



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

**“CARACTERIZACIÓN DE LA MADERA DE CUATRO ESPECIES  
FORESTALES COMERCIALES EN LA PARROQUIA TIPUTINI,  
CANTÓN AGUARICO, PROVINCIA ORELLANA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:**

**HUMBERTO MANUEL ABARCA ABARCA**

Riobamba – Ecuador

2022



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

**“CARACTERIZACIÓN DE LA MADERA DE CUATRO ESPECIES  
FORESTALES COMERCIALES EN LA PARROQUIA TIPUTINI,  
CANTÓN AGUARICO, PROVINCIA ORELLANA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:** HUMBERTO MANUEL ABARCA ABARCA

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

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Humberto Manuel Abarca Abarca

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

Yo, Humberto Manuel Abarca Abarca, 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, 16 de noviembre del 2022



---

**Humberto Manuel Abarca Abarca**

**060427084-3**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**CARRERA INGENIERIA FORETAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, “**CARACTERIZACIÓN DE LA MADERA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES COMERCIALES EN LA PARROQUIA TIPUTINI, CANTÓN AGUARICO, PROVINCIA ORELLANA**”, realizado por el señor/ la señorita: **HUMBERTO MANUEL ABARCA BARCA**, 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. Miguel Ángel Guallpa Calva



2022-11-16

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda



2022-11-16

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE**

**INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Ing. Carlos Francisco Carpio Coba



2022-11-16

**ASESOR DEL TRABAJO DE**

**INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios por brindarme la sabiduría de afrontar las adversidades al transcurso de mi vida estudiantil y permitirme culminar con éxito. A mis queridos padres Eugenia Verenice Abarca Abarca que me han brindado amor y apoyo incondicional; quienes, con su ejemplo de perseverancia y dedicación, me inspiraron a culminar con éxito mi carrera profesional. Con mucho amor y cariño a mis hermanos Rodrigo y Luisa quienes con su ternura me animaban para hacer realidad este sueño; a mi prima, Priscila Sánchez mi amiga, confidente, mi apoyo durante todo este tiempo. A mi familia y amigos que me brindaban palabras de aliento para seguir adelante y cumplir con mis ideales

**Humberto**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por haberme guiado siempre en el transcurso de mi vida permitiéndome hacer este sueño una realidad, y brindarme unos padres maravillosos a quienes debo mis logros; mismos que me han brindado toda su comprensión motivándome constantemente para conseguir mis anhelos. Al Ing. Eduardo Salazar, Ing. Carlos Carpio; director y miembro de tesis, por toda su colaboración para la elaboración y culminación de mi trabajo de titulación. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, carrera de Ingeniería Forestal, por haberme permitido formar parte de esta prestigiosa institución

**Humberto**

## INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	X
INDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN..	1

## CAPÍTULO I

1.	MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	4
1.1.	Bosque.....	4
1.1.1.	<i>Tipos de bosque</i> .....	4
1.2.	Herbarios.....	5
1.3.	Herbario Institucional.....	5
1.4.	Madera.....	6
1.5.	Tolerancias. ....	6
1.6.	Defectos.....	6
1.7.	Cortes Anatómicos de Madera. ....	7
1.7.1.	<i>Corte longitudinal</i> .....	7
1.7.2.	<i>Corte radial</i> .....	7
1.7.3.	<i>Corte tangencial</i> .....	7
1.7.4.	<i>Corte transversal</i> .....	7
1.8.	Características macroscópicas.....	8
1.8.1.	<i>Poros</i> .....	8
1.8.1.1.	<i>Solitarios</i> .....	8
1.8.1.2.	<i>Múltiples</i> .....	8

1.8.1.3.	<i>En cadena</i> .....	8
<b>1.8.2.</b>	<b><i>Porosidad</i></b> .....	<b>8</b>
1.8.2.1.	<i>Porosidad Circular</i> .....	9
1.8.2.2.	<i>Porosidad Difusa</i> .....	9
<b>1.8.3.</b>	<b><i>Parénquima</i></b> .....	<b>9</b>
1.8.3.1.	<i>Parénquima axial</i> .....	9
1.8.3.2.	<i>Parénquima paratraqueal (rodea los vasos)</i> .....	9
1.8.3.3.	<i>Parénquima apotraqueal (no rodea los vasos)</i> .....	10
1.8.3.4.	<i>Parénquima Radial</i> .....	10
<b>1.9.</b>	<b>Características macroscópicas</b> .....	<b>11</b>
1.9.1.	<i>Color</i> .....	11
1.9.2.	<i>Olor</i> .....	12
1.9.3.	<i>Brillo</i> .....	12
1.9.4.	<i>Grano</i> .....	13
1.9.4.1.	<i>Grano derecho</i> .....	13
1.9.4.2.	<i>Grano oblicuo</i> .....	13
1.9.4.3.	<i>Grano entrecruzado</i> .....	13
1.9.4.4.	<i>Grano crespo</i> .....	14
1.9.5.	<i>Textura</i> .....	14
1.9.6.	<i>Veteado</i> .....	14
<b>1.10.</b>	<b>Densidad</b> .....	<b>15</b>
<b>1.11.</b>	<b>El pH</b> .....	<b>15</b>
<b>1.12.</b>	<b>Tinciones</b> .....	<b>16</b>

## CAPITULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>17</b>
2.1.	<b>Lugar de la investigación</b> .....	<b>17</b>
2.2.	<b>Localización de sitio</b> .....	<b>17</b>
2.3.	<b>Condiciones climáticas</b> .....	<b>17</b>

2.4.	Clasificación ecológica.....	18
2.5.	Materiales y equipos.....	18
2.5.1.	<i>Materiales de campo</i> .....	18
2.5.2.	<i>Equipos de oficina</i> .....	18
2.5.3.	<i>Materiales y equipos de laboratorio</i> .....	19
2.6.	Metodología.....	19
2.6.1.	<i>Factores en estudio</i> .....	19
2.7.	Identificar dendrológicamente las cuatro especies forestales comerciales en estudio (Para el cumplimiento del primer objetivo).....	19
2.7.1.	<i>Recolección de las especies</i> .....	19
2.7.2.	<i>Montaje de las muestras</i> .....	20
2.8.	Determinar las características microscópicas y macroscópicas de cuatro especies forestales comerciales (Para cumplir el segundo objetivo).....	20
2.8.1.	<i>Características microscópicas</i> .....	20
2.8.2.	<i>Análisis estadístico de las características microscópicas de las cuatro especies en estudio.</i> .....	21
2.8.3.	<i>Características macroscópicas</i> .....	22
2.8.4.	<i>Densidad</i> .....	22
2.8.5.	<i>Determinación del potencial de hidrogeno (pH)</i> .....	23

### CAPITULO III

3.	MARCO DE ANALISIS E INTERPRESCION DE RESULTADOS.....	24
3.1.	Para cumplir el primer objetivo: Identificar dendrológicamente las cuatro especies forestales comerciales en estudio. ....	24
3.2.	Descripción botánica .....	25
3.2.1.	<i>Ochroma pyramidale (Cav.Ex Lam) Urban (balsa)</i> .....	25

3.2.2.	<i>Cordia alliodora (Ruiz &amp; pav) Oken (laurel)</i> .....	25
3.2.3.	<i>Virola sp. (sangre de drago)</i> .....	26
3.2.4.	<i>Calycophyllum spruceanum (Benth.) Hook capirona)</i> .....	26
3.3.	<b>Para cumplir el segundo objetivo: Determinar las características microscópicas y macroscópicas de las cuatro especies forestales comerciales.</b> .....	27
3.3.1.	<i>Ablandamiento de las maderas en la autoclave con diferentes tiempos de ciclos.</i> .....	27
3.3.2.	<i>Características microscópicas</i> .....	28
3.3.2.1.	<i>Ochroma pyramidale (balsa)</i> .....	28
3.3.2.2.	<i>Cordia alliodora (laurel)</i> .....	30
3.3.2.3.	<i>Virola sp. (sangre de drago)</i> .....	33
3.3.2.4.	<i>Calycophyllum spruceanum (capirona)</i> .....	36
3.3.3.	<i>Análisis estadístico de las características anatómicas</i> .....	41
3.3.3.1.	<i>Diámetro de los poros</i> .....	42
3.3.3.2.	<i>Cantidad de poros</i> .....	43
3.3.4.	<i>Características macroscópicas</i> .....	44
3.3.4.1.	<i>Ochroma pyramidale</i> .....	44
3.3.4.2.	<i>Virola sp. (sangre de drago)</i> .....	48
3.3.4.3.	<i>Calycophyllum spruceanum</i> .....	49
3.4.	<b>Determinación de la densidad</b> .....	52
3.5.	<b>Determinación del Potencial de hidrogeno (pH)</b> .....	53
3.6.	<b>Determinación del tinte para cada especie.</b> .....	53
3.7.	<b>Discusión</b> .....	54
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	55
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	56
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Cantidad de sustrato y agua destilada que se utilizó para medir el pH de las cuatro especies forestales comerciales en estudio. ....	23
<b>Tabla 1-3:</b> Identificación dendrológicas de las cuatro especies forestales comerciales en estudio. ....	24
<b>Tabla 2-3:</b> Ciclos de ablandamiento por cada una de las especies en estudio forestales comerciales en estudio.....	27
<b>Tabla 3-3:</b> Resumen de las características microscópicas de las cuatro especies forestales comerciales en estudio.....	40
<b>Tabla 4-3:</b> Características de las especies estudiadas según el tipo y cantidad de poros de cuatro especies forestales comerciales en estudio. ....	41
<b>Tabla 5-3:</b> Diámetro de los poros solitarios de las cuatro especies forestales comerciales en estudio (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ) .....	42
<b>Tabla 6-3:</b> Diámetro de los poros múltiples de las cuatro especies forestales comerciales en estudio (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ) .....	42
<b>Tabla 7-3:</b> Número de los poros solitarios de las cuatro especies forestales comerciales en estudio (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ) .....	43
<b>Tabla 8-3:</b> Número de los poros múltiples de las cuatro especies forestales comerciales en estudio (Tukey, $p \leq 0,05\%$ ). ....	44
<b>Tabla 9-3:</b> Resumen de las características organolépticas de las cuatro especies forestales comerciales en estudio.....	51
<b>Tabla 10-3:</b> Densidad en verde de las cuatro especies forestales comerciales en estudio. ....	52
<b>Tabla 11-3:</b> Densidad en seco de las cuatro especies forestales comerciales en estudio. ....	52
<b>Tabla 12-3:</b> Potencial de hidrogeno (pH) de las cuatro especies forestales comerciales en estudio.....	53
<b>Tabla 13-3:</b> Tinte adecuado para las cuatro especies forestales comerciales en estudio.....	53

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustracion 1-3:</b>	Corte transversal de <i>Ochroma pyramidale</i> (balsa). .....	28
<b>Ilustracion 2-3:</b>	Corte tangencial de <i>Ochroma pyramidale</i> (balsa). .....	29
<b>Ilustracion 3-3:</b>	Corte radical de <i>Ochroma pyramidale</i> (balsa). .....	30
<b>Ilustracion 4-3:</b>	Corte transversal de <i>Cordia alliodora</i> (laurel). .....	31
<b>Ilustracion 5-3:</b>	Corte tangencial de <i>Cordia alliodora</i> (laurel). .....	32
<b>Ilustracion 6-3:</b>	Corte radial de <i>Cordia alliodora</i> (laurel). .....	33
<b>Ilustracion 7-3:</b>	Corte transversal de <i>Virola sp.</i> (sangre de drago). .....	34
<b>Ilustracion 8-3:</b>	Corte tangencial de <i>Virola sp.</i> (sangre de drago). .....	35
<b>Ilustracion 9-3:</b>	Corte radial de <i>Virola sp.</i> (sangre de drago). .....	36
<b>Ilustracion 10-3:</b>	Corte transversal <i>Calycophyllum spruceanum</i> (capirona) .....	37
<b>Ilustracion 11-3:</b>	Corte tangencial <i>Calycophyllum spruceanum</i> (capirona) .....	38
<b>Ilustracion 12-3:</b>	Corte radial <i>Calycophyllum spruceanum</i> (capirona) .....	39
<b>Ilustracion 13-3:</b>	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.Ex Lam) Urban (balsa), corteza .....	45
<b>Ilustracion 14-3:</b>	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.Ex Lam) Urban (balsa), corte transversal .....	45
<b>Ilustracion 15-3:</b>	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.Ex Lam) Urban (balsa), corte tangencial .....	45
<b>Ilustracion 16-3:</b>	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.Ex Lam) Urban (balsa), corte radial .....	46
<b>Ilustracion 17-3:</b>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & pav) Oken (laurel), corteza .....	46
<b>Ilustracion 18-3:</b>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & pav) Oken (laurel), corte transversa .....	47
<b>Ilustracion 19-3:</b>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & pav) Oken (laurel), corte tangencial. ....	47
<b>Ilustracion 20-3:</b>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & pav) Oken (laurel), corte radial .....	47
<b>Ilustracion 21-3:</b>	<i>Virola sp.</i> (sangre de drago) corteza .....	48
<b>Ilustracion 22-3:</b>	<i>Virola sp.</i> (sangre de drago) corte transversal .....	48
<b>Ilustracion 23-3:</b>	<i>Virola sp.</i> (sangre de drago) corte tangencial .....	49
<b>Ilustracion 24-3:</b>	<i>Virola sp.</i> (sangre de drago) corte radial .....	49
<b>Ilustracion 25-3:</b>	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook (capirona), corteza .....	50
<b>Ilustracion 26-3:</b>	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook (capirona), corte transversal ..	50
<b>Ilustracion 27-3:</b>	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook (capirona), corte tangencial ..	50
<b>Ilustracion 28-3:</b>	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook (capirona), corte radial .....	51

## **INDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** COLECTA DE LAS ESPECIES

**ANEXO B:** ESPECIE *OCHROMA PYRAMIDALE* (BALSA)

**ANEXO C:** ESPECIE *CORDIA ALLIODORA* (LAUREL)

**ANEXO D:** ESPECIE *VIROLA SP.* (SANGRE DE DRAGO)

**ANEXO E:** ESPECIE *CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM* (CAPIRONA)

**ANEXO F:** ABLANDAMIENTO DE LAS MUESTRAS EN AUTOCLAVE

**ANEXO G:** TINTES UTILIZADOS.

**ANEXO H:** CORTE DE LAS MUESTRAS EN EL MICRÓTOMO.

**ANEXO I:** TINTURADO DE LAS LÁMINAS HISTOLÓGICAS

**ANEXO J:** OBSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

**ANEXO K:** CORTE TRANSVERSA *OCHROMA PYRAMIDALE* (BALSA) CON EL LENTE 4X.

**ANEXO L:** CORTE TRANSVERSA *CORDIA ALLIODORA* (LAUREL) CON EL LENTE 4X.

**ANEXO M:** CORTE TRANSVERSA *VIROLA SP.* (SANGRE DE DRAGO) CON EL LENTE 4X.

**ANEXO N:** CORTE TRANSVERSA *CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM* (CAPIRONA) CON EL LENTE 4X.

**ANEXO O:** DETERMINACIÓN DEL pH.

**ANEXO P:** IDENTIFICACIÓN DEL COLOR CON LA TABLA DE MUNSELL

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la caracterización de la madera de cuatro especies forestales comerciales en la parroquia Tiputini, cantón Aguarico, provincia Orellana; Para la descripción dendrológica de las cuatro especies se recolectaron muestras de hojas, flores, frutos y corteza, fueron identificadas en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; Para el estudio de las características microscópicas se utilizó cubos de 2 cm colocados en recipientes de vidrio sellados con papel aluminio y se procedió a su ablandamiento en el autoclave el tiempo fue en función a la densidad de cada especie ;después se realizó cortes en los tres planos: transversal, tangencial y radial; las láminas fueron sumergidas en tintes de safranina, Astra blue y una mezcla de safranina y Astra blue de 1:1 por un tiempo de 10, 20 y 30 segundos; las observaciones con el microscopio donde se visualiza la morfología, cantidad y tamaño de poros; mientras que para las caracterizas macroscópicas de la madera se dimensiona muestra de 2 x 9 x15 cm, mismas que fueron utilizadas para la determinación de las características como el color de la albura, olor, sabor, textura, grano y veteado. Se midió el peso un cubo con la balanza digital para calcular su densidad. También se utilizó aserrín fino y se mesclo con agua destilada para determinar el pH de dada especie. Las observaciones de las características de realiza utilizando los sentidos a excepción del color que se utiliza la tabla de Munsell. Las características macroscópicas detalladas las cuatro especies en estudio presentan diferencia en el color tanto de la albura como del duramen, textura, veteado, a excepción de *Ochroma pyramidale* que presenta un grano entrecruzado las demás especies presentan un grano idéntico; para futuros estudios se recomienda realizar un estudio fenológico para identificación de las especies.

**Palabras clave:** < DENDROLÓGICA >, < MORFOLOGÍA >, < ALBURA >, < DURAMEN >, < ESTUDIO FENOLÓGICO >, < TABLA DE MUNSELL >, < ESTUDIO FENOLÓGICO >.

  
D.B.R.A.I.  
Ing. Crishtian Castilla



2399-DBRA-UPT-2022

## ABSTRACT

The research aimed to characterize the wood of four commercial forest species in Tiputini town, Aguarico city, Orellana province. For the dendrological description of the four species, samples of leaves, flowers, fruits, and bark were collected and identified in the herbarium of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. For the study of the microscopic characteristics, 2 cm cubes were used, placed in containers of glass sealed with aluminum foil, and softened in the autoclave. The time was based on the density of each species; then cuts were made in the three planes: transversal, tangential and radial. The slides were immersed in safranin, Astra blue, and a 1:1 mixture of safranin and Astra blue dyes for 10, 20, and 30 seconds. The observations with the microscope where the morphology, quantity, and size of pores are visualized; while for the macroscopic characteristics of the wood, a sample of 2 x 9 x15 cm is sized, which were used to determine the characteristics such as the color of the sapwood, smell, flavor, texture, grain, and veining. The weight of a cube was measured with the digital scale to calculate its density. Fine sawdust was also used and mixed with distilled water to determine the pH of each species. The observations of the characteristics were done using the senses except for the color that the table of Munsell is used. The detailed macroscopic characteristics of the four species under study present differences in the color of both the sapwood and the heartwood, texture, and veining, except for *Ochroma pyramidale*, which presents a crisscross grain, the other species present an identical grain. It is recommended to carry out a phenological study to identify the species for future studies.

**Keywords:** < DENDROLOGY >, < MORPHOLOGY >, <STAIN>, <SAPWOOD>, <MUNSELL TABLE >, < HISTOLOGICAL SECTIONS>, <PHENOLOGICAL STUDY>.

Riobamba, December 16th, 2022



**PhD. Dennys Tenelanda López**  
**ID number: 0603342189**  
**Professor of EFL**

## **INTRODUCCIÓN**

El Ecuador es considerado uno de los países más biodiversos del mundo, una muestra de ello está en la biodiversidad vegetal que en los últimos años ha reportado 2433 especies vegetales nuevas para el país, de las cuales 1663 son también nuevas para la ciencia. La biodiversidad vegetal representa el 7.68% de las plantas vasculares registradas en el planeta (MAE, 2013 p. 10).

La madera es un material heterogéneo y anisotrópico, el estudio de su anatomía tiene gran influencia en la Tecnología y en la Industria, la madera tiene principalmente las siguientes características: es un material poroso, celular, no es un sólido, está compuesto por más de un tipo de células, por lo tanto, su constitución es heterogénea y la mayor proporción de elementos celulares es alargada con su eje longitudinal paralelo al eje del fuste (GUIMÉNES, et al, 2014 p. 1).

En consecuencia, las características anatómicas de la madera reflejan tal diversidad cuando se estudian floras regionales. Dicha variación corresponde con los linajes a los cuales las especies pertenecen, así como con diferencias asociadas con la latitud y la altitud, esto es, con la precipitación y la temperatura, entre otras. En el país se registran principalmente estudios descriptivos macroscópicos y/o microscópicos de la madera de especies aisladas provenientes de diferentes (AGUILAR ALCANTARA, et al, 2014 p. 70)

## **PROBLEMA**

Falta de conocimiento de la utilización de la madera de las diferentes especies forestales especialmente de las características anatómicas microscópicas y macroscópicas, el cual causa el uso inadecuado de las especies forestales y manejo forestal.

## **IMPORTANCIA**

Dar a conocer las características observadas en este estudio, analizar las diferencias de algunas características de las especies y comparar con otros obtenidos para las mismas especies, o con aquellas que se relacionan taxonómicamente.

## **JUSTIFICACIÓN**

Ecuador es un país con mucha biodiversidad y debido a la gran variedad de especies forestales presentes, muchos estudios están vacíos, uno de ellos es el análisis anatómico de la madera (balsa, laurel, sangre de drago. y capirona), existiendo poca información detallada, la presente investigación pretende analizar y comparar si existen similitudes anatómicas entre las especies, la cual será de mucha utilidad para un mejor aprovechamiento de la madera.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos General**

Caracterizar la madera de cuatro especies forestales comerciales en la parroquia Tiputini, cantón Aguarico, provincia Orellana.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar dendrológicamente las cuatro especies forestales comerciales en estudio
- Determinar las características microscópicas y macroscópicas de las cuatro especies forestales comerciales.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis nula**

Las características de la madera son similares de las cuatro especies forestales comerciales.

### **Hipótesis alternativa**

Alguna de las cuatro especies forestales comerciales presenta características de la madera diferentes.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

#### 1.1. Bosque

El bosque es uno de los recursos naturales más importantes con que cuenta el Ecuador para su desarrollo; constituye una unidad ecosistémica formada por árboles, arbustos y demás especies vegetales y animales resultado de un proceso ecológico espontáneo que interrelaciona otros recursos como el agua, la biodiversidad, el suelo, el aire, el paisaje, etc. (BARRANTES, et al, 2021 p. 7).

Los bosques se caracterizan tanto por la presencia de árboles como por la ausencia de otros usos predominantes de la tierra. Los árboles deberían poder alcanzar una altura mínima de 5 metros. Incluye las áreas cubiertas de árboles jóvenes que aún no han alcanzado, pero pueden alcanzar, una cubierta de dosel de al menos el 10 por ciento y una altura de 5 metros o más. Incluye también las áreas temporáneamente desprovistas de árboles debido a talas realizadas como parte de prácticas de ordenación forestal o por causas naturales, las cuales se espera se regeneren dentro de 5 años. Condiciones locales pueden, en casos excepcionales, justificar un plazo más largo. (FAO, 2015 p. 3).

##### *1.1.1. Tipos de bosque*

El bosque natural se estratifica en nueve tipos de bosque: bosque seco andino, bosque seco pluvioestacional, bosque siempre verde andino montano, bosque siempre verde andino pie de monte, bosque siempre verde andino de ceja andina, bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonía, bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó, manglar, moretal. En la actualidad el bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonía es el que tiene mayor remanente de bosque en el país (MOGROVIEJO J, 2017 p. 21).

## **1.2. Herbarios**

Los herbarios son herramientas de primordial importancia para la taxonomía vegetal, entre otras razones porque proveen el material comparativo que es fundamental para descubrir o confirmar la identidad de una especie, o determinar si la misma es nueva para la ciencia. Adicionalmente, los herbarios son esenciales para estudios en áreas tales como: sistemática, ecología, evolución, morfología, anatomía, etnobotánica, conservación de recursos naturales, biogeografía, medicina, criminalística, paleobotánica, palinología, genética, fenología, jardinería y educación. Los herbarios son una fuente de información acerca de las plantas y del medio en que habitan y suponen en sí mismos un registro permanente de la biodiversidad (MORENO, 2007 p. 417)

Un herbario es una colección de plantas secas, prensadas y convenientemente etiquetadas; cada una de las plantas, colocada sobre una cartulina o no, se protege con un papel doblado llamado camisa y, el conjunto, recibe el nombre de pliego de herbario (LISTOSELLA y SANCHEZ, 2008 p. 7).

Si las plantas que se quieren conservar han sido preparadas correctamente, pueden mantener su aspecto durante muchos años, incluso siglos, aunque a menudo pierden el color. Los herbarios son muy útiles para el estudio de las plantas. Permiten consultar, reconocer y comparar las diferentes plantas siempre que se quiera, sin volver al campo a buscarlas o sin tener que esperar a que vuelvan a florecer o a sacar hojas. A la vez, los herbarios tienen una función testimonial muy importante; cada uno de los pliegos de herbario da fe de la presencia de una planta en un lugar y en un momento determinados, lo cual permite hacer estudios muy diferentes, desde los estrictamente florísticos o de conservación hasta los ecológicos, los ambientales, los químicos o los moleculares (LISTOSELLA y SANCHEZ, 2008 p. 7).

## **1.3. Herbario Institucional**

Para conocer las plantas del entorno no hay mejor método directo que formar un herbario. La creación de un herbario implica la búsqueda de las plantas, su recolección, prensado, secado y montaje. Esta actividad permite a las personas familiarizarse con la diversidad de formas, colores y texturas de las plantas, así como con las diferencias que hay entre cada especie (CARANQUI, 2021 p. 1).

#### **1.4. Madera**

La madera es un tejido exclusivo de los vegetales leñosos, que como tales tienen diferenciados y especializados sus tejidos. Estos están formados por células que se pueden asemejar a tubos huecos, en el que la pared del tubo se correspondería con la pared celular y el interior hueco con el lumen de la célula. De forma simple y general se puede decir que la madera está formada principalmente por la unión de estas células; su tamaño, forma y distribución junto con otros elementos anatómicos, como los radios leñosos, la presencia de canales resiníferos o de vasos, etc. son los que dan lugar o definen las diferentes especies de madera. Esta estructura tubular es la que confiere las propiedades que tiene la madera, que depende en gran medida de las propiedades de la pared celular (MARTIN G, 2017 p. 1).

La madera se caracteriza por ser un material: - anisótropo, sus propiedades varían según la dirección que se considere - higroscópico, el agua, tanto en forma líquida como en forma de vapor, influye en su comportamiento - sus buenas propiedades mecánicas, sobre todo si se las compara con su peso la posibilidad de mecanizarse y procesarse (fabricación y obtención de diferentes elementos) la posibilidad de protegerse frente a la acción de diferentes agentes degradadores - y sobre todo por sus características estéticas que le confieren una especial belleza (MARTIN G, 2017 p. 1).

#### **1.5. Tolerancias.**

Diferencias permitidas en las maderas que no se encuentran en sus condiciones óptimas. Las tolerancias de las maderas aserradas pueden estar en sentido positivo (es decir, ser mejores que las óptimas), o en sentido negativo (ser inferiores a las óptimas), pero las diferencias no deben salir del rango o límites tolerables establecidos en las normas (INEN, 2011 p. 4).

#### **1.6. Defectos.**

Son irregularidades o imperfecciones de la madera que afectan las propiedades físicas y mecánicas determinando generalmente una limitación en su uso; normalmente reducen la resistencia mecánica y la rigidez de las piezas que están destinadas a cumplir una función estructural (INEN, 2011 p. 4).

## **1.7. Cortes Anatómicos de Madera.**

Para la obtención de cortes anatómicos en el micrótopo se requiere de una muestra de madera de 1 cm<sup>3</sup>. Es fundamental que en la muestra de madera estén bien orientados los tres planos de corte, o al menos el plano de corte sobre el cual nos interesa hacer el corte anatómico (INEN, 2011 p. 3).

### ***1.7.1. Corte longitudinal.***

Es toda aquella sección que resulta de cortar una madera en dirección paralela al eje del tronco, que a su vez puede estar orientado en dirección radial o tangencia (INEN, 2011 p. 3).

### ***1.7.2. Corte radial***

Es el resultado de un corte longitudinal paralelo a los radios y perpendicular a los radios de crecimiento (INEN, 2011 p. 3).

### ***1.7.3. Corte tangencial.***

Es el corte longitudinal tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular a los radios de crecimiento (INEN, 2011 p. 4).

### ***1.7.4. Corte transversal.***

Es toda aquella sección que resulta de cortar una pieza de madera en dirección perpendicular al eje del tronco (INEN, 2011 p. 4).

## **1.8. Características macroscópicas**

### ***1.8.1. Poros***

#### *1.8.1.1. Solitarios.*

Están aislados, separados unos de otros por elementos de otra categoría.

#### *1.8.1.2. Múltiples.*

Están unidos, comprimidos unos contra otros, en líneas paralelas a los radios.

Hasta cuatro poros por línea son múltiples cortos.

Agrupados o en racimos. Son poros reunidos en grupo, orientados en sentido tangencial y rodeado por elementos de otras categorías (BARAÑAO, et al, 2008 p. 19).

#### *1.8.1.3. En cadena.*

Estos poros están unidos en forma paralela a los radios, al igual que los múltiples, pero diferenciados de aquellos porque no están tan deformados o comprimidos entre sí (BARAÑAO, et al, 2008 p. 19).

De manera complementaria a la clase de poros que caracteriza una especie, se agrega tamaño y cantidad. En cuanto a tamaño se clasifican en poros pequeños o medianos o grandes y en lo que hace a cantidad, como numerosos, medianamente numerosos o escasos (BARAÑAO, et al, 2008 p. 19).

### ***1.8.2. Porosidad***

La clase de poro, el tamaño, la cantidad es una parte del reconocimiento necesario, pero hay que agregar cómo se ubican en el anillo de crecimiento, cómo se distribuyen, si hay algún orden para

ello. De esta manera aparecen otros dos dilemas: la porosidad y la disposición (BARAÑAO, et al, 2008 p. 22).

#### *1.8.2.1. Porosidad Circular.*

En este caso en la zona inicial del anillo se concentran poros de gran tamaño, de paredes delgadas, en gran cantidad, en franco contraste con el resto del anillo. Coincide con lo que se ha descrito como leño temprano (BARAÑAO, et al, 2008 p. 22).

#### *1.8.2.2. Porosidad Difusa.*

Es la contraposición al caso anterior. Los poros, de tamaño semejante, se distribuyen de manera uniforme en el anillo. No es fácil distinguir leño temprano de leño tardío por este carácter.

Porosidad semicircular. Es el complemento entre las anteriores, donde el tamaño y distribución de los poros es variable y donde se insinúa una leve concentración de poros en lo que se interpreta como leño temprano (BARAÑAO, et al, 2008 p. 22).

### **1.8.3. Parénquima**

#### *1.8.3.1. Parénquima axial*

Se observa con mayor nitidez en las caras transversales y aparece como un tejido más claro con respecto a los restantes. En algunas maderas también puede detectarse en los cortes tangenciales. Según rodee o no a los vasos se lo divide en parénquima axial paratraqueal (rodea los vasos) o parénquima apotraqueal (sólo llega a tener contacto con ellos en forma tangencial o está totalmente separado) (BARAÑAO, et al, 2008 p. 24).

#### *1.8.3.2. Parénquima paratraqueal (rodea los vasos)*

Vasicéntrico: Rodea al poro en forma completa, como si fuera un halo concéntrico. Puede ser vasicéntrico delgado o grueso (BARAÑAO, et al, 2008 p. 24).

Confluente: En este caso el parénquima rodea varios poros o grupos de poros a la vez y se distribuye en sentido tangencial. Puede ser confluente delgado o grueso (BARAÑAO, et al, 2008 p. 24).

Concéntrico: Las bandas de parénquima que rodean los vasos se han unido de tal manera que forman anillos concéntricos, angostos o gruesos, dando la imagen de anillos de crecimiento (BARAÑAO, et al, 2008 p. 24).

#### *1.8.3.3. Parénquima apotraqueal (no rodea los vasos)*

Difuso: El tejido parenquimatoso está distribuido de manera irregular. Muy difícil de ver con lente de mano.

Reticulado: Para imaginar este tipo de parénquima debe pensarse en una tela de araña. Los radios forman la estructura central y las uniones entre ellos, tangenciales, serían las porciones de parénquima (BARAÑAO, et al, 2008 p. 25).

Marginal: Es una banda de parénquima bien definida, no siempre visible a ojo desnudo, continuo o discontinuo a lo largo de toda la circunferencia, que demarca el anillo de crecimiento.

Bandeado: Aparecen líneas o bandas, a veces tienden a ser concéntricas, sinuosas por ir sorteando los poros y aparecen varias por anillo de crecimiento (BARAÑAO, et al, 2008 p. 26).

#### *1.8.3.4. Parénquima Radial*

Conforma los denominados radios, que pueden tener origen en la medula por lo que se conocen como radios medulares o bien originarse en un momento cualquiera a partir de la actividad del cambium y se definen simplemente como radios leñosos. Se los distingue como líneas más claras que se prolongan en todos los anillos de crecimiento y penetran en el floema (BARAÑAO, et al, 2008 p. 26).

Uniseriados (angostos): Son radios que están formados por una sola línea de células parenquimáticas visto en la cara transversal. Pueden ser a la vez altos o bajos, según la cantidad de células en sentido longitudinal (BARAÑAO, et al, 2008 p. 26).

Multiseriados (angostos): Son radios con más de una línea de células parenquimáticas.

Pueden ser también bajos o altos. (Anchos) son aquellos formados por muchas líneas de células visto en la cara transversal y como los anteriores, pueden ser altos o bajos en sentido longitudinal. Ambos tipos pueden agregar la condición de homogéneos o heterogéneos, según las diferencias que puedan tener o no entre sí las células que los componen (BARAÑAO, et al, 2008 p. 26).

### **1.9. Características macroscópicas**

La descripción macroscópica incluye la observación de ciertas características de la madera a simple vista o con ayuda de una lupa de 10x.

La estructura, el tamaño y la forma de los tejidos son diferentes en casi todas las especies maderables, por lo que cada especie de madera puede ser reconocida a nivel de trozas, madera aserrada y producto terminado (GONZALES M, 2008 p. 13).

Se denominan así a aquellos caracteres diagnósticos observables con lente o a simple vista. Son los siguientes: Color, olor, brillo grano textura veteado (GONZALES M, 2008 p. 13).

#### **1.9.1. Color**

El color es el carácter más evidente cuando observamos la madera. Esta se ve a la presencia de sustancias xilócromas (resinas, gomas, taninos) en el interior de las células.

Por lo general en las secciones transversales pueden observarse dos zonas bien delimitadas de colores diferentes. La albura es la parte externa que corresponde a la zona más nueva y el duramen que es más oscuro, se encuentra en la parte central. El color del duramen recién cortado es diferente del de la madera seca (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 22).

### **1.9.2. Olor**

El olor se debe a la presencia de sustancias oleicas volátiles (resinas, aceites esenciales). Debido a que este carácter es muy variable y las percepciones pueden diferir entre las personas, es preferible utilizarlo en las descripciones con cuidado y sólo en el sentido positivo (cuando está presente). Esta característica no es determinante, ya que su intensidad disminuye con el tiempo y la oxidación. El olor puede desaparecer en muestras antiguas por lo que es aconsejable pulir la superficie, o mojarla para volver a percibirlo (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 23).

La presencia de sustancias volátiles puede impedir o limitar el uso de las maderas y en otros casos revalorizarlas. Por ejemplo, en el laurel negro su olor desagradable limita su uso en exteriores. En cambio, en el “palo santo”, “lapacho”, “incienso” o “cedro”, estas sustancias aumentan el valor del leño por su aroma agradable (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 23).

Para algunos usos tales como cajonería en alimentos y frutas y combustible, la madera no debe tener ningún olor, por lo cual se utiliza el álamo. En el embalaje de tabaco se aprecia una madera aromática como el cedro (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 23).

Hay maderas que tienen saponinas en sus células y que al aserrarlas o trabajarlas desprenden un polvillo que irrita las mucosas nasales, además de un olor característico (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 23).

### **1.9.3. Brillo**

Es la propiedad de algunas maderas de reflejar la luz en las superficies longitudinales. El brillo se debe a los radios leñosos y a las fibras. El “radal”, “roble”, “peteribí”, “plátano”, etc. Presentan brillo tornasolado por poseer radios conspicuos. Hay especies cuyo leño se caracterizan por emitir reflejos luminosos que cambian de dirección. Por ejemplo: "viraró ", "palo santo", "casuarina", "tilo", “palo rosa”. Este es un carácter es- tético que aumenta el valor del leño (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 23).

#### ***1.9.4. Grano***

Es la dirección o alineamiento de los elementos longitudinales del leño, con relación al eje vertical del tronco, rollizo o pieza de madera. Se observa en superficies tangenciales y radiales obtenida por hendimiento. Se clasifican en 5 tipos básicos (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 23).

##### *1.9.4.1. Grano derecho*

Es uno de los tipos más comunes, se presenta en maderas cuyos elementos anatómicos verticales siguen una trayectoria paralela al eje vertical del árbol. Ej.: "pino paraná", "lenga" y "alerce". Son maderas fáciles de trabajar, de muy buen comportamiento en el secado, pero de menor probabilidad de obtención de veteados ornamentales (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 23).

##### *1.9.4.2. Grano oblicuo*

En este tipo de grano los elementos anatómicos se desvían de la dirección del eje vertical del árbol, formando un ángulo agudo como en "caldén" o el "lapacho". La torsión de las fibras puede ser a la derecha o a la izquierda según las especies y aún variar en un mismo árbol. Las maderas con este grano no producen veteados muy vistosos (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 23).

##### *1.9.4.3. Grano entrecruzado*

En este tipo de grano los elementos anatómicos presentan direcciones opuestas y alternas entre anillos de crecimiento contiguos o grupo de anillos. Las maderas con este grano son difíciles de trabajar (aserrar y cepillar). Ej.: "viraró", "quebracho colorado", "palo santo" (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 24).

#### *1.9.4.4. Grano crespo*

Los elementos anatómicos verticales se presentan regularmente sinuosos u ondulados y siguen direcciones variadas con respecto al eje longitudinal del tronco. Es el grano de mayor valor estético. Desde el punto de vista fisiológico puede deberse a una estructura con desarrollo anormal producto de: agallas, insectos, bacterias, hongos, incendios, heladas, etc.

En la sección radial hendida se observan sinuosidades transversales (grano crespo radial), que le dan el aspecto de una superficie corrugada. En superficies de hendimiento tangencial resulta plana con leves ondulaciones (grano crespo tangencial). Ej: *Eucaliptus globulos*, *Hellieta longifoliata* "canela de venado" (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 24).

#### *1.9.5. Textura*

Este carácter depende del tamaño de los elementos del leño y de la distribución de los mismos.

Está relacionado con la cantidad de "sustancia madera" presente, porque depende del tamaño de la célula y del espesor de la pared celular. En la textura influye el diámetro tangencial de los vasos o de las traqueidas, la abundancia, altura y ancho de los radios, la abundancia de parénquima, etc. (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 25).

#### *1.9.6. Veteado*

Veteado originado por la disposición de los elementos del leño.

Es el diseño o dibujo que producen los elementos constitutivos del leño en las superficies longitudinales pulidas. Este autor clasifica al veteado de acuerdo a la intensidad como liso, suave o intenso (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 25).

Los elementos cuyo tamaño y disposición tienen mayor importancia en la determinación de los veteados son los vasos y el parénquima longitudinal y radial (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 25).

Los poros solitarios o en agrupaciones reducidas originan figuras poco pronunciadas por ej. “quebracho blanco”. En cambio, cuando los vasos se reúnen en bandas tangenciales o radiales el dibujo es más notable. Cuanto más anchas sean dichas bandas, por ejemplo: más notorio es el vetado que producen (MOGLIA y GIMÉNES, 2014 p. 25).

### **1.10.Densidad**

Se separa un cubo de madera de 2 cm<sup>3</sup> y se tomó su peso en seco a temperatura ambiente mediante una balanza digital, luego el mismo cubo fue medido con el pie de rey en los siguientes lados (L\*A\*E) (VALLEJO y ZAMBRANO, 2011 p. 179).

Donde:

L= largo

A= ancho

E= espesor

Posteriormente se determinó la densidad utilizando la siguiente ecuación, establecida la densidad de cada especie se realizó una tabla, dependiendo la clase de cada madera:

$$\rho = m/v$$

Donde:

$\rho$  = Densidad

m= masa

v= volumen (medición de los lados (A\*L\*E)) (VALLEJO y ZAMBRANO, 2011 p. 179).

### **1.11.El pH.**

Es posible determinar la concentración de iones de Hidrógeno directamente, si el electrodo utilizado para tal fin es calibrado en términos de las concentraciones de iones de Hidrógeno. Una forma de hacer esto, que se ha utilizado ampliamente, es valorar una solución de concentración

conocida de un ácido fuerte con una solución de concentración conocida de base fuerte en presencia de una concentración relativamente alta de electrolito. Dado que se conocen las concentraciones del ácido y la base, es fácil calcular la concentración de iones de Hidrógeno de modo que el potencial medido se puede correlacionar con las concentraciones (VASQUÉZ y ROSAS, 2016 p. 14).

### **1.12. Tinciones.**

Es el proceso por el cual las moléculas de un colorante se adsorben a una superficie. El uso de colorantes permite cambiar el color de las células de los microorganismos y poder realizar la observación en microscopio óptico. Dado que las bacterias son casi incoloras, no presentan contraste con el medio en el cual se encuentran suspendidas y no pueden observarse claramente sin algún tratamiento previo. De acuerdo a la reacción que ocurre, existen diferentes tipos de tinción: (SANTAMBROSIO y ORTEGA, 2009 p. 2).

Tinción simple: El colorante utilizado sirve solo para denotar la morfología celular.

Tinción diferencial: El colorante utilizado pone de manifiesto diferencias entre células bacterianas o entre partes de una misma célula. Estas técnicas utilizan más de un colorante o bien ciertos reactivos complementarios para la tinción. Ejemplos: Tinción de Gram, Tinción de Ziehl-Neelsen, etc. (SANTAMBROSIO y ORTEGA, 2009 p. 3)

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. Lugar de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo en la hacienda de Gerardo Siquigua de la parroquia Tiputini, cantón Aguarico, provincia Orellana.

#### **2.2. Localización de sitio**

Altura: 205 – 215 msnm.

Coordenadas UTM del sitio, Zona 17S, Datum WGS 84:

Latitud: 1°65'45" Sur

Longitud: 78° 64'33" Oeste

#### **2.3. Condiciones climáticas**

El lugar donde se realizó el trabajo de integración curricular, presentó las siguientes condiciones climáticas.

Temperatura media anual: varía entre los: 23.0°C y 25.5 °C

Precipitación media anual: 1500 a 2000 mm

Humedad relativa: 86%

## **2.4. Clasificación ecológica**

BsTa01: Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2013 p. 177).

## **2.5. Materiales y equipos**

### ***2.5.1. Materiales de campo***

Botas

Cámara fotográfica

Cinta métrica

Fundas plásticas

Lápiz

Libreta de campo

Machete

Motosierra

Papel periódico

Prensa

### ***2.5.2. Equipos de oficina***

Celular (Cámara)

Computadora

Impresora

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

Cubos de madera cada especie de 2 x 2 x 2, guantes, mandil, pinzas de manipulación, papel absorbente, papel aluminio, placas porta y cubre objetos, nitrocelulosa (esmalte transparente), cajas Petri, marcador de vidrio, alcohol industrial, frascos de vidrio, agua destilada, autoclave, microscopio (Euromex iScopo series), micrótopo (tipo Spencer 820), tabla de Munsell, probeta (50 ml), tinciones y balanza digital.

## **2.6. Metodología**

### ***2.6.1. Factores en estudio***

Características dendrológicas de especies forestales comerciales

Características microscópicas de la madera:(parénquima, poros, radios)

Características macroscópicas de la madera: (color, olor, peso y dureza).

## **2.7. Identificar dendrológicamente las cuatro especies forestales comerciales en estudio (Para el cumplimiento del primer objetivo)**

### ***2.7.1. Recolección de las especies***

Para esta fase se debe obtener el permiso respectivo, emitido por el Ministerio del Ambiente, como ente de control.

Según (VERA M, 2019). Se realizó una georreferenciación del predio, para ello se utilizó un GPS (Garmin) para tomar las coordenadas de cada una de las especies con sus cuatros repeticiones respectivamente.

Según (VERA M, 2019). Luego se recolectó muestras herborizadas completas con hojas, flores, frutos y corteza de cada especie forestal comercial, colocando una etiqueta con su nombre común (Balsa, Laurel, Sangre de drago, Capirona) que se lo conoce en el sector.

Según (VERA M, 2019). Una vez obtenidas las muestras herborizadas de cada especie se debe colocar en papel periódico doblada a la mitad y encima colocamos papel absorbente y una capa más de cartón, tanto en la parte inferior como la superior y luego colocamos en la prensa y aseguramos con una cuerda, esto se debe repetir con cada especie a identificar para conseguir un mejor secado de las muestras, además se debe cambiar el periódico diariamente para evitar daños ocasionadas por hongos.

Según (AISALLA T, 2019). Las muestras adquiridas fueron llevadas al herbario de la ESPOCH, para su identificación a nivel de familia, género y especie; mediante la comparación de ejemplares testigo de las colecciones.

### **2.7.2. Montaje de las muestras**

Según (CARANQUI, 2011). Quiere decir pegar una muestra botánica con goma blanca en una cartulina (29 x 41 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.

## **2.8. Determinar las características microscópicas y macroscópicas de cuatro especies forestales comerciales (Para cumplir el segundo objetivo).**

### **2.8.1. Características microscópicas**

Para el estudio de las características microscópicas se obtendrá muestras de 30 cm de largo de las 4 especies

Según (COPANT 458, 1972). Para el estudio de las características anatómicas se deben realizar cubos de madera de 2 x 2 x 2 cm según las normas COPANT 458, de las cuatro especies.

Según (COVEÑA C, 2019). Se colocó los cubos en los frascos de vidrio y se añade agua destilada en volumen conocido hasta cubrir los cubos, posteriormente se coloca papel aluminio para tapar los frascos y después colocarlos en la autoclave, con temperatura 121°C por ciclo (una hora), cabe mencionar que hay especies que necesitan un solo ciclo (maderas blandas) y otras que requieren más de uno (maderas duras).

Según (COVEÑA C, 2019). Después se deben realizar los cortes (tangencial, radial y longitudinal) en el micrótopo (tipo Spencer 820) lo más delgadas posibles de cada muestra. Cada muestra obtenida es necesario colocarlas en los mismos frascos con el agua que salieron de la autoclave, para mantener la humedad, cabe señalar que mientras más muestras se obtiene es mejor para el estudio de las estructuras.

Posteriormente se debe colocar las tinciones en las cajas Petri (Safranina, Astra blue y La combinación de la Safranina/Astra blue), luego colocamos las láminas de madera obtenida de los cubos hasta que esté cubierta totalmente con la tinción (se debe realizar el mismo procedimiento con cada especie). Se debe dejar reposar las muestras en la tinción 10,20 y 30 segundos para que estas absorban la tinción, luego se retiran las muestras y se deja secar, luego se colocan en la placa portaobjetos y se debe fijarla él cubreobjetos con nitrocelulosa (esmalte transparente).

Por último, se debe observar en el microscopio (Euromex iScope series) cada una de las estructuras anatómicas la cantidad en la que se encuentran como: poros, parénquima, radio etc. Luego se debe tomar fotografías de las imágenes observadas con la cámara que esta incorporado en el microscopio.

### ***2.8.2. Análisis estadístico de las características microscópicas de las cuatro especies en estudio.***

Para el análisis estadístico es muy importante tener 4 repeticiones por cada especie forestal en estudio. Con el fin de generar tablas comparativas entre las especies y poder realizar un análisis de varianza.

Se tomaron en cuenta las imágenes del microscopio (Euromex iScope series) en el corte transversal tomando la cantidad de poros que se lograron observar en el corte y realizando un conteo de los mismos para luego medir el diámetro de los poros con el programa ImageFocus.

Se realizó una tabla de datos con los diámetros de los poros solitarios con las cuatro repeticiones y las 4 especies en estudio. También se realizó una tabla de datos con los diámetros de los poros múltiples con las cuatro repeticiones de cada especie.

Realizamos una tabla de datos con la cantidad de poros solitarios y múltiples de las cuatro repeticiones con las cuatro especies en estudio.

Se utilizó el programa de Excel con el complemento de Real estadístico, por lo cual se aplicó una prueba de Tukey según el diámetro y la cantidad de poros de las cuatro especies. Y para la calidad de imagen se realizó un análisis de correspondencia.

### ***2.8.3. Características macroscópicas***

Según (COPANT 458, 1972). Para esta parte es importante tener muestras de madera con las siguientes dimensiones de 15 x 9 x 2 cm para realizar el análisis de las características con los sentidos (tacto, vista, gusto, olfato), de acuerdo a las normas COPANT 458

Según (VERA M, 2019). Las características macroscópicas a observar en las muestras se deben utilizar los sentidos, es decir son apreciables a simple vista, estas características son: color, olor, brillo y veteado. Para determinar el color se utilizó la tabla de Munsell.

### ***2.8.4. Densidad***

Se separa un cubo de madera de 2 cm<sup>3</sup> y se tomó su peso en seco a temperatura ambiente mediante una balanza digital, luego el mismo cubo fue medido con el pie de rey en los siguientes lados (L\*A\*E) (VALLEJO y ZAMBRANO, 2011 p. 179).

Donde:

L= largo

A= ancho

E= espesor

Posteriormente se determinó la densidad utilizando la siguiente ecuación, establecida la densidad de cada especie se realizó una tabla, dependiendo la clase de cada madera:

$$\rho = m/v$$

Donde:

$\rho$  = Densidad

m= masa

v= volumen (medición de los lados (A\*L\*E)) (VALLEJO y ZAMBRANO, 2011 p. 179).

### 2.8.5. Determinación del potencial de hidrogeno (pH)

Para determinar el pH se obtuvo aserrín fresco de la madera de cada especie, luego se pesó en una balanza digital 20 gramos de aserrín y se ubicó en vasos estériles. Seguidamente, se colocó agua destilada con una probeta con un volumen conocido, se agitó hasta formar una solución homogénea, se dejó reposar durante una hora y posteriormente se tomó la medición con un pH metro, donde se obtuvo la medida exacta del valor de pH de la solución de cada especie-

**Tabla 1-2:** Cantidad de sustrato y agua destilada que se utilizó para medir el pH de las cuatro especies forestales comerciales en estudio.

Especie	Sustrato(gr)	Agua destilada(ml)	Relación
Balsa	20	200	10:1
Laurel	20	100	5:1
Sangre de Drago	20	100	5:1
Capirona	20	100	5:1

Realizado por: Abarca Abarca, Humberto, 2022

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE ANALISIS E INTERPRESCION DE RESULTADOS.

#### 3.1. Para cumplir el primer objetivo: Identificar dendrológicamente las cuatro especies forestales comerciales en estudio.

Las especies forestales comerciales en estudio son conocidas en la parroquia Tiputini por su nombre común como: balsa, laurel, sangre drago. y capirona. A continuación, se detallan las cuatro especies en estudio con su nombre científico que fueron identificadas en el herbario de la ESPOCH

**Tabla 1-3:** Identificación dendrológicas de las cuatro especies forestales comerciales en estudio.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale (Cav.Ex Lam) Urban</i>	balsa
Boraginacea	<i>Cordia alliodora (Ruiz &amp;pav) Oken</i>	laurel
Miristicacea	<i>Virola sp.</i>	sangre de drago
Rubiacea	<i>Calycophyllum spruceanum (Benth.) Hook</i>	capirona

Realizado por: Abarca Abarca, Humberto, 2022

De las especies en estudio se identificaron en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo las especies *Ochroma pyramidale (Cav.Ex Lam) Urban*, *Cordia alliodora (Ruiz &pav) Oken*, *Virola sp.*, *Calycophyllum spruceanum (Benth.) Hook*.

## 3.2. Descripción botánica

### 3.2.1. *Ochroma pyramidale* (Cav.Ex Lam) Urban (balsa)

Árbol perennifolio, de 15 a 35 m de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 20 a 60 cm. Copa ancha, abierta, redondeada o irregular. Hojas dispuestas en espiral, simples; láminas de 13 por 13 a 35 por 35 cm, grandes, casi redondas, acorazonadas, margen entero; nervios principales 7 a 9, muy prominentes en el envés, pecíolo café rojo. Tronco recto y cilíndrico, con raíces tubulares pequeñas en los troncos grandes (contrafuertes). Pocas ramas gruesas ascendentes, extendidas y distanciadas. Corteza. Externa lisa con algunas cicatrices lineares protuberantes, parda a pardo grisácea, con lenticelas pequeñas, suberificadas y protuberantes. Interna de color crema amarillento a rosado, cambiando a pardo rosado, fibrosa. Grosor total: 8 a 12 mm. Flores grandes, solitarias, axilares, sobre pedúnculos hasta de 20 cm de largo; ligeramente perfumadas, actinomorfas, de 10 a 17 cm de largo; cáliz rojo a guinda; pétalos amarillos pálidos con los bordes rojizos. Cápsulas de 15 a 25 cm de largo por 3 a 5 cm de ancho, verdosas semileñosas, negras cuando maduran, alargadas, con 8 a 10 costillas longitudinales prominentes, muestran ranuras y están divididas en 5 partes; conteniendo de 500 a 800 semillas elongadas muy pequeñas, de 2.5 a 4 mm de largo por 1 a 1.5 de ancho, que presentan un extremo acuminado, son muy ligeras, morenas, opacas, rodeadas por un abundante vello sedoso de color café amarillento.

### 3.2.2. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken (laurel)

Árbol caducifolio, de 25 a 40 m de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 90 cm. Copa muy pequeña, estrecha y abierta lo cual permite el paso de mucha luz. Hojas alternas, simples; láminas de 4.5 a 17 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho, ovado-lanceoladas, elípticas u oblongas, margen entero; entrenudos engrosados y huecos, ocupados por hormigas. Las hojas despiden un olor a ajo al estrujarse. Tronco de forma un cilindro (fuste) muy recto, algunas veces con contrafuertes basales, delgados. Ramas ascendentes y extendidas, verticiladas en la parte superior. Corteza externa finamente fisurada, pardo grisáceo a pardo amarillenta. Interna amarilla clara, cambiando a pardo oscuro rápidamente, laminada y fibrosa. Exuda una savia incolora con un ligero olor a ajo. Grosor total: 8 a 15 mm. Flor(es). En panículas axilares o terminales vistosas, de 5 a 15 cm de largo. Flores sésiles o sobre pedicelos, blanco verdusco, de aroma agradable y sumamente dulce, actinomorfas, de 1.2 a 1.5 cm de diámetro. Las flores abren por la noche. Fruto nuececilla (drupa) de 2 a 3 cm de largo por 3 a 4 cm de ancho, con todas las partes florales

persistentes, los pétalos convertidos en alas papiráceas, cafés claros a grisáceos, pequeños redondos, dispuestos en racimos. Con una semilla por fruto. Semillas de 4 a 13 mm de largo por 4 a 9 mm de ancho, blancas, turbinadas. Raíz. Los tipos de enraizamiento en esta especie son bastante variables. En algunos ambientes el sistema radical es extenso y superficial, pudiendo competir seriamente con los cultivos agrícolas adyacentes; en otros casos es profundo y extenso, a veces con una raíz central profunda.

### **3.2.3. *Virola sp. (sangre de drago)***

Árbol de copa amplia, que alcanza los 10 a 20 m de altura. Raíz en forma cilíndrica cónica, axomorfa, con la raíz principal más desarrollada que las secundarias, peridermis constituidas por súber o corcho. La corteza externa del tallo posee abundantes lenticelas y el látex que presenta es de color rojo oscuro. Hojas simples con dos glándulas en la base, alternas, a veces opuestas de 12-20 cm de largo por 5 - 14 cm de ancho, las hojas más tiernas de color blanco-rojizo y con abundante indumento, tomentosa en ambos lados, glabrescente y estelado. Inflorescencia terminal en racimos laxos. Fruto capsular globoso de 3 mm de largo por 4,5 mm de ancho. Semillas lisas con carúncula y endospermo oleaginoso.

### **3.2.4. *Calycophyllum spruceanum (Benth.) Hook capirona***

Árbol de 15 a 27 m, de tronco recto y ramificado, de copa heterogénea, corteza de color marrón o verde petróleo brillante. Hojas oblongas u ovado oblongas de 9 a 17 cm de longitud, simples, opuestas, pecioladas, penninervadas. Inflorescencias terminales cimosas. Flores pequeñas, blancas, bisexuales y aromáticas. Fruto cápsula oblonga de 8 a 11 mm de longitud. Semillas comprimidas angulosas y aladas en ambos extremos, con endosperma carnoso.

**3.3. Para cumplir el segundo objetivo: Determinar las características microscópicas y macroscópicas de las cuatro especies forestales comerciales.**

**3.3.1. Ablandamiento de las maderas en la autoclave con diferentes tiempos de ciclos.**

Para realizar el ablandamiento de las maderas se utilizó la autoclave a una temperatura de 121 °C y 1.1 atm. A continuación, se detallan los tiempos por ciclos de cada una de las especies.

**Tabla 2-3:** Ciclos de ablandamiento por cada una de las especies en estudio forestales comerciales en estudio.

<b>Especies</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Dureza</b>
<i>Ochroma pyramidale</i>	1	21 min	Blanda
<i>Cordia alliodora</i>	4	84 min	Semiduras
<i>Virola sp.</i>	7	147 min	Semiduras
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	15	295 min	Duras

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022

Cuando las especies completaron cada uno de sus tiempos de ablandamientos se procedió a realizar los cortes histológicos en el micrótopo, obteniendo cada uno de los cortes tanto transversal, tangencial y radial de buena calidad las cuales permanecieron sumergidas en agua destilada para que mantengan la humedad, posteriormente cada uno de los cortes fueron colocados con tinciones Safranina, Astra blue y una combinada de Safranina/Astra blue.

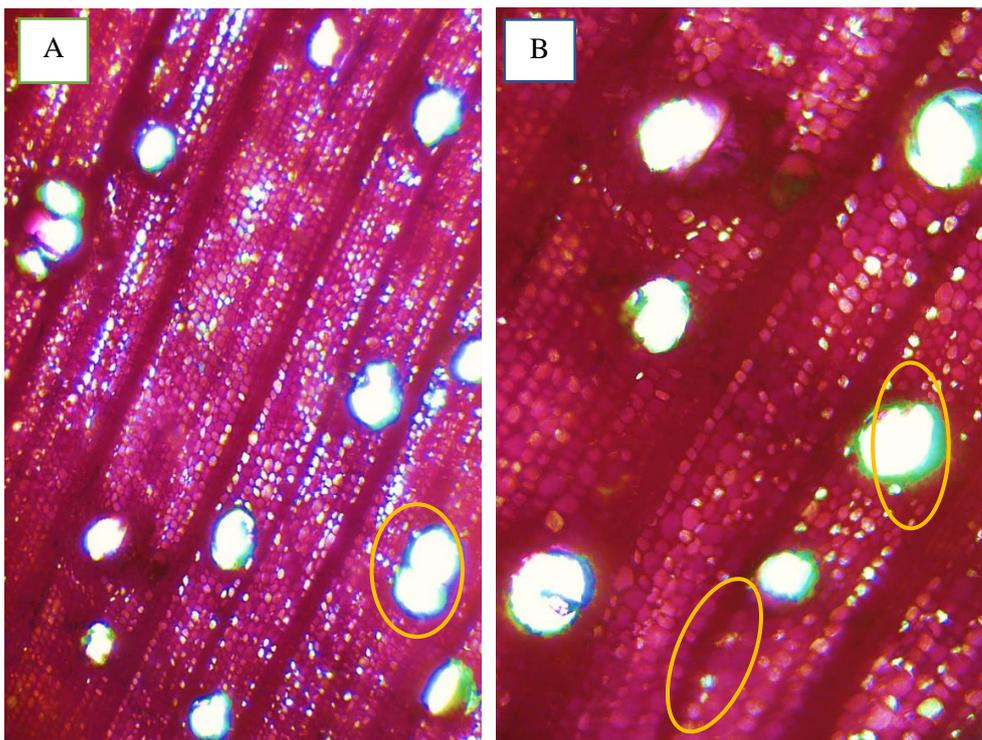
### 3.3.2. Características microscópicas

#### 3.3.2.1. *Ochroma pyramidale* (balsa)

Para observar las estructuras anatómicas de *Ochroma pyramidale*, se utilizó el tinte de Safranina, con un tiempo de 20s.

Corte transversal

En esta sección se pueden observar en su gran mayoría poros solitarios, con escasos poros múltiples de dos, porosidad difusa, el tamaño de los poros grandes, la disposición patrón no definido, parénquima paratraqueal vasicéntrico y confluyente, fibras con paredes delgadas, radios finos y gruesos no estratificados, visibles a simple vista.



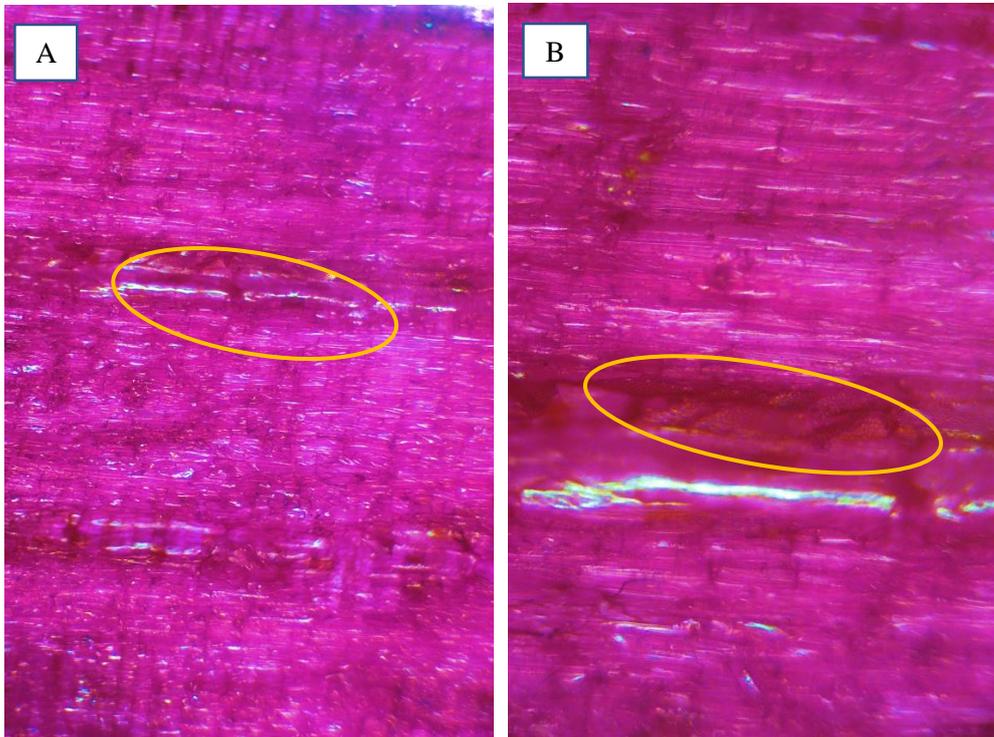
**Ilustración 1-3:** Corte transversal de *Ochroma pyramidale* (balsa).

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

A. Observado con el lente óptico de 4x, poros grandes solitarios en su mayoría, escasos múltiples de dos. B. Radios finos y gruesos. Con fibras de paredes delgadas y parénquima paratraqueal vasicéntrico y parénquima confluyente.

### Corte tangencial

En esta sección se pueden observar radios multiseriados y biseriados, presencia del vaso con pateaduras y células envolventes en los radios.



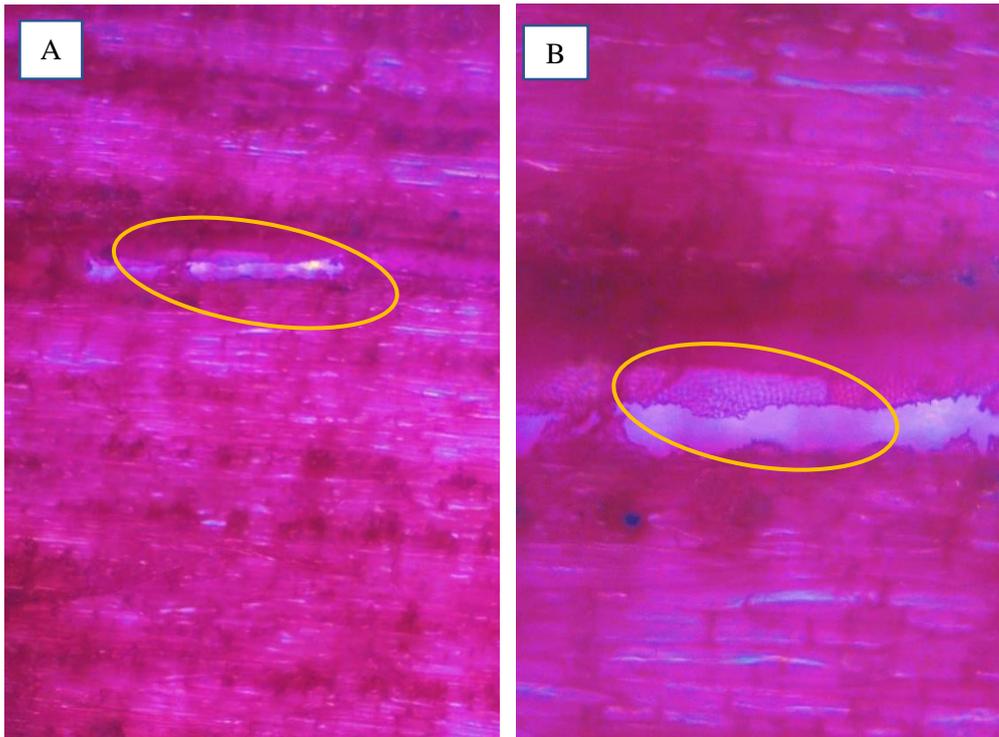
**Ilustración 2-3:** Corte tangencial de *Ochroma pyramidale* (balsa).

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

A. Observado con lente de 4X, presencia de radios multiseriados y biseriados. B. Observado con lente de 10X, radios Uniseriados con presencia de células envolventes, presencia del miembro del vaso con punteaduras ornadas.

### Corte radial

En esta sección se pueden observar radios homocelulares, con Células parenquimáticas bien definidas de tipo baldosa interceptadas por las fibras. Se puede observar raramente el vaso lleno de punteaduras ornadas pequeñas



**Ilustración 3-3:** Corte radical de *Ochroma pyramidale* (balsa).

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

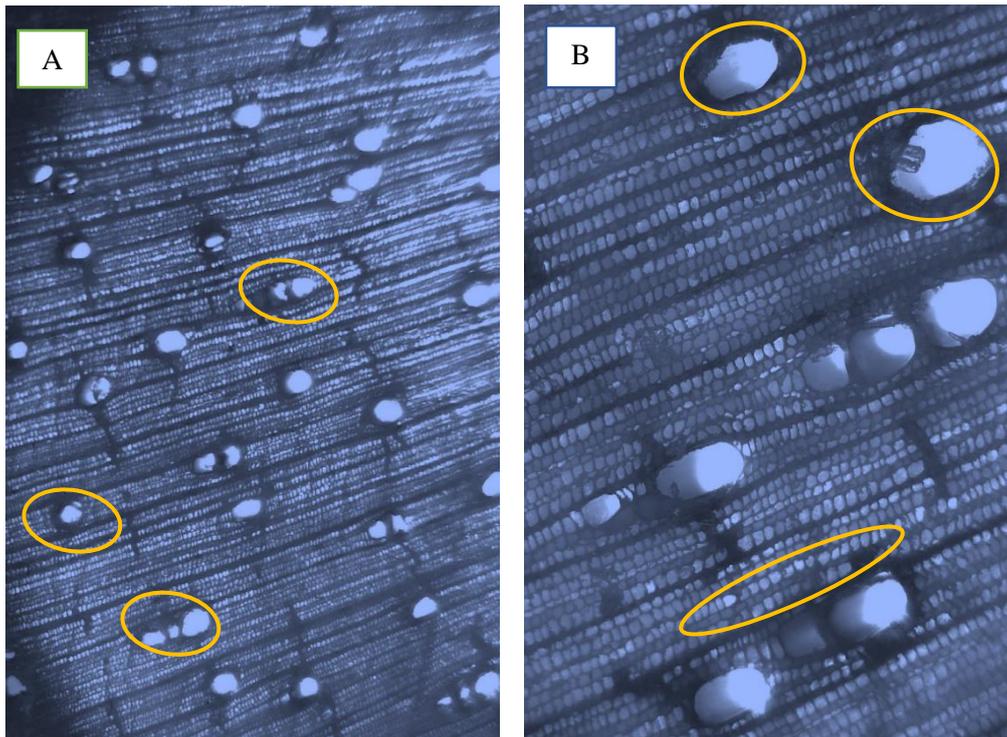
A. Observado con lente de 4X, se puede observar radios homocelulares. B. Observado con lente de 10X, células parenquimáticas tipo baldosa, el vaso de lleno punteaduras ornadas.

### 3.3.2.2. *Cordia alliodora* (laurel)

Para observar las estructuras anatómicas de *Cordia alliodora* (laurel) se utilizó el tinte de Astra blue con un tiempo de 10s

#### Corte transversal

En esta sección se pueden observar en su gran mayoría poros solitarios y múltiples de 2 a 3, muy pocos múltiples de 4. Porosidad semicircular, parénquima paratraqueal vasicéntrico y parénquima paratraqueal unilateral, presenta radios no estratificados que se pueden observar a simple vista



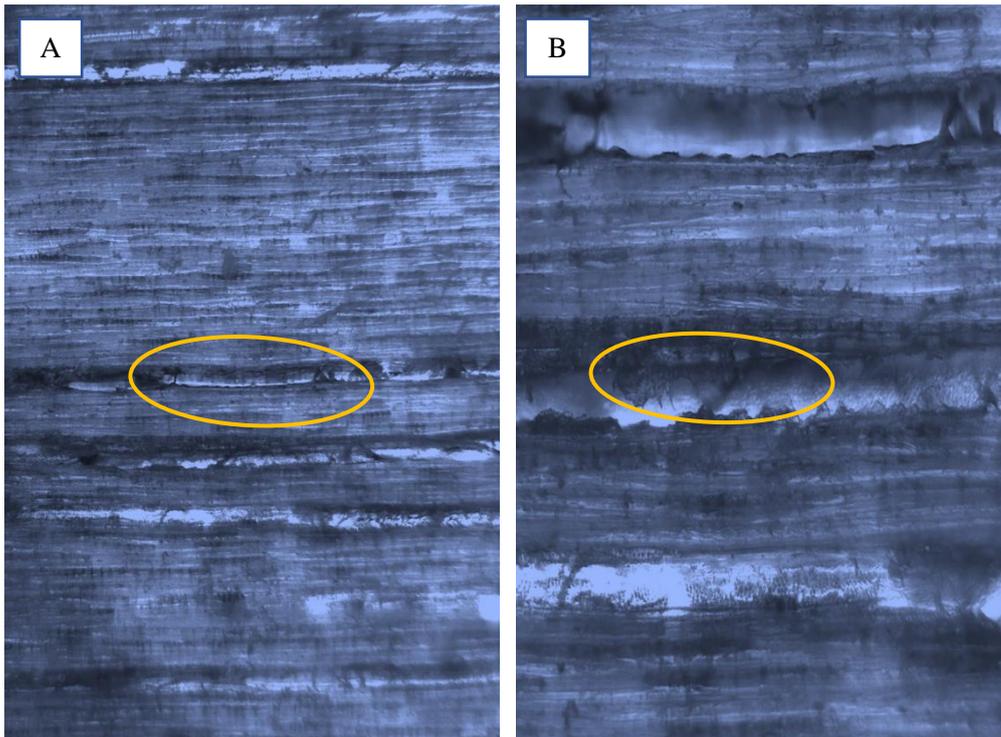
**Ilustración 4-3:** Corte transversal de *Cordia alliodora* (laurel).

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

A. Observado con el lente óptico de 4x, poros solitarios, poros múltiples de 2 y 3, B. Observado con el lente óptico de 10x, parénquima paratraqueal unilateral, presenta radios no estratificados.

Corte tangencial

En esta sección se pueden visualizar el campo de intersección con células parenquimáticas y miembros vasculares como punteaduras y fibras



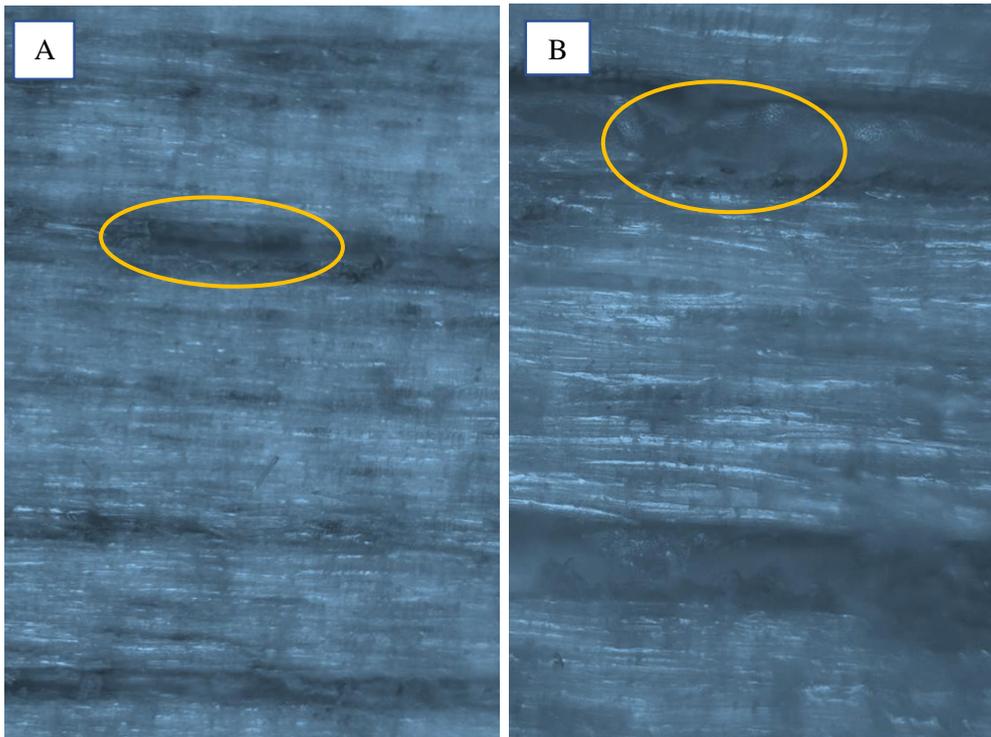
**Ilustración 5-3:** Corte tangencial de *Cordia alliodora* (laurel).

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

A. Observado con lente de 4X, células vasculares con células septadas, vaso entrecruzado con células septadas, B. Observado con lente de 10X, radios parenquimáticos, radios multiseriados

Corte radial

En esta sección se pueden visualizar el campo de intersección con células parenquimáticas y miembros vasculares como punteaduras y fibras.



**Ilustración 6-3:** Corte radial de *Cordia alliodora* (laurel).

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

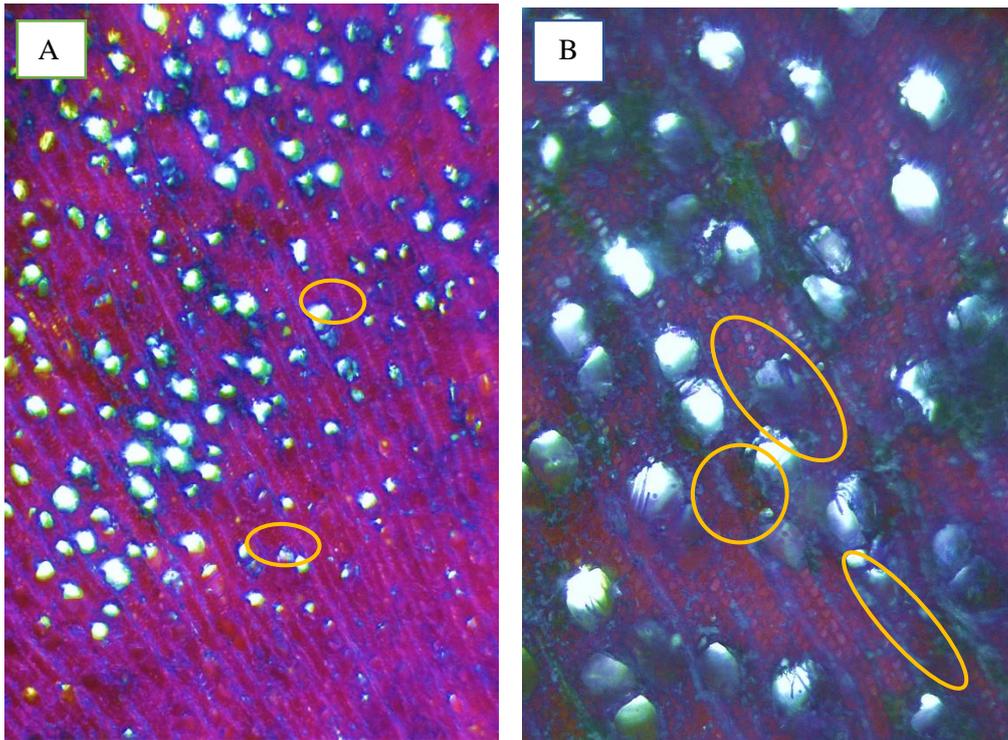
A. Observado con lente de 4X, se puede observar radios homocelulares. B. Observado con lente de 10X, células parenquimáticas tipo baldosa, el vaso de lleno punteaduras ornadas.

### 3.3.2.3. *Virola sp.* (sangre de drago)

Para observar las estructuras anatómicas de *Virola sp.* (sangre de drago) se utilizó Safranina/ Astra Blue en contracciones de 5:5, durante 10s.

#### Corte transversal

En esta sección se pueden observar en su gran mayoría poros solitarios y múltiples de 2 a 3, porosidad difusa, disposición no definida, radios visibles no estratificados. Fibras con paredes medianas., presencia de látex rojizo.



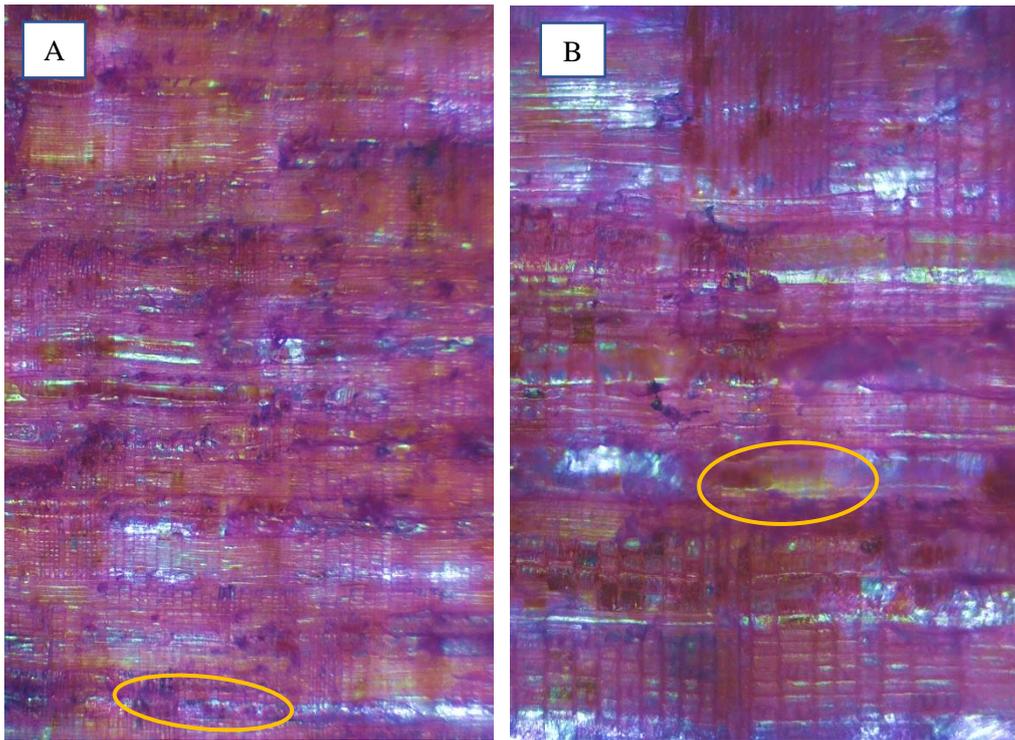
**Ilustración 7-3:** Corte transversal de *Virola sp.* (sangre de drago).

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

A. Observado con el lente óptico de 4x, poros solitarios, poros múltiples de 2 y 3. B. Observado con el lente óptico de 10x, parénquima paratraqueal vasicéntrico y parénquima paratraqueal unilateral, presenta radios no estratificados que se pueden observar a simple vista

#### Corte tangencial

En esta sección se pueden visualizar el campo de intersección con células parenquimáticas y miembros vasculares como punteaduras y fibras



**Ilustración 8-3:** Corte tangencial de *Virola sp.* (sangre de drago).

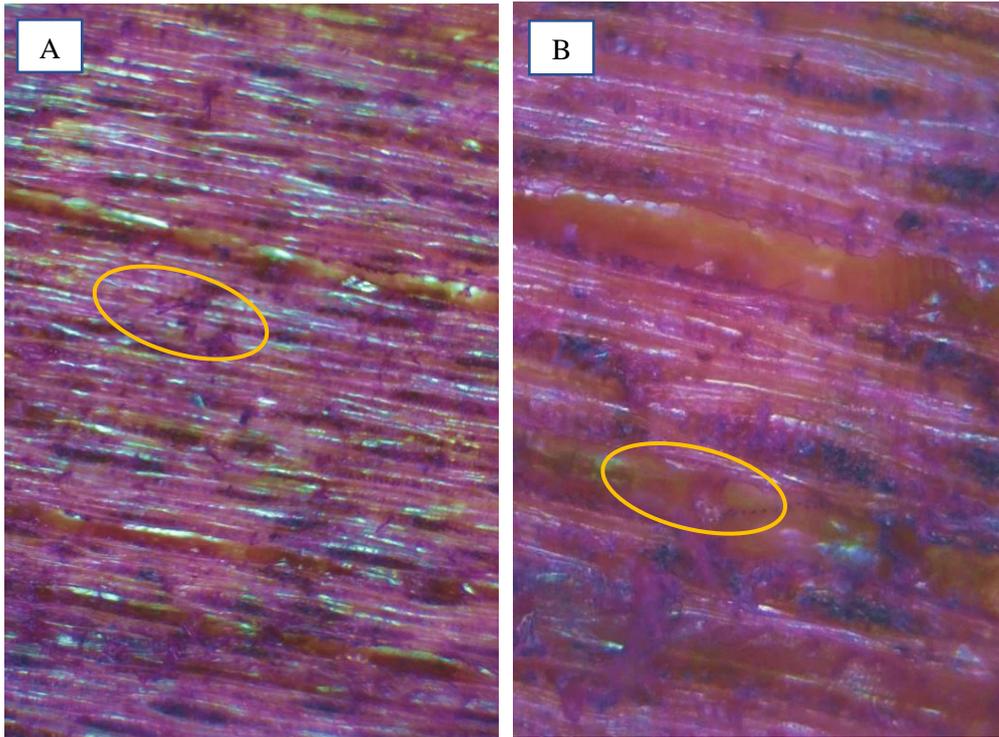
**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

A. Observado con lente de 4X, se pueden observar radios hetero celulares con fibras no septadas.

B. Observado con lente de 10X, se pueden notar los radios con células envolventes, se nota el miembro del vaso con punteaduras aeroladas en su interior, presencia de látex rojizo.

#### Corte radial

En esta sección se pueden visualizar radios hetero celulares, fibras no septadas, radios con paredes divisorias. Células parenquimáticas bien definidas.



**Ilustración 9-3:** Corte radial de *Virola sp.* (sangre de drago).

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

A. Observado con lente de 4X, se pueden observar radios hetero celulares con fibras no septadas.

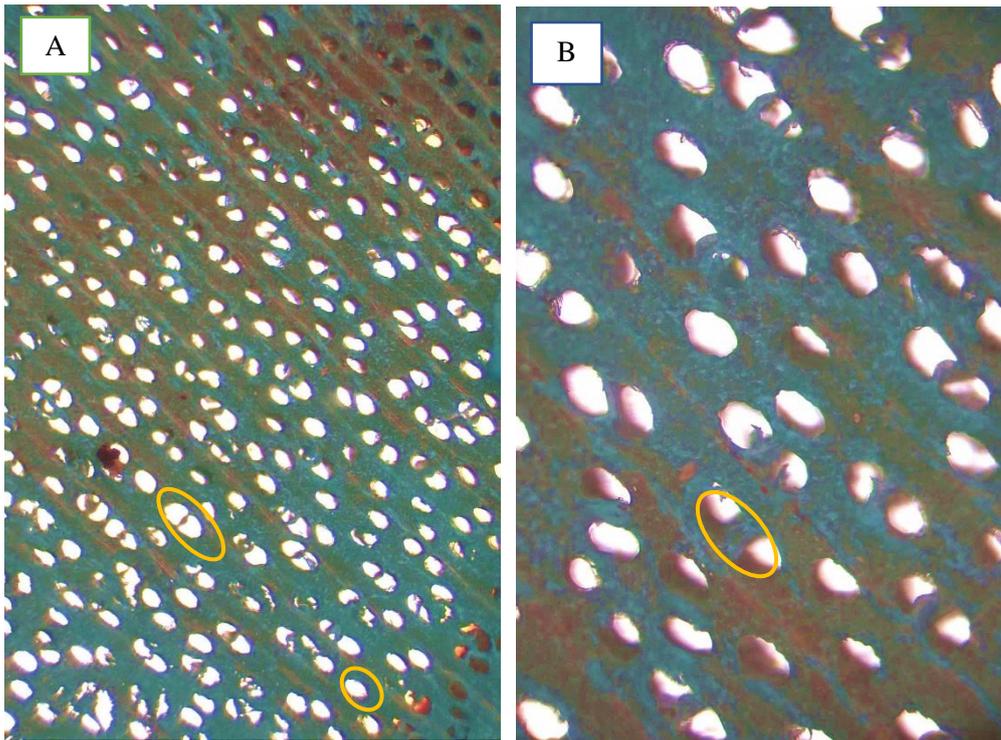
B. Observado con lente de 10X, se puede notar claramente las células parenquimáticas bien definidas, los radios con paredes divisorias que no se han formado completamente

#### 3.3.2.4. *Calycophyllum spruceanum* (capirona)

Para observar las estructuras de anatómicas de *Calycophyllum spruceanum*, se utilizó el tinte de Astra Blue con un tiempo de 10s.

Corte transversal

En esta sección se pueden observar en su gran mayoría poros solitarios y múltiples de 2 a 3, es Paratraqueal vasicéntrico, los radios no estratificados, fibras libriformes.



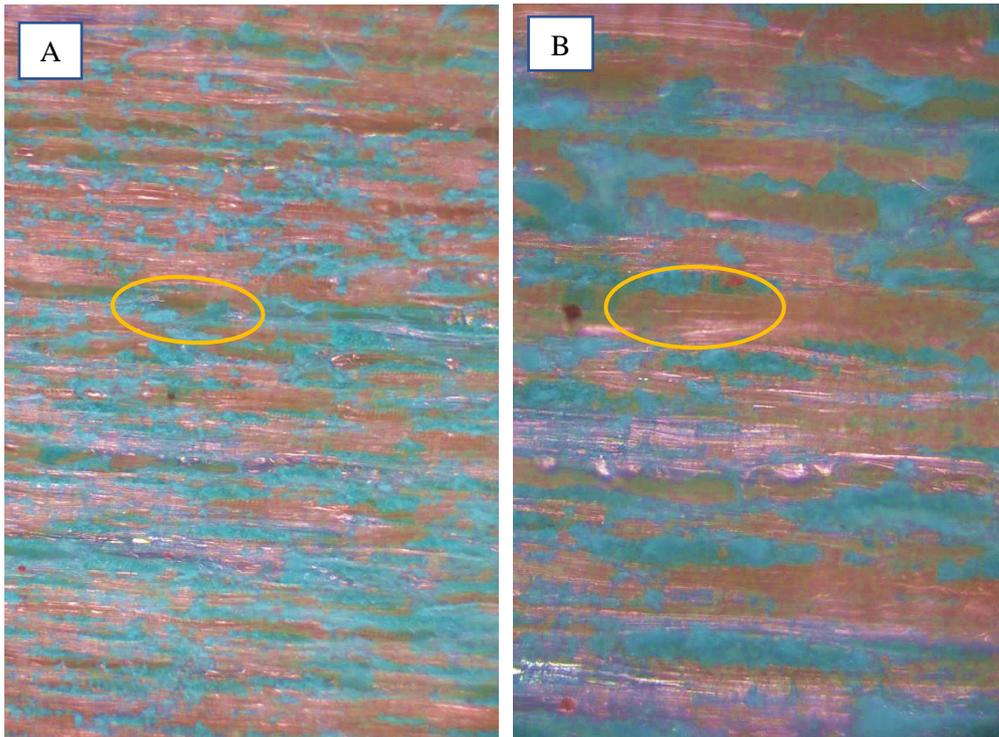
**Ilustración 10-3:** Corte transversal *Calycophyllum spruceanum* (capirona)

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

A. Observado con el lente óptico de 4x, poros solitarios, poros múltiples de 2 y 3. B. Observado con el lente óptico de 10x, parénquima vasicéntrico, presenta radios no estratificados.

Corte tangencial

En esta sección se pueden visualizar radios heterogéneos y Multiseriados y Elementos vascular con punteaduras intravasculares.



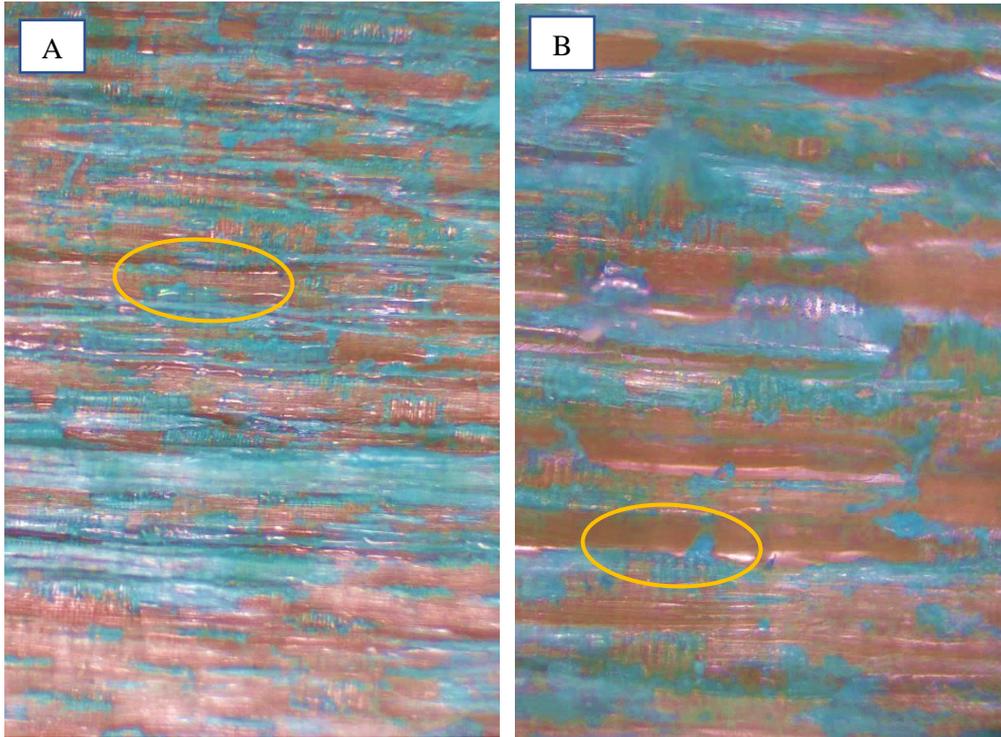
**Ilustración 11-3:** Corte tangencial *Calycophyllum spruceanum* (capirona)

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

A. Observado con lente de 4X, se pueden observar. radios no estratificados. B. Observado con lente de 10X, radios parenquimáticos Multiseriados y elementos vasculares con punteaduras intravasculares.

Corte radial

En esta sección se pueden se visualizar células parenquimáticas, células parenquimáticas interceptadas por las fibras.



**Ilustración 12-3:** Corte radial *Calycophyllum spruceanum* (capirona)

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

A. Observado con lente de 4X, elementos vasculares con punteaduras intravasculares. B. Observado con lente de 10X, células parenquimáticas interceptadas, fibras libriformes.

**Tabla 3-3:** Resumen de las características microscópicas de las cuatro especies forestales comerciales en estudio.

<b>Características</b>	<i>Ochroma pyramidale</i>	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Virola sp.</i>	<i>Calycophyllum spruceanum</i>
<b>Poros</b>	Poros solitarios, con escasos poros múltiples de 2.	Poros solitarios y múltiples de 2 a 3, muy pocos múltiples de 4	Poros solitarios y múltiples de 2 a 3	Poros solitarios y múltiples de 2 a 3,
<b>Tamaño del poro solitarios</b>	Grande	Grande	Medianos	Pequeños y muy números
<b>Tamaño del poro múltiples</b>	Grande	Grande	Medianos	Pequeños y muy números
<b>Parénquima</b>	Paratraqueal vasicéntrico y confluyente	Parénquima paratraqueal vasicéntrico y parénquima paratraqueal unilateral,	Parénquima paratraqueal vasicéntrico y parénquima paratraqueal unilateral	Paratraqueal vasicéntrico
<b>Radios</b>	Radios finos y gruesos no estratificados,	Visibles a simple vista	Radios visibles no estratificados	No estratificados
<b>Porosidad</b>	Porosidad difusa	Porosidad semicircular	Porosidad difusa,	Porosidad difusa,
<b>Disposición</b>	No definido	No definido	No definida	No definida

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

**Tabla 4-3:** Características de las especies estudiadas según el tipo y cantidad de poros de cuatro especies forestales comerciales en estudio.

Especie	numero poros solitarios	numero	numero	numero	Total de poros	Tamaño de poro
		poros múltiplos 2	poros múltiplos 3	poros múltiplos 4		
<i>Ochroma pyramidale</i>	4	2	0	0	6	Grande
<i>Cordia alliodora</i>	4	2	1	1	8	Grande
<i>Virola sp.</i>	12	10	4	0	26	Mediano
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	16	8	4	0	28	Pequeños y muy números

Realizado por: Abarca Abarca, Humberto, 2022.

De acuerdo características que tienen en cada especie se pudo determinar que existen poros grandes y pequeños. *Ochroma pyramidale* (balsa) y *Cordia alliodora* (laurel) son especies que presentan los poros más grandes y la menor cantidad. Mientras que *Virola sp.* (sangre de drago) *Calycophyllum spruceanum* (capirona) presentan la mayor cantidad de poros, pero tiene poros pequeños.

### 3.3.3. Análisis estadístico de las características anatómicas

Se trabajó en el programa de Excel con el complemento de Real estadístico; primero se seleccionaron los datos de los poros solitarios y múltiples, y se efectuó el análisis de varianza y se observó que existen diferencias significativas en los datos, respecto a las especies. A continuación, se realizó la prueba la prueba de Tukey para comparar los datos de cada especie.

### 3.3.3.1. Diámetro de los poros

**Tabla 5-3:** Diámetro de los poros solitarios de las cuatro especies forestales comerciales en estudio (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ )

Especies	Medias	N	E, E	
<i>Ochroma pyramidale</i>	150,3	4	600,8	A
<i>Cordia alliodora</i>	127,8	4	22,8	A
<i>Virola sp.</i>	51,3	4	348,8	B
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	65,5	4	873	B

Realizado por: Abarca Abarca, Humberto, 2022.

Según la prueba de Tukey, de acuerdo al Diámetro de los poros solitarios se observó dos categorías (A y B), donde *Ochroma pyramidale* (balsa) con una media de 150,3 de diámetro de poros y *Cordia alliodora* (laurel) con una media de 127,8 de diámetro de poros, pertenecen a la misma categoría (A). Mientras que *Virola sp.* (sangre de drago) con una media de 51,3 de diámetro de poros y *Calycophyllum spruceanum* (capirona) con una media de 65,5 de diámetro de poros, pertenecen a la misma categoría (B), las especies que se encuentran en la misma categoría no presentan diferencias significativas, pero si son significativamente diferentes entre las dos categorías.

**Tabla 6-3:** Diámetro de los poros múltiples de las cuatro especies forestales comerciales en estudio (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ )

Especies	Medias	n	E, E	
<i>Ochroma pyramidale</i>	122,5	4	78	A
<i>Cordia alliodora</i>	70,5	4	1114,2	A
<i>Virola sp.</i>	51,8	4	282,6	B
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	62,2	4	180,1	B

Realizado por: Abarca Abarca, Humberto, 2022

Según la prueba de Tukey, de acuerdo al perímetro de los poros solitarios se observó dos categorías (A y B), donde *Ochroma pyramidale* (balsa) con una media de 122,5 de diámetro de poros y *Cordia alliodora* (laurel) con una media de 70,5 de diámetro de poros, pertenecen a la misma categoría (A). Mientras que *Virola sp.* (sangre de drago) con una media de 51,8 de diámetro de poros *Calycophyllum spruceanum* (capirona) con una media de 62,2 de diámetro de

poros, poseen a la misma categoría (B), las especies que se encuentran en la misma categoría no presentan diferencias significativas, pero si son significativamente diferentes entre las dos categorías

### 3.3.3.2. Cantidad de poros

**Tabla 7-3:** Número de los poros solitarios de las cuatro especies forestales comerciales en estudio (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ )

Espece	Media	n	E. E	
<i>Ochroma pyramidale</i>	4	4	10	A
<i>Cordia alliodora</i>	4	4	6	A
<i>Virola sp.</i>	14,3	4	18,8	B
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	13,5	4	101	B

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022

Según la prueba de Tukey, de acuerdo al perímetro de los poros solitarios se observó dos categorías (A y B), donde *Ochroma pyramidale* (balsa) con una media de 4 poros y *Cordia alliodora* ( laurel) con una media de 4 poros , pertenecen a la misma categoría (A), mientras que *Virola sp.*(sangre de drago) con una media de 14,3 poros y *Calycophyllum spruceanum* (capirona) con una media de 13,5 poros comparte la misma categoría (B), las especies que se encuentran en las misma categoría no presentan diferencia significativas, pero si son significativamente diferentes entre las dos categorías

**Tabla 8-3:** Número de los poros múltiples de las cuatro especies forestales comerciales en estudio (Tukey,  $p \leq 0,05\%$ ).

Especie	Medias	n	E. E		
<i>Ochroma pyramidale</i>	1,5	4	1	A	
<i>Cordia alliodora</i>	3	4	4	A	
<i>Virola sp.</i>	4,5	4	9	A	B
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	9	4	36		B

Realizado por: Abarca Abarca, Humberto, 2022.

Según la prueba de Tukey, de acuerdo al número de los poros múltiples se observó dos categorías (A y B), donde *Ochroma pyramidale* (balsa) con una media de 1,5 poros, pertenece a la categoría (A), mientras que *Cordia alliodora* (Laurel) con una media de 3 poros y *Virola sp.* (Sangre de drago) con una media de 4,5 poros, comparten las mismas categorías (A y B) y *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) con una media de 9 poros, se encuentra en la categoría (B), las especies que se encuentran en las misma categoría no presentan diferencia significativas, pero si son significativamente diferentes entre las dos categorías

### 3.3.4. Características macroscópicas

#### 3.3.4.1. *Ochroma pyramidale*

La especie presenta un tronco cilíndrico muy recto con corteza gris, lisa con pequeñas lenticelas. Según la tabla de Munsell el color la madera de la albura es gris claro 2,5 Y 8/1, grano entrecruzado, textura media, el veteado es jaspeado, olor ausente y sabor ausente.



**Ilustracion 13-3:** *Ochroma pyramidale* (Cav.Ex Lam) Urban (balsa), corteza

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustracion 14-3:** *Ochroma pyramidale* (Cav.Ex Lam) Urban (balsa), corte transversal

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustracion 15-3:** *Ochroma pyramidale* (Cav.Ex Lam) Urban (balsa), corte tangencial

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustracion 16-3:** *Ochroma pyramidale* (Cav.Ex Lam) Urban (balsa), corte radial

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

### *Cordia alliodora*

La muestra presenta una corteza de color café oscuro, no muy fisurada y ramificación verticilada, según la tabla de Munsell el color de la albura en seco fue de gris parduzco claro 7,5YR 7/2, de brillo o lustre medio, grano recto a inclinado, textura fina, veteado en arcos superpuestos, olor ausente y su sabor agradable no distintivo.



**Ilustracion 17-3:** *Cordia alliodora* (Ruiz &pav) Oken (laurel), corteza

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustracion 18-3:** *Cordia alliodora* (Ruiz &pav) Oken (laurel), corte transversa

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustracion 19-3:** *Cordia alliodora* (Ruiz &pav) Oken (laurel), corte tangencial.

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustracion 20-3:** *Cordia alliodora* (Ruiz &pav) Oken (laurel), corte radial

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

### 3.3.4.2. *Viola sp.* (sangre de drago)

La muestra presenta una corteza de color café oscuro, no muy fisurada y ramificación verticilada, según la tabla de Munsell el color de la albura en seco fue de amarillo claro 7,5YR 8/4, de brillo o lustre medio, grano recto a inclinado, textura media, veteado jaspeado, olor ausente y su sabor no distintivo, presencia de látex color rojizo.



**Ilustracion 21-3:** *Viola sp.* (sangre de drago) corteza

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustracion 22-3:** *Viola sp.* (sangre de drago) corte transversal

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustracion 23-3:** *Virola sp* (sangre de drago) corte tangencial

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustracion 24-3:** *Virola sp* (sangre de drago) corte radial

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

#### 3.3.4.3. *Calycophyllum spruceanum*

La especie presenta una corteza exterior de color roja-parda misma que se exfolia y corteza interior muy lisa de color verduzca; según la tabla de Munsell, el color de la madera de la albura es amarillo pálido 5Y 8/4, los anillos de crecimiento no se diferencian, de brillo medio, grano recto a ligeramente inclinado, textura media, vetado bandas paralelas, olor no distintivo, su sabor ausente



**Ilustracion 25-3:** *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook (capirona), corteza

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustracion 26-3:** *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook (capirona), corte transversal

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustracion 27-3:** *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook (capirona), corte tangencial

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.



**Ilustración 28-3:** *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook (capirona), corte radial

Realizado por: Abarca Abarca, Humberto, 2022.

**Tabla 9-3:** Resumen de las características organolépticas de las cuatro especies forestales comerciales en estudio.

Características	<i>Ochroma pyramidale</i>	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Virola sp</i>	<i>Calycophyllum spruceanum</i>
<b>Color Albura</b>	Gris claro	Gris parduzco claro	Amarillo claro	Amarillo pálido
<b>Olor</b>	Ausente	Ausente	Ausente	No distintivo
<b>Sabor</b>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<b>Grano</b>	Entrecruzado	Recto o inclinado	Recto o inclinado	Recto a ligeramente inclinado,
<b>Textura</b>	Medio	Fina	Medio	Medio
<b>Brillo</b>	Medio	Medio	Medio	Medio
<b>Veteado</b>	Jaspeado	Arcos superpuestos	Jaspeado	Bandas paralelas

Realizado por: Abarca Abarca, Humberto, 2022.

### 3.4. Determinación de la densidad

**Tabla 10-3:** Densidad en verde de las cuatro especies forestales comerciales en estudio.

Especie	Masa(g)	Volumen(cm3)	Densidad ( $\rho = \text{g/cm}^3$ )
<i>Ochroma pyramidale</i>	7,76	7,86	0,987
<i>Cordia alliodora</i>	7,34	7,53	0,975
<i>Virola sp.</i>	7,38	7,98	0,925
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	7,21	7,48	0,963

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

Debido a las sustancias químicas que presenta cada especie, se obtuvo densidades en verde casi similares, *Ochroma pyramidale* (balsa) presenta una densidad alta, *Cordia alliodora* (laurel), *Virola sp.* (sangre de drago) y *Calycophyllum spruceanum* (capirona) registraron la densidad muy alta, según la tabla de clasificación de la madera de acuerdo a la densidad básica

**Tabla 11-3:** Densidad en seco de las cuatro especies forestales comerciales en estudio.

Especie	Masa(g)	Volumen(cm3)	Densidad ( $\rho = \text{g/cm}^3$ )
<i>Ochroma pyramidale</i>	1,67	7,82	0,214
<i>Cordia alliodora</i>	3,8	7,53	0,505
<i>Virola sp.</i>	5,7	7,98	0,714
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	6,62	7,48	0,885

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

De acuerdo a las características y propiedades que presenta cada especie, se obtuvo diferentes densidades en seco y se las clasificó de la siguiente manera según (Marín Palma, 2002), *Ochroma pyramidale* (balsa) de acuerdo a su densidad la madera es muy ligera, *Cordia alliodora* (laurel) es una madera ligera, *Virola sp.* (sangre de drago) es una madera ligeramente pesada, y *Calycophyllum spruceanum* (capirona) es una madera pesada.

### 3.5. Determinación del Potencial de hidrogeno (pH)

**Tabla 12-3:** Potencial de hidrogeno (pH) de las cuatro especies forestales comerciales en estudio.

Especie	pH	escala
<i>Ochroma pyramidale</i>	7,07	Neutro
<i>Cordia alliodora</i>	5,44	Acido
<i>Virola sp.</i>	5,78	Acido
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	5,64	Acido

**Realizado por:** Abarca Abarca, Humberto, 2022.

Debido a las características y la composición de cada especie el potencial de hidrogeno que se obtuvo fue diferente, siendo para *Cordia alliodora* (laurel), *Virola sp.* (sangre de drago) y *Calycophyllum spruceanum* (capirona) el más alto, obteniendo un pH acido, *Ochroma pyramidale* (balsa) tiene un pH neutro.

### 3.6. Determinación del tinte para cada especie.

**Tabla 13-3:** Tinte adecuado para las cuatro especies forestales comerciales en estudio.

Especies	Tipo de tinte	Tiempo
<i>Ochroma pyramidale</i>	Safranina	20 seg.
<i>Cordia alliodora</i>	Astra blue	10 seg
<i>Virola sp.</i>	Safranina/Astra Blue	10 seg
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Astra Blue	10 seg

**Realizado por:** Humberto Abarca. 2022

Debido a las características y la composición de cada especie posemos identificar las estructuras con diferentes tipos de tintes, siendo para *Ochroma pyramidale* (balsa) Safranina 20 seg, *Cordia alliodora* (laurel) Astra blue 10 seg, *Virola sp.* (sangre de drago) Safranina/Astra Blue 10 seg y *Calycophyllum spruceanum* (capirona) Astra Blue 10 seg.

### 3.7. Discusión

Según (AGUIRRE y LOJA, 2015), la especie *Ochroma pyramidale* describe una la densidad de la madera seca 0,28 gr/cm<sup>3</sup> y el color de la madera rojizo claro 5YR 6/2. en nuestro estudio tenemos la densidad de la madera seca 0.214 gr/cm<sup>3</sup> y el color de la madera gris claro 2,5 Y 8/1

Según (PROAMAZONIA, 2021), la especie *Calycophyllum spruceanum* Color: albura: blanquecina; duramen: crema-amarillento, con bandas más oscuras marrón y negras, originadas por exudaciones. presenta un paratraqueal Parénquima: escaso, paratraqueal vasicéntrico angosto, unilateral vasicéntrico, Color: albura: amarillo pálido; paratraqueal vasicéntrico unilateral, en nuestro estudio presenta un paratraqueal vasicéntrico.

Según (CRUZ C, 2021), la especie *Cordia alliodora* algunas veces con tildes y/o gomas oscuras; radios de anchura mediana a ancha, de abundancia promedio o más numerosas; parénquima frecuentemente marginal, algunas veces débilmente alado y aliforme rómbico o confluyente conectando pocos vasos, frecuentemente apotraqueal difuso.

## CONCLUSIONES

Se logró realizar una identificación dendrológicas adecuada de las cuatro especies, en los herbarios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, obteniendo información sobre la familia, género y especie. A excepción de *Virola sp.* que solo se llegó a genero debido al estado de floración de la muestra la cual no presento un estado de floración completo

De acuerdo a las características macroscópicas detalladas las cuatro especies en estudio presentan diferencia en el color tanto de la albura como del duramen, textura, veteado, a excepción de *Ochroma pyramidale* que presenta un grano entrecruzado las demás especies presentan un grano idéntico.

En las características anatómicas con la tinción combinada, se observaron estructuras muy diferenciadas, todas las especies presentaron poros solitarios y múltiples de dos, un parénquima paratraqueal vasicéntrico y una disposición no definida. Solo *Virola sp.* manifestó látex de color rojizo. En cuanto a la cantidad de poros *Virola sp* y *Calycophyllum spruceanum* registro la mayor cantidad, *Ochroma pyramidale* y *Cordia alliodora* registro la menor cantidad.

De acuerdo a la cantidad y el tamaño de los poros se llegó a la siguiente conclusión: mientras los poros son más pequeños y se encuentran mayor cantidad de poros la madera será más dura y presenta una densidad mayor; de lo contrario, si la madera presenta poros más grandes y en menor cantidad la madera es más blanda con una densidad menor.

## **RECOMENDACIONES**

Para futuras investigaciones se recomienda realizar un estudio fenológico para que la identificación de las especies para que se realice de manera más adecuada, con el propósito de ampliar la información en la identificación de las especies.

Para realizar la determinación de las características microscópicas, se recomienda ser cuidadosos de no saturar las muestras laminadas con las tinciones, ya que esto podría impedir las observaciones de todas las estructuras.

Para realizar la identificación de la manera más adecuada la estructura anatómica, es importante que los cortes histológicos se encuentren en buen estado. Tomar en cuenta el tiempo de la tinción, debido a que la demasiada concentración del tinte no permite observar bien las características anatómicas de las especies estudiadas.

Para futuros estudios se recomienda realizar pruebas con otros tintes, para lograr ampliar la gama de colorantes que se puedan ocupar en la observación de las estructuras.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUILAR A, Moises, et al.** *Anatomía de la madera de doce especies de un bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas, México.* Unidad de Morfología y Función, Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México,. México D.F, 2014. p. 70. [Consulta: 2021 noviembre 24] Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v20n3/v20n3a7.pdf>

**AGUIRRE, Zhofre & LOJA, Ángel.** *Especies forestales más aprovechadas en la región sur del Ecuador.* Programa Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, Universidad Nacional de Loja. Loja - Ecuador, 2015. p. 38. [Consulta: 2022 julio 15] ISBN: 978-9978-355-30-5. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fnikolayaguirre.files.wordpress.com%2F2011%2F12%2F1b-especies-forestales-sur-ecuador-2015.pdf&clen=2615118&chunk=true>

**AISALLA TIXE, Erika Pricila.** “Caracterización anatómica de la madera de cinco especies comerciales mediante tinciones procedentes del cantón Tena, provincia de Napo”.(Tesis de grado) (Ingeniería), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad De Recursos Naturales, Escuela De Ingeniería Forestal. 2019. p. 20. [Consulta: 2021 noviembre 26]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10755/1/33T0220.pdf>

**BARAÑO, Justo, et al.** *Manual para la identificación de maderas con aumentos de hasta 10x, [En Línea].* Universidad Nacional de Luján. Luján - Argentina, 2008. pp. 19-26. [2021 diciembre 2]. Disponible en: [https://www.academia.edu/30092101/MANUAL\\_PARA\\_LA\\_IDENTIFICACION\\_DE\\_MADERAS\\_CON\\_AUMENTOS\\_DE\\_HASTA\\_10x](https://www.academia.edu/30092101/MANUAL_PARA_LA_IDENTIFICACION_DE_MADERAS_CON_AUMENTOS_DE_HASTA_10x)

**BARRANTES, Gerardo , et al.** *El bosque en le Ecuador,* [En Línea]. Una visión transformada para el desarrollo y la conservación. Quito – Ecuador, 2021. pág. 7. [Consulta: 2021 noviembre 25]. Disponible en: <https://comafors.org/wp-content/uploads/2010/05/El-Bosque-en-el-Ecuador.pdf>

**CARANQUI A, Jorge.** *Manual de Operaciones Herbario Politecnico(CHEP).* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba Ecuador, 2011. p. 4. [Consulta: 2021 diciembre 22]. Disponible en: [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/504/1/Manual\\_Procedimiento\\_Herbario1.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/504/1/Manual_Procedimiento_Herbario1.pdf)

**CARANQUI, Jorge.** *HERBARIO, [En Línea].* Hevario Politecnico, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador, 2021. p. 1. [Consulta: 2021 julio 23]. Disponible en: <https://herbario.esPOCH.edu.ec/#>

**COPANT 458**, Normar Panamericana. *Normar Panamericana*. Riobamba - Ecuador, 1972.

**COVEÑA C, Karina Isabel**. “Descripción anatómica de la madera de cuatro especies forestales, procedentes del noroccidente de pichincha, cantón Puerto Quito”(Tesis de Grado)(Ingeniería). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba - Ecuador, 2019. pp. 14-15. [consulta: 2021 noviembre 25]. <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/12411/1/33T0231.pdf>

**CRUZ C, Jael Bildad**. *Anatomía y propiedades físicas de dos especies forestales comerciales Cedro (Cedrela odorata L.) y Laurel (Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken) en Nicaragua*. Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Nacional Agraria. Agraria - Nicaragua., 2021. p. 1. [consulta: 2022 julio 15]. ISSN: 1998-7846. <http://portal.amelica.org/amelijournal/306/3062313002/html/>

**FAO**. *FAR 2015 Términos y Definiciones, [En Línea]*. FAO Departamento forestal, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma -Italia, 2012. p. 3. [Consulta: 2021 noviembre 25]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ap862s/ap862s00.pdf>

**GONZALES M, Eduardo**. *IDENTIFICACIÓN ORGANOLÉPTICA Y MACROSCÓPICA DE MADERAS COMERCIALES*, [En Línea]. Lima, 2008. p. 13. [Consulta: 2021 diciembre 25]. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571598/02.\\_Identificacion.pdf?v=1585186633](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571598/02._Identificacion.pdf?v=1585186633)

**GUIMÉNES, Ana, et al**. *ANATOMIA DE LA MADERA*, Univercidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de ciencias forestales, Carrera de Dendrologia. Santiago del Estero - Argentina., 2014. p. 1. [Consulta: 2021 noviembre 23]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/sd-1-anatomia-de-madera.pdf>

**INEN**. *SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE MADERA ASERRADA PROVENIENTE DE BOSQUES HÚMEDOS TROPICALES, [En Línea]*. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Quito - Ecuador : 1° edicion, 2011. pp. 3-4. [consulta: 2021 noviembre 28]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.normalizacion.gob.ec%2Fbuzon%2Fnormas%2F2580.pdf&chunk=true>

**LISTOSELLA, Jaume & SANCHEZ, Antoni**. *El herbario: matas, hierbas y helechos*, [En Línea]. Segunda. Barcelona - España, 2008. p. 7. [Consulta: 2021 noviembre 26]. Disponible en: <http://www.publicacions.ub.edu/refs/indices/10318.pdf>

**MAE.** *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Dirección Nacional Forestal, Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito - Ecuador 2013. p. 10. [Consulta: 2021 noviembre 23]. Disponible en: <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>

**MARTIN G, Miguel Angel.** *MADERA GENERALIDADES. La madera se caracteriza por ser un material*, [En Línea]. DOCPLAYER. 2017. p. 1. [Consulta: 2021 diciembre 2]. Disponible en: <https://docplayer.es/storage/37/17739296/17739296.pdf>

**MINISTERIO DEL AMBIENTE.** *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*; [En Línea]. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito -Ecuador, 2013. p. 175. [Consulta: 2022 julio 4]. Disponible en: <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>

**MOGLIA, Juana & GIMÉNES, Ana.** *TOMO II MACROSCOPIA DE MADERA*, [En Línea]. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero - Argentina, 2014. pp. 22-25. [Consulta: 2021 diciembre 5]. ISBN: 987-1676-46-0 Disponible en : <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-20-Macroscopia-madera-MOGLIA.pdf>

**MOGROVIEJO J, Pablo Renato.** *Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente forestal como actor clave en la mitigación del cambio climático*, [En Línea]. Programa de Maestría en Cambio Climático y Negociación, Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador. Quito - Ecuador, 2017. p. 21. [consulta: 2021 diciembre 2]. Disponible en : <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5862/1/T2432-MCCNA-Mogrovejo-Bosques.pdf>

**MORENO, Efraín.** *El herbario como recurso como recurso para el aprendizaje de la botánica*. [En Línea]. Instituto Pedagógico de Caracas. Universidad Pedagógica. Caracas - Venezuela, 2007. p. 417. [Consulta: 2021 noviembre 26]. ISSN: 0084-5906. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/862/86230209.pdf>

**PROAMAZONIA.** *Guía para la identificación dendrológica y anatómica de 29 especies maderables*. Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito -Ecuador, 2021. p. 16. [Consulta: 2022 julio 15].[https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/05/GUIA-DENDROLOGIA-Y-ANATOMIA-DE-LA-MADERA-V4-WEB-1\\_compressed.pdf](https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/05/GUIA-DENDROLOGIA-Y-ANATOMIA-DE-LA-MADERA-V4-WEB-1_compressed.pdf)

**SANTAMBROSIO, Eduardo & ORTEGA, Marta.** *Tinción y observación de microorganismos*. [En Línea]. Departamento de Ingeniería Química, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL .FACULTAD REGIONAL ROSARIO.CATEDRA DE BIOTECNOLOGÍA. Buenos Aires - Argentina, 2009. pp. 2-3.

[Consulta: 2021 noviembre 23]. Disponible en:  
[https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5\\_anio/biotecnologia/practico4.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/biotecnologia/practico4.pdf)

**VALLEJO AYACA, Patricio & ZAMBRANO, Jorge.** *Física Vectorial 2* [En línea]. Octava. La Tola - Chile: ROBIN, 2011. p. 179. [Consulta: 2021 diciembre 18]. ISBN: 9978-01 (VII-09)  
Disponible en:  
<https://es.slideshare.net/luismiguelpuetatemejia5/fsicavectorial2vallejozambranopdf>

**VASQUÉZ, Edgar & ROSAS, Tania.** *pH: Teoría y 232 Problemas* [En Línea]. UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA. Primera. Ciudad de México - México., 2016. p. 14. [Consulta: 2021 diciembre 15]. ISBN: 978-607-28-0689-4. Disponible en:  
<http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/17pHTeoriayproblemas.pdf>

**VERA MENDOZA, Holger Gregorio.** *“Caracterización anatómica de cuatro especies forestales comerciales del noroccidente de pichincha, cantón Puerto Quito”*. (Tesis de grado)(Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba - Ecuador, 2019. p. 12. Consulta: 2021 noviembre 23].  
Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/12410/1/33T0230.pdf>



## ANEXOS

### ANEXO A: COLECTA DE LAS ESPECIES



### ANEXO B: ESPECIE *OCHROMA PYRAMIDALE* (BALSA)



**ANEXO C:** ESPECIE *CORDIA ALLIODORA* (LAUREL)



**ANEXO D:** ESPECIE *VIROLA SP.* (SANGRE DE DRAGO)



**ANEXO E:** ESPECIE CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM (CAPIRONA)



**ANEXO F:** ABLANDAMIENTO DE LAS MUESTRAS EN AUTOCLAVE



**ANEXO G: TINTES UTILIZADOS.**



**ANEXO H: CORTE DE LAS MUESTRAS EN EL MICRÓTOMO.**



## ANEXO I: TINTURADO DE LAS LÁMINAS HISTOLÓGICAS

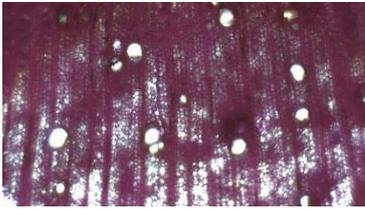


## ANEXO J: OBSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

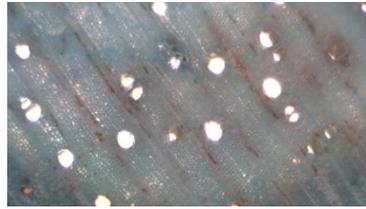


**ANEXO K:** CORTE TRANSVERSA *OCHROMA PYRAMIDALE* (BALSA) CON EL LENTE 4X.

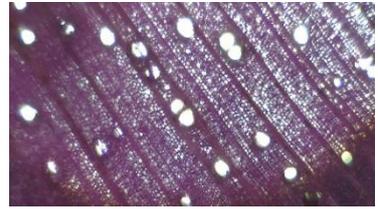
**Safranina**



**Astra blue**



**Safranina/Astra blue**



**ANEXO L:** CORTE TRANSVERSA *CORDIA ALLIODORA* (LAUREL) CON EL LENTE 4X.

**Safranina**



**Astra blue**

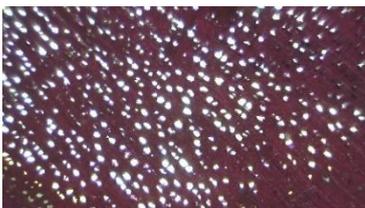


**Safranina/Astra blue**



**ANEXO M:** CORTE TRANSVERSA *VIROLA SP.* (SANGRE DE DRAGO) CON EL LENTE 4X.

**Safranina**



**Astra blue**

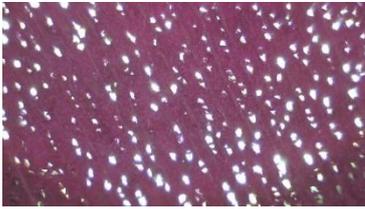


**Safranina/Astra blue**



**ANEXO N:** CORTE TRANSVERSA *CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM* (CAPIRONA)  
CON EL LENTE 4X.

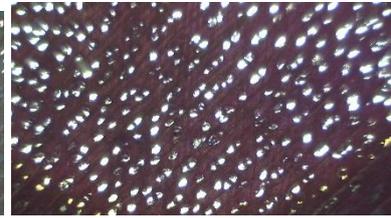
**Safranina**



**Astra blue**



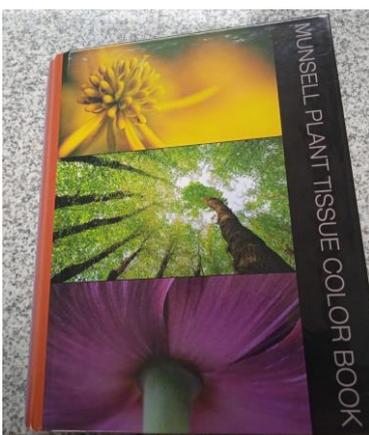
**Safranina/Astra blue**



**ANEXO O:** DETERMINACIÓN DEL pH.



**ANEXO P:** IDENTIFICACIÓN DEL COLOR CON LA TABLA DE MUNSELL





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: 21 / 12 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTORA (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Humberto Manuel Abarca Abarca.
<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



DBRA  
Ing. Cristhian Castillo

2399-DBRA-UTP-2022