <CORTES HISTOLÓGICOS>.

  
D.B.R.A.I.  
Ing. Cristian Castillo

2465-DBRA-UPT-2022



## SUMMARY

This research aimed to anatomically describe the wood of three forest species from Chunchi Town (Chimborazo province) in order to provide technical information on the organoleptic and anatomical characteristics of the wood. For dendrological identification, specimens found in the herbarium of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo were used. Test tubes 2 cm thick x 9 cm wide x 15 cm long were made to determine the organoleptic characteristics by observing the color, smell, flavor, veining, grain, texture, and brightness of the samples. For the determination of the anatomical characteristics, 2 x 2 x 2 cm cubes were obtained, which went through a softening process in the Autoclave, placing glass jars with distilled water and covered with aluminum foil in cycles of approximately 20 minutes at 127 °C and 1.48 atm pressure, then histological sections were made with the help of a 0.5 mm gouge, obtaining 0.3-micron samples. After that, we proceeded to the staining process of the samples where safranin, astra blue, and the combination of the two were used in a 1:1 ratio, performing repetitions for each species of 10, 15, and 20 seconds respectively, once the plates were assembled, they were he was able to identify all the anatomical structures in the three slices. It was concluded that the three species under study belong to different families. It was recommended to carry out studies in relation to the aromas presented by the species of *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) commonly known as myrtle.

**Keywords:** <FOREST SPECIES>, <DENDROLOGICAL IDENTIFICATION>, <ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS>, <ANATOMIC CHARACTERISTICS>, <HERBAL>, <HISTOLOGICAL SECTIONS>.

Riobamba, January 3<sup>rd</sup>, 2023



Ph.D. Dennys Tenelanda López  
ID number: 0603342189

## **INTRODUCCIÓN**

La gran diversidad de ecosistemas presentes en el Ecuador, lo convierten en un país biodiverso, donde uno de los recursos más importantes los cuales desempeñan grandes funciones ambientales y socioeconómicas son los bosques, que con el transcurso del tiempo han sufrido grandes cambios, tanto en su cobertura y función ecológica (Lozada, 2014, p. 10).

Los bosques son grandes proveedores de la naturaleza, además de ser una fuente importante de agua para los habitantes, proporcionan gran cantidad de recursos como medicina, energía renovable, leña, carbón, madera para construcción, artesanías, obtención de mangos para herramientas e implementos agrícolas, también se pueden considerar como generadores de aire acondicionado y efectivos purificadores de aire (FAO, 2017, pp. 1-2).

Durante mucho tiempo la madera de varias especies forestales ha sido tratada como material de construcción y ahora su valor comercial ha ido en aumento debido a la gran demanda que existe en los locales comerciales del país. Sin embargo, para poder utilizar de manera adecuada la madera, es necesario el conocimiento de varias características importantes como dendrológicas, anatómicas y organolépticas de la madera. (Agila et al., 2018, p. 1).

Actualmente la estructura anatómica de la madera, su densidad, el pH, son de gran importancia industrial para el país, donde cada familia, género o especie de un árbol producen madera que tienen propiedades y usos específicos que solamente se puede determinar mediante la investigación, mejorando así el valor económico de la madera y obteniendo información importante para el mundo ecológico, educativo e industrial.

Es por ello la importancia y la generación de insumos técnicos adecuados que puedan brindar elementos de sostenibilidad que comprendan aspectos no solo económicos, sociales y ambientales, sino también estudios especializados a nivel microscópico (Pesante y Rosero, 2019; citados en Delgado et al., 2020: p. 4).

## CAPITULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

Arrayán, Motilón y Acacia, son especies forestales maderables que tienen una limitada información dendrológica y anatómica de su madera. La poca información de características organolépticas como olor, color, sabor, brillo, textura, veteado hacen que el aprovechamiento de estas especies sean escasas en cuanto al nivel industrial, uso y comercialización de madera, además la falta de información hace que el aprovechamiento se dé solo en unas cuantas especies.

Es por ello que se requiere realizar este tipo de estudios para conocer de mejor manera sus características y darle un valor agregado al momento de la producción e industrialización de la madera.

#### 1.2. Limitaciones y delimitaciones

##### 1.2.1. Límites

Los límites planteados en la presente investigación es una muestra del total de los diversos estudios que se le pueden realizar a cerca de descripción anatómica de la madera y ciertas propiedades químicas a nivel local y provincial.

##### 1.2.2. Delimitaciones

Las delimitaciones a cerca del estudio de la anatomía de la madera son las siguientes: características anatómicas y organolépticas, pH y densidad, datos que servirán como base para un mejor manejo de la madera a nivel industrial nacional.

#### 1.3. Problema general de investigación

Falta de información y estudios técnicos en relación a la descripción y análisis anatómico de la madera.

#### **1.4. Problemas específicos de la investigación**

La limitada información en el ámbito anatómico de la madera y la descripción de sus características.

Poca información acerca de la densidad de las siguientes especies: Arrayán, Acacia, Motilón.

Falta de interés para realizar este tipo de estudios en relación a las especies forestales que se encuentran en la serranía ecuatoriana.

#### **1.5. Objetivos**

##### ***1.5.1. Objetivo General***

- Describir anatómicamente la madera de tres especies forestales comerciales procedentes del cantón Chunchi provincia de Chimborazo.

##### ***1.5.2. Objetivos Específicos***

- Identificar dendrológicamente las tres especies forestales comerciales de la investigación.
- Determinar las características organolépticas y anatómicas de las tres especies forestales comerciales.
- Determinar el pH y la densidad de las especies forestales comerciales de la investigación.

#### **1.6. Justificación**

##### ***1.6.1. Justificación Teórica***

El Ecuador es un país megadiverso y debido a la gran diversidad de especies forestales, muchos estudios cuentan con una limitada información con respecto a la caracterización anatómica de la madera, motivo por el cual el gran desconocimiento de las características macro y microscópicas que posee cada especie forestal, influye en la determinación de la calidad de las especies arbóreas para la elaboración y comercialización de diferentes productos madereros. La determinación y el conocimiento de las propiedades anatómicas de las especies maderables aprovechadas industrialmente son de gran importancia, ya que éstas varían según la procedencia y las condiciones de crecimiento.

La presente investigación busca evaluar el estudio anatómico de la madera, sus características a nivel macro y microscópico, basándose así en su respectiva identificación de cada especie forestal.

### ***1.6.2. Justificación Metodológica***

El proceso de metodología se lo realizó con el fin de buscar nuevas alternativas, implementando nuevos procesos para poder realizar con éxito la investigación, al ser especies que no tienen un estudio previo se hicieron adaptaciones en varios procesos como ciclo de ablandamiento de la madera, los tiempos utilizados con las diferentes tinciones y la observación microscópica.

Para conocer las características organolépticas de la madera es importante obtener probetas con dimensiones de 15 x 9 x 2 cm, durante esta etapa las características que se obtendrán son: olor, color, sabor, veteado y brillo, utilizando los sentidos de: olfato, tacto, vista y gusto. El color se determinará mediante la tabla de Munsell, durante la clasificación del olor se considerará en aromático, fragante, dulce, astringente y ausente. Durante el veteado se clasificará en jaspeados, satinados, bandas paralelas y arcos superpuestos.

Durante las características anatómicas de la madera es importante tener cubitos de 2 x 2 x 2 cm de las tres especies forestales en estudio, se realizará un proceso de ablandamiento de la madera utilizando el autoclave, donde cada especie forestal será pasada por varios ciclos con un tiempo aproximado de 20 min, cabe mencionar que para cada ciclo de ablandamiento de madera se basa en la dureza de la misma, si esta se considera una madera dura va a necesitar varios ciclos.

Posteriormente se realizó los cortes histológicos de las tres secciones: tangencial, radial y longitudinal con una gubia plana, con la obtención de cortes en forma de láminas. Se aplicarán tres tinciones diferentes en tres tiempos 10 -15 -20 segundos, se eliminará el exceso de tinte mediante agua destilada y se dejará reposar en papel absorbente hasta que queden completamente secas. Una vez realizado todo este proceso antes mencionado se colocará en las placas porta y cubre objetos fijándola con cinta scotch transparente, realizando su respectiva etiqueta con su respectivo nombre.

En cuanto al pH se trabajó con 20 gramos de aserrín fresco y se ubicó en vasos estériles donde se añadió 100 ml de agua destilada formando una solución homogénea dejándole reposar por 1 hora y finalmente se procedió a colocar el pH metro obteniendo las medidas exactas del valor del pH.

Y finalmente para obtener la densidad esta fue obtenida en estado verde y seco, donde se pesó un cubo de ladera con dimensiones de 2 x 2 x 2 cm en una balanza digital, seguidamente se procedió a medir con un calibrador o pie de rey las medidas correspondientes y se procedió a aplicar la fórmula de la densidad ( $d = m/v$ ).

### ***1.6.3. Justificación Práctica***

Esta investigación se lo realizó por que existe la necesidad de conocer las diferentes características y propiedades que se presentan en la madera, utilizando tres tinciones en tres tiempos diferentes de safranina, Astra blue, safranina/Astra blue, estas tinciones nos sirven para poder observar de mejor manera la estructura celular de la madera.

Sin embargo, para la identificación de las características organolépticas y anatómicas de la madera es necesario acudir al laboratorio de trabajabilidad de la madera, para facilitar el trabajo de investigación, donde los aspectos a estudiar son: poros y parénquimas que se encuentran en la madera, sus características organolépticas como olor, color, sabor, veteado y jaspeado.

## **1.7. Hipótesis**

### ***1.7.1. Nula***

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

### ***1.7.2. Alternativa***

Las características anatómicas y organolépticas de la madera de las tres especies forestales en estudio, son diferentes en al menos una característica.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Los antecedentes de esta investigación se tiene que dentro de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se han realizado 32 trabajos de investigación con relación a las propiedades anatómicas y organolépticas de la madera en diferentes lugares del país y con diferentes especies forestales. Siendo uno de los primeros trabajos de investigación enfocados en describir las propiedades antes mencionadas en la serranía ecuatoriana, específicamente en la provincia de Chimborazo.

En cuanto a la especie conocida vulgarmente como Arrayán existe un estudio de la carrera de Ingeniería Forestal de la ESPOCH, en el año 2022, donde se determinó la caracterización anatómica de cuatro especies forestales, procedentes del cantón Santo Domingo parroquia Alluriquín sector el Pilatón.

En cuanto a la especie denominado Acacia, dentro de la ESPOCH, no se encuentran estudios realizados en referencia a la identificación anatómica y organoléptica de la madera.

En referencia a la especie conocida vulgarmente como Motilón, dentro de la ESPOCH, existen varios estudios dentro de la carrera de Ingeniería forestal, en los años ,2018 y 2019, todos los estudios enfocados en la región Amazónica y Costa, pero no están enfocados en la región Sierra.

#### 2.2. Referencias teóricas

##### 2.2.1. *Bosque*

Los bosques son ecosistemas en los que predominan árboles y arbustos de importancia para la regulación del clima y conservación de la biodiversidad, estando presentes en casi todos los continentes y representando un tercio de la superficie del planeta tierra (Ministerio del Ambiente, 2020, p. 1).

Estos bosques se encuentran formados por árboles de diferentes especies y por otras plantas como los arbustos y las herbáceas los cuales tienen funciones importantes difíciles de reconocer,

actuando contra la pérdida de suelo en pendientes montañosas haciendo que se mantenga los ciclos del agua y sus nutrientes. Además, los árboles por medio de sus raíces actúan como bombas que extraen generalmente importantes nutrientes como el fósforo y nitrógeno, mismos que se extraen desde la profundidad del suelo. De esta manera las plantas toman sus respectivos nutrientes con facilidad, constituyendo así su estructura de hojas, ramas y tronco, manteniendo así el ciclo de los nutrientes y de la vida de un bosque (Onaindia, 2019, pp. 1-3).

Los bosques son también de gran importancia porque ellos se encargan de regular el ciclo del agua en nuestro planeta. Donde el agua transpirada por la vegetación boscosa se concentra en minúsculas gotitas que llegan a formar gran cantidad de nubes, estas son transportadas por el viento y al enfriarse produce lluvias sobre la superficie terrestre, formando así la contribución más importante de los bosques al ciclo del agua (Onaindia, 2019, pp. 1-3).

Pero el bosque no es una foto fija en el tiempo, es algo dinámico, que va cambiando con el tiempo siguiendo un movimiento muy lento, donde sus ecosistemas a lo largo de los años se manifiestan de manera que los árboles más viejos se mueren y son sustituidos por otros que crecen generalmente de las semillas, de manera que los retoños absorben del suelo los nutrientes necesarios para su crecimiento (Onaindia, 2019, pp. 1-3).

### **2.2.2. *Especie forestal maderable***

Se define como plantas forestales a aquellas que producen tejido leñoso y que por sus características anatómicas, físicas o mecánicas son susceptibles de uso, cuya principal característica es que han sido plantados allí por mano del hombre (Acosta, 2019, p. 1).

Rendón y Neyra; (2020: pp. 2-4) mencionan que estas especies generalmente son aprovechadas y comercializadas a nivel local, nacional e internacional, destinada principalmente para proyectos industriales como la construcción a gran escala, decoración de interiores, fabricación de muebles, artesanías, elaboración de herramientas de trabajo, elementos de vivienda, instrumentos musicales, y en gran parte del país la madera se utiliza como combustible (leña, carbón).

### **2.2.3. *Herbario***

El herbario es una colección científica de plantas secas o herborizadas, destinadas al estudio o enseñanza de la botánica. Por lo común se trata de plantas desecadas en las debidas condiciones

para que la forma y posición de sus órganos se conserven de la manera más parecida a cuando estaban vivas (Catinas, 2001, p.1).

La finalidad de un herbario es representar de manera sistematizada la biodiversidad vegetal tomando como base los estudios de la flora permitiendo conocer mejor la composición de comunidades vegetales, facilitando la información de primera mano de estudios en el medio terrestre sobre aspectos ecológicos, evolutivos, de ordenación territorial e impacto ambiental (León de la luz, 2016, pp. 2-5).

La mayoría de las investigaciones realizadas dentro de la provincia de Chimborazo no tienen sus respectivas muestras de herbario, ya que estas muestras son de gran importancia en cualquier estudio botánico, indispensable para respaldar cualquier investigación, donde es necesario contar con un centro de información e investigación botánica que nos facilite con una información verídica y confiable (Cauja Robles, 2019, pp. 6-7).

#### *2.2.3.1. Importancia*

La importancia de una colección es aquella que se cumpla con los requisitos fundamentales para asegurar la identificación de las especies vegetales, facilitando así el empleo de los sistemas de clasificación; mismo constituye un muestrario representativo de las características morfológicas, distribución geográfica la historia filogenética de los vegetales de un determinado país, región o del mundo entero (Marzocca, 1985, p. 216).

#### *2.2.3.2. Recolección de muestras para implementación de herbario*

Para obtener una colección de muestras de calidad se debe tener muestras de calidad, motivo por el cual los diferentes especímenes a coleccionar deben ser fértiles, con su respectiva información de colecta de muestras, localidad, sus características e información general de la planta (Caranqui, 2003, p. 3).

#### *2.2.3.3. Secado de plantas*

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

#### *2.2.3.4. Identificación de las muestras*

Durante esta etapa se precede a la respectiva identificación de las muestras mediante la técnica de comparación de las muestras existentes en la colección del herbario. De las muestras que no han sido identificadas, un duplicado se distribuirá a los Herbarios de amplia trayectoria como son: Nacional y Católica en la ciudad de Quito y al especialista para su posterior identificación (Caranqui, 2003, p. 3).

#### *2.2.3.5. Montaje de las muestras*

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

#### **2.2.4. Madera**

La madera se define como la parte sólida de los árboles, encontrando su parte más sólida debajo de la corteza del árbol. Se utilizan para fabricar una variedad de productos de utilidad como las mesas, sillas, camas, muebles y en tecnología sirve para realizar muchos proyectos (Sánchez, 2017, p. 3).

La madera es una de las materias primas más usadas por el hombre desde la antigüedad. A lo largo de los años la madera, al igual que otros materiales, ha mejorado sus técnicas y procesos de obtención, transformación y tratamiento, otorgándole más calidad de la que ofrecía en tiempos pasados (Sánchez, 2017, p. 3).

#### **2.2.5. Composición de la madera**

La madera se encuentra formada por fibras de celulosa, sustancia que conforma el esqueleto de los vegetales, y lignina, que le proporciona rigidez y dureza. En su composición están en mayoría el hidrógeno, el oxígeno, el carbono y el nitrógeno con cantidades menores de potasio, sodio, calcio, silicio y otros elementos (Rea, 2019, p. 1).

Además, la madera se descompone por parte de microorganismos tales como bacterias y hongos, motivo por el cual es de gran importancia darles un tratamiento para evitar que estas vayan deteriorándose (Rea, 2019, p. 2).

#### **2.2.6. Tipos de maderas**

Se diferencian distintos tipos de madera como también existen diferencias en las características de los árboles de las que se extrae, aunque la clasificación actualmente más utilizada es la que se realiza en función de la dureza de la madera, que las engloba en grandes grupos como:

##### *a) Maderas blandas*

Pertenecen generalmente a árboles de rápido crecimiento, normalmente de las coníferas, cuyos árboles con hoja de forma de aguja, fáciles de trabajar y de colores generalmente muy claros. Se utiliza principalmente como materia prima para la fabricación del papel (Rea, 2019, pp. 4-5).

Ejemplo: Pino, álamo, sauce, etc.

##### *b) Maderas duras*

Son las de los árboles de lento crecimiento y de hoja caduca. Generalmente suelen ser aceitosas utilizadas en muebles, construcciones resistentes, suelos de parqué, para algunas herramientas y varios usos más (Rea, 2019, pp. 4-5).

Ejemplo: Nogal, Roble, etc.

##### *c) Maderas resinosas*

Son resistentes a la humedad, se usan en muebles, en la elaboración de algunos tipos de papel, etc. (Rea, 2019, pp. 4-5).

Ejemplo: Ciprés, cedro, etc.

##### *d) Maderas finas*

Son utilizadas en aplicaciones artísticas, para la fabricación de muebles, instrumentos musicales y objetos de adorno (Rea, 2019, pp. 4-5).

Ejemplo: Ébano, etc.

#### *e) Maderas prefabricadas*

La mayoría de ellas se elaboran con restos de maderas, como virutas restantes de los árboles cortados, utilizados en tablas de aglomerado, contrachapados, tableros de fibras y el táblex (Rea, 2019, p. 6).

#### **2.2.7. Anatomía de la madera**

La anatomía de la madera es aquella que estudia el xilema, leño, o madera con el fin de conocer y dar el uso correcto, determinar especies y evaluar la aptitud tecnológica de la madera (Hernandez, 2005, p. 1).

El estudio de la anatomía tiene gran influencia en la tecnología y la industria ya que existe gran diversidad en cuanto a la estructura anatómica de las diferentes maderas y esta juega un papel importante en las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Mediante su estudio se pueden hacer inferencias acerca del comportamiento de la madera, procesamiento y utilización (Hernandez, 2005, pp. 1-2).

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

Estas características son aquellas que pueden ser percibidas por los órganos sensoriales. Dentro de este grupo se encuentran las siguientes: Color, olor, sabor, grano, textura, brillo y veteado (Gonzales, 2008, p. 15).

##### **2.2.8.1. Color**

El color de la madera es generalmente el primer aspecto que se obtiene al rato de observar una madera. Esta varía de acuerdo a las diferentes clases de madera y también dentro de una misma especie, esto se debe básicamente a los extractivos que se encuentran en el interior de las células leñosas (Gonzales, 2008, p. 15).

Una de las razones por el cual se cambia el color en las maderas, generalmente se debe a la impregnación de sustancias orgánicas e inorgánicas en los lúmenes de las células, también por la variación del espesor de las paredes celulares en diferentes tipos de células (Monge y Berrospi, 2019, p. 25).

#### 2.2.8.2. *Olor*

Las maderas tienen un olor distintivo producido generalmente por sustancias de infiltración que se encuentran presentes en el duramen. Estas sustancias se encuentran infiltradas en la madera, en ciertas ocasiones emanan olores característicos y fáciles de diferenciar (Gonzales, 2008, p. 16).

Todas estas características sirven de gran ayuda para la identificación de la especie solamente si se considera la porción del duramen (Gonzales, 2008, p. 16).

#### 2.2.8.3. *Sabor*

El sabor en la madera es causado por la presencia de sustancias de infiltración contenidas en las células de la madera y se encuentra relacionado con el olor, por lo tanto, es más característico en madera fresca y más distintivo en el duramen que en el de la albura (Cauja Robles, 2019, p. 8).

El sabor debe ser aplicado con cuidado ya que algunos árboles poseen sustancias tóxicas que pueden causar alguna enfermedad a la persona que realiza este tipo de pruebas (Gonzales, 2008, p. 17).

#### 2.2.8.4. *Grano*

Grano en la madera es el tamaño de los elementos que forma la madera, direccionada o alineada en los elementos longitudinales del leño, con relación al eje vertical del tronco. Se puede identificar en los planos longitudinal, radial y tangencial producida por la disposición de los elementos xilemáticos longitudinales con respecto al eje longitudinal de la muestra (Luna, 2018, p. 17).

#### 2.2.8.5. *Textura*

La textura se encuentra definida por la distribución, tamaño y proporción de los elementos leñosos (poros, parénquima y fibra). Este depende del tamaño de los elementos del leño y de su distribución en los anillos, depende también del tamaño de las células en comparación al espesor

de las paredes celulares, influyendo también el diámetro tangencial de los vasos, altura, abundancia de parénquima y ancho de los radios (Luna, 2018, p. 17).

#### *2.2.8.6. Brillo*

Es una característica que tiene la madera producida por el reflejo de la luz, donde el plano longitudinal radial es más reluciente gracias al efecto causado por las bandas horizontales de los radios (Monge y Berrospi, 2019, p. 25).

#### *2.2.8.7. Veteado*

El veteado se encuentra definido por la figura que se origina en la superficie longitudinal, debido a la disposición, tamaño y volumen de los elementos del xilema, formando figuras gracias a la variación de la intensidad de colores y por la dirección del corte radial y tangencial (Cauja Robles, 2019, p. 26).

### ***2.2.9. Características anatómicas de la madera***

La característica anatómica revela la estructura interna exacta para identificar una madera, el nivel de orden, familia, género y especie, también conocer el comportamiento de secado, preservado y otros. La proporción de los elementos xilemáticos influye sobre las propiedades físicas, mecánicas; es así que las maderas que poseen mayor cantidad de fibras se trata de maderas de alta densidad y resistencia mecánica; contrariamente las maderas que tienen mayor proporción de parénquima y vasos amplios poseen baja densidad y resistencia mecánica (Monge y Berrospi, 2019, p. 25).

Este tipo de características explican las causas de los cambios dimensionales y el comportamiento de los esfuerzos mecánicos, menciona también que la relación entre la contracción radial y tangencial es un índice de la estabilidad cuando se acerca a la unidad, la madera es más estable y tiene buen comportamiento al secado (Monge y Berrospi, 2019, p. 25).

#### *2.2.9.1. Planos anatómicos de corte*

Cuando se trata de organismos heterogéneos constituidos por células que estén dispuestas y organizadas en diferentes direcciones, el aspecto de la madera varía de acuerdo con la sección que se observa. Cuando se realizan estudios anatómicos se adoptan los siguientes planos convencionales para su corte (Hernandez, 2005, p. 10).

- *Corte trasversal (X)*: Es la sección que resulta al cortar una pieza de madera en dirección perpendicular al eje longitudinal del árbol (Armijos, 2019, p. 8).
- *Corte tangencial (Y)*: Es el corte longitudinal paralelo a los radios y perpendicular a los anillos de crecimiento (Armijos, 2019, p. 8).
- *Corte radial (Z)*: Paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento (Armijos, 2019, p. 8).

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

#### **2.2.10.1. Poros**

Son elementos longitudinales de la madera, propios de especies latifoliadas (angiospermas), que se observan en los cortes longitudinales: tangencial, radial y oblicuo. Las latifoliadas generalmente presentan vasos que son elementos prosenquimatosos que conducen de agua y sales minerales. Microscópicamente se concentran en la sección transversal y se presentan en forma de orificios conocidos también como poros (Bone, 2019, p. 1).

Desde el punto de vista microscópico, las características a tomar en consideración son: Porosidad, tamaño de los poros, disposición de los poros, agrupación de los poros, contenido de los poros, donde su proporción en el volumen total y el espesor de sus paredes que influyen directamente en el peso específico, grado de variación volumétrica y las propiedades mecánicas de la madera (Gonzales, 2008, p. 31).

#### **2.2.10.2. Parénquima**

Es un tejido que por lo general es más claro que las fibras del leño, se encuentran en los tejidos longitudinal y transversal, desempeñando funciones como el almacenamiento y conducción de sustancias alimenticias (Morales, 2019, p. 5).

El parénquima se clasifica de acuerdo a la forma y disposición en:

##### **a) Parénquima Apotraqueal**

Este tipo de parénquima no se encuentra en contacto con los poros o vasos y se pueden representar de la siguiente manera: terminal, difuso y Apotraqueal en bandas (Inen, 2013, p. 11).

#### **b) Parénquima paratraqueal**

Este tipo de parénquima se encuentra en contacto con los poros. Se presentan de varios tipos:

- **Parénquima paratraqueal Vasicéntrico:** Cuando las células parenquimatosas rodean completamente los poros. Son de forma Circular más o menos ovalada. El número de células que rodean los poros puede ser una o más filas de células (Inen, 2013, p. 11).
- **Parénquima paratraqueal aliforme:** Cuando las células parenquimatosas rodean por completo los poros y se expanden lateralmente en forma de alas.
- **Parénquima paratraqueal aliforme confluyente:** Fusión de parénquima aliforme formando tangentes irregulares o bandas diagonales (Lluncor, 2011, p.6).

#### **c) Parénquima marginal**

Se encuentra cuando las células del parénquima forman líneas anchas y angostas al límite de los anillos de crecimiento (Morales, 2019, pp. 5-6).

### **2.2.11. Radios**

Los radios son de gran importancia cuando se habla de propiedades de la madera, como elemento de identificación el cual cumple con una función de almacenamiento y conducción de sustancias nutritivas donde puede ser o no visible a simple vista en algunas sustancias (Monge y Berrospi, 2019, p. 31).

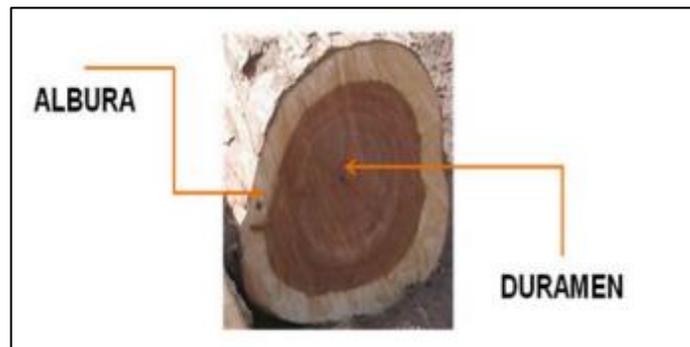
### **2.2.12. Características del tronco**

#### **2.2.12.1. Albura**

Es el conjunto de células parenquimatosas resultante de la combinación de células vivas y muertas, con niveles elevados de humedad proporcionando las características de mostrar una baja densidad y alta permeabilidad. Es una parte de la planta que proporciona soporte y estructura, siendo así una de las zonas susceptibles a ser atacadas por organismos biológicos como los hongos e insectos (García, 2019, pp. 1-2).

#### 2.2.12.2. *Duramen*

Es la parte que se encuentra en la parte central del tronco, formada por capas internas del árbol constituyendo el elemento estructural y de sostén más importante del árbol. Las células vivas y los materiales de reserva que existen en ella, se transforman en compuestos fenólicos, que son propios del duramen. El duramen, generalmente, se caracteriza por ser de color más oscuro que la albura, aunque en algunas especies no se puede diferenciar muy claramente (Gonzales, 2008, p. 15).



**Ilustración 1-2.** Partes del tronco

**Realizado por:** Zhumi, W, 2022.

#### 2.2.13. *Potencial de hidrogeno (pH) de la madera*

El pH de la madera es una propiedad que tiene mucha influencia en diversos campos del aprovechamiento de la madera, ya que influye en la corrosión de metales que se encuentran en contacto con ella, en la fijación de preservantes químicos, la coloración de algunas maderas expuestas a la radiación solar, la fijación de lacas y barnices sobre la superficie y el fraguado de colas y adhesivos, sea esta en forma de chapas, madera solida o para la producción de tableros (Vera Mendoza, 2019, p. 22).

Las variaciones de pH, son aquellas que se presentan en diferentes partes del árbol, estas se encuentran en función a factores importantes como calidad de sitio (pH del suelo), y varios factores como la altura de la muestra, su densidad, el contenido de humedad de la madera y la cantidad de extractivos que se encuentran presentes en la madera (Vera Mendoza, 2019, p. 22).

#### 2.2.14. *Densidad*

La densidad es la relación existente entre masa y volumen. En la madera, se debe tener en cuenta el contenido de humedad, ya que es de gran importancia el estudio del contenido de humedad

determinado. Normalmente, el contenido de humedad de referencia es el 12 % (se da cuando la humedad relativa del aire abarca el 65 % y la temperatura el 20°C). La densidad varía de acuerdo a la especie que se va a analizar (Sánchez, 2017, p. 9).

La densidad es uno de los principales elementos en el cual se determina el grado de dureza de la madera en función de su clasificación, mediante clases y usos (INEN, 2011, p.3).

- a) **Densidad verde:** Es la relación que existe entre el peso verde de la madera y el volumen verde, es decir la madera debe estar fresca, con todo el contenido de humedad natural (INEN, 2011, p.3).
- b) **Densidad seca:** Es la relación que existe entre el peso seco al aire y el volumen seco al aire, es decir cuando la madera está con aproximadamente el 30 % de contenido de humedad (INEN, 2011, p.3).
- c) **Densidad básica:** es la relación entre el peso seco al horno y el volumen en verde (INEN, 2011, p.3).
- d) **Peso específico:** es la relación entre el peso de la madera, a un determinado contenido de humedad, y el peso del volumen de agua desplazado por el volumen de madera (INEN, 2011, p.3).

**Tabla 1-1:** Clasificación de las maderas según su densidad (g/cm<sup>3</sup>).

<b>MADERA</b>	<b>CONÍFERAS</b>	<b>FRONDOSAS</b>
<b>Muy ligera</b>	<0.4	< 0.35
<b>Ligera</b>	0.4 - 0.9	0.3 - 0.5
<b>Semipesada</b>	0.5 – 0.9	0.51 - 0.70
<b>Pesada</b>	0.6 – 0.7	0.75 – 0.95
<b>Muy pesada</b>	>0.70	>0.95

Fuente: Sánchez, 2017.

Realizado por: Zhumi, W, 2022.

### **2.2.15. Tinciones**

#### **2.2.15.1. Safranina**

La safranina es un colorante biológico de color rojo conocido también como dimetil safranina. Al ser una molécula de carga positiva (catión) es capaz de combinarse con elementos celulares de cargas negativas (Aguirre Sanchez, 2012, pp. 1-2).

La tinción de safranina se usa para diferenciar una estructura celular previamente teñida con otro colorante. En estudios histológicos es una de las tinciones más utilizadas por su afinidad con tejidos biológicos, tanto en células procariotas y eucariotas, facilitando así la identificación y la muestra de mejores resultados durante la práctica. Este colorante generalmente es fácil de utilizar en los laboratorios. Su estado natural es soluble y no contiene olor, se encuentra en forma de cristales oxidados los cuales permiten un mejor desarrollo de contraste en tejidos celulares (Aguirre Sanchez, 2012, pp. 1-2).

#### **2.2.15.2. Astra blue**

El Astra Blue es una tinción de color azul que tiñe las células no lignificadas, tales como la celulosa en diferentes tejidos de las plantas que contengan oligosacáridos y polisacáridos. Esta tintura Astra Blue es usada también para los estudios de mastocitos en preparados humanos o para la identificación de muestras de sangre (Coveña Cabrera, 2019, p. 21).

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Enfoque de investigación

El enfoque de esta investigación se trata de obtener información para dar el uso adecuado a la madera, partiendo desde el aprovechamiento a la industria, ya que al ser la madera, la materia prima indispensable para un sinnúmero de actividades, se debe dar un aprovechamiento sostenible de estas tres especies forestales, además adquirir conocimientos en relación a sus características organolépticas de la madera y dendrológica de las especies forestales, buscando nuevas alternativas de mercado, uso y aprovechamiento e industrialización de manera ordenada y adecuada.

#### 3.2. Nivel de investigación

En una investigación básica de tercer nivel, con el fin de que sirva como base para futuras investigaciones. Buscando contribuir a los estudios especializados y así aportar para un cambio en la actividad productiva forestal.

#### 3.3. Diseño de investigación

Durante este análisis se trabajó con cuatro fotografías por cada repetición del corte transversal. Con el programa Imagej, se visualizó y se contabilizó el número de poros solitarios y múltiples de 2, donde se midió el perímetro y el total de cada uno y se construyó una base de datos en Excel y se procedió a tabular.

Con el programa estadístico InfoStat se realizó la prueba de normalidad realizamos la prueba de Shapiro-Wilks, donde se plantea la hipótesis nula con un nivel de confianza de ( $p < 0,05$ ), y la prueba Tukey con el fin de generar tablas comparativas entre las especies, realizando así un respectivo análisis. Y para establecer la calidad de imagen se aplicó un análisis de correspondencia.

##### 3.3.1. *Según de la manipulación o no de la variable independiente*

Es una investigación de tipo experimental.

### **3.4. Tipo de estudio**

La presente investigación es de tipo laboratorio, ya que se realizó la experimentación de tres tinciones con tres diferentes tiempos, con el fin de observar el mejor tratamiento y el mejor tiempo en cada una de las especies estudiadas.

### **3.5. Población y planificación**

En este estudio se recolectaron muestras dendrológicas y de madera de 4 individuos diferentes por cada especie forestal, en diferentes lugares con el fin de obtener información relevante al momento de realizar su respectivo análisis.

### **3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación**

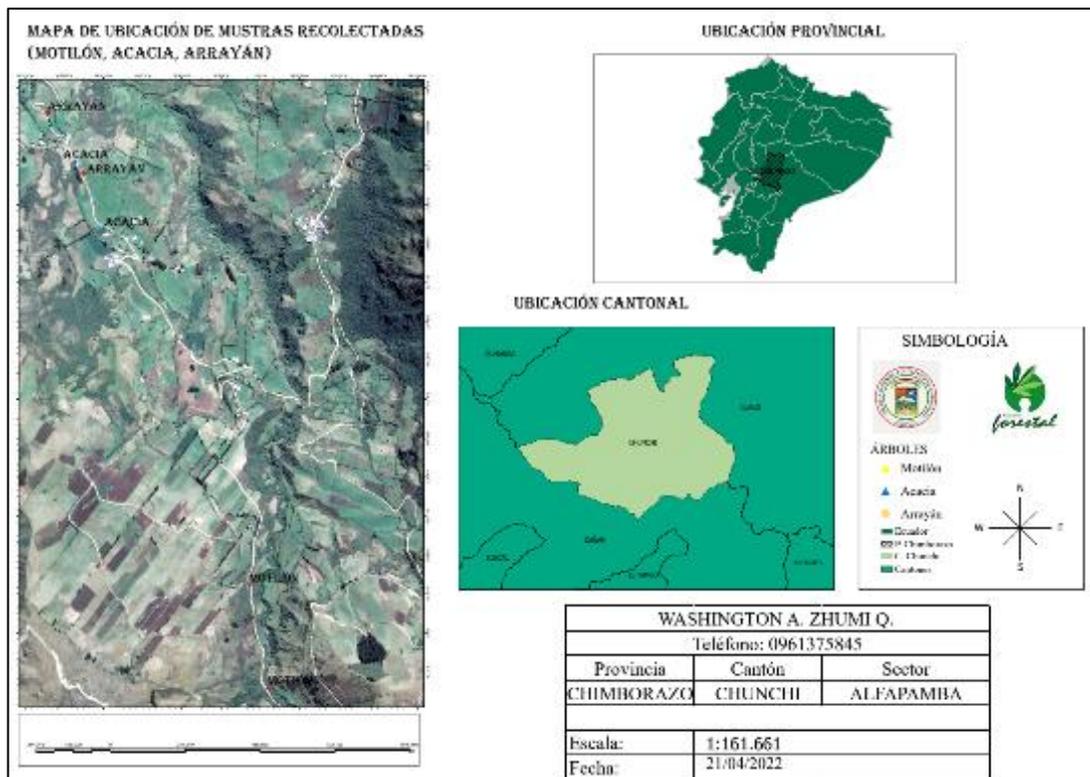
#### ***3.6.1. Caracterización del lugar***

##### *3.6.1.1. Localización*

El cantón Chunchi, es un cantón de la Provincia de Chimborazo, Ecuador. Su cabecera cantonal es Chunchi. Poseedora de muchas tradiciones y climas variados desde el frío hasta el subtropical. Su nombre significa "Atardecer Rojo" (Nacional, 2013, p. 4).

Chunchi se encuentra a 2260 m.s.n.m considerado como el "sillón andino" situado en la serranía ecuatoriana, al sur de la provincia del Chimborazo. Está ubicado al sureste de la provincia de Chimborazo, limitado al norte, oriente y occidente con el cantón Alausí y al sur con la provincia del cañar, tiene una superficie de 274,9 km<sup>2</sup> y se encuentra entre los 1600 y 4300 m.s.n.m. (Nacional, 2013, p. 4).

El lugar de recolección de las muestras de madera de las especies forestales, se encuentra ubicada en la comunidad de Alfapamba, perteneciente a la cabecera cantonal Chunchi provincia de Chimborazo.



**Ilustración 2-3.** Localización del área de estudio

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

### 3.6.2. Ubicación geográfica

Las especies forestales comerciales se localizan al sur de la provincia de Chimborazo en el cantón Chunchi que se encuentra ubicado geográficamente en la zona 17S donde sus coordenadas proyectadas son:

Latitud: 2°21'1"S

Longitud: 78°52'23"O

Altitud: 1600 y 4300 m.s.n.m. (Chunchi, 2019, p. 13).

### 3.6.3. Características climatológicas

El cantón Chunchi posee climas variados que va desde el subtropical hasta el frío de los páramos con una temperatura media anual de 14° C y 21° C, la humedad relativa es del 60% y una precipitación de 478 a 1000 mm anuales (Viteri, 2016, pp. 4-5).

### 3.6.4. *Clasificación ecológica*

Las especies forestales comerciales se encuentran en las siguientes zonas ecológicas:

- **Bosque de neblina montano:** típicamente es un bosque cuyos arboles están cargados de musgos, cuya distribución va desde los 1800 a 2800 m.s.n.m (Avecillas, 2014, pp. 48-49).
- **Páramo herbáceo:** Los páramos herbáceos o (pajonales) ocupan la mayor parte de las tierras entre los 3.400 y 4.000 m.s.n.m. En su límite inferior se encuentra la Ceja Andina arbustiva o, frecuentemente, campos cultivados donde el bosque andino ya ha sido deforestado (Avecillas, 2014, pp. 48-49).

## 3.7. Materiales y equipos

### 3.7.1. *Materiales de campo*

Botas, borrador, cámara fotográfica del celular iPhone XR (12 mp), cinta métrica, GPS (Aplicación del celular por defecto), lápiz, libreta de campo, machete, motosierra Stihl Ms-660, tijera de podar.

### 3.7.2. *Materiales y equipos de laboratorio*

Aserrín y cubos de madera de 2 cm<sup>3</sup> de cada las tres especies en estudio, agua destilada, alcohol industrial al 70%, balanza digital A&D EK-200i, cajas Petri, calibrador o pie de rey digital, cinta masking, cinta transparente Scotch, estilete, esterilizador autoclave XY 18lm, frascos de vidrio de 500 ml, gubias, guantes de manipulación, lupa, mandil, microscopio trinocular Euromex iScope IS. 1153-PLi, marcador de vidrio, papel absorbente, papel aluminio, placas porta y cubre objetos, pH Meter HANNA HI-5522-02, pinzas de manipulación, probeta (50 ml), tabla de Munsell, tinciones (Astrablue/ Safranina).

### 3.6.3. *Materiales de oficina*

Computadora (Acer), impresora (Epson), hojas de papel bond formato A4, programa ArcGIS pro, Word, Exel.

### **3.8. Metodología**

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el presente proyecto de investigación se ejecutará las siguientes actividades:

#### ***3.8.1. Para el cumplimiento del primer objetivo: Identificar dendrológicamente las tres especies forestales comerciales de la investigación***

##### *3.8.1.1. Recolección de muestras de las especies forestales*

Durante esta fase se realizó la recolección de las muestras de las especies forestales, que están ubicadas en el cantón Chunchi, comunidad de Alfapamba, estas muestras fueron tomadas de sus partes aéreas (parte foliar) como: Hojas, flores, frutos, corteza y también una muestra de madera de cada especie forestal comercial, colocando una etiqueta con el nombre común (Arrayán, motilón, Acacia) que se lo conoce en el sector.

Conjuntamente se registraron los datos del sitio en el que se realizó la colecta procurando ser lo más específico posible.

##### *3.8.1.2. Georreferenciación de las especies en estudio*

Para esta etapa de georreferenciación se ejecutó el reconocimiento y la delimitación del área de estudio y con la ayuda del GPS se registraron las coordenadas correspondientes, de dos muestras por cada especie.

##### *3.8.1.3. Prensado de muestras*

Para esta etapa de prensado se colocó en papel periódico cada muestra dendrológica, donde en la mitad le añadimos una capa de papel absorbente y una capa de cartón, con el propósito de que pierda la humedad, este proceso se realizó tanto en la parte inferior como en la superior. Luego se procedió a la etapa del prensado donde aseguramos con una cuerda con el fin de que estas puedan conseguir estabilidad y un mejor secado de muestras. Cabe recalcar que el cambio de periódico se lo realizó cada tres días para evitar pudriciones.

#### *3.8.1.4. Identificación de las muestras*

Una vez obtenidas las muestras y luego de haber realizado todo el proceso de prensado y secado, estas fueron trasladados hacia el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para realizar su respectiva identificación.

### ***3.8.2. Para el cumplimiento del segundo objetivo: Determinar las características organolépticas y anatómicas de las tres especies forestales comerciales***

#### *3.8.2.1. Dimensión de las muestras*

Para el análisis de las características macroscópicas (organolépticas) de acuerdo a las normas COPANT (1972, p.1-17). Se obtuvieron muestras con las siguientes dimensiones: 2 cm espesor x 9 cm ancho x 15 cm largo. Mientras que para el análisis de las características microscópicas se obtuvo las siguientes dimensiones 2 cm de espesor x 2 cm ancho x 2 largo.

#### *3.8.2.2. Medidas para la colección de maderas*

Para el dimensionado de las muestras de estudio se obtuvieron trozas de madera de 30 cm de largo, donde cada troza fue dividida en tres partes: de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm, 20 a 30 cm. Donde la primera sección se conservó de manera intacta, la segunda se retiró el 25% aproximadamente de la forma longitudinal y la tercera sección se conservó el 50% aproximadamente. Este proceso se realizó con el fin de obtener muestras similares a una escalera y poder observar la madera de cada especie (COPANT, 1972, p.1-17).

#### *3.8.2.3. Identificación de las características organolépticas*

Según la Norma COPANT 458 (1972) señala que el tamaño de la muestra dependerá del grado de precisión que se desee lograr en los ensayos, donde se obtuvo muestras con las siguientes dimensiones: 2 cm espesor x 9 cm ancho x 15 cm largo.

Para la descripción de las características organolépticas de la madera se determinó utilizando los sentidos de: color, olor, sabor, brillo, grano, textura y veteado. Para esto se utilizó la tabla de Munsell para visualizar su color tanto del duramen como albura, y mediante sentidos del olfato, gusto y tacto se percibió el olor, sabor, brillo, grano, textura y veteado de cada una de las muestras, para la cual con ayuda de un estilete se pudo apreciar mejor sus características.

Luego de realizar las observaciones correspondientes a cada una de las muestras de madera, se realizó una tabla comparativa para detallar cada aspecto que estas presentan.

#### *3.8.2.4. Identificación de las características anatómicas de la madera*

Para el análisis de las características anatómicas, de acuerdo con las normas COPANT (1972 p.1-17), todas las muestras de la madera de las tres especies forestales comerciales deben contener las siguientes dimensiones: 2x2x2 cm, obteniendo así un pequeño cubo. Se obtuvo la cantidad de 15 cubos con el fin de realizar las repeticiones que se consideren necesarias para poder observar de manera correcta las diferentes estructuras que presenta la madera.

Posteriormente se realizó el proceso de ablandamiento de la madera donde se depositaron 10 cubos de cada especie dentro de los frascos de vidrio, posteriormente se añadió 240 ml de agua destilada hasta cubrirlos por completo, se etiquetaron los frascos con los nombres de la madera que contienen y luego se taparon los frascos con láminas de papel alumno asimilando una tapa con el fin de que no esté completamente tapado el frasco de vidrio, seguidamente se procedió a colocar los frascos en el autoclave a una presión de 1,48 atm y una temperatura de 127°C por 20 minutos (cada ciclo), una vez terminado el ciclo se verificó si las muestras se encuentran o no blandas.

Cabe recalcar que el ciclo depende de la dureza de la madera, existiendo así especies que necesitaran de solo un ciclo como las maderas blandas y otras que necesitan de varios ciclos como las maderas duras.

#### *3.8.2.5. Laminado de muestras*

Una vez que las muestras adquirieron una composición blanda luego de pasar por un proceso de enfriamiento, se realizó los respectivos cortes tangencial, radial y longitudinal, con una gubia plana de 1 cm de largo, obteniendo cortes de 0.3 micras. Luego de sacar las muestras estas fueron colocadas en cajas Petri debidamente etiquetadas con agua destilada para evitar la deshidratación, cabe señalar que mientras más muestras se obtengan es mejor para poder realizar un estudio más detallado de las estructuras anatómicas.

#### *3.8.2.6. Tinturado de cortes*

Para la preparación de tinciones se utilizaron los diferentes tintes:

**Tabla 2-3:** Preparación de tintes

<b>Tinte</b>	<b>Cantidad de tinte (ml)</b>
Safranina	10
Astra blue	10
Safranina/Astra blue	10

**Realizado por:** Zhumi, W. 2022.

Para la primera tinción se añadió 10 ml de safranina en una caja Petri, luego se introdujo las láminas de madera de las tres especies en estudio de los tres diferentes cortes en la tinción dejando reposar por tres tiempos diferentes de 10 – 15 - 20 segundos, posteriormente se introdujo en agua destilada hasta quitar el exceso del tinte, se retiró las muestras y se colocó en papel toalla dejando reposar hasta que las muestras hayan quitado toda la humedad.

Luego se colocó cada muestra en una placa porta y cubre objetos, donde fueron fijadas y etiquetadas con su respectivo nombre.

Para la segunda tinción se añadió 10 ml de Astra blue en una caja Petri, luego se introdujo las láminas de madera de las tres especies en estudio de los tres diferentes cortes en la tinción dejando reposar en tres tiempos diferentes de 10 – 15 - 20 segundos, posteriormente se introdujo en agua destilada hasta quitar el exceso del tinte, se retiró las muestras y se colocó en papel toalla dejando reposar hasta que las muestras hayan quitado toda la humedad.

Se colocó cada muestra en una placa porta y cubre objetos, donde fueron fijadas y etiquetadas con su respectivo nombre.

Para la tercera tinción se preparó una proporción 1:1 que consta de 5ml de safranina y 5 ml de Astra blue, colocadas en una caja Petri, seguidamente se sumergieron las láminas de madera en la tinción hasta que esta se quede sumergida completamente donde se realizó el mismo procedimiento por cada especie. Se dejó reposar las muestras en tres tiempos de 10 – 15 – 20 segundos en la tinción combinada, luego se realizó un prelavado con agua destilada para quitar el exceso de tinte, seguidamente para bajar la concentración se introdujo en alcohol industrial al 65% hasta que queden completamente sumergidas por 10 segundos, seguidamente se retiró las muestras y se colocó en papel toalla, para quitar el exceso de humedad, este procedimiento se realizó con cada especie y sus repeticiones.

Luego se colocó cada muestra en una placa porta y cubre objetos, mismas que fueron fijadas y etiquetadas con su respectivo nombre.

#### *3.8.2.7. Observación*

Por último, cada paca fue ubicado en el microscopio donde se pudo identificar las diferentes estructuras anatómicas como: Poros, parénquima, tílides, radios, etc. Se obtuvo tres placas tinturadas por cada corte (transversal, radial y tangencial), con un total de 9 placas por repetición, se realizaron 4 repeticiones y se obtuvo un total de 36 placas por especie.

Luego se realizó la toma de fotografías correspondientes de las imágenes en los tres diferentes planos transversal, radial y tangencial de las tres especies diferentes.

### ***3.8.3. Para el cumplimiento del tercer objetivo: Determinar el pH y la densidad de las especies forestales comerciales de la investigación***

#### *3.8.3.1. Determinación de la densidad de la muestra*

Para la determinación de la densidad de cada especie esta fue obtenida en verde y en seco. Se pesó un cubo de madera de cada especie forestal en una balanza digital y luego con un calibrador o pie de rey se procedió a tomar las medidas (L\*A\*E) del cubo (Arriaga, 2018, p. 1).

Donde:

L: Lado

A: Ancho

E: Espesor

Seguidamente se realizó el cálculo de la densidad utilizando la fórmula correspondiente:

$$d = m / v$$

Donde:

d: Densidad de la madera (gr/cm<sup>3</sup>)

m: Masa

v: Volumen (cm<sup>3</sup>)

Una vez obtenidos los datos a cerca de la densidad se estableció una tabla, ordenando así los datos obtenidos mediante el cálculo (Arriaga, 2018, p. 1).

### *3.8.3.2. Determinación de pH*

Para la determinación del pH de cada especie forestal se utilizó aserrín fresco de la madera de cada especie, luego se pesó en una balanza digital 20 gramos de aserrín fino y se ubicó en vasos estériles.

Posteriormente se añadió 100 ml de agua destilada hasta formar una solución homogénea y se dejó reposar por 1 hora, luego se colocó la solución en el pH metro donde se obtuvo las medidas exactas del valor del pH de cada solución de las especies en estudio.

## CAPITULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Cumplimiento del primer objetivo: Identificar dendrológicamente las tres especies forestales comerciales de la investigación

Las tres especies forestales comerciales que se estudió, son conocidas en el cantón Chunchi por su nombre común como: Arrayán, Acacia y Motilón. A continuación, se describen los nombres científicos de las tres especies identificadas en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

**Tabla 3-4:** Familia y nombre científico de las tres especies forestales en estudio

Familia	Nombre científico	Nombre común
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	Arrayán
Leguminosae	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	Acacia
Symplocaceae	<i>Symplocos quitensis</i> Brand	Motilón

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

##### 4.1.1. *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh (Arrayán)

Árbol de 10m de altura y 20 cm DAP. Su corteza presenta parches lisos de color claro. Para Maldonado (2007, pp. 2-6), sus hojas son simples alternas agrupadas, puntos glandulares translucidos, sin estipulas, con olor muy fragante. Flores son inflorescencias paniculadas, con botones florales verdes, flores numerosas, hipante parcial o escasamente prolongado sobre el ovario; lobos del cáliz 5 separados en las yemas y flores; 5 pétalos y estambres cremosos. Su fruto es una baya esférica a elipsoide, con un embrión con los cotiledones foliáceos, contiene de 1 a 3 semillas.

**Tabla 4-4:** Taxonomía de *Myrcianthes rhopaloides*

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Equisetopsida
<b>Subclase</b>	Magnoliidae
<b>Orden</b>	Myrtales
<b>Familia</b>	Myrtaceae
<b>Género</b>	Myrcianthes O. Berg

Fuente: (Tropicos, 2009, p. 1)

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

#### 4.1.2. *Acacia melanoxylo* R.Br. (*Acacia*)

Árbol de 10-15 m de altura y 50 cm DAP. Es una especie de rápido crecimiento, considerada en muchos países como una especie invasora. Su corteza gris oscura agrietada. Su fuste es recto, copa densa y piramidal a cilíndrica, a veces con pocas ramas muy pesadas.

Para Freire (2022, p. 1), sus hojas son bipinnadas en plantas jóvenes, mientras que en las plantas adultas remplazan las hojas por filodios que miden de 7 a 10 cm de largo. Sus flores son de color amarillo pálido. Se disponen en cabezuelas globulares. Su fruto es una vaina de color pardo-rojizo, retorcidas, más angostas que los foliolos.

Su control en los campos naturales generalmente representa altos costos, pero su valor como madera y como cultivo han dado resultados económicamente positivos.

**Tabla 5-4:** Taxonomía de *Acacia melanoxylo*

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Equisetopsida
<b>Subclase</b>	Magnoliidae
<b>Orden</b>	Fabales
<b>Familia</b>	Fabaceae
<b>Género</b>	Acacia

Fuente: (Tropicos, 2016, p. 1)

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

#### 4.1.3. *Symplocos quitensis* Brand (Motilón)

Árbol de 15 – 20 m de altura y 50 cm de DAP. Su corteza externa de color blanca, 0.8 - 1.8 cm de grosor; corteza interna lisa, blanca ligeramente verdosa. Sus hojas son alternas, pecioladas y enteras, en el haz de color verde brillante y en el envés verde pálido. Sus flores, 5 pétalos de color amarillo - verdoso, sépalos de color marrón. Fruto es una drupa que contiene de 2 - 5 semillas.

**Tabla 6-4:** Taxonomía de *Symplocos quitensis*

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Equisetopsida
<b>Subclase</b>	Magnoliidae
<b>Orden</b>	Ericales
<b>Familia</b>	Symplocaceae
<b>Género</b>	<i>Symplocos</i>

Fuente: (Tropicos, 1992, p. 1)

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

## 4.2. Cumplimiento del segundo objetivo: Determinar las características organolépticas y anatómicas de las tres especies forestales comerciales

### 4.2.1. Características organolépticas

Para poder realizar las características organolépticas que se presentan en cada una de las especies forestales de la investigación se lo realizó con la ayuda de los sentidos (tacto, vista, gusto, olfato) grano, brillo, textura, olor y sabor.

Para la determinación del color de cada especie se utilizó la (tabla de Munsell), donde a continuación se detallan cada una de las características presentes en las especies de investigación:

#### 4.2.1.1. *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth)

Esta especie presenta un fuste cilíndrico recto, su corteza es lisa anaranjada con manchas blancas donde sus principales características se encuentran representadas en la siguiente tabla:

**Tabla 7-4:** Descripción de las características organolépticas de *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán)

<b>Características</b>	<b>Propiedades</b>
<b>Color albura</b>	2,5 Y 8/2 amarillo claro
<b>Color duramen</b>	2,5 Y 7/2 marrón amarillento
<b>Olor</b>	Fragante
<b>Sabor</b>	Ausente
<b>Brillo o lustre</b>	Mediano
<b>Grano</b>	Ondulado a entrecruzado
<b>Textura</b>	Media
<b>Veteado</b>	Arcos superpuestos

Realizado por: Zhumi, W. 2022.



**Ilustracion 3-4:** *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) (Arrayán), corte transversal.

Realizado por: Zhumi, W. 2022.



**Ilustracion 4-4:** *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) (Arrayán), corte tangencial.

Realizado por: Zhumi, W. 2022.



**Ilustración 5-4:** *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) (Arrayán), corte radial.

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

#### 4.2.1.2. *Acacia melanoxylon* R.Br.

Esta especie presenta un fuste cilíndrico recto, su corteza es lisa de color gris oscura, sus principales características se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 8-4:** Descripción de las características organolépticas de *Acacia melanoxylon* (Acacia)

<b>Características</b>	<b>Propiedades</b>
<b>Color albura</b>	10 R 6/4 rosado
<b>Color duramen</b>	10 R 6/8 rosado
<b>Olor</b>	Astringente
<b>Sabor</b>	Agrio
<b>Brillo o lustre</b>	Alto
<b>Grano</b>	Entrecruzado
<b>Textura</b>	Media
<b>Veteado</b>	Bandas paralelas

Realizado por: Zhumi, W. 2022.



**Ilustración 6-4:** *Acacia melanoxylon* R.Br (Acacia), corte transversal.

Realizado por: Zhumi, W. 2022.



**Ilustración 7-4:** *Acacia melanoxylon* R.Br (Acacia), corte tangencial.

Realizado por: Zhumi, W. 2022.



**Ilustración 8-4:** *Acacia melanoxylon* R.Br (Acacia), corte radial.

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

#### 4.2.1.3. *Symplocos quitensis* Brand

Esta especie presenta un fuste cilíndrico recto, su corteza es de color blanca, donde sus principales características se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 9-4:** Descripción de las características organolépticas de *Symplocos quitensis* Brand (Motilón)

<b>Características</b>	<b>Propiedades</b>
<b>Color albura</b>	2,5 Y 8/2 amarillo claro
<b>Color duramen</b>	7,5 YR 8/2 amarillento
<b>Olor</b>	Astringente
<b>Sabor</b>	Picante
<b>Brillo o lustre</b>	Mediano
<b>Grano</b>	Inclinado
<b>Textura</b>	Media
<b>Veteado</b>	Bandas paralelas

Realizado por: Zhumi, W. 2022.



**Ilustracion 9-4:** *Symplocos quitensis* Brand (Motilón), corte transversal.

Realizado por: Zhumi, W. 2022.



**Ilustracion 10-4:** *Symplocos quitensis* Brand (Motilón), corte tangencial.

Realizado por: Zhumi, W. 2022.



**Ilustración 11-4:** *Symplocos quitensis* Brand (Motilón), corte radial.

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

**Tabla 10-4:** Resumen de las características organolépticas de las tres especies

<b>Características</b>	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	<i>Acacia melanoxylon</i>	<i>Symplocos quitensis</i>
<b>Color albura</b>	2,5 Y 8/2 amarillo claro	10 R 6/4 rosado	2,5 Y 8/2 amarillo claro
<b>Color duramen</b>	2,5 Y 7/2 marrón amarillento	10 R 6/8 rosado	7,5 YR 8/2 amarillento
<b>Olor</b>	Fragante	Astringente	Astringente
<b>Sabor</b>	Ausente	Agrio	Picante
<b>Brillo o lustre</b>	Mediano	Alto	Mediano
<b>Grano</b>	Ondulado a entrecruzado	Entrecruzado	Inclinado
<b>Textura</b>	Media	Media	Media
<b>Veteado</b>	Arcos superpuestos	Bandas paralelas	Bandas paralelas

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

#### 4.2.2. Características anatómicas

##### 4.2.2.1. Ablandamiento de las muestras en estudio

Para el ablandamiento de las muestras se utilizó el autoclave a una temperatura de 127 °C y 1.48 atm. A continuación, se detallan los tiempos por ciclos de cada una de las especies.

**Tabla 11-4:** Ciclos de ablandamiento de las muestras en estudio.

<b>Especie</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Cantidad de agua destilada</b>	<b>Tiempo</b>
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth)	11	240 ml	218 min
<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	6	240 ml	131 min
<i>Symplocos quitensis</i> Brand	3	240 ml	63 min

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

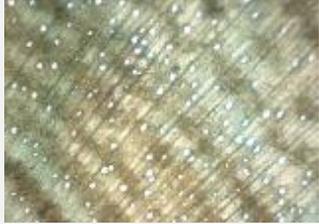
Una vez que las especies completaron su respectivo ciclo de ablandamiento tomando en cuenta la dureza de la madera, estas permanecieron sumergidas en cada recipiente para que conserven la humedad, posteriormente se procedió a realizar los respectivos cortes histológicos con la ayuda de una gubia plana de 0.5 cm obteniendo cada uno de los cortes tanto transversal, tangencial y radial, donde cada uno de los cortes fueron colocados en las diferentes tinciones utilizadas.

##### 4.2.2.2. *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh (Arrayán)

###### 4.2.2.2.1. Corte transversal

En esta sección se observa la aplicación de las tres tinciones, con el mejor tratamiento aplicado, donde la Safranina con su mejor tratamiento es de 20 segundos, seguido por el Astra blue con su mejor tratamiento de 15 segundos y finalmente con la mezcla de safranina+astra blue con su mejor tratamiento de 15 segundos.

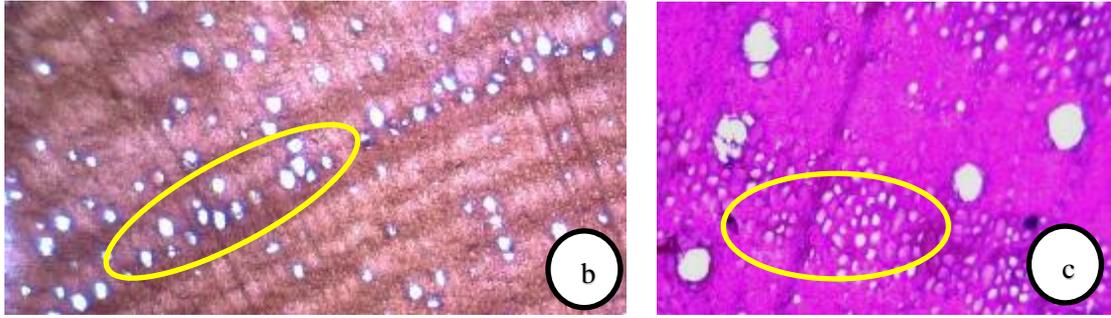
**Tabla 12-4:** Corte transversal *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán)

Safranina	Astra blue	Safranina+Astra blue
		
20 segundos	15 segundos	15 segundos

**Realizado por:** Zhumi, W. 2022.

En esta sección se puede observar una porosidad difusa donde los poros se distribuyen sin ningún ordenamiento, poros pequeños visible a simple vista, se puede apreciar poros solitarios en su gran mayoría con presencia de parénquima longitudinal.





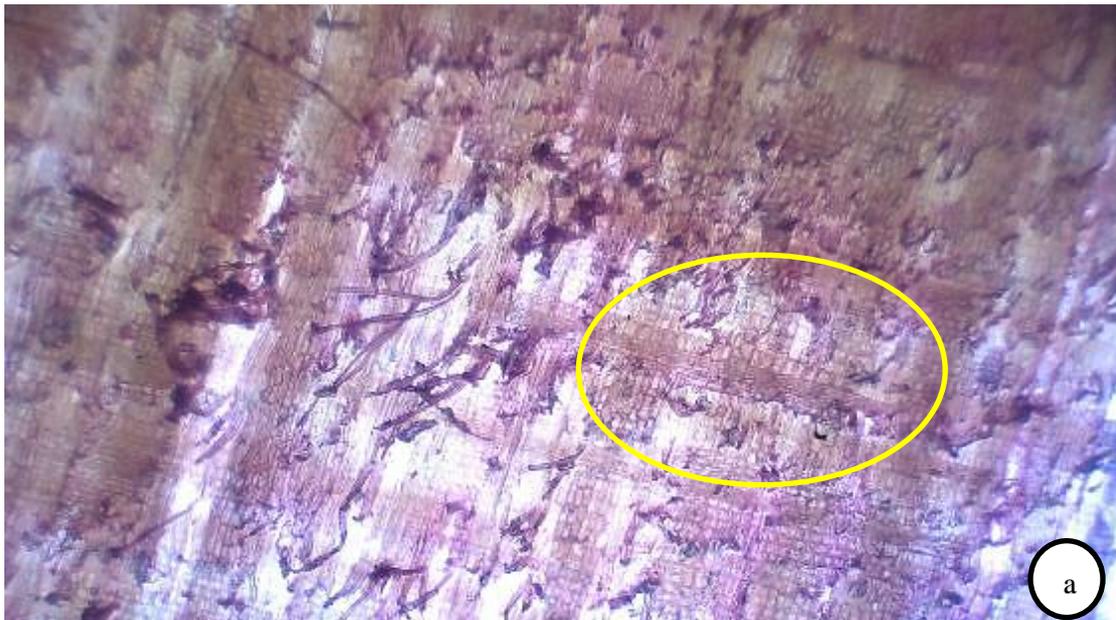
**Ilustración 12-4.** Corte transversal *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán).

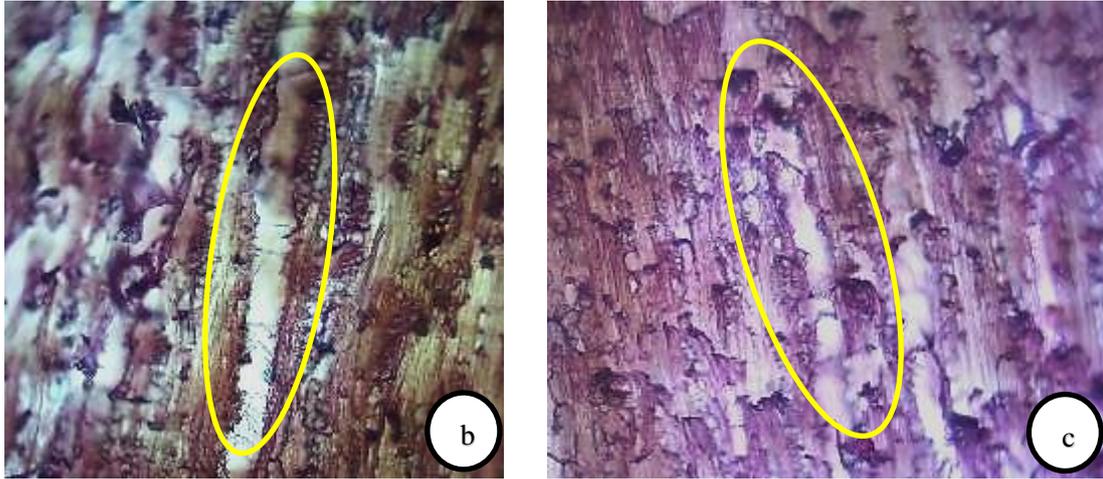
**Realizado por:** Zhumi, W. 2022.

En este corte se puede apreciar lo siguiente: **a.** Safranina 15 segundos, poros solitarios observado con el lente óptico 4X, **b.** safranina+ astra blue 15 segundos por su distribución poros en hileras oblicuas con lente 4X, **c.** Safranina, parénquima longitudinal observado con lente 10X.

#### 4.2.2.2.2. Corte tangencial

La mejor combinación para observar el corte tangencial se dio mediante la aplicación de safranina+ astra blue donde se puede apreciar claramente la precencia de vasos y radios parenquimaticos longitudinales.





**Ilustración 13-4:** Corte tangencial *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán).

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Las siguientes ilustraciones se visualiza lo siguiente: **a.** Safranina+astra blue presencia de radios parenquimáticos longitudinales observado con lente 4X, **b.** safranina+astra blue se puede observar vasos parenquimáticos sin punteaduras en su interior con lente 10X, **c.** safranina+astra blue la presencia de vasos con escasas punteaduras en su interior observado con lente 10X.

#### 4.2.2.2.3. Corte radial

La mejor combinación para observar el corte radial se dio mediante la aplicación de safranina+astra blue donde se pueden identificar la presencia de radios uniseriados, y miembros vasculares como fibras y punteaduras.





**Ilustración 14-4:** Corte radial *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán).

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

En la ilustración 14-4 se puede observar las siguientes características: **a.** safranina+astra blue se puede observar la presencia de vasos celulares con fibras interceptadas en el interior con lente 4X, **b.** safranina+astra blue la presencia de radios horizontales uniseriados observado con lente 4X, **c.** safranina +astra blue fibras y punteaduras observado con lente 10X.

#### 4.2.2.3. *Acacia melanoxylon* R.Br. (Acacia)

##### 4.2.2.3.1. Corte transversal

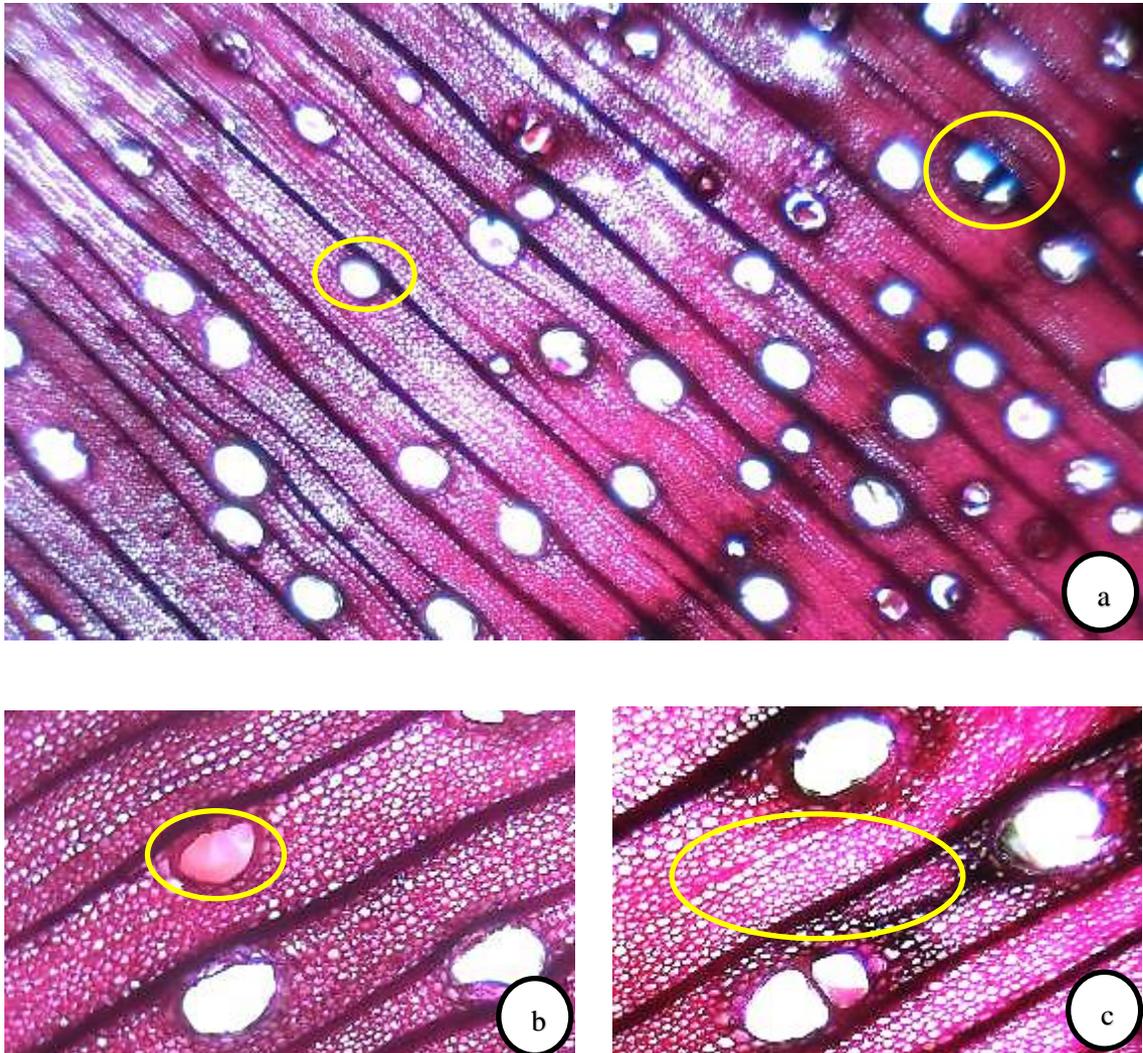
En esta sección se observa la aplicación de las tres tinciones, con el mejor tratamiento aplicado, donde la Safranina con su mejor tratamiento es de 20 segundos, seguido por el Astra blue con su mejor tratamiento de 20 segundos y finalmente con la mezcla de safranina+astra blue con su mejor tratamiento de 20 segundos.

**Tabla 13-4:** Corte transversal *Acacia melanoxylon* (Acacia)

Safranina	Astra blue	Safranina+Astra blue
		
20 segundos	20 segundos	20 segundos

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Las características que se observan en esta sección mediante la aplicación de safranina son, por su agrupación se encuentran poros solitarios en su gran mayoría y escasos múltiples de dos, por su distribución su porosidad es difusa, el parénquima presente en esta sección es el parénquima apotraqueal difuso y también existe la presencia de tílides.



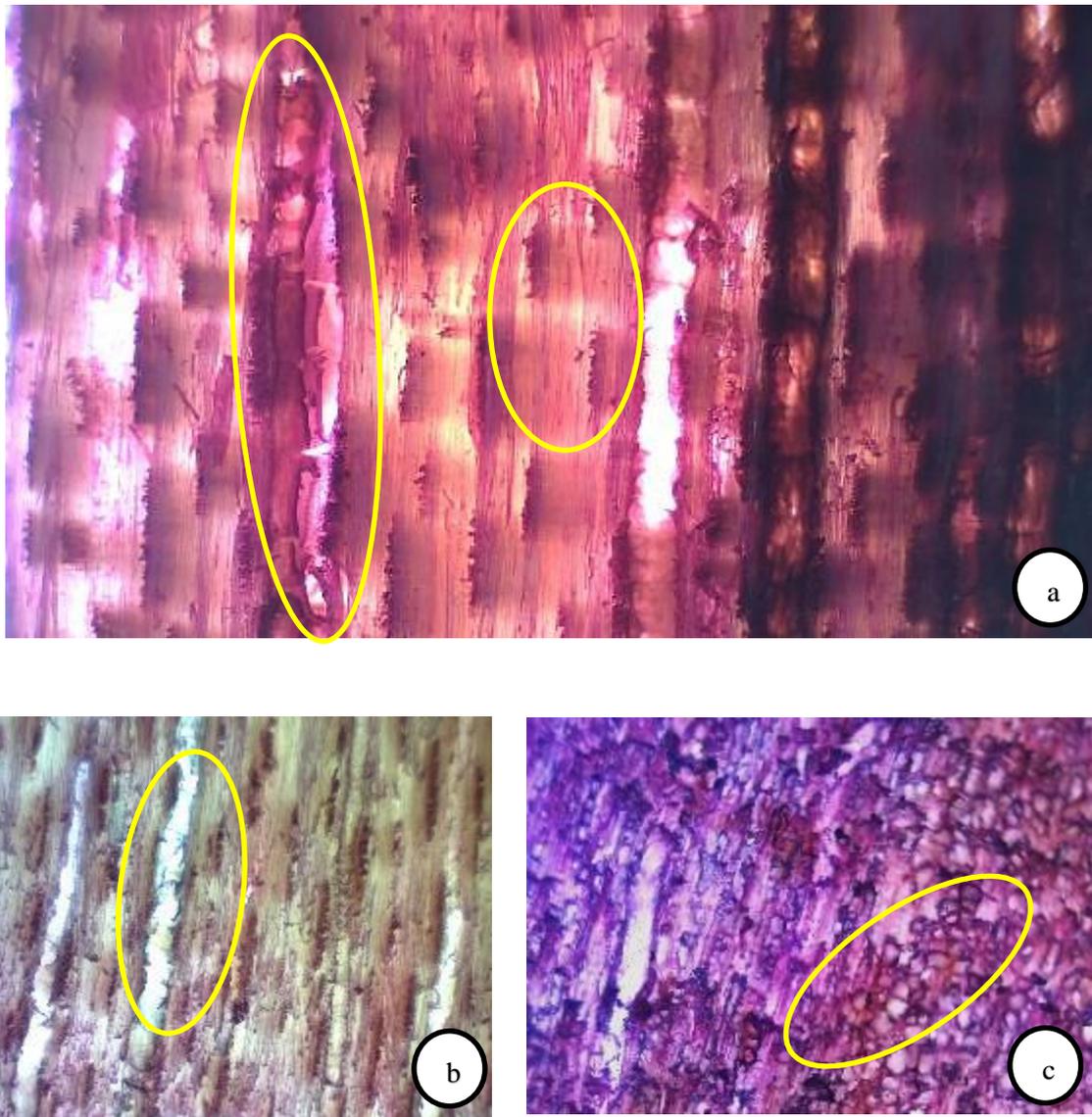
**Ilustración 15-4:** Corte transversal *Acacia melanoxylon* (Acacia)

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

En la ilustración 15-4 se puede observar las siguientes características **a.** Safranina se puede observar la presencia de poros solitarios y poros múltiples de dos con el lente 4X, **b.** safranina se puede observar la presencia de una tílde **c.** safranina se puede apreciar la presencia de parénquima apotraqueal difuso con radios finos y gruesos con lente 10X.

#### 4.2.2.3.2. Corte tangencial

La mejor combinación para observar el corte tangencial es la aplicación de safranina+astra blue donde se puede apreciar claramente la presencia fibras septadas, vasos con escasas punteaduras en su interior, y células envolventes con fibras septadas.



**Ilustración 16-4:** Corte tangencial *Acacia melanoxylon* (Acacia)

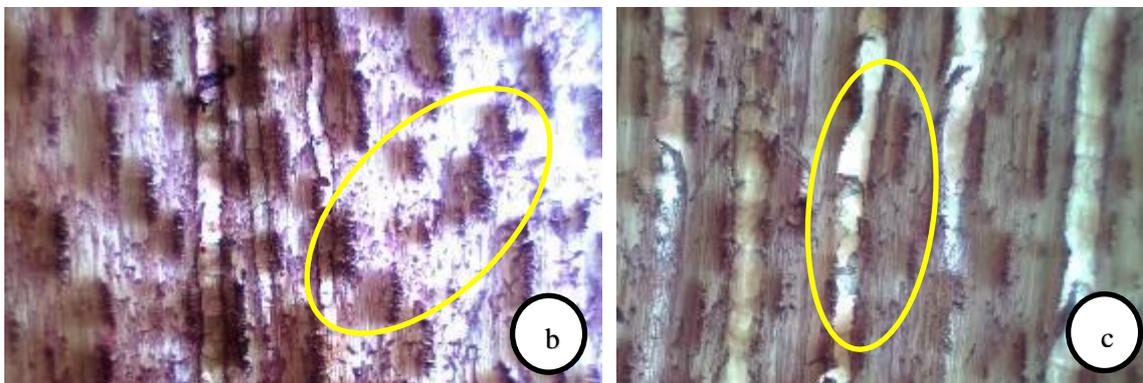
Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Las siguientes ilustraciones muestra que en: **a.** Safranina+astra blue se puede observar la presencia de vasos con escasas punteaduras en su interior, y fibras septadas con lente 4X, **b.** Astra

blue se puede observar la presencia de células parenquimáticas con lente 10X, c. safranina+astra blue se aprecia células envolventes con fibras septadas observado con lente 10X.

#### 4.2.2.3.3. Corte radial

La mejor aplicación para observar el corte radial se dio mediante la aplicación de safranina donde se puede observar la presencia de células parenquimáticas con radios unicelulares, radios con fibras septadas y vasos sin punteaduras en el interior.



**Ilustración 17-4:** Corte radial *Acacia melanoxylon* (Acacia)

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

En las siguientes ilustraciones se puede observar las siguientes características: a. Safranina, se observar la presencia de células parenquimáticas con radios unicelulares observado con el lente

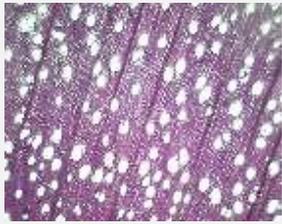
4X, **b.** safranina+astra blue, radios con fibras septadas observado con lente 4X, **c.** Astra blue, presencia de vasos sin punteaduras en el interior observado con lente 10X.

#### 4.2.2.4. *Symplocos quitensis* Brand (Motilón)

##### 4.2.2.4.1. Corte transversal

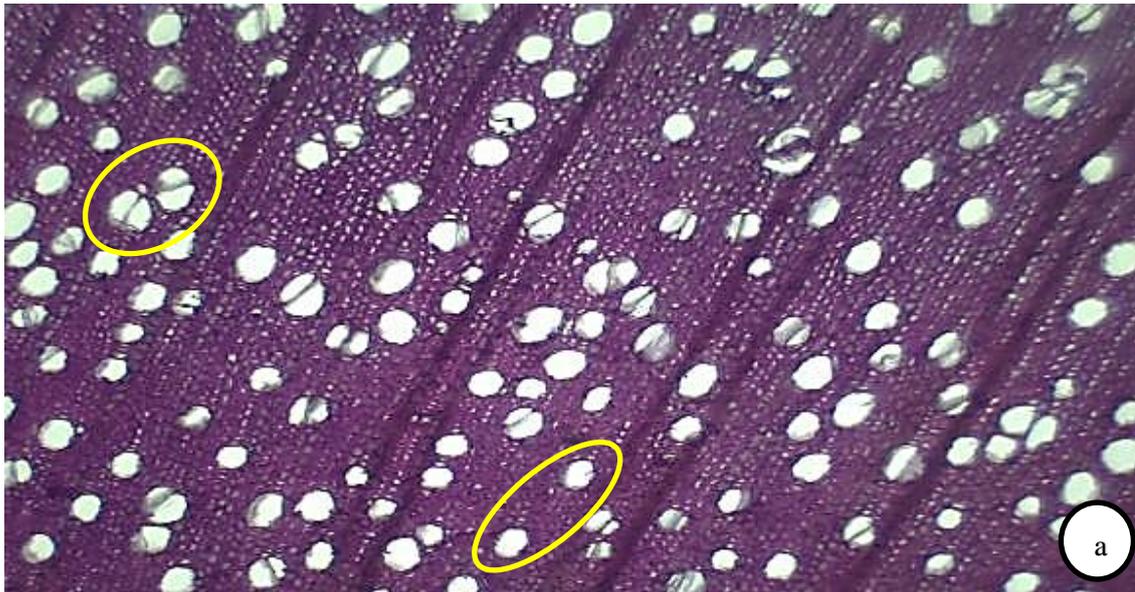
En esta sección se observa la aplicación de las tres tinciones, con el mejor tratamiento aplicado, donde la Safranina con su mejor tratamiento es de 10 segundos, seguido por el Astra blue con su mejor tratamiento de 20 segundos y finalmente con la mezcla de safranina+astra blue con su mejor tratamiento de 10 segundos.

**Tabla 14-4:** Corte transversal *Symplocos quitensis* (Motilón)

Safranina	Astra blue	Safranina+Astra blue
		
10 segundos	20 segundos	10 segundos

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

En las características que se observan en el plano o la sección transversal se observa, por su agrupación en su mayoría poros solitarios y poros múltiples de dos en menor cantidad, por su distribución su porosidad es difusa, existe también la presencia de tílides, el parénquima que presenta es parénquima apotraqueal difuso.



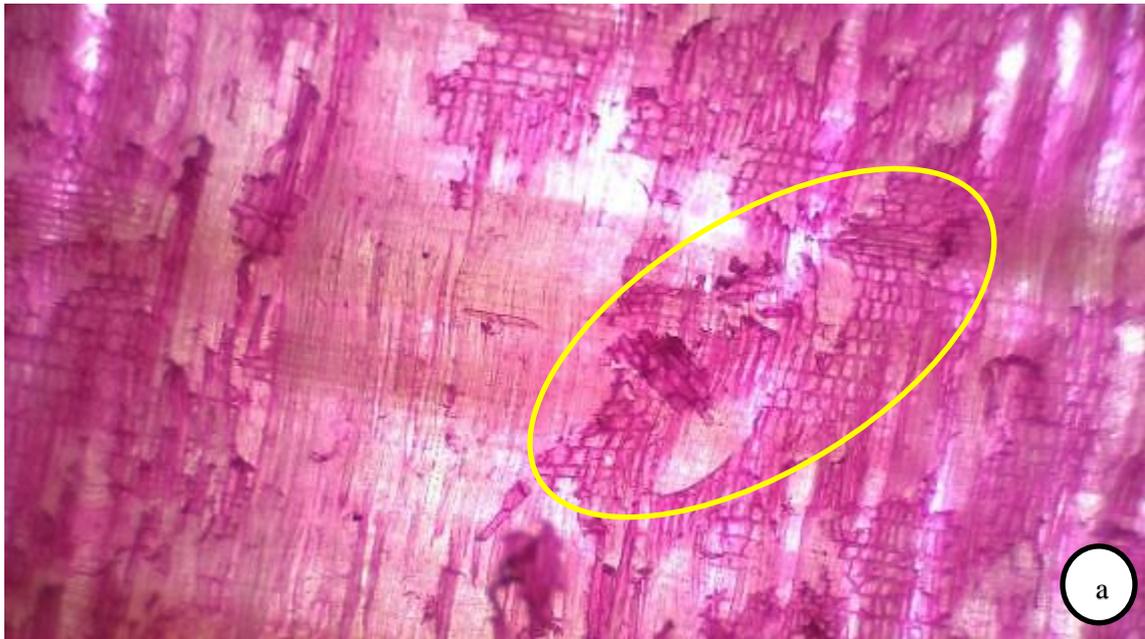
**Ilustración 18-4:** Corte transversal *Symplocos quitensis* (Motilón)

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

En la ilustración 18-4 se puede observar las siguientes características: **a.** Safranina+astra blue, presencia de poros solitarios y múltiples de dos observado con lente 4X, **b.** safranina+astra blue, presencia de parénquima apotraqueal difuso observado con lente 10X, **c.** safranina+astra blue, se puede observar la presencia de tíldes con lente 10X.

#### 4.2.2.4.2. Corte tangencial

La mejor combinación para apreciar el corte tangencial en esta sección es la aplicación de safranina, donde se puede observar la presencia de células parenquimáticas, fibras y punteaduras, radios homogéneos y heterogéneos.



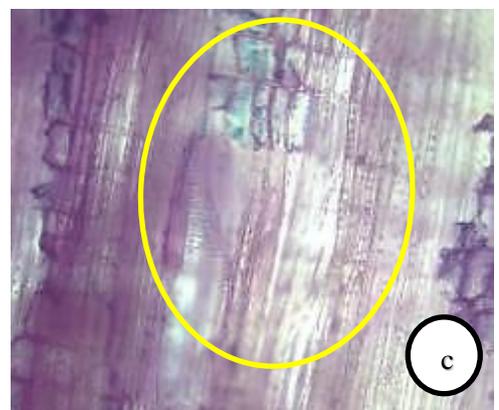
**Ilustración 19-4:** Corte tangencial *Symplocos quitensis* (Motilón)

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

En esta ilustración se puede observar las siguientes características: **a.** Safranina, se puede observar la presencia de radios homogéneos y heterogéneos con lente 4X, **b.** Safranina +astra blue, la presencia de células parenquimáticas con fibras y punteaduras observado con lente 10X, **c.** safranina, la presencia de radios unicelulares de forma horizontal observado con lente 10X.

#### 4.2.2.4.3. Corte radial

Para poder diferenciar de mejor manera el corte radial en esta sección, se pudo efectuar mediante la aplicación de la combinación de safranina+astra blue determinando que existe la presencia de radios con fibras septadas homogéneas y heterogéneas, presencia de células parenquimáticas bien definidas y radios unicelulares de forma horizontal.



**Ilustración 20-4:** Corte radial *Symplocos quitensis* (Motilón)

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

En la presente ilustración se puede observar: **a.** Safranina+astra blue, se puede observar la presencia de radios con fibras septadas homogéneas y heterogéneas con lente 4X, **b.** safranina+astra blue, la presencia de células parenquimáticas bien definidas observado con lente 10X, **c.** safranina+Astra blue, la presencia de radios leñosos unicelulares de forma horizontal observado con lente 10X.

### 4.2.3. Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico de las características anatómicas se trabajó en el programa estadístico InfoStat, donde se seleccionaron los datos obtenidos del conteo de poros solitarios y múltiples de dos, donde se realizó la prueba de Tukey y la prueba de Kruskal Wallis, y para poder verificar la normalidad de los datos en cuanto a las ticiones se realizó un análisis de varianza de Shapiro-Wilks.

#### 4.2.3.1. Poros solitarios

**Tabla 15-4:** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
SOLITARIOS	12	18,92	10	0,83	0,0291

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Se obtuvo un valor de 0,0291 en p (Unilateral D), que representa un valor menor a  $\leq 0,05$ , y estos resultados se distribuyen bajo una ley de probabilidad normal, donde se puede aplicar la prueba de Tukey.

**Tabla 16-4:** Cantidad de poros solitarios de las tres especies mediante la prueba de (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ )

ESPECIE	Medias	n	E.E.		
Acacia	8	4	3,23	A	
Motilón	23,25	4	3,23		B
Arrayán	25,50	4	3,23		B

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Según la prueba de Tukey, al comparar las tres especies estudiadas de acuerdo a la cantidad de poros solitarios se observó dos categorías (A y B), donde *Symplocos quitensis* (Motilón) y *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán) pertenecen a la misma categoría B, mientras que *Acacia melanoxylon* (Acacia) pertenece a la categoría A, las especies que pertenecen a la misma categoría no presentan diferencias significativas, pero si son significativamente diferentes entre las dos categorías.

#### 4.2.3.2. Poros múltiples de dos

**Tabla 17-4:** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
<b>MULTIPLoS DE 2</b>	12	1,83	2,92	0,70	<0,0001

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Se obtuvo un valor de 0,0001 en p (Unilateral D), que representa un valor menor a  $\leq 0,05$ , por lo que se aplicará la prueba de (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ ).

**Tabla 18-4:** Cantidad de poros múltiples de dos de las tres especies mediante la prueba de (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ )

ESPECIE	Medias	n	E.E.		
<b>Acacia</b>	0	4	1,07	A	
<b>Arrayán</b>	0,75	4	1,07	A	B
<b>Motilón</b>	4,75	4	1,07		B

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Según la prueba de Tukey, de acuerdo al número de poros múltiples nos muestra la comparación de datos para número de poros múltiples de dos mediante dos categorías (A y B), siendo la de menor número de poros la especie que se encuentra representada por la letra A, *Acacia melanoxylon* (Acacia) con una cantidad de cero poros múltiples de dos, seguido por *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán) que no presenta diferencias significativas y con la letra B, se encuentra *Symplocos quitensis* (Motilón) especie el cual si presenta diferencias significativas en comparación a las dos anteriores.

#### 4.2.3.3. Perímetro de los poros

##### 4.2.3.3.1. Perímetro de los poros solitarios

**Tabla 19-4:** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
<b>PERIMETRO DE POROS SOLITARIOS</b>	12	99,75	39,04	0,87	0,1351

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Se obtuvo un valor de 0,1351 en p (Unilateral D), que representa un valor mayor a  $\leq 0,05$  donde se aplicará un análisis de varianza no paramétrica mediante la prueba de Kruskal Wallis.

**Tabla 20-4:** Medidas de los perímetros de las tres especies mediante la prueba de Kruskal Wallis.

Tratamientos	Rangos		
<b>Arrayán</b>	2,5	A	
<b>Motilón</b>	6,5	A	B
<b>Acacia</b>	10,5		B

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Al aplicar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks modificado nos indica que los datos no son normales a ( $p \leq 0,05\%$ ) por ende, se realizó la prueba de Kruskal Wallis donde nos muestra que existen diferencias significativas entre *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán) y *Acacia melanoxylon* (Acacia).

#### 4.2.3.3.2. Perímetro de los poros múltiples de dos

**Tabla 21-4:** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (Modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
<b>PERIMETRO DE POROS MULTIPLOS DE DOS</b>	12	53,68	61,56	0,76	0,0020

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Se obtuvo un valor de 0,0020 en p (Unilateral D), que representa un valor menor a  $\leq 0,05$ , y estos resultados se distribuyen bajo una ley de probabilidad normal, donde se puede aplicar la prueba de Tukey.

**Tabla 22-4:** Medidas de los perímetros múltiples de dos de las tres especies mediante la prueba de (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ )

ESPECIE	Medias	n	E.E.		
Acacia	0,00	4	14,35	A	
Arrayán	34,46	4	14,35	A	
Motilón	126,59	4	14,35		B

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Según la prueba de Tukey, de acuerdo al perímetro de los poros múltiples de dos se observó dos categorías (A y B), donde *Acacia melanoxylon* (Acacia) y *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán) pertenecen a la misma categoría (A), mientras que *Symplocos quitensis* (Motilón) se encuentra en la categoría (B), donde las especies pertenecen a la misma categoría no presentan diferencias significativas, pero si son significativamente diferentes entre las dos categorías.

#### 4.3. Cumplimiento del tercer objetivo: Determinar el pH y la densidad de las especies forestales comerciales de la investigación

##### 4.3.1. Determinación de la densidad

**Tabla 23-4:** Densidad en verde de las tres especies estudiadas

Especie	Masa (g)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth)	8,72	9,10	0,95
<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	7,03	8,97	0,78
<i>Symplocos quitensis</i> Brand	6,7	9,67	0,69

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

De acuerdo a las características y propiedades que presenta cada especie, se obtuvo en verde diferentes densidades donde la densidad más alta es de *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) (Arrayán), ya que esta especie se caracteriza por ser una madera de gran dureza y resistencia, seguido por *Acacia melanoxylon* R.Br. (Acacia), con una densidad media y finalmente se encuentra *Symplocos quitensis* Brand (Motilón), con una menor densidad.

**Tabla 24-4:** Densidad en seco de las tres especies estudiadas

Especie	Masa (g)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth)	7,76	9,09	0,85
<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	6,11	8,95	0,68
<i>Symplocos quitensis</i> Brand	5,91	9,69	0,60

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

De acuerdo a las características y propiedades que presenta cada especie, se obtuvo en seco diferentes densidades, donde la densidad más alta es de *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) (Arrayán), seguido por *Acacia melanoxylon* R.Br. (Acacia) y finalmente *Symplocos quitensis* Brand (Motilón) con una densidad menor que se podría categorizar esta especie en cuanto a su madera y composición es mucho más liviana en comparación a las otras dos especies antes mencionadas.

#### 4.3.2. pH de la madera

**Tabla 25-4:** pH de las tres especies estudiadas

Especie	Masa (g)	Volumen (ml)	pH	Clasificación
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	20	100	6,07	Ligeramente ácido
<i>Acacia melanoxylon</i>	20	100	6,74	Neutro
<i>Symplocos quitensis</i>	20	100	5,68	Ácido

Realizado por: Zhumi, W. 2022.

Debido a las características y composición que se encuentran presentes en cada especie el potencial de hidrogeno (pH) que se obtuvo fue diferente, siendo para *Acacia melanoxylon* (Acacia) el más alto con un pH neutro, seguido por *Myrcianthes rhopaloides* con un pH ligeramente ácido y *Symplocos quitensis* (motilón) el menor con un pH ácido.

## CONCLUSIONES

En el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se logró identificar dendrológicamente las tres especies comerciales en estudio mediante la recolección de muestras, obteniendo información relevante sobre la familia, género y especie en la que se encuentra cada una de estas especies. Las tres especies forestales comerciales pertenecen a diferentes familias, donde *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh conocida vulgarmente como (Arrayán) pertenece a la familia Myrtaceae, *Acacia melanoxylon* R.Br. conocida como (Acacia) pertenece a la familia Leguminosae y *Symplocos quitensis* Brand conocida vulgarmente como (Motilón) por los moradores en el cantón Chunchi pertenece a la familia Symplocaceae.

Las características organolépticas descritas de las tres especies forestales comerciales de la investigación presentaron características muy similares, tanto en color, olor, brillo o lustre, grano, textura, siendo su mayor referencia el color de la albura en *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán) y *Symplocos quitensis* (Motilón), que según el análisis realizado mediante la tabla de Munsell presentan el mismo color. Respecto al Sabor las tres especies presentaron características diferentes.

Durante el ciclo de ablandamiento de las muestras en estudio, las tres especies forestales comerciales presentaron diferentes ciclos donde *Symplocos quitensis* Brand (Motilón) solo necesito de 3 ciclos, seguido por *Acacia melanoxylon* R.Br. (Acacia) que necesito de 6 ciclos y *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) (Arrayán) que necesito de 11 ciclos de ablandamiento, demostrando así que el arrayán está considerado como una especie de gran dureza por el número de ciclos de ablandamiento.

Las características anatómicas de las tres especies forestales, se visualizaron que todas presentaron poros solitarios en su gran mayoría, y escasos múltiples de dos, en cuanto a la cantidad de poros el caso de *Symplocos quitensis* (Motilón) es la especie que más poros tiene en un cubo de 2 centímetros cúbicos, posiblemente esta especie tiene una relación con la densidad o el peso de la madera, al ser considerada como una especie Semipesada, seguido por *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán) y *Acacia melanoxylon* R.Br. (Acacia), que estas dos especies presentaron escasos poros múltiples de dos.

En cuanto a la densidad se pudo diferenciar que cada especie obtuvo se característica diferente, *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán) obtuvo la más alta densidad tanto en verde como en seco, catalogando como una especie de madera muy pesada, y la que menor densidad obtuvo es

*Symplocos quitensis* (Motilón) que en estado verde y seco obtuvo la menor densidad catalogando como una especie de madera Semipesada.

En el pH se constató que la especie *Acacia melanoxylon* (Acacia) obtiene un pH neutro, seguido por *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayán) con un pH ligeramente ácido y *Symplocos quitensis* (motilón) el menor con un pH ácido, se pudo evidenciar que no todas las especies tienen el mismo pH, a pesar de estar en un mismo lugar, posiblemente por su genética o lugar de desarrollo.

Se acepta la hipótesis alterna, las características anatómicas y organolépticas de la madera de las tres especies forestales en estudio, son diferentes en al menos una característica, y se rechaza la hipótesis nula.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar estudios en relación a los aromas que presenta *Myrcianthes rhopaloides*, ya que tanto en las hojas como en su madera presenta olores muy fragantes.

Luego de esta investigación, con estas tres especies se recomienda realizar un estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de cada especie para obtener una información más detallada y completa.

Al momento de realizar las tinciones es muy importante considerar los aspectos del tiempo, ya que, si se altera uno o dos segundos más, estas podrían modificarse, alterando la visualización en el microscopio.

Si se va a realizar los cortes histológicos con una gubia, es importante que estas estén lo más finas posibles, facilitando así la obtención de unos cortes adecuados.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACOSTA, Belén.** "Plantas forestales: qué son, tipos y nombres". *Ecología verde* [En línea], 2019, (Ecuador), p. 1. [Consulta: 08 mayo 2022]. ISSN 42000 Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/plantas-forestales-que-son-tipos-y-nombres-2160.html>

**AGUIRRE SANCHEZ, Hilda Isabel.** "Colorante safranina O". *Investigación en Discapacidad* [En línea], 2012, (México) 1(2), pp. 83-85. [Consulta: 16 abril 2022]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2012/ir122f.pdf>

**ARMIJOS, Danny Daniel.** "Guía para cortes anatómicos de la madera. *guía para cortes anatómicos de la madera*". Universidad Nacional de Loja [En línea], 2019, (Ecuador) [Consulta: 08 abril 2022]. ISSN 978-9978-355-37-4 Disponible en: [https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/201912/GUI%CC%81A%20PARA%20CORTES%20ANATO%CC%81MICOS%20DE%20LA%20MADERA\\_compressed\\_0.pdf](https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/201912/GUI%CC%81A%20PARA%20CORTES%20ANATO%CC%81MICOS%20DE%20LA%20MADERA_compressed_0.pdf)

**BONE, Bryan.** *La madera. SlideShare.* [En línea], 2019, (Quito-Ecuador) [Consulta: 08 abril 2022]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/cofibone/la-madera-143115713>.

**CARANQUI, J.** Manual De Operaciones Herbario Politécnico (CHEP) [En línea]. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2003. pp. 1-4. [Consulta: 14 julio 2022]. Disponible en: [http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/504/1/Manual\\_Procedimiento\\_Herbario1.pdf](http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/504/1/Manual_Procedimiento_Herbario1.pdf).

**CATINAS, Liliana.** *El herbario significado, valor y uso.* La plata, Buenos Aires: 2001, pp. 3-13.

**CAUJA ROBLES, Ana Lizbeth.** Caracterización anatómica de tres especies forestales comerciales mediante tinciones, procedente del bosque análogo Don Ramón, ubicado en el cantón Cumandá, Provincia de Chimborazo [en línea] (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Cumandá, Ecuador. 2019. pp. 10-11. [Consulta: 08 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/12406>

**COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT).** *Madera: método de determinación del peso específico aparente-métodos de ensayo* [en línea]. 1972. pp. 1-17. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en:

<http://materiales.azc.uam.mx/eam/Labsolidos/5NormasCopant.pdf>

**GAD CANTONAL CHUNCHI.** *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* [en línea]. Chunchi-Ecuador: GAD Cantonal Chunchi, 2019 [Consulta: 08 abril 2022]. Disponible en: [http://www.municipiochunchi.gob.ec/phocadownload/Informacion\\_2020/Plan\\_de\\_Developo\\_y\\_Orderamiento\\_Territorial\\_PDOT\\_Chunchi\\_2019-2023.pdf](http://www.municipiochunchi.gob.ec/phocadownload/Informacion_2020/Plan_de_Developo_y_Orderamiento_Territorial_PDOT_Chunchi_2019-2023.pdf)

**COVEÑA CABRERA, Karina Isabel.** Descripción anatómica de la madera de cuatro especies forestales, procedentes del Noroccidente de Pichincha, Cantón Puerto Quito [en línea] (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Puerto Quito, Ecuador. 2019. p. 9. [Consulta: 16 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/12411>

**DELGADO, Leyidy; et al. 2020.** *Características microscópicas de madera en tres especies de manglar del sur de Ecuador.* Loja: 2020 p. 4.

**FAO.** *Bosques sostenibles: el supermercado de la naturaleza. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura* [En línea], 2017. pp. 1-2 [Consulta: 05 junio 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/1037245/>.

**GARCÍA, Alejandra.** "albura y duramen". *Departamento de comunicación de la ciencia* [En línea], 2019, (México), pp. 1-2. [Consulta: 14 abril 2022]. Disponible en: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/la-ciencia-en-pocas-palabras/232-numero-26/415-albura-y-duramen.html#:~:text=Aunque%20el%20significado%20estricto%20de,partes%20que%20conforman%20la%20madera..>

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

**GONZALES MAGUIÑA, Eduardo.** *Guía de Contenidos “Identificación Organoléptica y Macroscópica de Maderas”* [en línea]. Lima-Perú. 2008. pp. 15-32 [Consulta: 13 junio 2022]. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571598/02\\_Identificacion.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571598/02_Identificacion.pdf)

**INEN.** *Anatomía de la madera. Terminología* [En línea]. Quito-Ecuador: INEN, 2013. p. 4. [Consulta: 11 junio 2022]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1157-1.pdf>.

**LEÓN DE LA LUZ, José Luis.** “¿Qué es un herbario?” *Herbario HCIB* [En línea], 2016, (México), p. 1. [Consulta: 08 abril 2022]. Disponible en: <https://www.cibnor.gob.mx/investigacion/colecciones-biologicas/herbario-hcib/ique-es-un-herbario>

**LOZADA, Daniel.** Gente, bosques e instituciones en el aprovechamiento forestal del Ecuador: caso centros y asociaciones shuar de la Cordillera del Cóndor y la cuenca del río Santiago [en línea] (Maestría). Flacso Andes, Ecuador . 2013. P. 10. (Consulta: 14 abril 2022) Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/6280/2/TFLACSO-2013DFSL.pdf>

**LUNA, Claudia.** “Importancia económica de la madera en relación con su composición citológica”. *Morfología de plantas vasculares* [En línea], 2018, (Argentina), pp. 17. [Consulta: 14 abril 2022.] <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema18/tema18-8economic.htm>

**MALDONADO, María; & DACARRO, Cesare.** Análisis de la composición del aceite esencial de *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth in H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae, y evaluación de su actividad biológica (La granja) [en línea]. Quito. pp. 2-6. [Consulta: 4 julio 2022]. Disponible en: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/6.2007.03>

**MARZOCCA, Angel.** *Nociones básicas de taxonomía vegetal* [en línea]. San José-Costa Rica, 1985. ISBN (92-9039-076), p. 216. [Consulta: 10 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/15977>

**MONGE, D: et al.** Características anatómicas y propiedades físico - mecánicas de tres especies forestales, iscozacín, oxapampa – pasco. [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. 2019. p. 25 [Consulta: 08 abril 2022]. Disponible en: [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5192/T010\\_N%C2%B07255196\\_4\\_T.pdf?sequence=1](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5192/T010_N%C2%B07255196_4_T.pdf?sequence=1)

**MORALES, Jorge.** “Glosario de anatomía de la madera”. Monografías [En línea], 2019, (Ecuador) p. 5. [Consulta: 14 abril 2022]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos87/glosario-anatomia-madera/glosario-anatomia-madera>

**MINISTERIO DE DEFENSA.** “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25 000”. *Memoria técnica cantón chunchi*. [En línea], 2013, (Ecuador), p. 1 [Consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA3/NIVEL\\_DEL\\_PDOT\\_CANTONAL/CHIMBORAZO/CHUNCHI/IEE/MEMORIAS\\_TECNICAS/mt\\_chunchi\\_socioeconomico.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA3/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/CHIMBORAZO/CHUNCHI/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_chunchi_socioeconomico.pdf)

**ONAINDIA, Miren.** “Educación ambiental – Bosques”. *Ingurugela* [En línea], 2019 (Ecuador), pp. 1-3 [Consulta: 08 mayo 2022]. Disponible en: [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/bosques/es\\_def/](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/bosques/es_def/)

**REA, Rodrigo.** “La madera y propiedades de la madera”. *Areatecnologia* [En línea], 2019, (Ecuador), p. 1. [Consulta: 08 abril 2022]. Disponible en: <https://www.areatecnologia.com/materiales/madera.html>

**RENDÓN, Alejandro; & NEYRA, Lucia.** “Maderable”. *Biodiversidad Mexicana* [En línea], 2020, (México), pp. 2-4. [Consulta: 08 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/maderable>

**SÁNCHEZ PERAZA, Fernando.** “Descripción de la madera”. *Aproximación inicial al material madera* [En línea], 2017, Madrid-España, p. 3. [Consulta: 08 abril 2022]. Disponible en: [https://www.maderea.es/imagenes/2018/04/1\\_Descripcio%CC%81n-de-la-madera-1.pdf](https://www.maderea.es/imagenes/2018/04/1_Descripcio%CC%81n-de-la-madera-1.pdf)

**VERA MENDOZA, Holger Gregorio.** Caracterización anatómica de cuatro especies forestales comerciales del noroccidente de Pichincha, cantón Puerto Quito [En línea] (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo , Riobamba, Ecuador, 2019. P. 22. [Consulta: 16 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/12410/1/33T0230.pdf>

**VILLAGRÁN ANDRADE, Adrián Alejandro.** Plan de desarrollo turístico sostenible para el área arqueológica de la piramide escalonada del monte puñay, cantones chunchi y alausí, provincia de chimborazo [En línea] (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo , Riobamba, Ecuador, 2014. P. 22. [Consulta: 05 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3351/1/23T0394.pdf>

**VITERI, Cecilia.** “Diálogo cantonal sobre educación Chunchi provincia de Chimborazo”. *Contrato social por la educación Ecuador* [En línea], 2016, Quito-Ecuador, pp. 4-5. [Consulta: 04 junio 2022]. Disponible en: <http://contratosocialecuador.org/images/publicaciones/CCE/DC-Chunchi.pdf>



## ANEXOS

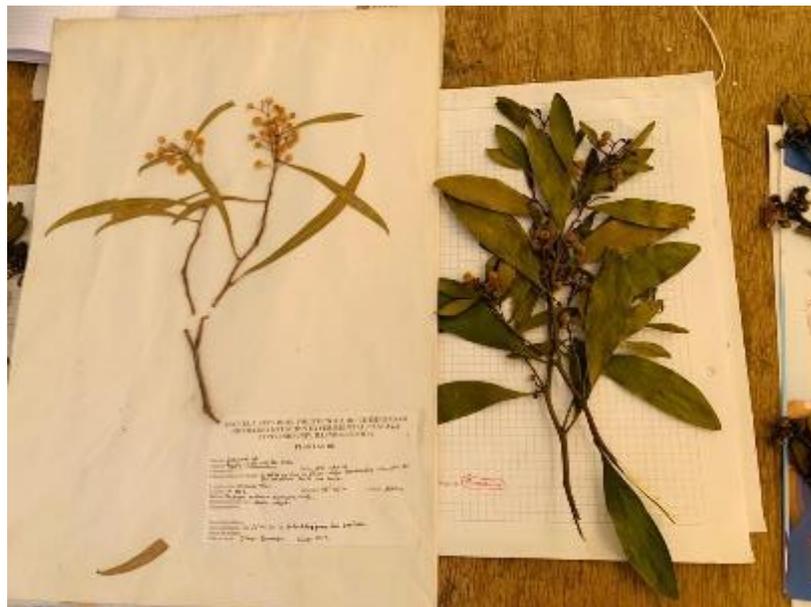
### ANEXO A: FASE DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DENDROLÓGICAS



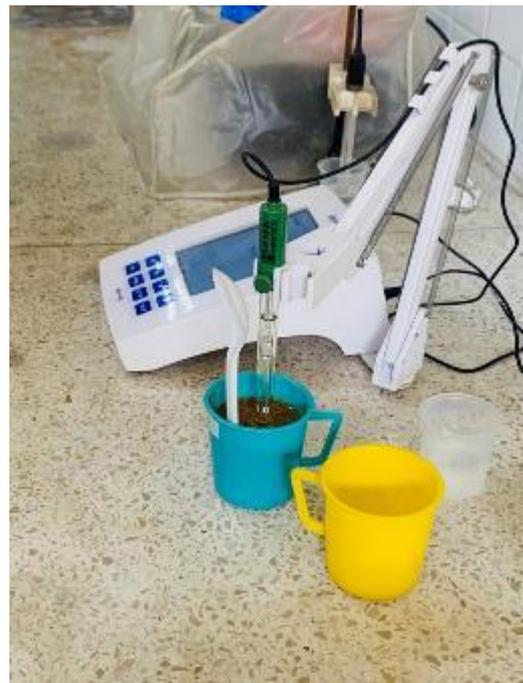
### ANEXO B: PRENSADO DE LAS MUESTRAS DENDROLÓGICAS



ANEXO C: IDENTIFICACIÓN DENDROLOGICA EN EL HERBARIO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



## ANEXO D: IDENTIFICACIÓN DEL PH DE LAS MUESTRAS



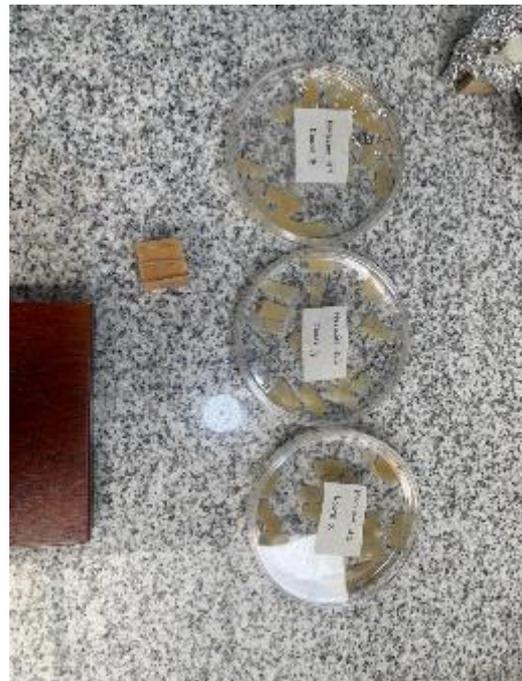
## ANEXO E: CORTE DE LAS MUESTRAS



## ANEXO F: ABLANDAMIENTO DE LAS MUESTRAS



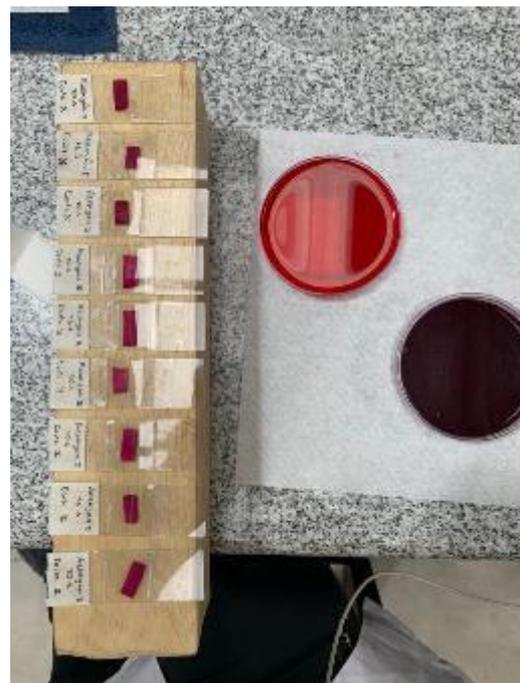
## ANEXO G: CORTES HISTOLÓGICOS



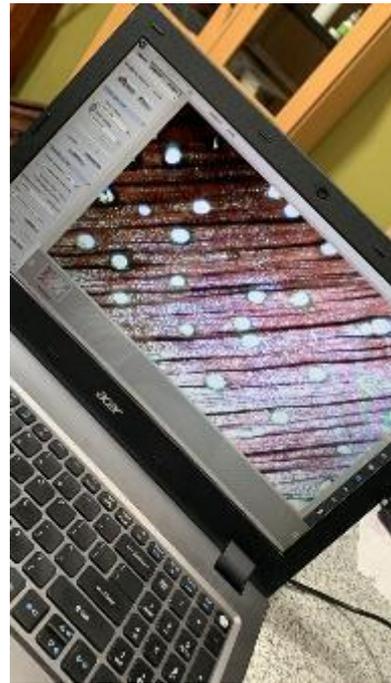
## ANEXO H: TINCIÓN DE LAS MUESTRAS



## ANEXO I: MONTAJE Y ETIQUETADO DE LAS PLACAS



## ANEXO J: VISUALIZACIÓN DE MUESTRAS EN EL MICROSCOPIO



## ANEXO K: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE POROS SOLITARIOS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SOLITARIOS	12	0,66	0,58	34,16

## ANEXO L: CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III) POROS SOLITARIOS DE ACUERDO AL PERÍMETRO DE LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	725,17	2	362,58	8,68	0,0079
ESPECIE	725,17	2	362,58	8,68	0,0079
Error	375,75	9	41,75		
Total	1100,92	11			

**ANEXO M: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE POROS MÚLTIPLOS DE DOS**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
<b>MÚLTIPLOS DE 2</b>	12	0,56	0,46	117,13

**ENEXO N: CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III) DE POROS MÚLTIPLOS DE DOS**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	52,17	2	26,08	5,66	0,0256
<b>ESPECIE</b>	52,17	2	26,08	5,66	0,0256
<b>Error</b>	41,5	9	4,61		
<b>Total</b>	93,67	11			

**ANEXO O: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL PERÍMETRO DE LOS POROS SOLITARIOS**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
<b>PERÍMETRO DE POROS SOLITAR..</b>	12	0,93	0,92	11,4

**ANEXO P: CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III) DEL PERÍMETRO DE LOS POROS SOLITARIOS**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	15602,49	2	7801,25	60,31	<0,0001
<b>ESPECIE</b>	15602,49	2	7801,25	60,31	<0,0001
<b>Error</b>	1164,23	9	129,36		
<b>Total</b>	16766,72	11			

**ANEXO Q: ANÁLISIS DE LA VARIANZA DEL PERÍMETRO DE LOS POROS MÚLTIPLOS DE 2**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
-----------------	----------	----------------------	-------------------------	-----------

<b>PERIMETRO DE POROS MULTIPL..</b>	12	0,82	0,78	53,48
-------------------------------------	----	------	------	-------

**ANEXO R: CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III) PERÍMETRO DE LOS POROS MÚLTIPLOS DE 2**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	34264,57	2	17132,29	20,79	0,0004
<b>ESPECIE</b>	34264,57	2	17132,29	20,79	0,0004
<b>Error</b>	7417,81	9	824,2		
<b>Total</b>	41682,38	11			

**ANEXO S: CERTIFICADO DEL HERBARIO INSTITUCIONAL DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**HERBARIO POLITÉCNICA CHIMBORAZO (CHEP)**  
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO  
 Panamericana sur Km 1, fono: (03) 2 998 200 ext. 700123, jcranqui@yahoo.com  
 Riobamba Ecuador

Ofc.No.026.CHEP.2022

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD  
LAGLA CHIMBA BYRON ADRIAN

Riobamba, 11 de octubre del 2022

De mis consideracion:  
 Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente certifico que el señor Zhumi Quishpi Washington Anibal con CI: 0605691112, entregó 3 muestras botánicas fértiles (listado), identificadas, comparando con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador, según Proyecto: DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LA MADERA DE TRES ESPECIES FORESTALES PROCEDENTES DEL CANTÓN CHUNCHI , PROVINCIA DE CHIMBORAZO., autorización de Investigación MAATE-ARSFC-2022-2287. Las muestras fértiles se procesarán en un lapso de un año, para los fines correspondientes.

FAMILIA	ESPECIE	ESTADO
Simplocaceae	<i>Simplocos quitense</i>	fétil
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	fétil
Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i>	fétil

Me despido, atentamente

Ing. Jorge Garanqui A.  
RESPONSABLE HERBARIO ESPOCH

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES



epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 03 / 01 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Washington Anibal Zhumi Quishpi
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Ingeniería Forestal
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Forestal
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

  
Ing. Cristhian Fernando Castillo



2465-DBRA-UTP-2022