



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

**DESCRIPCIÓN ORGANOLÉPTICA Y ANATÓMICA DE LA
MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES MEDIANTE
TINCIONES, PROCEDENTES DEL SECTOR PEPINALES,
CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

PEDRO PABLO NAULA SALGADO

Riobamba – Ecuador

2021



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

**DESCRIPCIÓN ORGANOLÉPTICA Y ANATÓMICA DE LA
MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES MEDIANTE
TINCIONES, PROCEDENTES DEL SECTOR PEPINALES,
CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: PEDRO PABLO NAULA SALGADO

DIRECTOR: ING. EDUARDO SALAZAR CASTAÑEDA

Riobamba – Ecuador

2021

©2021, Pedro Pablo Naula Salgado

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, **Naula Salgado Pedro Pablo**, 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, 12 de abril de 2021

Pedro Pablo Naula Salgado
060568166-7

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

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**DESCRIPCIÓN ORGANOLÉPTICA Y ANATÓMICA DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES MEDIANTE TINCIONES, PROCEDENTES DEL SECTOR PEPINALES, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**” realizado por el señor: **PEDRO PABLO NAULA SALGADO**, 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 Gualpa Calva PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2021/04/12
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	_____	2021/04/12
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2021/04/12

DEDICATORIA

A Dios, por darme y seguir dándome la oportunidad de estar vivo y lleno de salud, por darme sabiduría e inteligencia, por ser la mejor de mis creencias a las que puedo acudir en mis momentos difíciles, al que tengo que agradecer por mis momentos vividos, y por cuidar de todos mis seres queridos. A mis queridos padres, Pedro Naula y Leonila Salgado por haberme regalado la vida, por ser la razón del día a día seguir adelante sin desmayar, por enseñarme que, en la vida, lo mejor de todo es ser una persona de bien, por darme su amor incondicional, por guiar mis pasos y orientarme al mejor de los senderos, por estar en los momentos felices y especialmente en los más difíciles de mi vida, por darme sus consejos, por motivarme a cumplir mis sueños y lograr mis deseos. A mi pequeño, pero a vez grande de corazón, a mi hijo Pablo Alexander Naula, quien ha sido y será junto a mis padres la razón de vivir y seguir cumpliendo cada una de mis metas propuestas.

Pablo

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme permitido llegar hasta donde muchos dudaban que llegaría, por haber estado junto a mí cada momento que necesitaba de su apoyo, en cada una de mis decisiones tomadas y especialmente por no permitirme desviar mis pasos hacia caminos inadecuados.

A mi madre, que sin ella no hubiese sido posible cumplir muchos de mis propósitos, y este ha sido uno de los deseos más grandes de ella, por lo cual agradezco de todo corazón por ser una madre muy luchadora y no haberse doblegado ante nada.

A toda mi familia en general, a mis amigos que sin ellos este trayecto hubiese sido demasiado aburrido, por sus consejos, sus ánimos y sus ganas de que yo triunfe en esta vida.

Quedándome solamente por decir gracias a todos por formar parte de este trayecto, por estar en el lugar y momento indicado, siempre estarán en mi corazón.

Pablo

TABLA DE CONTENIDO

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

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	2
1.1 Identificación del problema.....	2
1.2 Justificación de la investigación.....	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
<i>1.3.1 General.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2 Específicos.....</i>	<i>3</i>
1.4 Hipótesis.....	3
<i>1.4.1 Hipótesis nula.....</i>	<i>3</i>
<i>1.4.2 Hipótesis alterna.....</i>	<i>3</i>
1.5 Marco conceptual.....	3
1.5.1 Bosques montanos.....	3
<i>1.5.2 Recurso forestal maderable.....</i>	<i>4</i>
<i>1.5.3 Herbario.....</i>	<i>5</i>
<i>1.5.3.1 Procesos del herbario.....</i>	<i>5</i>
<i>1.5.4 Madera.....</i>	<i>6</i>
<i>1.5.4.1 Planos anatómicos del corte de la madera.....</i>	<i>6</i>
<i>1.5.4.2 Características organolépticas de la madera.....</i>	<i>7</i>
<i>1.5.4.3 Anatomía de la madera.....</i>	<i>12</i>
<i>1.5.4.4 Características anatómicas de la madera.....</i>	<i>12</i>
<i>1.5.5 Tinción.....</i>	<i>17</i>
<i>1.5.5.1 Astra blue.....</i>	<i>17</i>
<i>1.5.5.2 Safranina.....</i>	<i>17</i>
1.5.6 Densidad de la madera.....	18
<i>1.5.6.1 Densidad aparente normal (dn).....</i>	<i>18</i>

1.5.7	<i>Potencial de hidrogeno (pH)</i>	18
1.5.8	<i>Análisis de varianza</i>	18

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	20
2.1	Caracterización del lugar	20
2.1.1	<i>Localización</i>	20
2.1.2	<i>Condiciones climáticas</i>	20
2.2	Materiales y equipos	20
2.2.1	<i>Materiales de campo</i>	20
2.2.2	<i>Materiales y equipos de laboratorio</i>	21
2.2.3	<i>Materiales de oficina</i>	21
2.2.4	<i>Materiales en el herbario</i>	21
2.3	Metodología	21
2.3.1	<i>Ejecución del primer objetivo:</i>	21
2.3.2	<i>Para el cumplimiento del segundo objetivo:</i>	23
2.3.3	<i>Para el cumplimiento del tercer objetivo:</i>	25
2.4	Análisis estadístico	26

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1	Ubicación geográfica	28
3.2	Identificación dendrológica de las cinco especies forestales.	28
3.2.1	<i>Alnus acuminata (Aliso)</i>	29
3.2.2	<i>Cinchona pubescens (Cascaquilla)</i>	29
3.2.3	<i>Delostoma integrifolium (Yalomán)</i>	29
3.2.4	<i>Hyeronima macrocarpa (Motilón)</i>	29
3.2.5	<i>Oreopanax ecuadorensis (Pumamaqui)</i>	30
3.3	Determinación de las características organolépticas de las especies forestales	30
3.3.1	<i>Alnus acuminata (Aliso)</i>	30
3.3.2	<i>Cinchona pubescens (Cascaquilla)</i>	32
3.3.3	<i>Delostoma integrifolium (Yalomán)</i>	33
3.3.4	<i>Hyeronima macrocarpa (Motilón)</i>	35
3.3.5	<i>Oreopanax ecuadorensis (Pumamaqui)</i>	37

3.4	Determinación de las características anatómicas de las cinco especies forestales. ..	
	39
3.4.1	<i>Alnus acuminata</i> (Aliso)	39
3.4.1.1	<i>Sección transversal</i>	39
3.4.1.2	<i>Sección tangencial</i>	40
3.4.1.3	<i>Sección radial</i>	41
3.4.2	<i>Cinchona pubescens</i> (Cascarilla)	43
3.4.2.1	<i>Sección transversal</i>	43
3.4.2.2	<i>Sección tangencial</i>	44
3.4.2.3	<i>Sección radial</i>	45
3.4.3	<i>Delostoma integrifolium</i> (Yalomán)	46
3.4.3.1	<i>Sección transversal</i>	46
3.4.3.2	<i>Sección tangencial</i>	47
3.4.3.3	<i>Sección radial</i>	48
3.4.4	<i>Hyeronima macrocarpa</i> (Motilón)	49
3.4.4.1	<i>Sección transversal</i>	49
3.4.4.2	<i>Sección tangencial</i>	50
3.4.4.3	<i>Sección radial</i>	51
3.4.5	<i>Oreopanax ecuadorensis</i> (Pumamaqui)	52
3.4.5.1	<i>Sección transversal</i>	52
3.4.5.2	<i>Sección tangencial</i>	53
3.4.5.3	<i>Sección radial</i>	54
3.4.6	<i>Determinación de la densidad de la madera.</i>	58
3.4.7	<i>Determinación del potencial de hidrogeno de la madera.</i>	58
3.5	Análisis estadístico	59
3.5.1	<i>Cantidad de poros</i>	59
3.5.1.1	<i>Poros solitarios</i>	59
3.5.1.2	<i>Poros múltiples de dos</i>	60
3.5.1.3	<i>Poros múltiples de tres</i>	61
3.5.2	<i>Tamaño de los poros</i>	62
3.5.2.1	<i>Poros solitarios</i>	62
3.5.2.2	<i>Poros múltiples de dos</i>	63
3.5.2.3	<i>Poros múltiples de tres</i>	64
3.6	Calificación de los Tintes	64
3.6.1	<i>Alnus acuminata</i>	65
3.6.2	<i>Cinchona pubescens</i>	66
3.6.3	<i>Delostoma integrifolium</i>	67

3.6.4	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	68
3.6.5	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	69
3.7	DISCUSIÓN	70
	CONCLUSIONES	71
	RECOMENDACIONES	72
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Identificación dendrológica de las cinco especies forestales.	29
Tabla 2-3:	Síntesis de las características organolépticas de las cinco especies forestales.	38
Tabla 3-3:	Ciclos de ablandamiento de las cinco especies forestales.	39
Tabla 4-3:	Resumen de características anatómicas de las cinco especies forestales.	55
Tabla 5-3:	Tipo y cantidad de poros de las cinco especies forestales con lente de 4x.	56
Tabla 6-3:	Perímetro de los poros de las cinco especies forestales con lente de 10x.	57
Tabla 7-3:	Densidad de las cinco especies forestales en estudio.	58
Tabla 8-3:	Potencial de Hidrógeno (pH) de cinco especies forestales en estudio.	58
Tabla 9-3:	Resultados mediante la prueba de Tukey, del número de poros solitarios de las cinco especies forestales.	59
Tabla 10-3:	Resultados mediante la prueba de Tukey, del número de poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.	60
Tabla 11-3:	Resultados mediante la prueba de Tukey, del número de poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.	61
Tabla 12-3:	Resultados mediante la prueba de Tukey, del perímetro de los poros solitarios de las cinco especies forestales.	62
Tabla 13-3:	Resultados mediante la prueba de Tukey, del perímetro de los poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.	63
Tabla 14-3:	Resultados mediante la prueba de Tukey, del perímetro de los poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3:	Georreferenciación del lugar de investigación científica.	28
Figura 2-3:	<i>Alnus acuminata</i> (Aliso), corteza.	30
Figura 3-3:	<i>Alnus acuminata</i> (Aliso), corte transversal.	31
Figura 4-3:	<i>Alnus acuminata</i> (Aliso), corte tangencial.	31
Figura 5-3:	<i>Alnus acuminata</i> (Aliso), corte radial.	31
Figura 6-3:	<i>Cinchona pubescens</i> (Cascarilla), corteza.	32
Figura 7-3:	<i>Cinchona pubescens</i> (Cascarilla), corte transversal.	32
Figura 8-3:	<i>Cinchona pubescens</i> (Cascarilla), corte tangencial.	33
Figura 9-3:	<i>Cinchona pubescens</i> (Cascarilla), corte radial.	33
Figura 10-3:	<i>Delostoma integrifolium</i> (Yalomán), corteza.	34
Figura 11-3:	<i>Delostoma integrifolium</i> (Yalomán), corte transversal.	34
Figura 12-3:	<i>Delostoma integrifolium</i> (Yalomán), corte tangencial.	34
Figura 13-3:	<i>Delostoma integrifolium</i> (Yalomán), corte radial.	35
Figura 14-3:	<i>Hyeronima macrocarpa</i> (Motilón), corteza.	35
Figura 15-3:	<i>Hyeronima macrocarpa</i> (Motilón), corte transversal.	36
Figura 16-3:	<i>Hyeronima macrocarpa</i> (Motilón), corte tangencial.	36
Figura 17-3:	<i>Hyeronima macrocarpa</i> (Motilón), corte radial.	36
Figura 18-3:	<i>Oreopanax ecuadorense</i> (Pumamaqui), corteza.	37
Figura 19-3:	<i>Oreopanax ecuadorense</i> (Pumamaqui), corte transversal.	37
Figura 20-3:	<i>Oreopanax ecuadorense</i> (Pumamaqui), corte tangencial.	38
Figura 21-3:	<i>Oreopanax ecuadorense</i> (Pumamaqui), corte radial.	38
Figura 22-3:	Anatomía de la sección transversal de <i>Alnus acuminata</i> (Aliso).	40
Figura 23-3:	Anatomía de la sección tangencial de <i>Alnus acuminata</i> (Aliso).	41
Figura 24-3:	Anatomía de la sección radial de <i>Alnus acuminata</i> (Aliso).	42
Figura 25-3:	Anatomía de la sección transversal de <i>Cinchona pubescens</i> (Cascarilla).	43
Figura 26-3:	Anatomía de la sección tangencial de <i>Cinchona pubescens</i> (Cascarilla).	44
Figura 27-3:	Anatomía de la sección radial de <i>Cinchona pubescens</i> (Cascarilla).	45
Figura 28-3:	Anatomía de la sección transversal de <i>Delostoma integrifolium</i> (Yalomán). ...	46
Figura 29-3:	Anatomía de la sección tangencial <i>Delostoma integrifolium</i> (Yalomán).	47
Figura 30-3:	Anatomía de la sección radial de <i>Delostoma integrifolium</i> (Yalomán).	48
Figura 31-3:	Anatomía de la sección transversal de <i>Hyeronima macrocarpa</i> (Motilón).	49
Figura 32-3:	Anatomía de la sección tangencial de <i>Hyeronima macrocarpa</i> (Motilón).	50
Figura 33-3:	Anatomía de la sección radial de <i>Hyeronima macrocarpa</i> (Motilón).	51

Figura 34-3: Anatomía de la sección transversal de <i>Oreopanax ecuadorensis</i> (Pumamaqui) ...	52
Figura 35-3: Anatomía de la sección tangencial de <i>Oreopanax ecuadorensis</i> (Pumamaqui).53	
Figura 36-3: Anatomía de la sección radial de <i>Oreopanax ecuadorensis</i> (Pumamaqui).	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Calificación de los Tintes de la especie forestal <i>Alnus acuminata</i>	65
Gráfico 2-3:	Calificación de los Tintes de la especie forestal <i>Cinchona pubescens</i>	66
Gráfico 3-3:	Calificación de los Tintes de la especie forestal <i>Delostoma integrifolium</i>	67
Gráfico 4-3:	Calificación de los Tintes de la especie forestal <i>Hyeronima macrocarpa</i>	68
Gráfico 5-3:	Calificación de los Tintes de la especie forestal <i>Oreopanax ecuadorensis</i>	69

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Shapiro-Wilks (modificado) para el número de poros solitarios de las cinco especies forestales.
- ANEXO B:** Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el número de poros solitarios de las cinco especies forestales.
- ANEXO C:** Shapiro-Wilks (modificado) para el número de poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.
- ANEXO D:** Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el número de poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.
- ANEXO E:** Shapiro-Wilks (modificado) para el número de poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.
- ANEXO F:** Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el número de poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.
- ANEXO G:** Shapiro-Wilks (modificado) para el perímetro de los poros solitarios de las cinco especies forestales.
- ANEXO H:** Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el perímetro de los poros solitarios de las cinco especies forestales.
- ANEXO I:** Shapiro-Wilks (modificado) para el perímetro de los poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.
- ANEXO J:** Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el perímetro de los poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.
- ANEXO K:** Shapiro-Wilks (modificado) para el perímetro de los poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.
- ANEXO L:** Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el perímetro de los poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.
- ANEXO M:** Calificación de los tintes de las cinco especies forestales.
- ANEXO N:** Cantidad de agua destilada con respecto a la proporción del sustrato (aserrín), para la obtención del pH.
- ANEXO O:** Coordenadas de las cinco especies forestales.
- ANEXO P:** Recolección de muestras de los ejemplares
- ANEXO Q:** Preparación de muestras dendrológicas para la herborización.
- ANEXO R:** Obtención de las muestras de la madera en el aserradero.
- ANEXO S:** Ablandamiento de las primas de madera en el autoclave.
- ANEXO T:** Cortes de las láminas de madera en el micrótopo.

- ANEXO U:** Tintes empleados en la investigación.
- ANEXO V:** Tinturación de las láminas de madera.
- ANEXO W:** Observación de la parte anatómica de la madera a través del microscopio.
- ANEXO X:** Análisis del pH.
- ANEXO Y:** Análisis de la densidad.
- ANEXO Z:** Identificación del color con la Tabla de Munsell.
- ANEXO AA:** Muestras para la colección de la xiloteca a. *Oreopanax ecuadorensis* b. *Cinchona pubescens* c. *Alnus acuminata* d. *Delostoma integrifolium* e. *Hyeronima macrocarpa*.
- ANEXO BB:** Autorización de recolección de especímenes de especies de la diversidad biológica emitido por el Ministerio del Ambiente y Agua
- ANEXO CC:** Certificado de identificación de las cinco especies forestales otorgado por el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

RESUMEN

La presente investigación propone: Descripción organoléptica y anatómica de la madera de cinco especies forestales mediante tinciones, procedentes del sector Pepinales, cantón Alausí, provincia de Chimborazo. Las características organolépticas se determinaron a través los órganos sensoriales: olfato, tacto, vista, gusto; utilizando muestras de madera de las cinco especies forestales que ahora forman parte de la xiloteca de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para las características anatómicas se utilizó muestras de 2cm cúbicos, de las cinco especies forestales. Las muestras fueron colocadas en frascos de vidrio con agua destilada debidamente etiquetadas, pasando por el proceso de ablandamiento, a una temperatura de 121 grados Celsius, a una presión de 1,1 atmósferas en el autoclave; con la ayuda del micrótopo se realizaron cortes histológicos de la parte transversal, tangencial y radial, obteniendo láminas de madera las cuales fueron colocarlas en la tinción de Safranina, Astra blue y una tinción combinada 1:1 (Safranina/Astra blue), estas muestras fueron colocadas en placas porta y cubreobjetos, siendo observadas a través del microscopio con su debido registro de datos, realizando un análisis estadístico de las cinco especies forestales. Para la determinación del pH se utilizó 20 gramos de aserrín fresco y agua destilada. En las características organolépticas se demostró que las cinco especies son diferentes asemejándose en el grano y textura, en las características anatómicas se comprobó que al menos una característica era diferente de las otras especies aceptando de esta manera la hipótesis alterna, siendo la especie *Cinchona pubescens* la especie que presentó más poros y *Oreopanax ecuadorensis* la que presentó menos poros, la especie *Delostoma integrifolium* es la especie que presentó los poros más grandes y *Hyeronima macrocarpa* la que presentó poros más pequeños. La combinación de los dos tintes tuvo un mejor resultado al momento de observar todas las partes anatómicas de la madera.

Palabras clave: <ESPECIES FORESTALES>, <MADERA>, <CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS>, <CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS>, <TINCIÓN>.



1185-DBRAI-UPT-2021

SUMMARY

This research proposes: Organoleptic and anatomical description of the wood of five forest species by means of staining in Pepinales sector, Alausí town, Chimborazo province. The organoleptic characteristics were determined through the sensory organs: smell, touch, sight, taste; using wood samples from the five forest species that are now part of the xyloteca of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2cm cubic samples of the five forest species were used for the anatomical characteristics. The samples were placed in glass jars with properly labeled distilled water, undergoing the softening process, at a temperature of 121 Celsius degrees, at a pressure of 1.1 atmospheres in the autoclave; with the help of the microtome, histological sections of the transverse, tangential and radial part were made, obtaining wooden sheets which were placed in the Safranina, Astra blue stain and a 1: 1 combined stain (Safranina / Astra blue). These samples were placed on slide plates and coverslips, being observed through the microscope with their proper data recording, performing a statistical analysis of the five forest species. 20 grams of fresh sawdust and distilled water were used to determine the pH. It was shown that the five species were different, resembling in grain and texture in the organoleptic characteristics. It was found that at least one characteristic was different from the other species in the anatomical characteristics. Thus, the alternative hypothesis was accepted, being the species *Cinchona pubescens* species that presented more pores and *Oreopanax ecuadorensis* which presented less pores, the species *Delostoma integrifolium* presented the largest pores and *Hieronima macrocarpa* presented smallest pores. The combination of the two stains had a better result when observing all the anatomical parts of the wood.

Keywords: <FOREST SPECIES>, <WOOD>, <ANATOMICAL CHARACTERISTICS>, <ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS>, <STAINING>

Riobamba, June 4, 2021

Translated by:



Firmado digitalmente
por DENNYS VLADIMIR
TENELANDA LOPEZ
Fecha: 2021.06.04
17:53:32 -05'00'

Mgs. Denny's Tenelanda López

PROFESSOR OF EFL

INTRODUCCIÓN

La presente investigación hace referencia a la descripción organoléptica y anatómica de la madera de cinco especies forestales originarias de la región interandina del Ecuador, con el objetivo de facilitar información científica sobre el estudio de la madera, respaldándose en variables que serán puntualizadas en la investigación propuesta.

El Ecuador posee un gran privilegio gracias a su ubicación, su biodiversidad, su gran riqueza de fauna y el rápido crecimiento de su flora; muchas especies a lo largo de los años se van adaptando a zonas específicas, por tal motivo se debe considerar un uso correcto de todas las especies forestales, para de esta manera poder convertir a nuestro país en una gran potencia forestal (COMAFORS, 2019; citado en Cauja, 2019: p. 124).

Las características macro y microscópicas de la madera, son esenciales en la identificación y caracterización de las especies forestales, debido a que aportan con explicaciones sobre ciertas propiedades físicas y ayuda a interpretar su comportamiento ante sustancias químicas empleadas en diversos procesos industriales, el estudio anatómico y dendrológico es de vital importancia y se complementan mutuamente (Aguilar, Aguilar y Terrazas, 2014: pp. 69-86).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Identificación del problema

Los estudios sobre las características organolépticas y anatómicas de la madera son muy escasos, especialmente de maderas de bosque nativo, lo que conlleva a muchos sectores a dar un uso inadecuado de dichas especies, poniendo en peligro la disponibilidad para futuras generaciones.

La incompleta información sobre las características de las especies forestales conlleva a una confusión al momento de ser reconocidas para su posterior aprovechamiento, causando de esta manera la tala de especies que pueden estar condicionadas dando lugar así al tráfico ilegal de madera restringidas en las Normativas y Leyes Forestales.

La limitada investigación sobre especies forestales nativas lleva al proyecto xiloteca a no poseer de un registro completo de las especies del Ecuador, reduciendo de esta manera su popularidad.

1.2 Justificación de la investigación

Los bosques de la sierra son biodiversos, existiendo así la explotación de especies forestales de todo tipo sin conocer sus propiedades, Freire (2019: p. 93) menciona que, los estudios de la madera en la industria forestal, actualmente son de vital importancia, sin embargo, para poder usar la madera es indispensable conocer sus diferentes características y propiedades, para no tener problemas de un mal uso de las mismas.

En el Ecuador la industria maderera es muy fuerte y contribuye considerables ingresos en la economía nacional (Aguilar, 2008; citado en Salinas, 2019: p. 115). Por lo que Naden (2015; citado en Ocaña, 2018: p. 155) da a conocer que, la obtención de una información confiable sobre la madera utilizada en la industria primaria y secundaria se logra a través de una buena caracterización de las propiedades de la especie maderable, permitiendo difundir sus mercados potenciales.

El presente trabajo brinda información científica acerca de las características organolépticas y anatómicas de diferentes especies forestales procedentes del sector Pepinales, cantón Alausí, provincia de Chimborazo; contribuyendo al avance del proyecto xiloteca, el misma que podrá ser utilizado por técnicos del Ministerio del Ambiente y Agua encargados del Control Forestal, por

docentes para actualización de información, personas naturales o jurídicas que tengan relación directa con la madera y como material bibliográfico de interés científico en próximas investigaciones relacionadas al tema de investigación.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 General

Describir organoléptica y anatómicamente la madera de cinco especies forestales mediante tinciones, procedentes del sector Pepinales, cantón Alausí, provincia de Chimborazo.

1.3.2 Específicos

- Identificar la parte organoléptica de las cinco especies forestales.
- Determinar las características anatómicas de las cinco especies forestales.
- Evaluar dos tipos de tinciones para determinar la mejor.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis nula

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

1.4.2 Hipótesis alterna

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

1.5 Marco conceptual

1.5.1 Bosques montanos

Los bosques montanos conforman ecosistemas frágiles que abarcan una variedad de flora y fauna caracterizada por su elevado nivel de singularidad. Además son identificados por tener un notable grado de endemismo, su vegetación dominante son las epífitas, las cuales son consideradas como

característica particular que a medida que a mayor altitud alcanzan, su diversidad florística se incrementa (Lozano, 2015: p. 174).

Los bosques montanos son la clave para fortalecer el sistema hídrico de las cuencas hidrográficas, puesto que capturan de 5 a 20% sobre el volumen regular de la precipitación. Otra característica exclusiva de dichos bosques es que una vez que asciende en altitud se incrementa la diversidad de la flora (Lozano, 2015: p. 174).

Esta clase de ecosistema tiene una gran relevancia por su importante aporte en la provisión de servicios ecosistémicos, entre los que se puede resaltar sus excepcionales funcionalidades de regulación hídrica, protección de suelos, almacenamiento de dióxido de Carbono (CO₂) y producción de oxígeno; sin embargo, además, provee a la población de un fundamental flujo de materias primas para el consumo, en medio de las cuales destaca la leña. Sin embargo, el aprovechamiento insostenible del bosque nativo, la introducción de especies exóticas y agrícolas, y la supresión de otras, han producido cambios trascendentales en la composición y estructura de dichos bosques (Lozano, 2015: p. 174).

El ambiente físico es notablemente diferente, con temperaturas promedio menores que en las partes bajas y una constante condensación de niebla. Se encuentra sobre la faja montano baja, en un rango altitudinal aproximado que va desde los 1.800 a los 3.000 m s.n.m. en el norte de las estribaciones occidentales de los Andes, y de 1.500 a 2.900 m s.n.m. en el sur. No existe en las cordilleras de la Costa. En las estribaciones orientales y en las cordilleras amazónicas, va desde los 2.000 a los 2.900 m s.n.m. en el norte y de los 1.800 a los 2.800 m s.n.m. en el sur (Lozano, 2015: p. 174).

1.5.2 Recurso forestal maderable

El recurso forestal maderable se refiere a bosques plantados y naturales que serán utilizados directamente para su extracción, los mismos que aportan materiales para la construcción e insumos para la manufactura del producto, los cuales pueden ser: papel, resina, entre otros (Arango et al., 2017: pp. 344-360).

Los productos forestales maderables son aquellos productos que provienen específicamente de un aprovechamiento de especies forestales, así como también, los productos y derivados que se obtengan de la transformación de ésta (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015).

Según Ministerio de Agricultura y Riego (2015) los productos maderables de transformación son los siguientes:

Madera para aserrío: Aserrada, en Rollo, para parquet, madera chipeada, para triplay, para chapas decorativas.

Maderas dimensionadas: Para durmientes, para postes, para vigas, listones de madera, para puntales.

Madera de producción, manufactura y envasados: Para leña, para carbón vegetal, para pulpa, para fósforos, palos de escoba, lápices, artesanías, utensilios, entre otros.

Madera para fabricación de embalajes no estandarizados para transporte de otros productos: Para cajones de frutas, para jabas.

1.5.3 Herbario

El herbario un centro de investigación de especies botánicas, pasando a ser el herbario una biblioteca de plantas secas, su función principal es conocer las especies y la zona a la cual pertenecen. Las muestras que se encuentran en el herbario son catalogadas dentro de un sistema taxonómico “APG” para poder tener una mejor localización de una especie determinada (Caranqui, 2011: pp. 1-5).

1.5.3.1 Procesos del herbario

Según Caranqui (2011: pp. 1-5), el proceso del herbario es el siguiente:

- Colecta de plantas
- Secado de plantas
- Identificación
- Elaboración de etiquetas
- Montaje
- Catalogación (Archivo colección)
- Intercambio
- Determinaciones
- Base de datos

1.5.4 Madera

La madera está compuesta de material biológico de origen vegetal. Forma parte del fuste de los árboles teniendo como función el transportar agua y sustancias nutritivas del suelo hacia las hojas, dar soporte a las ramas, fijar las sustancias de reserva llegando a almacenar todos los productos que transforman en las hojas. Dichas funciones pasan a formar la estructura de la madera la misma que está caracterizada por su porosidad y elevada resistencia en relación con su peso (Aguilar y Guzowski, 2011: pp. 7-11).

La madera al igual que la mayoría de los vegetales está constituida por numerosas células. La pared celular es de textura flexible y fina, a lo largo del tiempo empieza endurecerse, especialmente, por acumulación de celulosa, sustancia macromolecular de lignina y de glúcidos, dicha sustancia le otorga al árbol la rigidez e impermeabilidad. La celulosa a través de sus fibras forma un entramado en el cual se deposita la lignina, sólo cuando la lignina se ha almacenado en la pared celular se forma la “Madera”. Dicha célula de madera acabada es de consistencia dura, rígida y de forma definitiva (Aguilar y Guzowski, 2011: pp. 7-11).

Aguilar y Guzowski (2011: pp. 7-11) menciona que, en base a la composición química de la madera, los componentes principales son:

- Celulosa en un 50% aproximadamente.
- Lignina un 30%.
- Un 20% de productos orgánicos: almidón, azúcares, grasas, taninos, aceites esenciales, sales minerales, colorantes, ceras y resinas.

1.5.4.1 Planos anatómicos del corte de la madera

Por ser la madera un organismo heterogéneo la misma que está formada por células dispuestas y organizadas en diferentes direcciones, esto conlleva a que aspecto de la madera varíe de acuerdo con la sección observada. Para realizar estudios anatómicos de la madera se adoptan los siguientes planos convencionales de corte (Giménez et al., 2014: pp. 1-4).

Corte Transversal (X):

Hace referencia al corte perpendicular al eje del árbol (Giménez et al., 2014: pp. 1-4).

Corte Radial (R):

Hace referencia al corte de forma paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento (Giménez et al., 2014: pp. 1-4).

Corte Tangencial (T):

Es aquel corte que esta de forma tangencial a los anillos de crecimiento o perpendicular a los radios (Giménez et al., 2014: pp. 1-4).

Además de la apariencia, la madera posee un comportamiento físico-mecánico en cada uno de estos sentidos, dicho fenómeno es conocido como anisotropía. La presencia de esta particularidad le convierte a la madera es un material anisotrópico (Anaya, 2013).

1.5.4.2 Características organolépticas de la madera

Según Vásquez y Ramírez (2011: pp. 9-13) manifiesta que, se puede definir como características organolépticas de la madera a aquellas características que son perceptibles con los órganos de los sentidos como:

Color

El color natural de la madera depende principalmente de los pigmentos contenidos en las células, las proporciones de lignina y celulosa y el grado de mineralización, así como el efecto de la luz y el oxígeno; está vinculado al diseño de los anillos de crecimiento, la diferencia en la coloración entre el duramen y la albura, la trayectoria de las fibras, el radio de la columna vertebral y las sustancias contenidas en las celdas (Puertas, Guevara y Espinoza, 2013: p. 28).

El color de la madera se define, por las sustancias que se encuentran en la luz celular o impregnan sus paredes, como pigmentos, taninos, resinas, caucho; la madera es un material fibroso, la diferente orientación de las fibras produce fenómenos de reflexión y refracción (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Olor

Las maderas tienen un olor distintivo el cual es producido por las sustancias de infiltración presentes en el duramen. Por este motivo, la presencia de un olor distintivo es una característica

que debe buscarse en la porción de madera correspondiente al duramen, en ciertas ocasiones se pueden producir olores en la madera como consecuencia del ataque de hongos, mohos o bacterias y, en estos casos, dichos olores son más acentuados en la albura debido a los altos contenidos de sustancias de reserva, principalmente almidón, presentes en la misma. Este último tipo de olor no debe ser tomado en cuenta para la descripción de especies. El olor es más fuerte en material fresco, recién cortado y puede acentuarse con el humedecimiento del material maderable (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Sabor

El sabor de la madera se debe a la presencia de sustancias de infiltración; por tanto, es más distintivo en trozos frescos y más notorios en el duramen que en la albura. El sabor no se debe tomar como una característica de mucha relevancia en la identificación debido en el cambio que se produce en el mismo ante las condiciones de exposición (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Lustre o brillo

El lustre o brillo es considerado en muchos grupos de maderas como una característica típica; la misma que se produce por el reflejo de la luz incidente, llegando a ser el plano longitudinal radial (LR) el más reluciente, esto se debe al efecto causado por las bandas horizontales de radios (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Según Vásquez y Ramírez (2011: pp. 9-13) el lustre o brillo de la madera es clasificado como: bajo, mediano o moderado y elevado o intenso.

La principal importancia es de orden estético y aunque puede ayudar, no se puede considerar como un determinante en la identificación y diferenciación de las especies forestales y maderables (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Grano

Vásquez y Ramírez (2011: pp. 9-13) da a conocer que, el grano hace referencia a la característica observable en los planos longitudinales radial (LR) y tangencial (LT) de las especies forestales. Esta característica es producida por la disposición que tienen los elementos axiales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.) de la madera con respecto al eje del árbol o a la arista de la pieza aserrada. Dicha característica de la madera se produce en el proceso de crecimiento del árbol y por el aserrado al momento de cosechar de la madera, y puede ser:

- *Recto*

Este tipo de grano de la madera es considerado el grano normal, el mismo que presenta una dirección de los elementos de la madera de manera paralela al eje del árbol o a la arista de la pieza aserrada (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

- *Entrecruzado*

Hace referencia a cuando los elementos axiales forman un arreglo irregular en dirección transversal de la madera o pieza aserrada. De esta manera se produce un veteado y brillo muy atractivos y decorativos en el plano longitudinal y tangencial (LT) de la pieza de madera, cuando la madera ha sido pulida (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

- *Ondulado o crespo*

El grano ondulado o crespo se encuentra en una pieza madera cuando los elementos axiales de la madera llegan a formar un arreglo irregular y sinuoso (ondulado) en dirección longitudinal de la pieza de madera aserrada, ocasionando un brillo característico de efecto decorativo (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

- *Oblicuo, diagonal o inclinado*

Es aquel grano que se ocasiona durante el aserrío de las piezas de madera, mostrando de esta manera los elementos del leño en un ángulo agudo con respecto al eje de la misma, siendo de esta manera difícil lograr determinar correctamente los tres planos de corte en la madera (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Textura

Vásquez y Ramírez (2011: pp. 9-13) menciona que, en las especies latifoliadas la textura es el efecto producido por las dimensiones, distribución y porcentaje de los diversos elementos de la madera, especialmente por el diámetro de los vasos, la proporción de parénquima y ancho de los radios. La textura es observada en el plano transversal (X) de la pieza de madera, siendo los otros planos la complementación para su determinación. La textura se clasifica en tres tipos:

- *Gruesa*

Hace referencia a cuando los elementos constitutivos de la madera son grandes, poros visibles a simple vista; parénquima en grandes proporciones y visible a simple vista; radios anchos y con tejidos fibroso escaso (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

- *Media*

Posee una textura media cuando los elementos constitutivos de la madera son medianos, poros difícilmente observables a simple vista con parénquima visible o invisible a simple vista, los radios medios y con abundancia regular del tejido fibroso (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

- *Fina*

Es cuando los elementos constitutivos de la madera son pequeños y distribuidos en forma difusa, poros no observables a simple vista; posee un parénquima invisible a simple vista o escaso; con radios finos y un con abundante tejido fibroso. Cuando una especie posee una textura fina da como resultado una superficie homogénea y uniforme (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Veteado

El veteado es una característica producida por las figuras originadas en los planos longitudinales radial (LR) y tangencial (LT) de la madera luego de ser pulidos, de acuerdo a la manera como se observan los diferentes elementos del xilema o madera (Corporación Autónoma Regional Del Alto Magdalena, 2009: pp. 60-79).

El veteado se clasifica como:

- *Veteado suave o no acentuado*

Hace referencia a cuando los elementos de la madera son poco evidentes, y las superficies longitudinales que presenta son de manera muy homogéneas, sin ningún elemento de la madera demasiado vistoso (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

- *Veteado acentuado a veteado muy acentuado*

Este veteado se relaciona a cuando los elementos que constituye la madera son grandes y muy notorios a simple vista, con diferencias de en el color muy notables, presenta anillos de crecimiento muy marcados (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Dando de esta manera la formación de varios tipos:

Líneas paralelas: Es observado en el plano longitudinal radial (LR) de la madera y son causadas gracias a la presencia de características anatómicas de la madera como poros en bandas tangenciales, parénquima en bandas anchas y la presencia de una porosidad circular o semicircular, principalmente. En especies coníferas se presenta cuando los anillos de crecimiento de la madera poseen un límite abrupto (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Arcos superpuestos: Este veteado es observado en el plano longitudinal tangencial (LT) de la madera dispuestos uno sobre el otro. La presencia de los mismos se debe a las características anatómicas descritas en el caso anterior (Vásquez y Ramírez, 2011).

Satinado: Es observado en el plano longitudinal radial (LR) de la madera, producido por el brillo de los radios (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Jaspeado: Es observado en el plano longitudinal tangencial (LT) de la madera, producido cuando los radios se encuentran como un montón de líneas pequeñas, muy juntas, resaltando la apariencia de la madera (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Líneas vasculares: Se aprecia en ambos planos longitudinales de la madera, es producido cuando estos elementos internos del leño son muy notorios y acentúan la apariencia de la madera, sobresaliendo con relación a otras estructuras (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

Adicionalmente, se puede manifestar que, el veteado es una característica ocasionada por la presencia de contenidos celulares (inorgánicos) con brillos característicos, por bandas de coloración diferentes, cuando esta característica no se presenta de manera uniforme en la madera o se varía a causa del ataque de hongos cromógenos, esto es muy frecuentes en maderas que presentan una coloración clara (Vásquez y Ramírez, 2011: pp. 9-13).

1.5.4.3 Anatomía de la madera

Giménez, et al. (2014: pp. 1-4) manifiesta que, la Anatomía de la madera es considerado como una rama de la Biología que se encarga del estudio del xilema, leño o madera con el fin de:

- Conocer y dar a la madera un uso correcto.
- Determinar las especies.
- Predecir usos adecuados del leño.
- Prever el comportamiento del leño en los procesos industriales.
- Evaluar y conocer la aptitud tecnológica de la madera.

Giménez, et al. (2014: pp. 1-4) menciona que, el conocer la parte anatómica de la madera tiene gran influencia en la Tecnología y en la Industria maderera. Posee principalmente las siguientes características anatómicas:

- La madera es un material poroso, celular, no es un sólido.
- Está constituido por más de un tipo de células, por lo tanto, su constitución es heterogénea.
- La mayoría de los elementos celulares de la madera es alargada con el eje longitudinal paralelo al eje del fuste.
- Las paredes celulares de la madera están formadas especialmente de celulosa, formando largas cadenas moleculares.
- Poseen lignina y hemicelulosas; éstas encuentran entre las cadenas de celulosa, donde además se puede encontrar agua.
- El lumen de las células y la pared celular de la madera se puede encontrar diferentes materiales.

Según Giménez, et al. (2014: pp. 1-4) en base a la Anatomía de Madera se pueden apoyar otras ramas de las Ciencias Forestales como: Tecnología de la Madera, Silvicultura, Dendrocronología, Dasometría, etc.

1.5.4.4 Características anatómicas de la madera

Las características microscópicas de la madera en si es la parte maderable de un árbol cumpliendo de esta manera tres funciones: Conducción del agua, almacenamiento de sustancias de reservas y resistencia mecánica. Para el cumplimiento de estas funciones se presenta en la madera tres tipos de tejidos: conducción (tejido vascular), almacenamiento (tejido parenquimático), resistencia (tejido fibroso). Las características como la estructura, el tamaño y la forma de los tejidos de la

madera son diferentes en casi todas las especies maderables, es decir que cada especie tiene un sello de estructura propia, característico y diferente a otra (Agila et al., 2018: pp. 1-15).

Anillos de crecimiento

Hace referencia a capas marcadas de crecimiento observable en la sección transversal del corte de la madera. Son muy definidos en especies maderables que se desarrollan en climas templados y poco marcados o a veces no diferenciados en especies de climas tropicales. Los anillos de crecimiento especialmente están formados por zonas con elementos vasculares más compactos que contrastan en relación a zonas en las que los elementos vasculares son más amplios (Leon y Espinoza, 2001: pp. 380-385).

En zonas de clima templado cada año se forma un anillo de crecimiento, por dicha razón son llamados anillos anuales, siendo estos los que determinan la edad del árbol. También es un indicador de crecimiento de un árbol, un crecimiento rápido (anillos bien espaciados) o un crecimiento lento (pequeños espacios entre anillos); nos ayuda a indicar aquellos años que han sido desfavorecidos para el árbol (espacios menores), o años más beneficiosos (espacios mayores) (Leon y Espinoza, 2001: pp. 380-385).

Parénquima

El parénquima es el tejido anatómico de la madera que sirve para la conducción y almacenamiento de sustancia de reserva en un árbol. Forma parte del tejido longitudinal del fuste de un árbol y está dispuesto en una forma muy característico; por ello, el parénquima tiene alta importancia en la identificación de una especie (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

De acuerdo con la forma y disposición, el parénquima se clasifica en:

- *Parénquima Apotraqueal*

Son aquellos que no se encuentra junto a los poros, ni asociados a los vasos y se pueden presentar de la siguiente manera (Lluncor, 2011: pp. 7-8):

Difuso: Son células parenquimáticas aisladas dispersas entre fibras (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

Difuso en agregados: Son grupos pequeños de células parenquimáticas agrupadas en líneas discontinuas ya sea tangencial u oblicuas (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

En bandas marginal: Es una banda final o inicial parenquimática en una capa de crecimiento (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

- *Parénquima Paratraqueal*

Se encuentra asociado sistemáticamente a los vasos, es decir a aquellos que están alrededor de los poros, se presentan de la siguiente manera (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

Escaso: Son células aisladas alrededor de los vasos (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

Unilateral: Son células formando una vaina incompleta alrededor del poro (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

Vasicéntrico: Son aquellas que formando una vaina completa alrededor del poro (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

Aliforme: Con presencia de extensiones tangenciales como las alas (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

Confluente coalescente: Son bandas tangenciales o diagonales irregulares (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

- *Parénquima Marginal*

Es aquel que se forman líneas anchas y angostas en el límite de los anillos de crecimiento (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

Parénquima vertical o axial: Son células rectangulares y normalmente paredes delgadas, más cortas que las traqueidas axiales, no lignificadas, su función es el almacenamiento de sustancias nutritivas del leño. Este tipo de célula es común en coníferas, se encuentran asociados a canales resiníferos (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

Parénquima radial: Son células parenquimáticas de un tamaño variable que se extienden radialmente en el leño, en sentido perpendicular a las traqueidas axiales y cuya función es almacenar u conducir transversalmente sustancias nutritivas, estas células se caracterizan por presentar puntuaciones simples, paredes delgadas y no lignificadas (Lluncor, 2011: pp. 7-8).

Poros

Es considerado poro cuando un elemento vascular es cortado transversalmente los mismos que pueden estar aislado o agrupados de manera variable, siendo el primer caso los poros solitarios y por lo general son redondeados; en el segundo caso se denomina poros múltiples radiales, esto se debe a cuando varios poros se hallan contiguos en una hilera radial (Gatica, 2010: pp. 8-12).

Los poros solitarios tienen pared gruesa. Mientras que, cuando 2 o más poros se hallan en contacto los poros son aplanados y más gruesos. Para una mejor comprensión en el estudio e identificación de las estructuras anatómicas de las maderas, existen dos tipos de maderas siendo estas las porosas y las no porosas (Leon y Espinoza, 2001: pp. 380-385).

Agrupamiento de poros

Solitarios: Son aquellos poros aislados o separados de otros y se encuentran rodeados por elementos de otra categoría (Leon y Espinoza, 2001: pp. 380-385).

Múltiples: Son aquellos que se encuentran unidos en línea y comprimidos unos contra otros. Poseen una división en: Múltiples radiales, múltiples tangenciales múltiples diagonales y múltiples racemiformes (sin dirección definida) (Leon y Espinoza, 2001: pp. 380-385).

Disposición de los poros

Difusa: Estos poros se caracterizan por ser uniforme (dispersos de forma uniforme a lo largo de los anillos de crecimiento) y no uniforme (dispersos de forma desigual a lo largo de los anillos de crecimiento) (Leon y Espinoza, 2001: pp. 380-385).

En anillos: Caracterizados por ser en anillos circular (dimensiones del diámetro de poros dentro del anillo de crecimiento) y anillos semicirculares (Disminución gradual del diámetro de los poros en el anillo de crecimiento) (Leon y Espinoza, 2001: pp. 380-385).

Radios medulares

Los radios poseen una importancia muy alta en las propiedades de la madera, especialmente como elemento de identificación y como responsables, en gran parte, de las propiedades de contracción de la madera (Gatica, 2010: pp. 8-12)

Por el contrario, la discontinuidad de tejido que representan se hace más señalada en la abertura de la madera que presentan más desarrollados. De esta manera, la resistencia a la hendidura en el sentido tangencial es superior que, en el radial, siendo esta diferencia más marcada, con la presencia de abundantes y desarrollados radios leñosos. Por otro lado, en compresión, los radios leñosos poseen un efecto positivo, aumentando de esta manera la resistencia a la compresión radial de las frondosas con radios leñosos gruesos (Gatica, 2010: pp. 8-12).

- *Radios homogéneos:*

Aquellos formados por células de un solo tipo, cuyo tejido está compuesto apenas por células horizontales en sección radial (Gatica, 2010: pp. 8-12).

- *Radios heterogéneos:*

Hace referencia a radios formados por más de un tipo de células; las mismas que pueden ser cuadradas o verticales en formando diversas combinaciones (Gatica, 2010: pp. 8-12).

Con respecto a los radios homogéneos y heterogéneos los cuales pueden ser uniseriados, es decir formados por una hilera de células en sección tangencial; o multiseriados compuestos por más de una hilera de células en sección tangencial (Gatica, 2010: pp. 8-12).

Fibras

Denominadas así a todas las células de color oscuro del leño, que no sean vasos o células de parénquima. Cumpliendo su función principal de dar resistencia mecánica al cuerpo de la planta (Giménez et al., 2014: pp. 1-4).

- *Fibras septadas*

En algunas especies maderables, antes de la muerte de las fibras, se forman paredes transversales llegando a dividir su interior en compartimentos. Las fibras, donde el lumen está dividido en septos, lleva el nombre de fibras septadas (Giménez et al., 2014: pp. 1-4).

Traqueidas vasculares

Las traqueidas vasculares se parecen a pequeños elementos de vasos de leño tardío, excepto sus extremos los cuales no son perforados y como cualquier traqueida presenta puntuaciones

areoladas en sus paredes. Aparecen de forma organizada en series verticales, y en la sección transversal en ocasiones de llaga a confundir con poros pequeños. Su principal función es la conducción (Giménez et al., 2014: pp. 1-4).

- *Traqueidas vasicéntricas*

Las traqueidas vasicéntricas son células más cortas e irregulares que las traqueidas vasculares, con extremos redondeados y presencia puntuaciones areoladas en sus paredes. Las mismas que se encuentran asociadas al parénquima axial, a lo que se asemeja en sección transversal (Giménez et al., 2014: pp. 1-4).

1.5.5 Tinción

La tinción es una metodología utilizada para incrementar el contraste entre la célula y su entorno ayudando de esta manera a mejorar la imagen observada. Las técnicas de tinción con diversos colorantes facilitan la observación aumentando notablemente el contraste (Megías, Molist y Pombal, 2018: pp. 1-26).

1.5.5.1 Astra blue

Este colorante que tiñe de color azul a las células no lignificadas, como en el caso de la celulosa en los tejidos de las plantas que contienen oligosacáridos y polisacáridos. La tintura Astra Blue se puede usar también en el estudio de mastocitos en preparados humanos o muestras de sangre (Feijoo, Ramón y Pucha, 2018: pp. 21-22).

1.5.5.2 Safranina

La safranina es utilizada especialmente para teñir tejidos biológicos, sirviendo como herramienta en la detección de estructuras en células eucariontes y procariontes. El nombre safranina proviene de la palabra «azafrán» por su color parecido a dicha planta. La safranina es conocido como de contraste, usado para diferenciar una estructura celular previamente teñida con otro colorante. La safranina se usa como colorante de contraste en distintas técnicas histológicas (Feijoo, Ramón y Pucha, 2018: pp. 21-22).

1.5.6 Densidad de la madera

La densidad de la madera es un parámetro muy utilizado en la cuantificación de las plantaciones y especialmente en la caracterización de las propiedades de la madera. El valor de la densidad posee una gran importancia gracias a las estrechas relaciones que posee con las restantes propiedades físico-mecánicas y en especial con la contracción y con la dureza de la madera (Spavento, Keil y Monteoliva, 2008: pp. 19-22).

1.5.6.1 Densidad aparente normal (dn)

La densidad aparente normal define como la relación entre el peso de la muestra de madera seca al aire y el volumen de la misma en iguales condiciones de humedad (Spavento, Keil y Monteoliva, 2008: pp. 19-22).

$$d \text{ (gr/cm}^3\text{)} = m/v$$

Donde:

d = densidad aparente normal, en gr/cm³

m = peso húmedo o inicial, expresado en gr.

v = volumen húmedo o inicial, expresado en cm³.

1.5.7 Potencial de hidrogeno (pH)

El valor pH es una característica de la madera con gran influencia en varios campos del aprovechamiento de la madera: el pH está relacionado con la corrosión de metales en contacto con la madera, en la fijación de determinados preservantes químicos en la madera, con el cambio de coloración de algunas maderas cuando se exponen a la radiación solar, en la fijación de lacas y barnices sobre la superficie de madera, en el fraguado de colas y adhesivos, esto puede ser en madera sólida, en forma de chapas o partículas para la producción de tableros y derivados de la madera (Albin, 1975: p. 3).

1.5.8 Análisis de varianza

El análisis de varianza permite básicamente, la comparación de los valores medios que toma la variable dependiente en J poblaciones en las cuales los niveles de factores no son iguales, con el propósito de conocer si existen diferencias significativas según dichos niveles o si, por otro lado,

la respuesta en cada población posee una independencia de los niveles de factores. Por tanto, se dice que es un contraste paramétrico que extiende al caso de J poblaciones el contraste de la igualdad de medias entre dos poblaciones que sean independientes (Ordaz, Melgar y Rubio, 2014: pp. 2-3).

Del mismo modo trata de determinar si los niveles de factores conllevarían diferencias en la respuesta en los distintos grupos o poblaciones, verificando la igualdad de medias de la variable dependiente en dichos grupos (Ordaz, Melgar y Rubio, 2014: pp. 2-3).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Caracterización del lugar

2.1.1 Localización

La etapa de campo fue ejecutada en la provincia de Chimborazo, cantón Alausí, parroquia Sibambe y sector Pepinales.

La etapa de identificación de especies se realizó en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, situada en la Panamericana Sur, Km 1½ de la ciudad de Riobamba.

La etapa de laboratorio se llevó a cabo en el laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, situada en la Panamericana Sur, Km 1½ de la ciudad de Riobamba.

2.1.2 Condiciones climáticas

Las siguientes condiciones climáticas hacen referencia al lugar donde fueron recolectadas las muestras de las cinco especies forestales estudiadas.

Temperatura media:	15 °C.
Precipitación promedio:	473,9 mm.
Altitud:	2312 m s.n.m.
Humedad:	69,36% (INAMHI, 2019).

2.2 Materiales y equipos

2.2.1 Materiales de campo

Esfero, libreta de campo, GPS, cámara fotográfica (Samsung A 20S), cinta métrica, tijera de podar, machete (Bellota), fundas de basura grandes, cartón, papel periódico y fundas herméticas Ziplock.

2.2.2 Materiales y equipos de laboratorio

Cubos de madera de cada especie forestal con dimensiones de 2 x 2 x 2, mandil blanco, placas porta y cubre objetos, pinzas de manipulación, cinta adhesiva transparente, frascos de vidrio, marcador de vidrio, alcohol industrial, agua destilada, papel absorbente, papel aluminio, cajas Petri, autoclave (Biobase USA), tinciones (astrablue y safranina), jeringuillas, microscopio (Quimis motic, de marca china), tabla de Munsell, probeta (50 ml) y balanza digital.

2.2.3 Materiales de oficina

Computadora (Lenovo), programa (ArcGIS 10.5), impresora, hojas de papel bond, InfoStat, Word 2019, Excel 2019 y Motic Images plus 2.0.

2.2.4 Materiales en el herbario

Prensa de madera, papel periódico, cuerdas y papel secante.

2.3 Metodología

2.3.1 Ejecución del primer objetivo:

Analizar la parte organoléptica de las cinco especies forestales.

- **Colecta de cinco especies forestales.**

Para poder realizar la colección de las cinco especies forestales se obtuvo el permiso emitido por el Ministerio del Ambiente, a través del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) el mismo que hace referencia a la movilización de las muestras y el lugar donde van a ser archivadas, en este caso en el herbario de la ESPOCH.

Una vez obtenido el permiso emitido por el Ministerio del Ambiente se procedió a lo siguiente:

Se realizó un reconocimiento del área donde se colectaron las cinco especies forestales posteriormente se hizo la georreferenciación del lugar con un GPS obteniendo información geográfica del lugar de las cinco especies forestales.

Seguido, se procedió a recolectar muestras en estado fértil es decir que contengan: flores, frutos, hojas, ramas, corteza además una muestra de madera y aserrín de cada especie (Aliso, Cascarilla, Yalomán, Motilón, Pumamaqui) con sus respectivas repeticiones, siendo etiquetadas cada una de ellas para evitar confusiones.

Las muestras de las cinco especies forestales recolectadas se realizó una herborización de acuerdo al procedimiento de Caranqui (2011: pp. 1-5), se colocó a las muestras en la mitad del papel periódico dobladas tratando de mantener las hojas necesarias y siempre con una hoja al envés, para de esta manera poder identificar todas las características presentes de las hojas, en la parte inferior izquierda de la hoja de papel se colocó una etiqueta la misma que contenía el número de la muestra acompañado de las iniciales del colector; el periódico usado para la herborización se cambió cada cierto tiempo para de esta manera evitar la pudrición de las muestras, luego se procedió a la identificación de las mismas en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP).

▪ **Montaje de las muestras**

Una vez identificadas las muestras de las cinco especies forestales, se procedió al montaje de los ejemplares, de acuerdo a los protocolos establecidos en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP).

Las muestras dendrológicas que anteriormente se herborizó fueron colocadas de una en una en una mezcla de goma y agua a una relación de 1:1.

Las muestras ya con pegamento se ubicaron en el centro de la cartulina A3, de manera cuidadosa para así evitar la destrucción de las mismas.

Posteriormente se realizó una etiqueta de información se la misma que contenía los datos tomados en campo como: sitio de colecta, fecha, nombre común, nombre científico, coordenadas, etc.

Para finalizar el proceso de montaje se adjuntó a las muestras de las cinco especies forestales un código el mismo que se encuentra en la muestra de madera de las cinco especies forestales situada en la colección de la Carrera de Ingeniería Forestal.

- **Muestras para la colección de la xiloteca.**

En base a la metodología utilizado por Vera (2019: pp. 12-13), se colectó una muestra de 30 cm de largo de las cinco especies forestales, posteriormente fueron fraccionadas en 3 tres partes con las siguientes medidas: 0 cm a 10 cm, de 10cm a 20 cm y de 20cm a 30cm. En el primer corte se mantuvo entera, en el segundo corte fue suprimida en un 25 % y en el tercer corte se suprimió en 50 %, de esta manera la muestra se asemejó a unos escalones, en el cual se observó la corteza, veteados, albura, duramen y anillos de crecimiento.

- **Características organolépticas.**

Teniendo en cuenta que: las características organolépticas son aquellas características que pueden ser percibidas por los órganos de los sentidos. Entre estas características organolépticas tenemos: color, grano, brillo, textura, olor, sabor y figura o veteados.

Para la identificación del color de la madera de las cinco especies forestales se empleó la tabla de Munsell.

2.3.2 Para el cumplimiento del segundo objetivo:

Determinar las características anatómicas de las cinco especies forestales.

- **Características anatómicas.**

La caracterización anatómica de la madera de las cinco especies forestales se desarrolló en el laboratorio de Ciencias Biológicas de la facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

En base al procedimiento utilizado por Coveña (2019: p. 15) se utilizó prismas de las cinco especies (Aliso, Cascarilla, Yalomán, Motilón, Pumamaqui), de 2 x 2 x 2 cm.

Los prismas de madera se colocó en frascos de vidrio, se agregó agua destilada hasta que cubra el agua los prismas, a continuación se procedió a tapar los frascos de vidrio con papel aluminio, se rotuló con la información de cada especie forestal y se colocó en el autoclave (Biobase, USA) con una temperatura de 121°C, presión de 1,1 atm y 20 minutos por cada ciclo, se utilizó guantes al momento de abrir el autoclave y manipular las muestras calientes con el propósito de evitar quemaduras, cabe mencionar que los ciclos van a depender de la dureza de cada una de las

maderas, debido a que existen maderas muy duras y necesitan más de un ciclo y otras maderas que son blandas solo será necesario efectuar un ciclo.

Seguidamente se procedió a realizar los cortes de los prismas de madera en sus tres planos: transversal, tangencial y longitudinal en el microtomo (Spencer “820”), con un espesor del corte fue de 0,3 µm de cada corte. Cabe mencionar que, para poder realizar los cortes, los prismas deben estar completos para de esta manera tener una mejor visualización en toda la lámina de cada corte y evitar errores de interpretación.

Posterior a elaboración de los cortes las láminas cortadas fueron colocadas en cajas Petri con agua destilada para de esta manera evitar deshidratación, las mismas que fueron rotuladas para evitar confusiones de los tres cortes: transversal, tangencial y longitudinal, es recomendable realizar varios cortes para de esta manera tener un mayor poder selectivo de la mejor lamina a ser montada, ser observada y posteriormente a ser evaluada.

▪ **Determinación de la densidad**

Para lograr determinar la densidad de la madera de las cinco especies forestales, se pesó cuatro prismas de madera en la balanza digital y se sacó una media, de esta manera se obtuvo la masa.

Se midió los tres planos de los cuatro prismas con un calibrador digital. Para lo obtención del volumen se realizó la multiplicación de las medias de los tres planos transversal, tangencial y radial.

Se aplicó la ecuación correspondiente de la densidad, para las cinco especies forestales.

$$d = m/v$$

Donde:

d = densidad de la madera (gr/cm³).

m = masa de la madera (gr).

v = volumen de la madera (cm³).

- **Determinación del potencial de hidrogeno (pH)**

Para lograr determinar el pH de cada una de las especies forestales, se utilizó 20 gramos de aserrín fresco es decir que haya sido extraído con un máximo de 24 horas previo al estudio de cada especie forestal.

Posteriormente se colocó 50 ml de agua destilada, y con la ayuda de cuchara se agitó la mezcla, se fue añadiendo 25 ml de agua destilada hasta que presente una mezcla homogénea. Se dejó reposar durante unos 45 minutos a 1 hora aproximadamente, para finalmente tomar la medida con un medidor de pH.

2.3.3 Para el cumplimiento del tercer objetivo:

Evaluar dos tipos de Tinciones para determinar la mejor.

- **Tinción de las especies forestales.**

Para la tinción de las 5 especies forestales se utilizó safranina con concentración al 95% y Astra Blue con concentración al 90% y la combinación de safranina/Astra Blue en porciones 1:1.

Las láminas de madera cortadas anteriormente y preseleccionadas de los planos transversal, tangencial y radial, fueron colocadas en la tinción safranina previamente colocada en una caja petri debidamente etiquetada, dichas láminas de madera o cortes histológicos fueron sumergidos en su totalidad en la tinción durante un lapso de 10, 20 y 30 segundos, posteriormente se retiraron los excesos de tinte con agua destilada, luego dejamos secar las muestras sobre papel absorbente, cada una de las muestras se ubicó en las placas porta y cubre objetos de una manera adecuada y rotulando cada una de ellas.

Los cortes histológicos obtenidos anteriormente y preseleccionados de los planos transversal, tangencial y radial, fueron colocados en la tinción Astra Blue previamente colocada en una caja petri debidamente etiquetada, dichas láminas de madera o cortes histológicos fueron sumergidos en su totalidad en la tinción durante un lapso de 10, 20 y 30 segundos, posteriormente se retiraron los excesos de tinte con alcohol al 70%, luego dejamos secar las muestras sobre papel absorbente, cada una de las muestras se ubicó en las placas porta y cubre objetos de una manera adecuada y rotulando cada una de ellas.

En base al estudio realizado por Gärtner y Schweingruber (2013: p. 56), manifiesta que: la combinación entre los tintes Safranina /Astra Blue crea los mejores contrastes entre diferentes tipos de paredes celulares. En el cual el tinte Safranina tiñe de color rojo las estructuras de células lignificadas, y el Astra Blue tiñe de color azul las estructuras de celulosa o no lignificadas. Por tal motivo, se realizó una preparación entre estos dos tintes a una proporción de 1:1, colocando en una caja Petri debidamente etiquetada. Las láminas de madera o cortes histológicos fueron sumergidas en su totalidad en la tinción combinada durante un lapso de 10, 20 y 30 segundos, posteriormente se retiraron los excesos de tinte con alcohol al 70%, luego dejamos secar las muestras sobre papel absorbente, cada una de las muestras se ubicó en las placas porta y cubre objetos de una manera adecuada y rotulando cada una de ellas.

▪ **Observación de las muestras de madera**

Finalmente, las placas fueron observadas a través del microscopio Quimis Motic, con los lentes ópticos 4x y 10x las estructuras anatómicas situadas en sus tres cortes: transversal, tangencial y radial, posteriormente se fotografió las estructuras anatómicas de la madera con la ayuda de la cámara Moticam 2,0 MP y la cámara telefónica de 13 MP.

2.4 Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico de las características anatómicas de las cinco especies forestales en base al siguiente procedimiento:

Se utilizó imágenes con el lente 4x y 10x del corte transversal, las cuales fueron capturadas con la cámara Quimis Motic y con cámara telefónica, en donde se observó la cantidad de poros de las cinco especies forestales como también su distribución, cantidad y perímetro.

Con el programa InfoStat versión estudiantil, se realizó el análisis estadístico correspondiente al perímetro y número de poros.

A través del programa InfoStat se realizó la prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks, para de esta manera saber si los datos provienen de una distribución normal y de esta manera para seguir con el análisis de varianza, en caso sé que datos no provengan de una distribución normal, utilizamos el análisis de varianza de Kruskal Wallis. Se realizó la prueba de Tukey con el objeto de obtener tablas comparativas entre las cinco especies forestales, generando un respectivo análisis.

Para lograr interpretar la calidad de imagen se tomó cuatro fotos para cada repetición de las cinco especies forestales y se evaluó en: muy buena, buena y malo para lo cual se utilizó el programa InfoStat aplicando un análisis de correspondencia, y su respectiva representación.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Ubicación geográfica

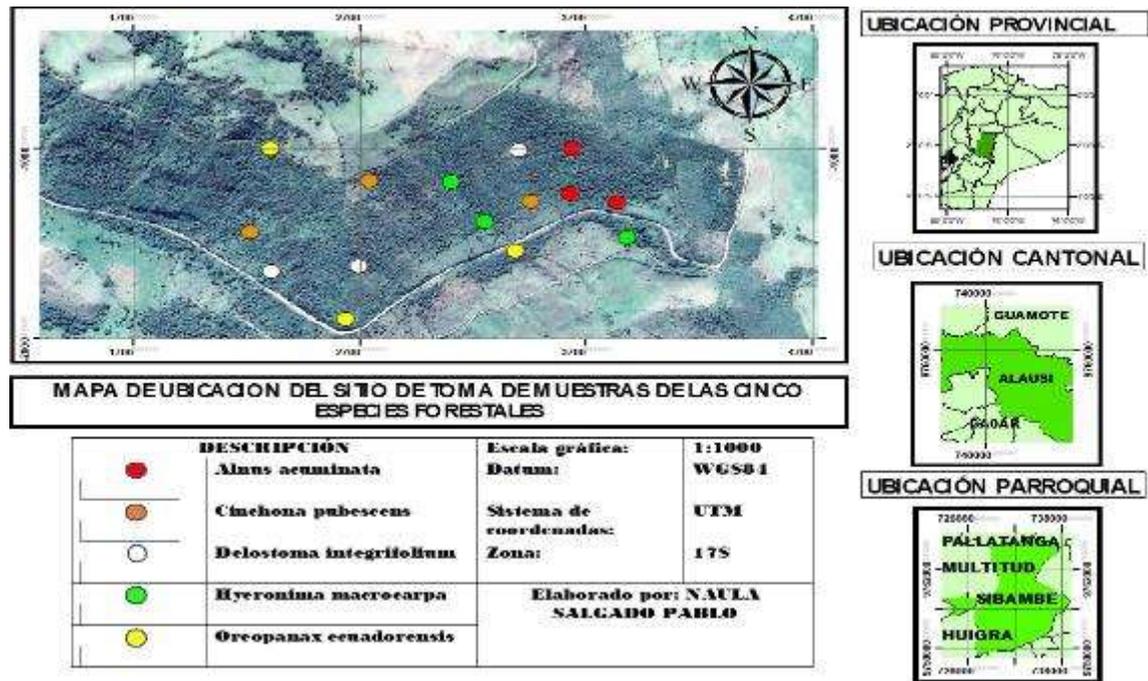


Figura 1-3: Georreferenciación del lugar de investigación científica.

Realizado por: Naula, 2021.

3.2 Identificación dendrológica de las cinco especies forestales.

En el sector Pepinales perteneciente al cantón Alausí las cinco especies forestales son conocidas como: Motilón, Cascarilla, Yalomán, Aliso y Pumamaqui. A continuación, se detalla una tabla con los nombres científicos de estas cinco especies forestales las cuales fueron identificadas en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

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

Familia	Nombre científico	Nombre común
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	Cascarilla
Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i>	Yalomán
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	Motilón
Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Pumamaqui

Realizado por: Naula, 2021.

3.2.1 *Alnus acuminata* (Aliso)

Árbol de 8 metros de altura con DAP de 28 cm. Fuste recto cilíndrico. Hojas con composición simple y posición en el tallo alterna elípticas y borde aserrado. Inflorescencia de color verde. Fruto de tipo estróbilo.

3.2.2 *Cinchona pubescens* (Cascarilla)

Árbol de 7 metros de altura con DAP de 23 cm. Fuste recto cilíndrico. Hojas con composición simple y posición en el tallo opuestas de forma elíptica. Inflorescencia en racimo con flores rosadas y blancas. Frutos son cápsulas. Semillas muy numerosas y pequeñas, ligeras y con alas que se dispersan por el viento.

3.2.3 *Delostoma integrifolium* (Yalomán)

Árbol de 8 metros de altura con DAP de 32 cm. Fuste un tanto irregular. Hojas con composición simple y posición en el tallo opuestas de forma elíptica anchas. Inflorescencia en racimo con flores de color rosado. Fruto de tipo silicua. Semillas muy numerosas aladas que se dispersan por el viento.

3.2.4 *Hyeronima macrocarpa* (Motilón)

Árbol de 10 metros de altura con DAP de 34 cm. Fuste casi cilíndrico. Hojas con composición simple y posición en el tallo alternas de forma elíptica. Inflorescencia en panícula de racimos con

flores cremas-verduscas. Frutos son drupas pequeñas de color verde y al madurar se vuelven de color negro-moradizo. Una sola semilla.

3.2.5 *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui)

Árbol de 7 metros de altura con DAP de 19 cm. Fuste recto cilíndrico. Hojas con composición simple y posición en el tallo alternas de forma lobulada. Inflorescencias de tipo umbela con flores de color blanco. El fruto es una baya de color verde oscuro. Contiene 3-5 semillas.

3.3 Determinación de las características organolépticas de las especies forestales.

3.3.1 *Alnus acuminata* (Aliso)

La muestra en estudio presenta una corteza lenticelada de color blanca grisácea, la madera presenta un color amarillo rojizo 10YR 8/6 de acuerdo con la tabla de Munsell, sabor ligeramente dulce, olor agradable a anís, grano recto, textura media, brillo medio y el veteado en bandas paralelas como se muestra en la Figura 2-3, Figura 3-3, Figura 4-3 y Figura 5-3.



Figura 2-3: *Alnus acuminata* (Aliso), corteza.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 3-3: *Alnus acuminata* (Aliso), corte transversal.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 4-3: *Alnus acuminata* (Aliso), corte tangencial.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 5-3: *Alnus acuminata* (Aliso), corte radial.

Realizado por: Naula, 2021.

3.3.2 *Cinchona pubescens* (Cascaquilla)

La muestra en estudio presenta una corteza irregular de color blanca grisácea, la madera presenta un color amarillo cremoso 2,5Y 8/6 de acuerdo con la tabla de Munsell, sabor picante amargo, olor agradable no distintivo, grano recto, textura media, brillo medio y el veteado en bandas paralelas como muestra en la Figura 6-3, Figura 7-3, Figura 8-3 y Figura 9-3.



Figura 6-3: *Cinchona pubescens* (Cascaquilla), corteza.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 7-3: *Cinchona pubescens* (Cascaquilla), corte transversal.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 8-3: *Cinchona pubescens* (Cascaquilla), corte tangencial.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 9-3: *Cinchona pubescens* (Cascaquilla), corte radial.

Realizado por: Naula, 2021.

3.3.3 *Delostoma integrifolium* (Yalomán)

La muestra en estudio presenta una corteza irregular de color crema verdosa, la madera presenta un color crema verdoso 5Y 8/3 de acuerdo con la tabla de Munsell, sabor picante, olor ligeramente desagradable, grano recto, textura media, brillo bajo y el veteado en arcos superpuestos como muestra en la Figura 10-3, Figura 11-3, Figura 12-3 y Figura 13-3.



Figura 10-3: *Delostoma integrifolium* (Yalomán), corteza.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 11-3: *Delostoma integrifolium* (Yalomán), corte transversal.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 12-3: *Delostoma integrifolium* (Yalomán), corte tangencial.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 13-3: *Delostoma integrifolium* (Yalomán), corte radial.

Realizado por: Naula, 2021.

3.3.4 *Hyeronima macrocarpa* (Motilón)

La muestra en estudio presenta una corteza ligeramente lisa y agrietada en la madurez de color parda grisácea la corteza externa y la interna es rosada, la madera presenta un color rosado pálido 2,5YR 8/3 de acuerdo con la tabla de Munsell, sabor ausente, olor ausente, grano recto, textura media, brillo medio y el vetado jaspeado como muestra en la Figura 14-3, Figura 15-3, Figura 16-3 y Figura 17-3.



Figura 14-3: *Hyeronima macrocarpa* (Motilón), corteza.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 15-3: *Hyeronima macrocarpa* (Motilón), corte transversal.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 16-3: *Hyeronima macrocarpa* (Motilón), corte tangencial.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 17-3: *Hyeronima macrocarpa* (Motilón), corte radial.

Realizado por: Naula, 2021.

3.3.5 *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui)

La muestra en estudio presenta una corteza irregular de color plomo verdoso, la madera presenta un color crema amarillenta 2,5Y 8/3 de acuerdo con la tabla de Munsell, sabor dulce, olor agradable no distintivo, grano recto, textura media, brillo bajo y el veteado es en arcos superpuestos como muestra en la Figura 18-3, Figura 19-3, Figura 20-3 y Figura 21-3.



Figura 18-3: *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui), corteza.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 19-3: *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui), corte transversal.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 20-3: *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui), corte tangencial.

Realizado por: Naula, 2021.



Figura 21-3: *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui), corte radial.

Realizado por: Naula, 2021.

Tabla 2-3: Síntesis de las características organolépticas de las cinco especies forestales.

	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Cinchona pubescens</i>	<i>Delostoma integrifolium</i>	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>
Corteza	Lenticelada de color blanca grisácea.	Irregular de color blanca grisácea.	Irregular de color crema verdosa	Ligeramente lisa y agrietada en la madurez de color parda grisácea la corteza externa y la interna es rosada.	Irregular de color plomo verdoso.
Color (madera)	Amarillo rojizo 10YR 8/6	Amarillo cremoso 2,5Y 8/6	Crema verdosa 5Y 8/3	Rosado pálido 2,5YR 8/3	Crema amarillenta 2,5Y 8/3

Sabor	Ligeramente dulce	Picante amargo	Picante	Ausente	Dulce
Olor	Agradable a anís	Agradable no distintivo	Ligeramente desagradable	Ausente	Agradable no distintivo
Grano	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto
Textura	Media	Media	Media	Media	Media
Brillo	Medio	Medio	Bajo	Medio	Bajo
Veteado	Bandas paralelas	Bandas paralelas	Arcos superpuestos	Jaspeado	Arcos superpuestos

Realizado por: Naula, 2021.

3.4 Determinación de las características anatómicas de las cinco especies forestales.

Tabla 3-3: Ciclos de ablandamiento de las cinco especies forestales.

	Ciclos	Tiempo por ciclo (min)	Número de cubos
<i>Alnus acuminata</i>	2	20	10
<i>Cinchona pubescens</i>	6	20	10
<i>Delostoma integrifolium</i>	1	20	10
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	5	20	10
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	20	10

Realizado por: Naula, 2021.

3.4.1 *Alnus acuminata* (Aliso)

3.4.1.1 Sección transversal

En este corte se logró distinguir poros medianos que no son visibles a simple vista, en su gran mayoría poros solitarios, seguido de poros múltiples de 2, 3,4 y 5. Porosidad difusa, disposición en hileras radiales. Parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente. Presencia fibras de paredes pequeñas y radios finos.

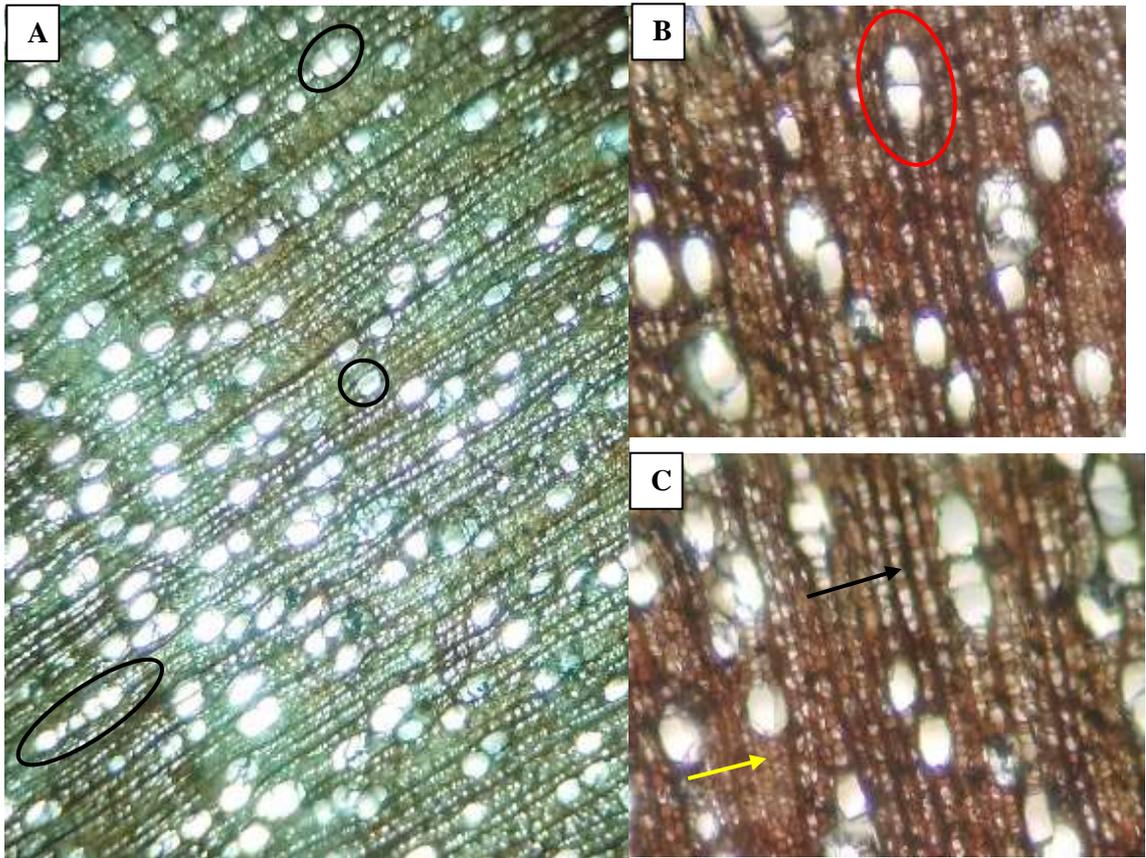


Figura 22-3: Anatomía de la sección transversal de *Alnus acuminata* (Aliso)

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 4x y tinte Astra blue se observó en gran mayoría poros solitarios, seguido de poros múltiples de 2, 3, 4 y 5; porosidad difusa, disposición en hileras radiales. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente. **C.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó fibras de paredes pequeñas, radios y poros medianos.

3.4.1.2 Sección tangencial

En este corte se pudo visualizar radios homocelulares de tipo de célula procumbente y presencia de fibras septadas.

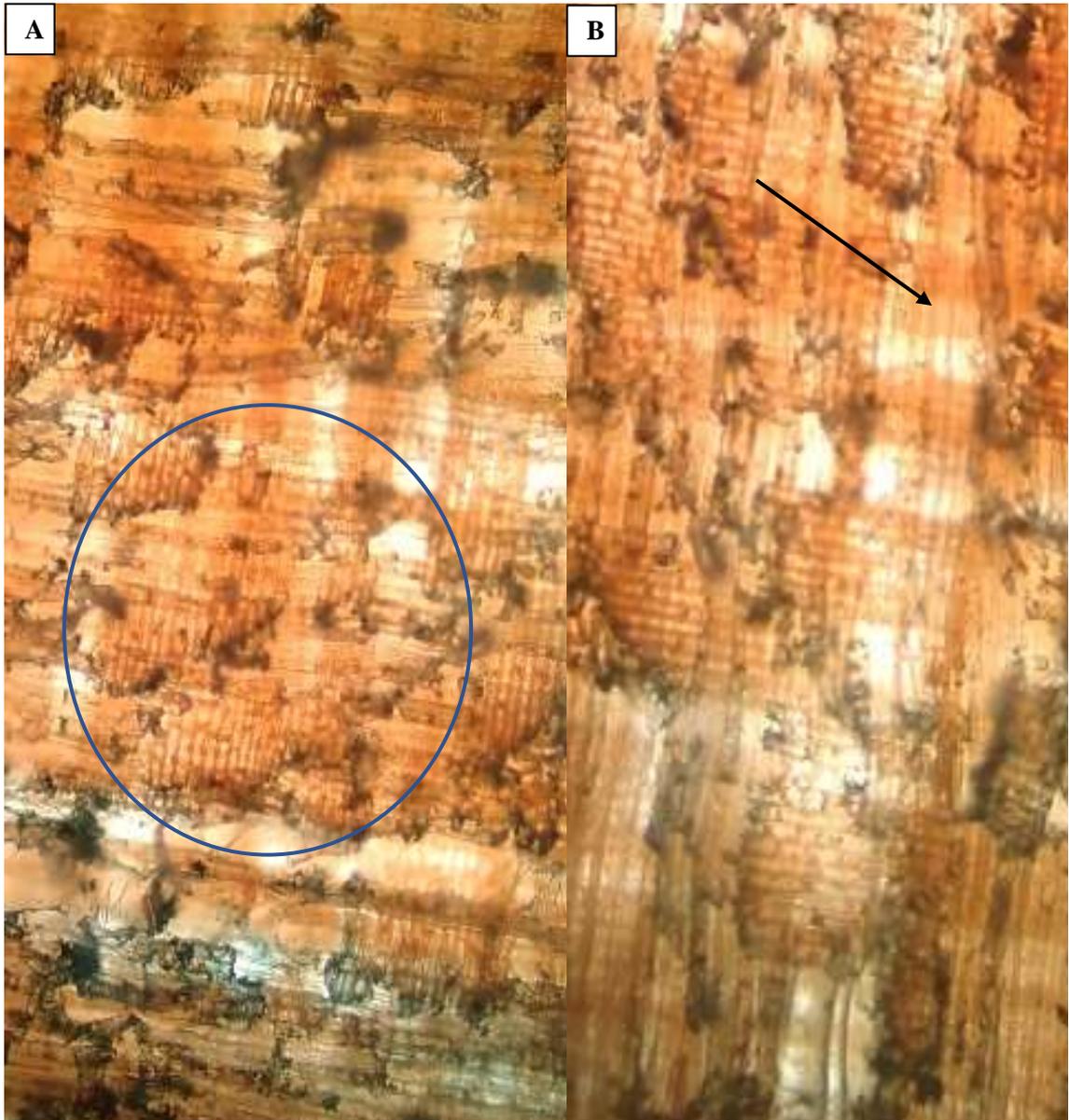


Figura 23-3: Anatomía de la sección tangencial de *Alnus acuminata* (Aliso).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó radios homocelulares de tipo de célula procumbente. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó presencia de fibras septadas.

3..4.1.3 Sección radial

Se observó que en su gran mayoría presentó radios uniseriados, elementos traqueales con presencia de punteaduras, y fibras no septadas.

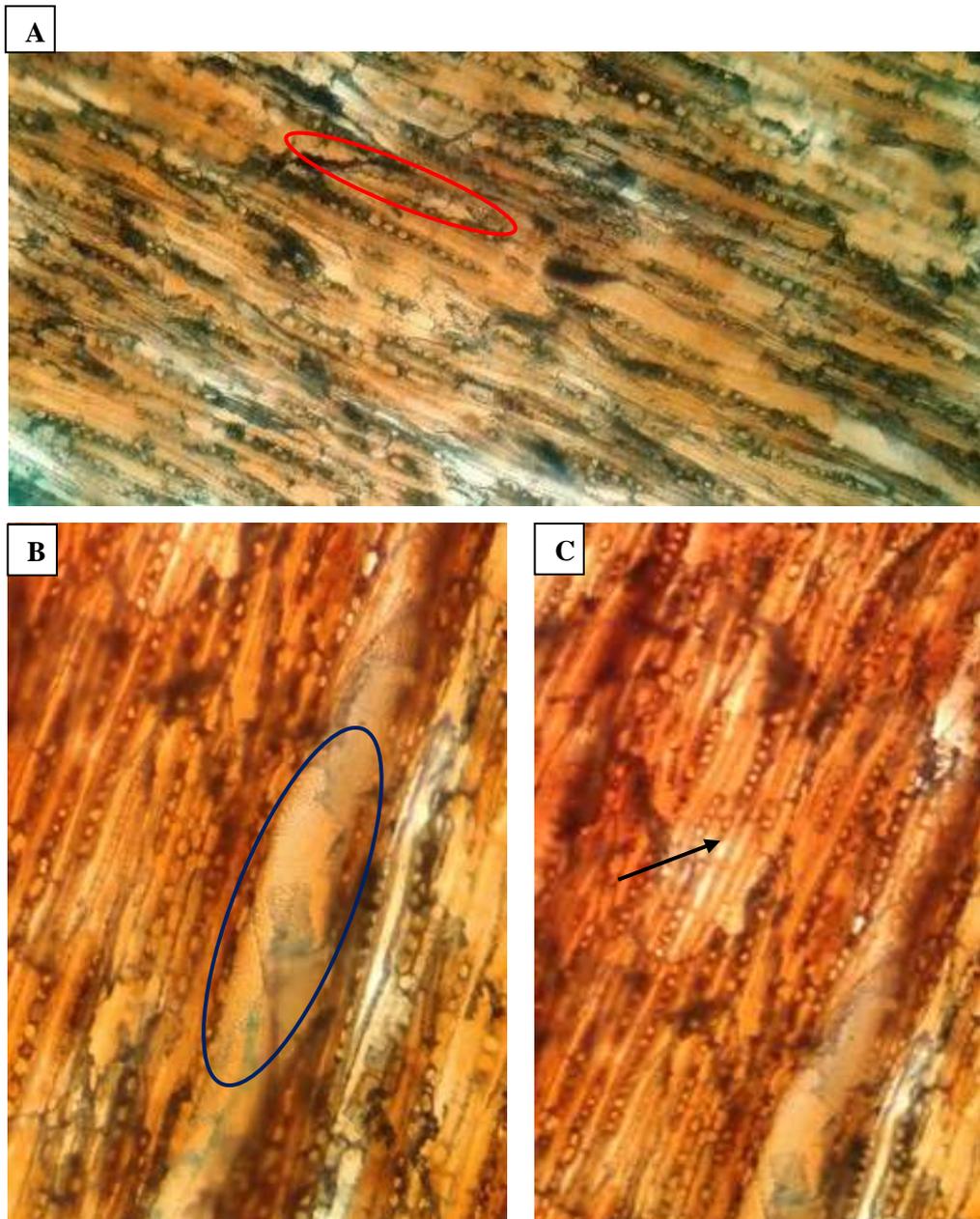


Figura 24-3: Anatomía de la sección radial de *Alnus acuminata* (Aliso).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó en su gran mayoría radios uniseriados. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó elementos traqueales con presencia de punteaduras. **C.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó fibras septadas.

3.4.2 *Cinchona pubescens* (Cascarilla)

3.4.2.1 Sección transversal

En este corte se logró distinguir poros medianos que no son visibles a simple vista, en su gran mayoría poros solitarios, seguido de poros múltiples de 2, 3, 4, 5 y 6. Porosidad difusa, disposición de los poros radiales. Parénquima paratraqueal confluyente aliforme de ala larga y fina, además de presencia de parénquima apotraqueal. Presencia de fibra de paredes pequeñas y radios finos.

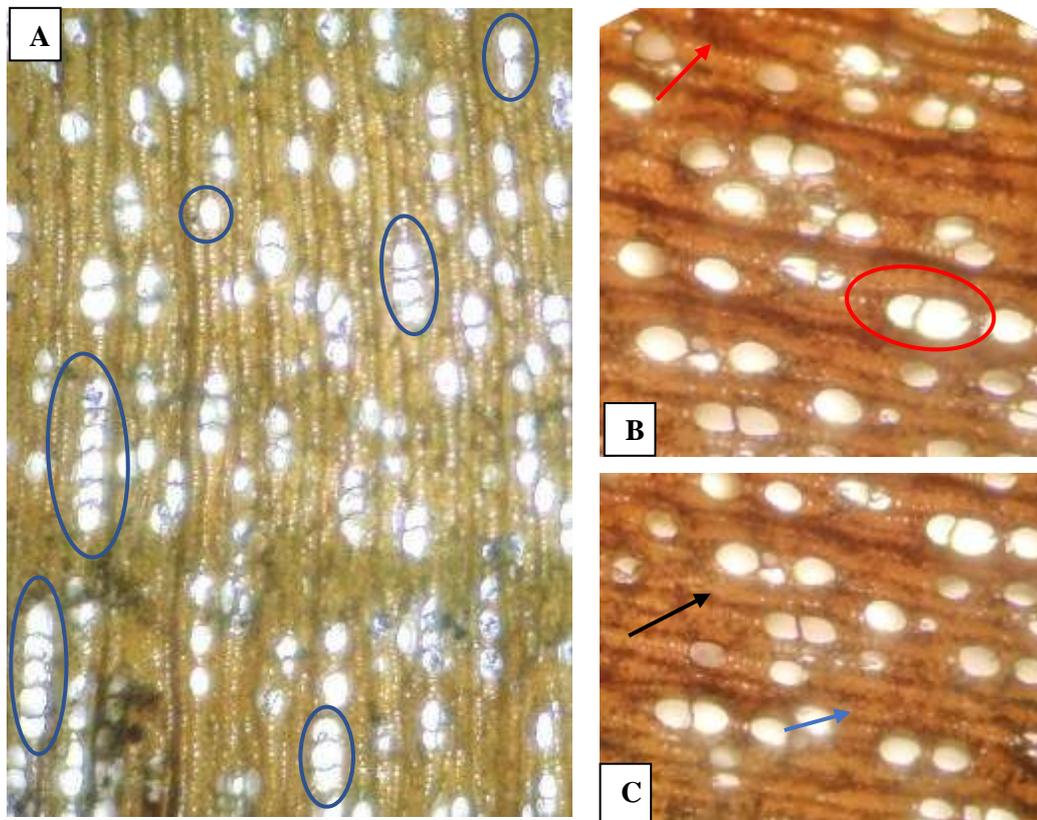


Figura 25-3: Anatomía de la sección transversal de *Cinchona pubescens* (Cascarilla).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 4x y tinte Astra blue se observó en gran mayoría poros solitarios, seguido de poros múltiples de 2, 3, 4, 5 y 6, porosidad difusa y disposición de los poros radiales.

B. Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó parénquima paratraqueal confluyente aliforme de ala larga y fina, además de presencia de parénquima apotraqueal.

C. Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó presencia de fibra de paredes pequeñas, radios finos y poros medianos.

3.4.2.2 Sección tangencial

En este corte se logró observar la presencia radios homocelulares de células erectas, elementos traqueales con punteaduras areoladas y fibras septadas.

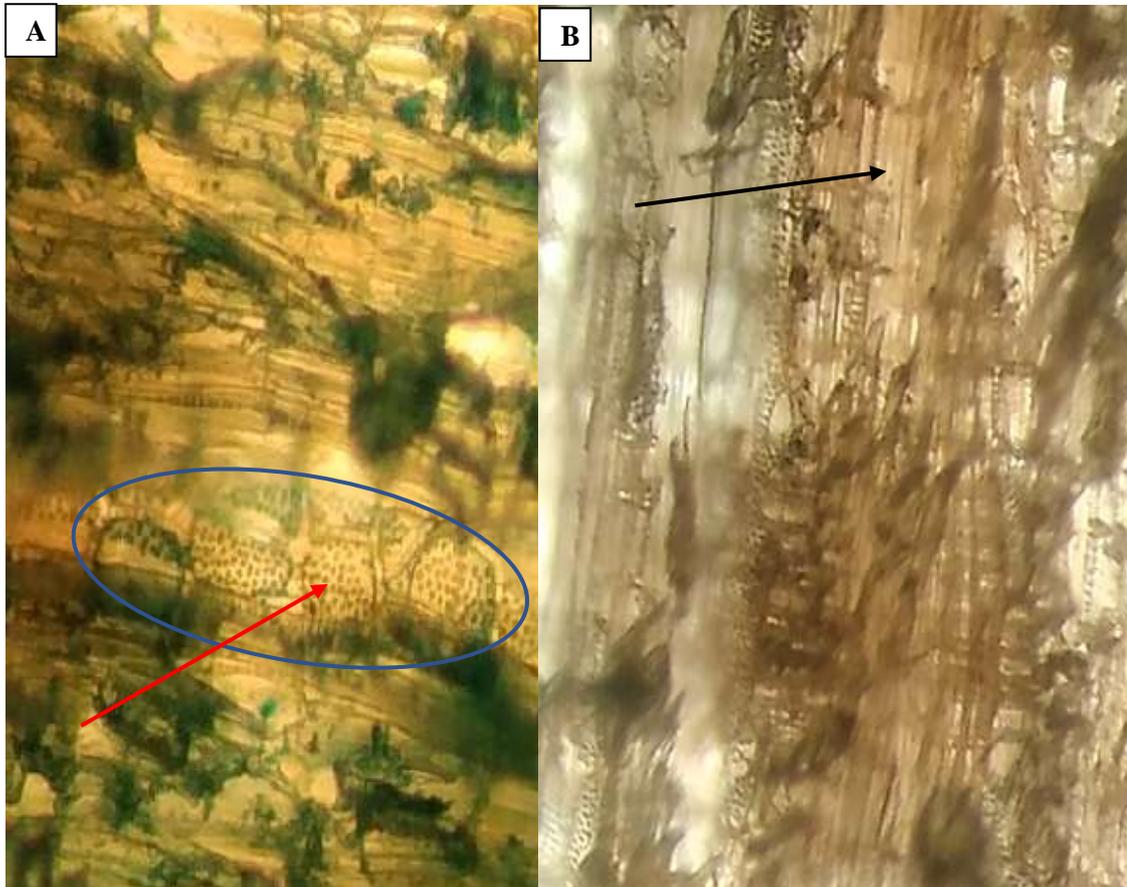


Figura 26-3: Anatomía de la sección tangencial de *Cinchona pubescens* (Cascarilla).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó radios homocelulares y elementos traqueales con punteaduras areoladas. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó fibras septadas.

3.4.2.3 Sección radial

En este corte se logró observar la presencia de fibras septadas, elementos traqueales con punteaduras areoladas y radios uniseriados.

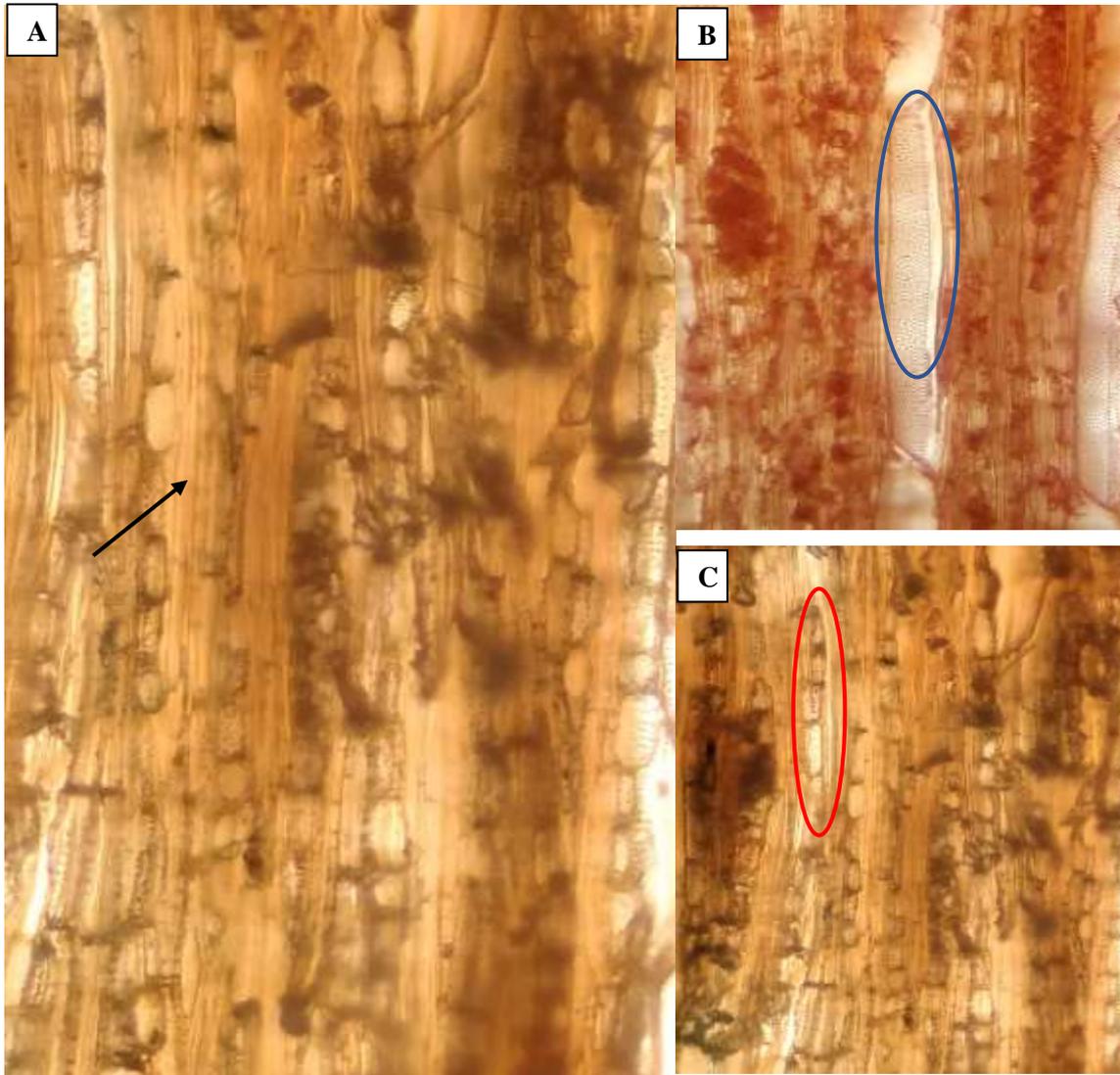


Figura 27-3: Anatomía de la sección radial de *Cinchona pubescens* (Cascarilla)

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó presencia de fibras septadas. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó elementos traqueales con punteaduras areoladas. **C.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó radios uniseriados.

3.4.3 *Delostoma integrifolium* (Yalomán)

3.4.3.1 Sección transversal

En este corte se logró distinguir poros grandes que no son visibles a simple vista, en su gran mayoría poros solitarios, seguido de poros múltiples de 2, 3 y 4. Poros medianos, porosidad difusa, disposición sin patrón definido. Parénquima paratraqueal unilateral vasicentrico, radios anchos, fibras de paredes medianas.

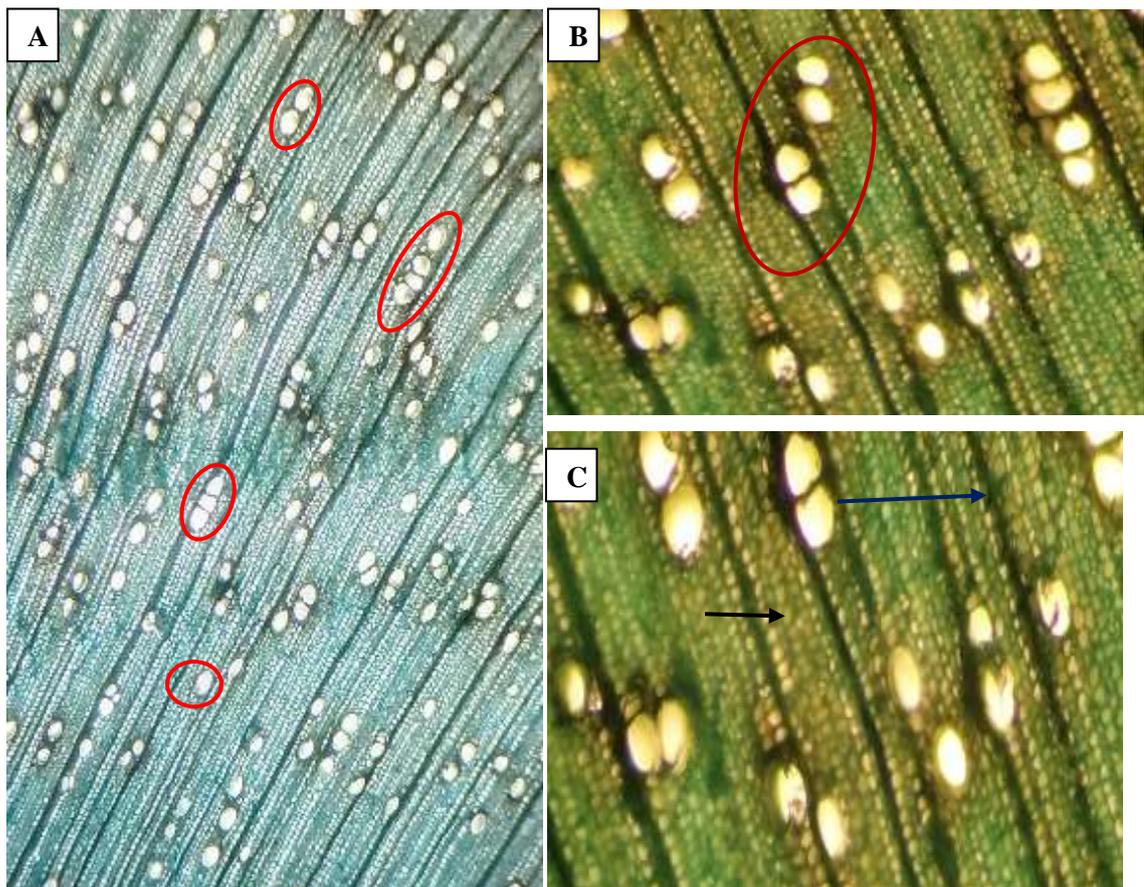


Figura 28-3: Anatomía de la sección transversal de *Delostoma integrifolium* (Yalomán).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 4x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó en gran mayoría poros solitarios, seguido de poros múltiples de 2, 3 y 4. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte Astra blue se observó parénquima paratraqueal unilateral vasicentrico y poros grandes. **C.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte Astra blue se observó radios anchos y fibras de paredes medianas.

3.4.3.2 Sección tangencial

En este corte se pudo apreciar radios heterocelulares y fibras septadas y la presencia de elementos traqueales con punteaduras.

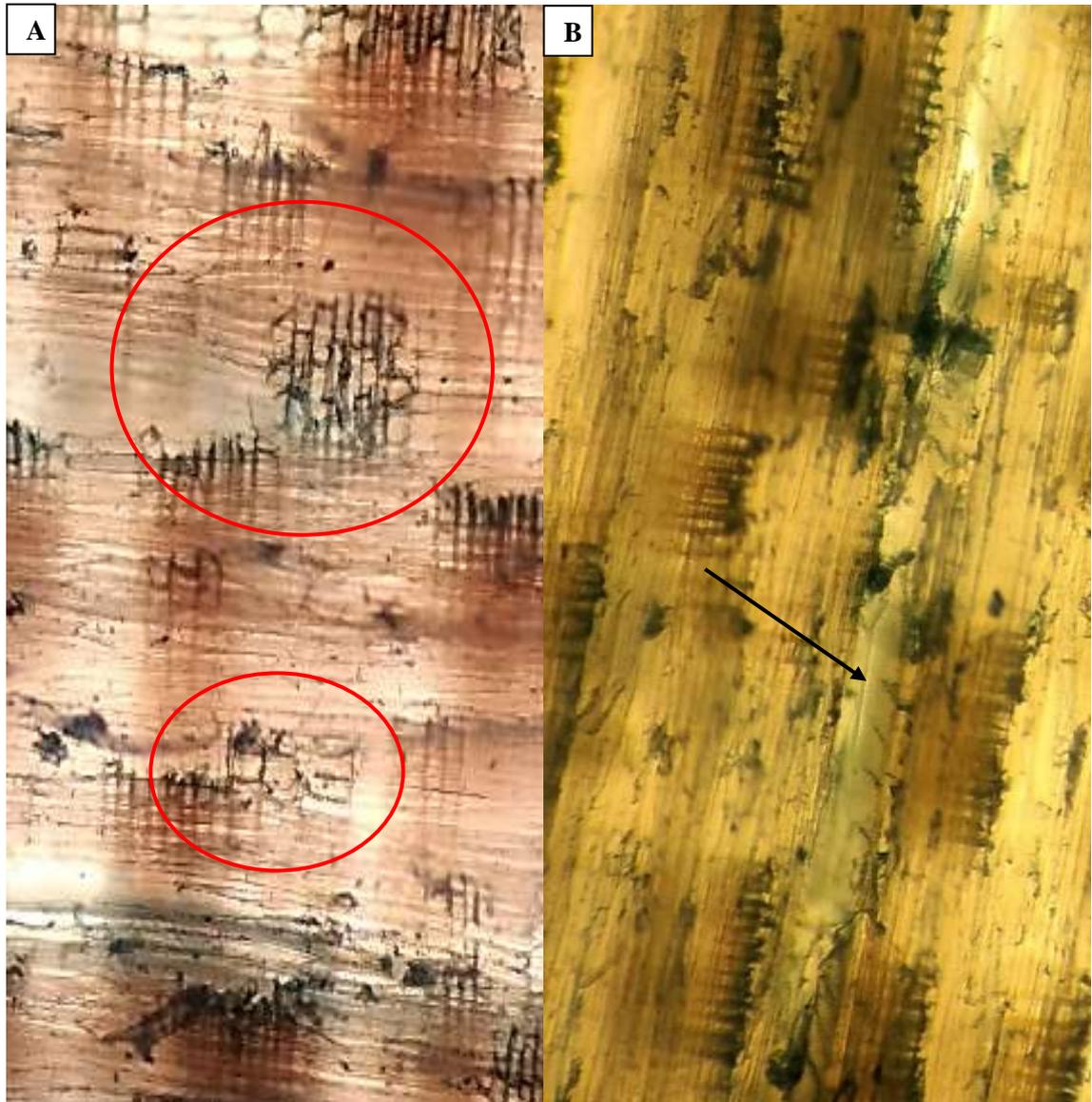


Figura 29-3: Anatomía de la sección tangencial *Delostoma integrifolium* (Yalomán).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó radios heterocelulares y fibras septadas. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó la presencia de elementos traqueales con punteaduras.

3.4.3.3 Sección radial

En este corte se apreció radios en su gran mayoría multiseriados, con escasos radios biseriados y elementos traqueales con presencia de punteaduras.

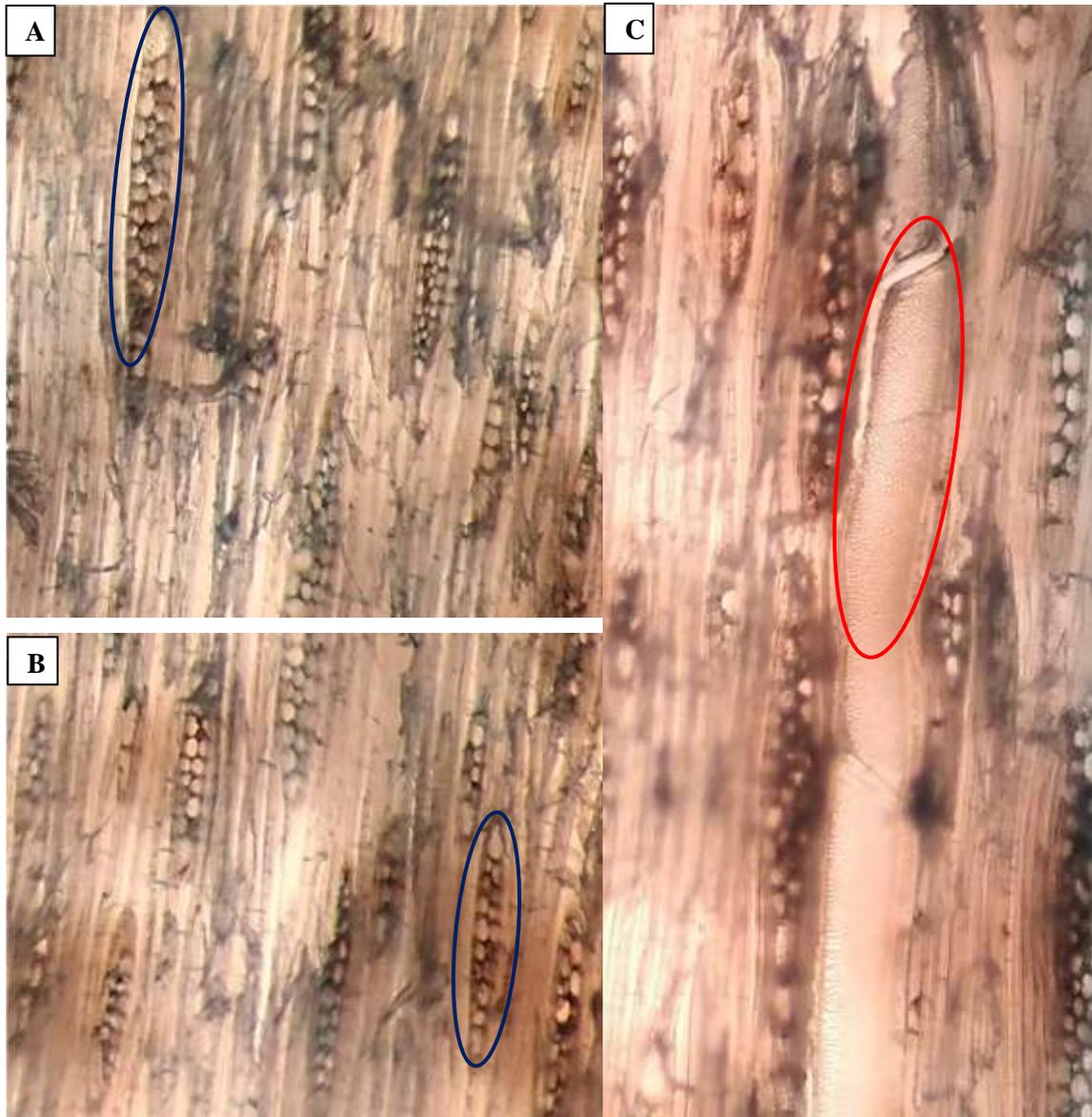


Figura 30-3: Anatomía de la sección radial de *Delostoma integrifolium* (Yalomán).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó radios en su gran mayoría multiseriados. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó radios biseriados. **C.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó elementos traqueales con presencia de punteaduras.

3.4.4 *Hyeronima macrocarpa* (Motilón)

3.4.4.1 Sección transversal

En este corte se logró distinguir en gran mayoría poros solitarios, seguido de poros múltiples de 2, 3 y 4, poros pequeños, porosidad difusa, disposición de poros radiales y tangenciales. Parénquima paratraqueal en líneas resultado de parénquima aliforme de ala fina y larga que confluye de manera continua. Fibra de paredes pequeñas. Radios anchos.

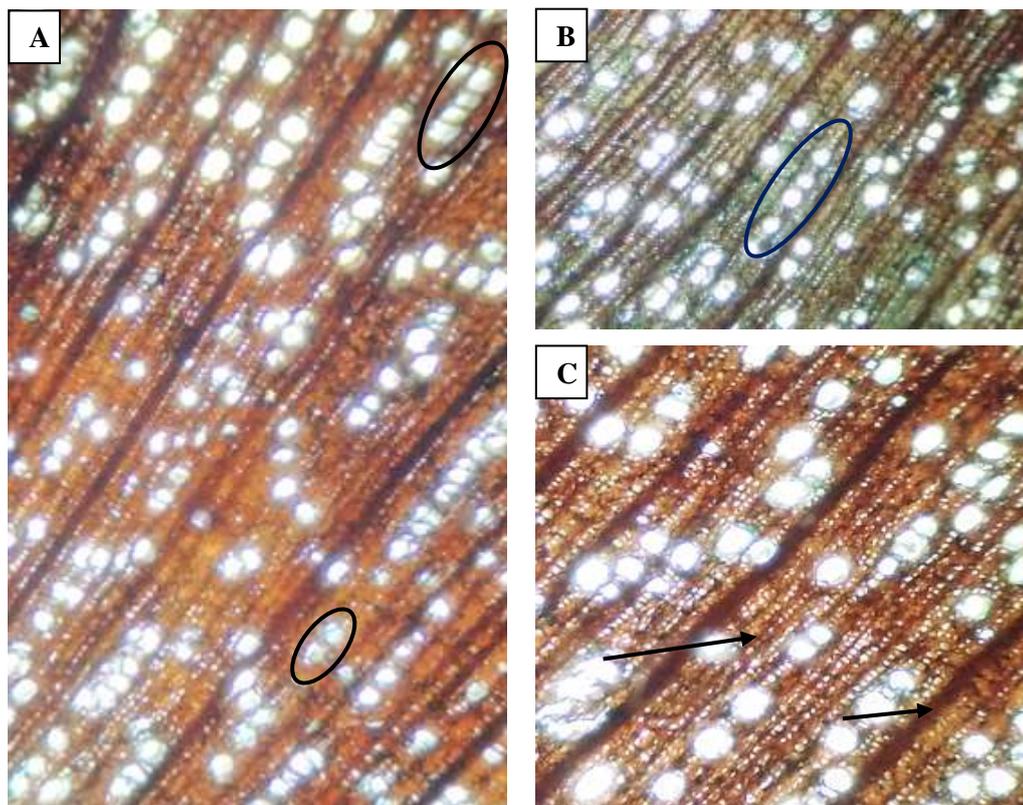


Figura 31-3: Anatomía de la sección transversal de *Hyeronima macrocarpa* (Motilón).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 4x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó en gran mayoría poros solitarios, seguido de poros múltiples de 2, 3 y 4. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó parénquima paratraqueal en líneas resultado de parénquima aliforme de ala fina y larga que confluye de manera continua y poros medianos. **C.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó fibra de paredes pequeñas y radios anchos.

3.4.4.2 Sección tangencial

En este corte se apreció radios homocelulares, radios multiseriados, se observó también la presencia de elementos traqueales con punteaduras.

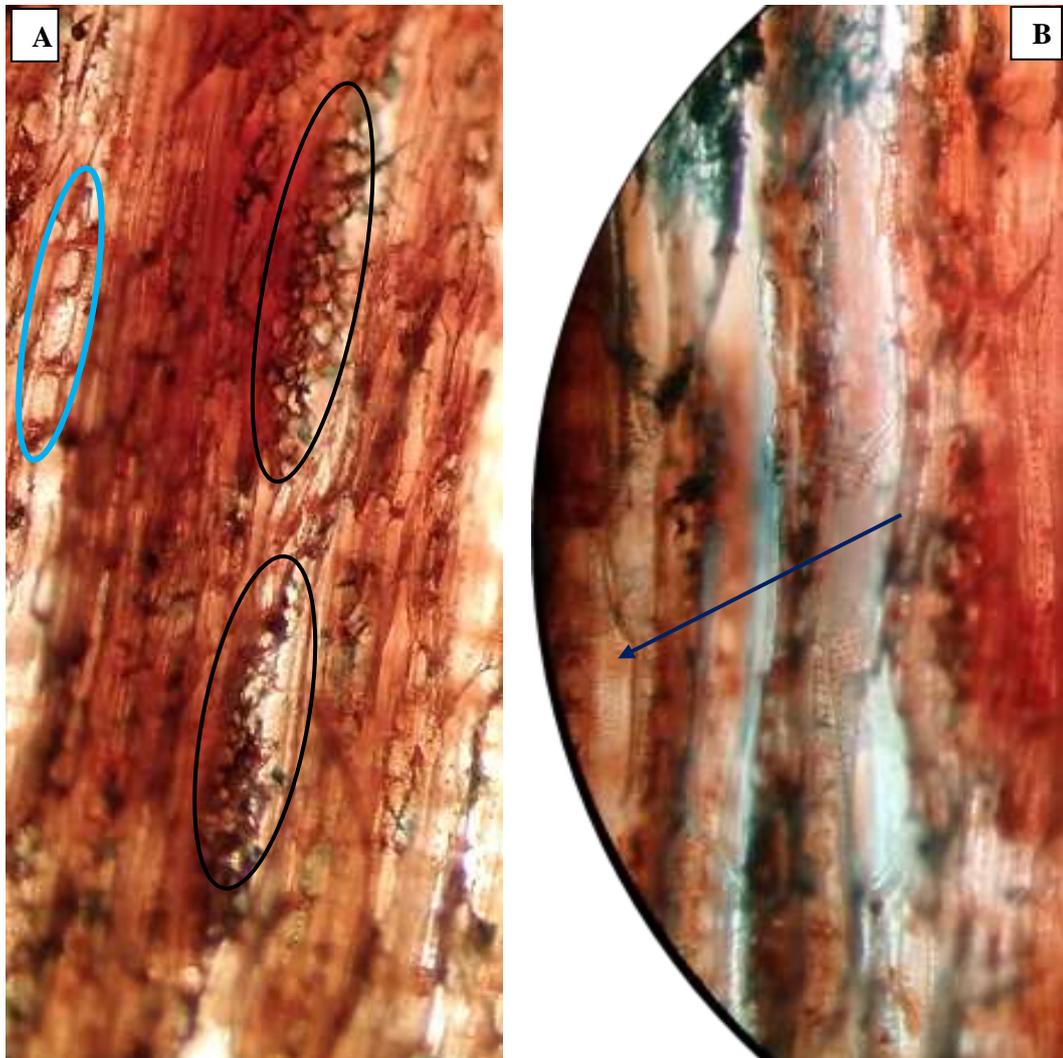


Figura 32-3: Anatomía de la sección tangencial de *Hyeronima macrocarpa* (Motilón).
Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó se observó radios homocelulares y radios multiseriados. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó presencia de elementos traqueales con punteaduras.

3.4.4.3 Sección radial

En este corte se pudo apreciar radios multiseriados, presencia de traqueidas vasculares y vasos con punteaduras .

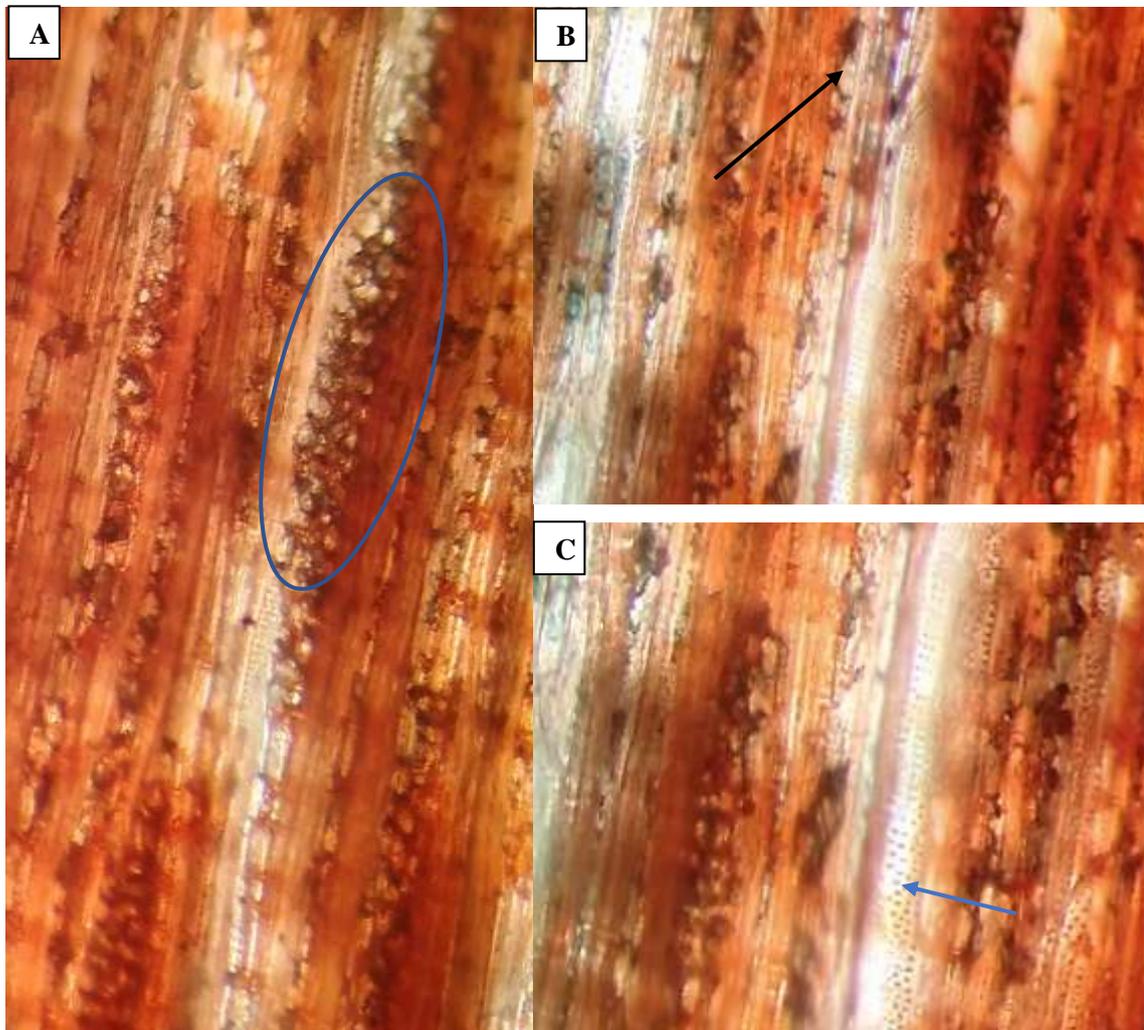


Figura 33-3: Anatomía de la sección radial de *Hyeronima macrocarpa* (Motilón).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó radios multiseriados. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó presencia de traqueidas vasculares. **C.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó vasos con punteaduras.

3.4.5 *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui)

3.4.5.1 Sección transversal

En este corte se logró distinguir en gran mayoría poros solitarios, seguido de poros múltiples de 2 y 3, poros medianos con una porosidad difusa y disposición sin patrón definido. Parénquima paratraqueal vasicentrico confluyente. Presencia de radios anchos y fibras de paredes pequeñas.

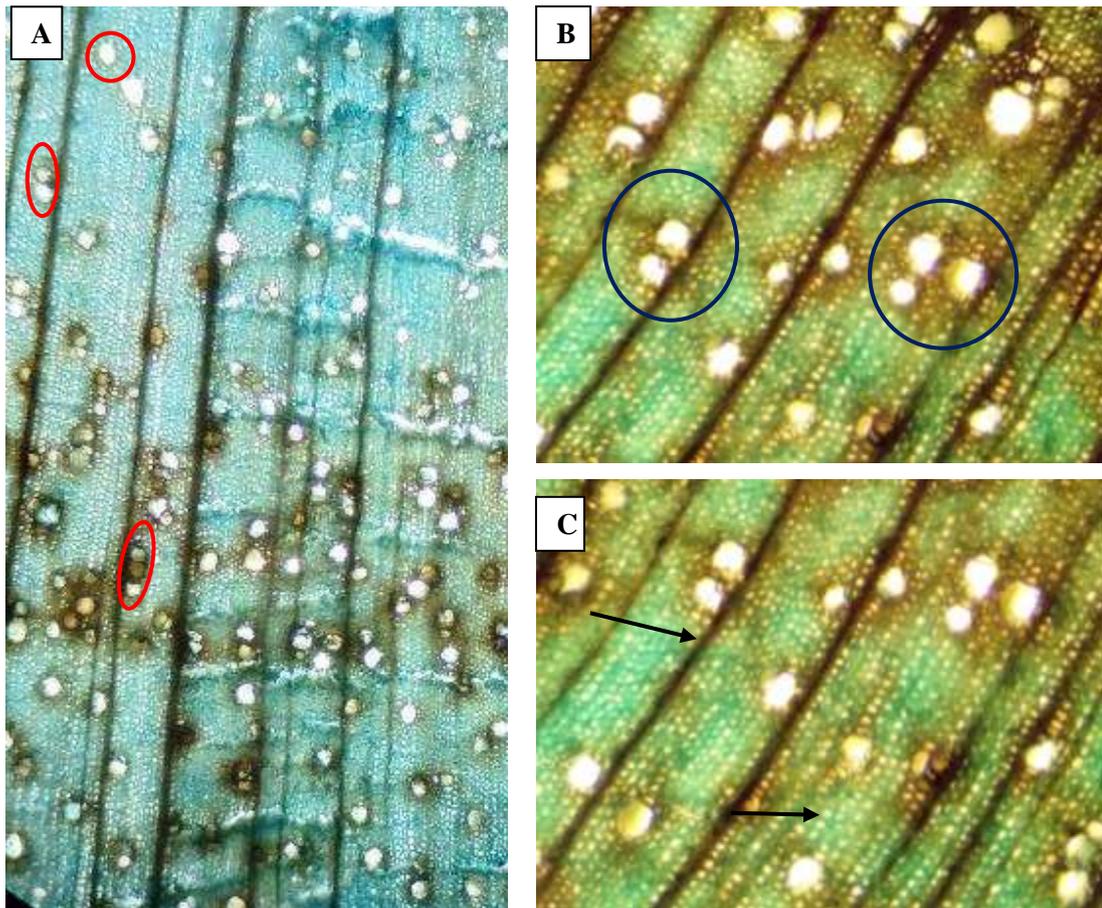


Figura 34-3: Anatomía de la sección transversal de *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 4x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó en gran mayoría poros solitarios, seguido de poros múltiples de 2 y 3. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó parénquima paratraqueal vasicentrico confluyente y poros medianos. **C.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó radios anchos y fibras de paredes pequeñas.

3.4.5.2 Sección tangencial

En este corte se pudo apreciar radios uniseriados y radios homocelulares de tipo de célula procumbente.

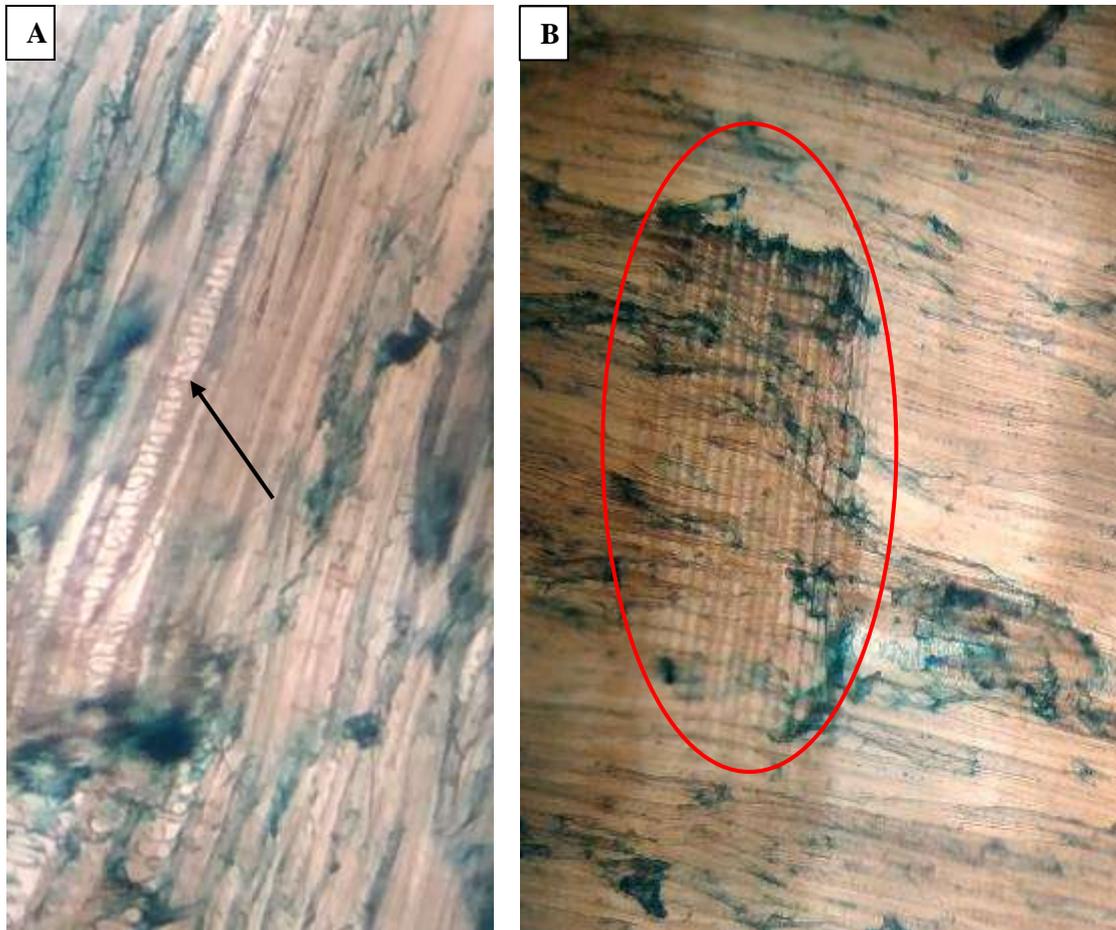


Figura 35-3: Anatomía de la sección tangencial de *Oreopanax ecuadorense* (Pumamaqui).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 10x s y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó radios uniseriados. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó radios homocelulares de tipo de célula procumbente.

3.4.5.3 Sección radial

En este corte se apreció en su gran mayoría radios multiseriados, con escasos radios biseriados y presencia de traqueidas vasculares y vasos con presencia de punteaduras.



Figura 36-3: Anatomía de la sección radial de *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui).

Realizado por: Naula, 2021.

A. Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó radios multiseriados, con escasos radios biseriados. **B.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó presencia de traqueidas vasculares. **C.** Analizado con el lente óptico 10x y tinte combinado entre Astra blue y safranina se observó vasos con presencia de punteaduras.

Tabla 4-3: Resumen de características anatómicas de las cinco especies forestales.

Características	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Cinchona pubescens</i>	<i>Delostoma integrifolium</i>	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>
Poros	En su mayoría solitarios seguido de múltiplos de 2, 3, 4 y 5	En su mayoría solitarios seguido de múltiplos de 2, 3, 4, 5 y 6	En su mayoría solitarios seguido de múltiplos de 2, 3 y 4	En su mayoría solitarios seguido de múltiplos de 2, 3 y 4	En su mayoría solitarios seguido de múltiplos de 2 y 3
Tamaño de los poros	Medianos	Medianos	Grandes	Pequeños	Medianos
Parénquima	Parénquima paratraqueal vasicentrico confluyente	Parénquima paratraqueal confluyente aliforme de ala larga y fina, además la presencia de parénquima apotraqueal	Parénquima paratraqueal unilateral vasicentrico	Parénquima paratraqueal en líneas resultado de parénquima aliforme de ala fina y larga que confluye de manera continua	Parénquima paratraqueal vasicentrico confluyente
Porosidad	Difusa	Difusa	Difusa	Difusa	Difusa
Disposición	En hileras radiales	Radiales	Sin patrón definido	Radiales y tangenciales	Sin patrón definido
Radios	Medianos	Finos	Anchos	Anchos	Anchos
fibras de paredes	Pequeñas	Pequeñas	Medianas	Pequeñas	Pequeñas

Realizado por: Naula, 2021.

Tabla 5-3: Tipo y cantidad de poros de las cinco especies forestales con lente de 4x.

	S	M2	M3	M4	M5	M6	TOTAL
<i>Alnus acuminata</i>	1085	375	132	24	8	-	1624
<i>Cinchona pubescens</i>	1269	405	180	44	27	10	1935
<i>Delostoma integrifolium</i>	838	330	133	10	-	-	1311
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	1221	377	126	61	-	-	1785
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	911	217	58	-	-	-	1186

Realizado por: Naula, 2021.

S= Solitarios; M2= Múltiplos de 2; M3= Múltiplos de 3; M4= Múltiplos de 4; M5= Múltiplos de 5; M6= Múltiplos de 6.

La especie *Cinchona pubescens* (casarilla) es la especie que presenta el número más alto en la cantidad total de poros y la especies con mayor número de poros múltiples observados con lente de 4x, en relación a la especie *Oreopanax ecuadorensis* (Pumamaqui) que es la especies que presenta el menor número del total de poros y la especie con el menor número de poros múltiples observados con lente de 4x, mientras que las especies *Alnus acuminata* (aliso) y *Hyeronima macrocarpa* (Motilón) no poseen una diferencia significativa en el número de los poros observado con lente de 4x.

Tabla 6-3: Perímetro de los poros de las cinco especies forestales con lente de 10x.

	S	M2	M3	M4	M5	M6	MEDIA
	(µm) micras						
<i>Alnus acuminata</i>	3702,71	3394,25	3030,54	2401,52	1879,98	-	2881,79
<i>Cinchona pubescens</i>	3763,65	3482,28	3167,59	2554,11	1915,93	1579,98	2743,92
<i>Delostoma integrifolium</i>	4234,78	3983,33	3504,00	2778,99	-	-	3625,27
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	2023,04	1711,25	1318,01	1060,05	-	-	1528,08
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	3494,02	3175,02	2831,83	-	-	-	3166,95

Realizado por: Naula, 2021.

S= Solitarios; M2= Múltiplos de 2; M3= Múltiplos de 3; M4= Múltiplos de 4; M5= Múltiplos de 5; M6= Múltiplos de 6.

La especie *Delostoma integrifolium* (Yalomán) es la especie que presenta el mayor perímetro de los poros observado con lente de 10x, en relación con la especie *Hyeronima macrocarpa* (motilón) que es la especies que presenta el menor perímetro de los poros observado con lente de 10x. mientras que las especies *Alnus acuminata* (aliso) y *Cinchona pubescens* (Cascarilla) no poseen una diferencia significativa en el perímetro de los poros observado con lente de 10x.

3.4.6 Determinación de la densidad de la madera.

Tabla 7-3: Densidad de las cinco especies forestales en estudio.

	Masa (g)	Volumen (cm ³)	Densidad (g/cm ³)
<i>Alnus acuminata</i>	3,75	6,78	0,55
<i>Cinchona pubescens</i>	5,09	7,59	0,67
<i>Delostoma integrifolium</i>	4,69	9,31	0,50
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	5,68	8,14	0,69
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	3,24	6,79	0,47

Realizado por: Naula, 2021.

Cinchona pubescens y *Hyeronima macrocarpa* son las dos especies forestales que presentan la densidad más alta y siendo *Oreopanax ecuadorensis* y *Delostoma integrifolium* las especies forestales que presenta la densidad más baja de las cinco especies forestales en estudio.

3.4.7 Determinación del potencial de hidrogeno de la madera.

Tabla 8-3: Potencial de Hidrógeno (pH) de cinco especies forestales en estudio.

Especie	pH
<i>Alnus acuminata</i>	5.42
<i>Cinchona pubescens</i>	6,77
<i>Delostoma integrifolium</i>	6,47
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	6,75
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	6,60

Realizado por: Naula, 2021.

Todas las cinco especies forestales presentan un pH ácido, siendo la especie *Alnus acuminata* la especie con presencia del pH más ácido y la especie *Cinchona pubescens* con el pH menos ácido.

3.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat, con el propósito conocer si existen diferencias estadísticamente significativas entre las cinco especies forestales se realizó la prueba de normalidad de Shapiro – Wilks, un análisis de varianza en el cual dio como resultado que los datos provienen de una distribución normal para lo cual se realizó la prueba de Tukey.

3.5.1 Cantidad de poros

3.5.1.1 Poros solitarios

Tabla 9-3: Resultados mediante la prueba de Tukey, del número de poros solitarios de las cinco especies forestales.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
<i>Cinchona pubescens</i>	1268,67	3	4,00	A
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	1221,33	3	4,00	B
<i>Alnus acuminata</i>	1085,33	3	4,00	C
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	911,00	3	4,00	D
<i>Delostoma integrifolium</i>	837,67	3	4,00	E

Realizado por: Naula, 2021.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En el análisis estadístico de poros simple se observa que la especie con mayor número de poros es la *Cinchona pubescens* ya que presenta 1268,67 poros en promedio, y la especie con menor número de poros es la *Delostoma integrifolium* con una media de 837,67, también se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las cinco especies forestales con respecto a los poros solitarios.

3.5.1.2 Poros múltiples de dos

Tabla 10-3: Resultados mediante la prueba de Tukey, del número de poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
<i>Cinchona pubescens</i>	404,67	3	1,81	A
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	376,67	3	1,81	B
<i>Alnus acuminata</i>	375,33	3	1,81	B
<i>Delostoma integrifolium</i>	330,00	3	1,81	C
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	217,33	3	1,81	D

Realizado por: Naula, 2021.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En el análisis estadístico de poros múltiples de dos se observa que la especie con mayor número de poros es la *Cinchona pubescens* ya que presenta poros en promedio 404,67, y la especie con menor número de poros es la *Oreopanax ecuadorensis* con una media de 217,33, también se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las especies forestales *Hyeronima macrocarpa* y *Alnus acuminata* en relación a las otras tres especies forestales que si presentan una diferencia estadísticamente significativa con respecto a los poros múltiples de dos.

3.5.1.3 Poros múltiples de tres

Tabla 11-3: Resultados mediante la prueba de Tukey, del número de poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
<i>Cinchona pubescens</i>	180,33	3	3,47	A
<i>Delostoma integrifolium</i>	133,33	3	3,47	B
<i>Alnus acuminata</i>	132,33	3	3,47	B
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	126,00	3	3,47	B
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	58,00	3	3,47	C

Realizado por: Naula, 2021.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En el análisis estadístico de poros múltiples de tres se observa que la especie con mayor número de poros es la *Cinchona pubescens* ya que presenta poros en promedio 180,33, y la especie con menor número de poros es la *Oreopanax ecuadorensis* con una media de 58,00, también se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las especies forestales *Alnus acuminata*, *Hyeronima macrocarpa* y *Delostoma integrifolium* en relación a las otras dos especies forestales que si presentan una diferencia estadísticamente significativa con respecto a los poros múltiples de tres.

3.5.2 Tamaño de los poros

3.5.2.1 Poros solitarios

Tabla 12-3: Resultados mediante la prueba de Tukey, del perímetro de los poros solitarios de las cinco especies forestales.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
<i>Delostoma integrifolium</i>	4234,78	3	81,99	A
<i>Cinchona pubescens</i>	3763,65	3	81,99	B
<i>Alnus acuminata</i>	3702,71	3	81,99	B
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	3494,02	3	81,99	B
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	2023,04	3	81,99	C

Realizado por: Naula, 2021.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En el análisis estadístico del perímetro de los poros simples se observa que la especie con mayor perímetro de los poros es la *Delostoma integrifolium* ya que presenta un perímetro en promedio de 4234,78 micras, y la especie con menor perímetro de los poros es la *Hyeronima macrocarpa* con un perímetro en promedio de 2023,04 micras, también se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las especies forestales, *Cinchona pubescens*, *alnus acuminata* y *Oreopanax ecuadorensis* en relación a las otras dos especies forestales que si presentan una diferencia estadísticamente significativa con respecto al perímetro de los poros solitarios.

3.5.2.2 Poros múltiples de dos

Tabla 13-3: Resultados mediante la prueba de Tukey, del perímetro de los poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
<i>Delostoma integrifolium</i>	3983,33	3	91,42	A
<i>Cinchona pubescens</i>	3482,28	3	91,42	B
<i>Alnus acuminata</i>	3394,25	3	91,42	B
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	3175,02	3	91,42	B
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	1711,25	3	91,42	C

Realizado por: Naula, 2021.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En el análisis estadístico del perímetro de los poros múltiples de dos se observa que la especie con mayor perímetro de los poros es la *Delostoma integrifolium* ya que presenta un perímetro en promedio de 3983,33 micras, y la especie con menor perímetro de los poros es la *Hyeronima macrocarpa* con un perímetro en promedio de 1711,25 micras, también se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las especies forestales, *Cinchona pubescens*, *alnus acuminata* y *Oreopanax ecuadorensis* en relación a las otras dos especies forestales que si presentan una diferencia estadísticamente significativa con respecto al perímetro de los poros múltiples de dos.

3.5.2.3 Poros múltiples de tres

Tabla 14-3: Resultados mediante la prueba de Tukey, del perímetro de los poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
<i>Delostoma integrifolium</i>	3504,00	3	74,52	A	
<i>Cinchona pubescens</i>	3167,59	3	74,52	A	B
<i>Alnus acuminata</i>	3030,54	3	74,52		B
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	2831,83	3	74,52		B
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	1318,01	3	74,52		C

Realizado por: Naula, 2021.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

En el análisis estadístico del perímetro de los poros múltiples de tres se observa que la especie con mayor perímetro de los poros es la *Delostoma integrifolium* ya que presenta un perímetro en promedio de 3504,00 micras, y la especie con menor perímetro de los poros es la *Hyeronima macrocarpa* con un perímetro en promedio de 1318,01 micras, también se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las especies forestales, *Delostoma integrifolium* y *Cinchona pubescens* y entre *Cinchona pubescens*, *Alnus acuminata* y *Oreopanax ecuadorensis* en relación a las otras dos especies forestales que si presentan una diferencia estadísticamente significativa con respecto al perímetro de los poros múltiples de tres.

3.6 Calificación de los Tintes

Para determinar la calidad de los tintes, se realizó un análisis de correspondencia en el programa InfoStat versión estudiantil en donde se evaluó en escalas de malo, bueno y muy bueno, fundamentándose en las imágenes capturadas en el microscopio de la parte interna de la madera de las cinco especies.

3.6.1 *Alnus acuminata*

Mediante el análisis de correspondencia se observó que la tinción combinada de safranina con Astra blue resulto ser la mejor con una escala de muy bueno, mientras que la tinción de Astra blue y safranina de forma independiente tuvieron una escala de bueno como se muestra en el Gráfico 1-3.

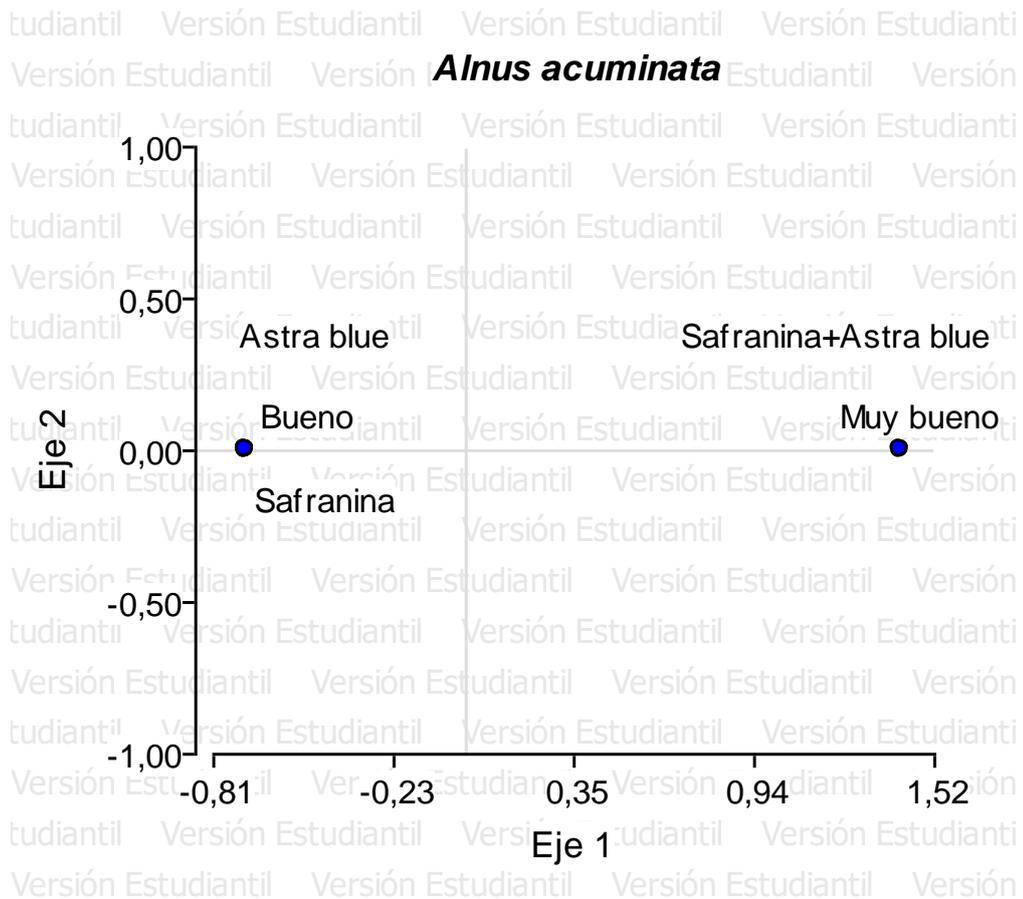


Gráfico 1-3: Calificación de los Tintes de la especie forestal *Alnus acuminata*.

Realizado por: Naula, 2021.

3.6.2 *Cinchona pubescens*

Mediante el análisis de correspondencia se observó que la tinción combinada de safranina con Astra blue y la tinción Astra blue de forma independiente resultó ser la mejor con una escala de muy bueno, mientras que la tinción safranina de forma independiente tuvo una escala de bueno como se muestra en el Gráfico 2-3.

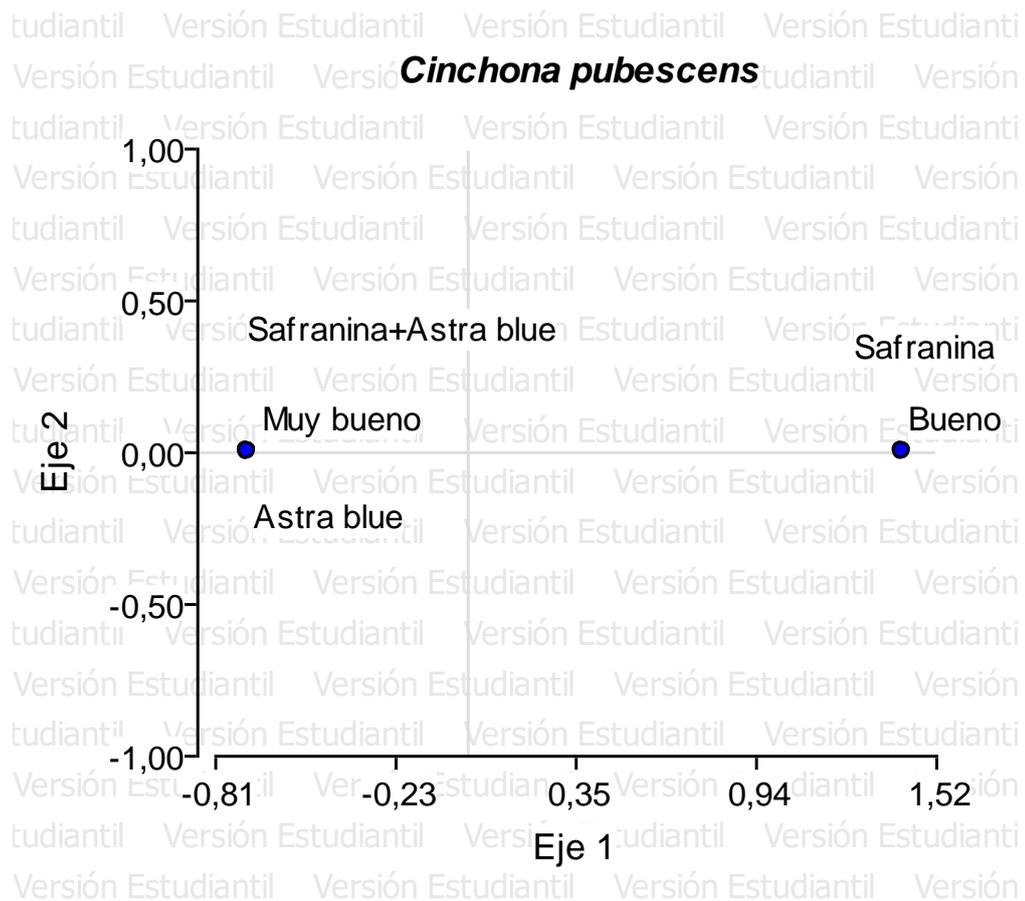


Gráfico 2-3: Calificación de los Tintes de la especie forestal *Cinchona pubescens*.

Realizado por: Naula, 2021.

3.6.3 *Delostoma integrifolium*

Mediante el análisis de correspondencia se observó que la tinción combinada de safranina con Astra blue resulto ser la mejor con una escala de muy bueno, mientras que la tinción de Astra blue y safranina de forma independiente tuvieron una escala de bueno como se muestra en el Gráfico 3-3.

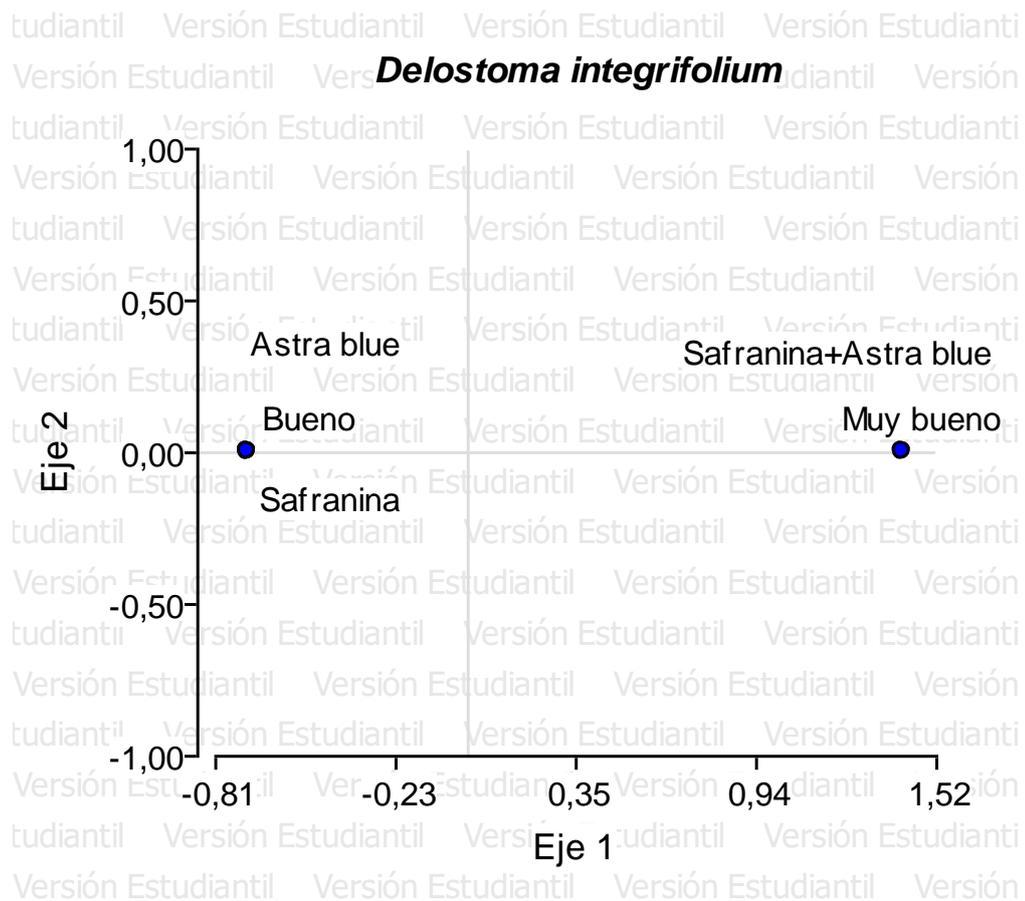


Gráfico 3-3: Calificación de los Tintes de la especie forestal *Delostoma integrifolium*.

Realizado por: Naula, 2021.

3.6.4 *Hyeronima macrocarpa*

Mediante el análisis de correspondencia se observó que la tinción combinada de safranina con Astra blue y la tinción Astra blue de forma independiente resulto ser la mejor con una escala de muy bueno, mientras que la tinción safranina de forma independiente tuvo una escala de bueno como se muestra en el Gráfico 4-3.

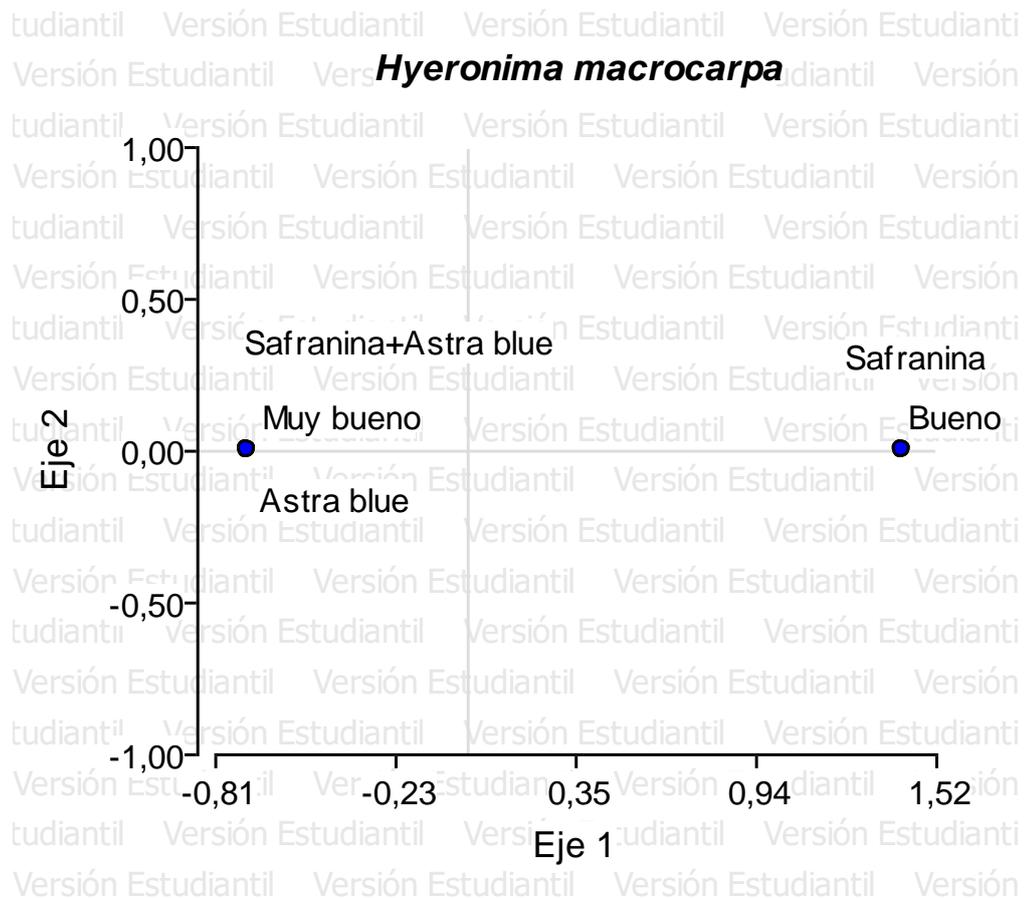


Gráfico 4-3: Calificación de los Tintes de la especie forestal *Hyeronima macrocarpa*.
Realizado por: Naula, 2021.

3.6.5 *Oreopanax ecuadorensis*

Mediante el análisis de correspondencia se observó que la tinción combinada de safranina con Astra blue resulto ser la mejor con una escala de muy bueno, mientras que la tinción de Astra blue y safranina de forma independiente tuvieron una escala de bueno como se muestra en la figura 41.

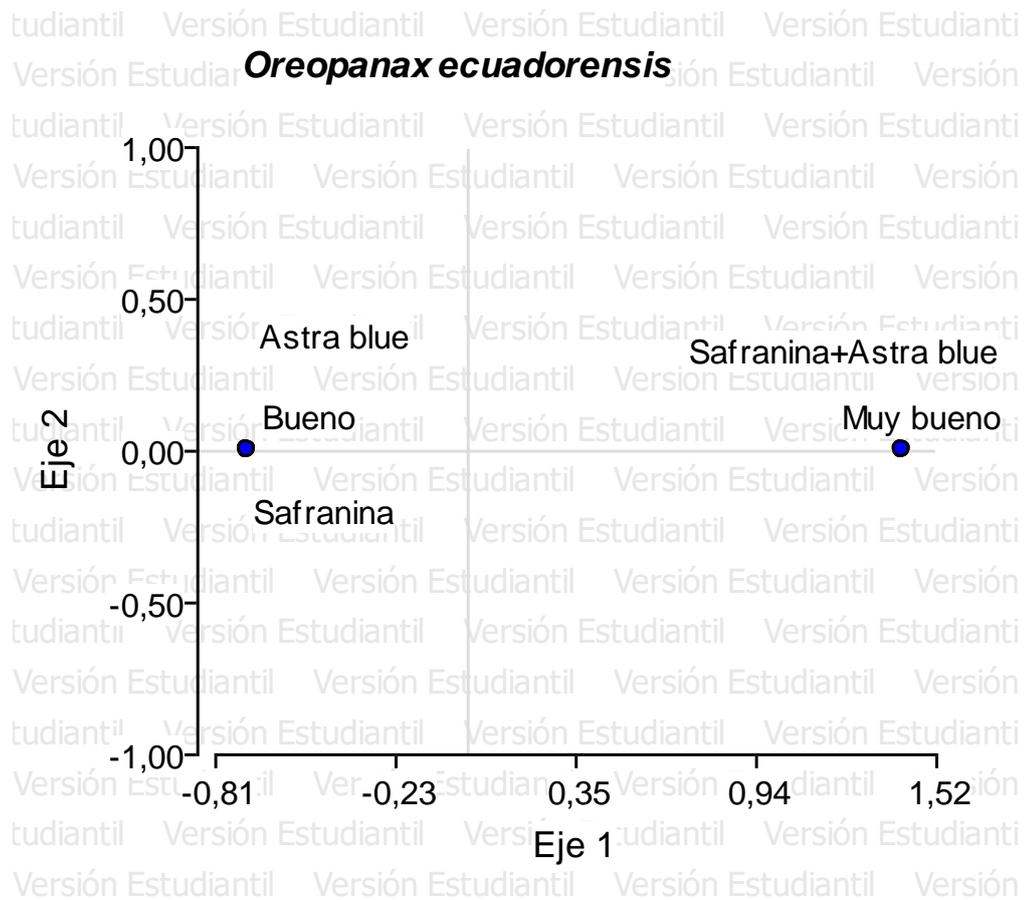


Gráfico 5-3: Calificación de los Tintes de la especie forestal *Oreopanax ecuadorensis*.

Realizado por: Naula, 2021.

3.7 DISCUSIÓN

Las características observadas en las muestras de *Alnus acuminata* difieren ligeramente de otras muestras observadas en algunos textos: en Navarro y Trillo (2016: p. 53) un perímetro promedio de los poros de 200,43 μm dicho estudio fue realizado Huancayo – Perú, en Sánchez (2017: p. 2) presenta un parénquima marginal, mientras que en el estudio realizado por MAE y FAO (2014: pp. 19-24), llevado a cabo en la provincia de Loja la especie *Alnus acuminata* presenta una densidad de 0,57 g/cm^3 .

De acuerdo con el estudio realizado por Ripalda (2020: p. 73) en el cantón de Santo Domingo sobre las características de la especie *Cinchona pubescens* las cuales presentan resultados similares difiriendo en la presencia de hasta poros múltiples de tres, en relación al estudio realizado que presenta hasta poros múltiples de seis. Por otra parte Feijoó et al. (2019: pp. 94-109) menciona que *Cinchona pubescens* presenta un parénquima en su gran mayoría apotraqueal difuso, en relación al trabajo presentado en el cual poseen parénquima paratraqueal confluyente aliforme de ala larga y fina en su gran mayoría.

Según UEIA (2014) destaca las características dendrológicas y organolépticas de *Delostoma integrifolium* las cuales son semejantes a los resultados obtenidos en el presente estudio.

Las características obtenidas de la especie *Hyeronima macrocarpa* son muy similares a otros autores difiriendo en algunas características como en Cubillos et al. (2019: pp. 36-48) realizado en Bogotá presenta una densidad de 0,613 gr/cm^3 en relación a 0,69 gr/cm^3 y una coloración de la madera de café rojiza. Mientras que en el estudio realizado por Inchiglema (2019: p. 71) sobre la especie *Hyeronima alchorneoides* presenta los resultados en su gran mayoría poros solitarios seguido de poros múltiples de dos con un parénquima paratraqueal, obteniendo resultados similares a pesar de que solo pertenecen al mismo género.

En el estudio realizado por Hidalgo (2016: p. 5) en el cantón Baños de Agua Santa la especie *Oreopanax ecuadorensis* presenta un peso específico de 30 libras por pie cúbico (0,48 g/cm^3), siendo muy similar a la densidad obtenida de 0,47 g/cm^3 , a pesar de la ubicación donde se desarrollaron estos ejemplares la densidad es muy idéntica. Mientras que MAE y FAO (2014: pp. 19-24) presenta a la especie *Oreopanax ecuadorensis* con una densidad de 0,64 g/cm^3 .

CONCLUSIONES

Existen diferencias entre las especies en al menos una característica de manera que se tiene evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternante

En el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se logró identificar la familia, el género y la especie de las cinco muestras estudiadas, siendo todas estas distintas he ahí la principal razón por la que las características organolépticas y anatómicas difieren entre sí.

En la identificación de las características organolépticas de las cinco especies forestales, se determinó que existen diferencias entre estas, asemejándose en el grano y la textura, con la presencia de grano recto y una textura media en todas las especies forestales estudiadas.

Con respecto a las características anatómicas, existe diferencias entre las especies forestales estudiadas, asemejándose en la predominancia de los poros solitarios en todas las especies, y siendo la especie *Cinchona pubescens* la que presenta el mayor número de poros prestando hasta poros múltiples de seis.

La combinación de safranina con Astra blue fue la mejor tinción en todas las especies, mientras que la tinción Astra blue resulto ser muy bueno en *Hyeronima macrocarpa* y en *Cinchona pubescens* y la tinción safranina tuvo un resultado de bueno para todas las especies forestales estudiadas.

RECOMENDACIONES

Es recomendable continuar con el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de las distintas especies forestales para disponer de información de importancia económica y ecológica.

Se recomienda realizar un estudio de comparación de la parte organoléptica y atómica de ejemplares de bosque nativo y de plantación, con el propósito de conocer si existen diferencias significativas.

Se recomienda continuar con el estudio de los productos forestales y partes no maderables de la especie *Cinchona pubescens* ya que en la actualidad su corteza está siendo extraída de forma masiva para ser utilizada en medicina casera y ancestral.

Se recomienda realizar un estudio de las mismas especies utilizando como variante la edad del árbol para poder conocer si existe una variación de los datos especialmente en los ciclos de ablandamiento y densidad.

Para la recolección de las muestras botánicas es recomendable tomar en cuenta el tiempo de floración y fructificación obteniendo así muestras completas de la planta para poder facilitar su identificación.

GLOSARIO

Ablandamiento de madera: Proceso realizado a especies madereras siendo el principal objetivo reducir su dureza (Ríos, 2015).

Aprovechamiento forestal: Son actividades de cosecha de árboles para la extracción de madera realizadas en bosque nativo o plantación (Gutiérrez, 2015: p. 19).

Plantaciones forestales: Masa boscosa implementada en un determinado sitio con una o varias especies para distintos fines ya sea comerciales, de conservación entre otros (Trujillo, 2005: p. 1).

BIBLIOGRAFÍA

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

AGUILAR, J.; & GUZOWSKI, E. *Materiales y materias primas. Madera* [En línea]. Buenos Aires-Argentina: Ministerio de Educación, Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2011. pp. 7-11. [Consulta: 27 octubre 2020]. Disponible en: <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/madera.pdf>.

AGUILAR, M., AGUILAR, S.; & TERRAZAS, T. "Anatomía de la madera de doce especies de un bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas, México". *Wood anatomy of twelve species of a cloud forest from Tamaulipas, Mexico*, vol. 20, nº 3 (2014), (México) pp. 69-86.

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

ANAYA, C. Estructura microscópica de la madera [En línea]. 2013. [Consulta: 9 diciembre 2020]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/139089127/ESTRUCTURA-MICROSCOPICA-DE-LA-MADERA>.

ARANGO, G., DURAND, L., TRENCH, T.; & FIGUEROA, F. "Manejo de recursos forestales no maderables y las políticas de simplificación: El caso de la palma xate en la Selva Lacandona, México". *Latin American Research Review*, vol. 3, nº 52 (2017), (México) pp. 344–360.

CARANQUI, J. "Manual de operaciones herbario politécnico (CHEP)". *Artículo forestal*, (2011), (Ecuador) pp. 1-5.

CAUJA, A. Caracterización anatómica de tres especies forestales comerciales mediante tinciones, procedentes del bosque análogo Don Ramón, ubicado en el cantón Cumandá, provincia de Chimborazo (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2019. p. 124.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA. *Guía de Identificación de Maderas Aserradas, Departamento del Huila* [En línea]. Neiva-Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial República de Colombia, 2009. pp. 60-79. [Consulta: 16 enero 2021]. Disponible en: https://cam.gov.co/images/documents/phocadownload/guias_de_identificacion/guia%20identificacion%20maderas%20aserradas%20Huila.pdf.

COVEÑA, K. Descripción anatómica de la madera de cuatro especies forestales, procedentes del noroccidente de Pichincha, cantón Puerto Quito (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2019. p. 15.

CUBILLOS, A., PINILLA, C., VANEGAS, K., ALFONSO, M.; & HERNÁNDEZ, M. Propiedades mecánicas de la madera de chuguaca (*Hyeronima macrocarpa* Schltr.) para la identificación de su uso potencial. *Boletín Semillas Ambientales * Bogotá, Colombia **, vol. 13, n° 2 (2019), (Colombia) pp. 36-48.

FEIJOÓ, C., ESPINOZA, F., CUEVA, M., HIDALGO, F., RAMÓN, D., JUMBO, J., MORENO, J., YAGUANA, M., ERAS, V.; & PUCHA, D. "Propiedades físicas y características anatómicas de la madera de *Cinchona officinalis* (L.) Ruiz y *Cinchona macrocalyx* Pav. ex DC en relictos boscosos al sur de Ecuador". *Bosques Latitud Cero*, vol. 9, n° 1 (2019), (Ecuador) pp. 94-109.

FEIJOO, C., RAMÓN, D.; & PUCHA, D. *Guía para cortes anatómicos de la madera* [En línea]. Loja-Ecuador: Ediloja, 2019. ISBN: 9789978355374. pp. 21-22.

FREIRE, J. Caracterización de propiedades químicas, físicas y mecánicas de la madera de *Eucalyptus nitens* procedente de plantaciones pertenecientes a la Empresa Aglomerados Cotopaxi S.A., cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2019. p. 93.

GÄRTNER, H.; & SCHWEINGRUBER, F. *Staining cell walls, Microscopic Preparation Techniques for Plant Stem Analysis*. Remagen-Oberwinter-Suiza: Verlag Dr. Kessel, 2013. ISBN: 978-3-941300-76-7, p. 56.

GATICA, N. *Características generales, organolepticas, macroscopicas y estructura microscopica de la madera de coníferas y latifoliadas* [En línea]. Iquitos-Perú: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 2010. pp. 8-12. [Consulta: 20 enero 2021]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/estructura-macro-y-microscopica-madera/estructura-macro-y-microscopica-madera.pdf>.

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

GUTIÉRREZ, F. Manual para el Aprovechamiento Forestal en los bosques húmedos de las comunidades de la parroquia Hatun Sumaku, Archidona, Napo, Ecuador [En línea]. Archidona-Ecuador: Rainforest Alliance, 2015. p. 19. [Consulta: 01 marzo 2021]. Disponible en: <https://www.rainforest-alliance.org/lang/sites/default/files/publication/pdf/Paisajes%20Sostenibles%20%28ICAA%29%20-%20Manual%20para%20el%20Aprovechamiento%20Forestal%20en%20la%20Parroquia%20de%20Hatun%20Sumaku%2C%20Ecuador.pdf>.

HIDALGO, J. Evaluación de soluciones nutritivas y frecuencias de aplicación en el crecimiento de plántulas de *Oreopanax ecuadorensis* Seem (Pumamaqui) en la parroquia Ulba, cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, Riobamba-Ecuador. 2016. p. 5.

INAMHI. Red de Estaciones Automáticas[en línea]. Ecuador, 2019. [Consulta: 9 marzo 2021]. Disponible en: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/>.

INCHIGLEMA, J. Identificación y descripción de características anatómicas y organolépticas de la madera de cinco especies comerciales procedentes del cantón Tena, provincia de Napo (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, Riobamba-Ecuador. 2019. p. 71.

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

LLUNCOR, D. *Utilización Industrial y Mercado de Diez especies maderables potenciales de Bosques Secundarios y Primarios Residuales* [En línea]. Lima-Perú: AIDER (Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral), 2011. pp. 7-8. [Consulta: 15 enero 2021]. Disponible en: [http://www.cnf.org.pe/Publicaciones/Estructura anatomica de diez especies maderables.pdf](http://www.cnf.org.pe/Publicaciones/Estructura_anatomica_de_diez_especies_maderables.pdf).

LOZANO, P. *Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador* [En línea]. Quito-Ecuador: MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT), 2015, p. 174. [Consulta: 07 octubre 2020]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>.

MAE. *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales* [En línea]. Quito-Ecuador: 2014. ISBN: 9781787284395, pp. 19-24. [Consulta 25 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4407s.pdf>.

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

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. *Productos Maderables. PERÚ* [En línea]. Lima-Perú, 2015. [Consulta: 25 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe/porta1/49-sector-agrario/recurso-forestal/353-productos-no-maderables>.

NAVARRO, J.; & TRILLO, W., 2016. *Influencia de la estructura anatómica sobre los ensayos de moldurado, taladrado, torneado de tres especies forestales – del Valle del Mantaro* (Tesis) (Ingeniería). Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, Carrera en Ingeniería Forestal y Ambiental. Huancayo-Perú. 2016. p. 53.

OCAÑA, K. Determinación de propiedades físicas, químicas y mecánicas de las especies *Cedrelinga cateniformis* (chuncho), *Minquartia guianensis* (guayacán pechiche), en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2018. p. 155.

ORDAZ, J., MELGAR, M.; & RUBIO, C. *Métodos estadísticos y Econométricos en la empresa y para finanzas* [En línea]. Sevilla-España: Universidad Pablo de Olavide, 2014. pp. 2-3. [Consulta: 04 febrero 2021]. Disponible en: https://www.upo.es/export/portal/com/bin/portal/upo/profesores/jaordsan/profesor/1311101268463_mxtodos_estadxsticos_y_economxtricos_en_la_empresa_y_para_finanzas.pdf.

PUERTAS, P., GUEVARA, C.; & ESPINOZA, M. *Manual de transformación de la madera*. Pucallpa-Perú: AIDER (Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral), OIMT (Organización Internacional de las Maderas Tropicales), 2013. p.28.

RÍOS, D. *Ablandamiento de la madera* [En línea]. San Martín-Argentina: Universidad de San Martín, 2015. [Consulta: 01 marzo 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/316758274/Ablandamiento-de-LA-MADERA>.

RIPALDA, C. *Descripción organoléptica y anatómica de la madera de cinco especies forestales, procedentes del cantón Santo Domingo, parroquia Alluriquín, sector Tinalandia* (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2020. p. 73.

SALINAS, B. *Caracterización anatómica de la madera de cinco especies comerciales del sector La Colonia Simón Bolívar, cantón Santa Clara, provincia de Pastaza* (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2019. p. 115.

SÁNCHEZ, I. *Alnus acuminata* [En línea]. 2017. p. 2. [Consulta: 22 febrero 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/5012890/ALNUS_ACUMINATA.

SPAVENTO, E., KEIL, G.; & MONTEOLIVA, S. *Propiedades físicas de la madera* [En línea]. La Plata-Argentina:Universidad Nacional de La Plata, 2008. pp. 19-22. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/1725/mod_resource/content/0/APUNTES_PROPIEDADES_MECANICAS_2008.pdf.

TRUJILLO, E. *Plantación Forestal: Planeación para el Éxito* [En línea]. 2005. p. 1. [Consulta: 01 marzo 2021]. Disponible en: http://elsemillero.net/pdf/plantaciones_forestales.pdf.

UEIA. Teterete, navajuelo (*Delostoma integrifolium*) [En línea]. Antioquia-Colombia: Universidad EIA, 2014. [Consulta: 23 febrero 2021]. Disponible en: <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/248>.

VÁSQUEZ, Á.; & RAMÍREZ, A. *Curso anatomía e identificación de maderas*. Medellín-Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2011. pp. 9-13.

VERA, H. Caracterización anatómica de cuatro especies forestales comerciales del noroccidente de Pichincha, cantón Puerto Quito (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 12-13.

ANEXOS

ANEXO A: Shapiro-Wilks (modificado) para el número de poros solitarios de las cinco especies forestales.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS SOLITARIOS	15	0	5,86	0,98	0,9714

ANEXO B: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el número de poros solitarios de las cinco especies forestales.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	425189,73	4	106297,43	2211,46	<0,0001
TRATAMIENTOS	425189,73	4	106297,43	2211,46	<0,0001
Error	480,67	10	48,07		
Total	425670,4	14			

ANEXO C: Shapiro-Wilks (modificado) para el número de poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS MULTIPLOS DE 2	15	0	2,65	0,95	0,6781

ANEXO D: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el número de poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	65755,73	4	16438,93	1666,11	<0,0001
TRATAMIENTOS	65755,73	4	16438,93	1666,11	<0,0001
Error	98,67	10	9,87		
Total	65854,4	14			

ANEXO E: Shapiro-Wilks (modificado) para el número de poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS MULTIPLOS DE 3	15	0	5,08	0,98	0,9468

ANEXO F: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el número de poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23010	4	5752,5	158,91	<0,0001
TRATAMIENTOS	23010	4	5752,5	158,91	<0,0001
Error	362	10	36,2		
Total	23372	14			

ANEXO G: Shapiro-Wilks (modificado) para el perímetro de los poros solitarios de las cinco especies forestales.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS SOLITARIOS	15	0	120,02	0,94	0,5464

ANEXO H: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el perímetro de los poros solitarios de las cinco especies forestales.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8E+06	4	2112057,06	104,73	<0,0001
TRATAMIENTO	8E+06	4	2112057,06	104,73	<0,0001
Error	201658	10	20165,83		
Total	9E+06	14			

ANEXO I: Shapiro-Wilks (modificado) para el perímetro de los poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS MÚLTIPLOS DE 2	15	0	133,82	0,9	0,2

ANEXO J: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el perímetro de los poros múltiples de dos de las cinco especies forestales.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8805429,97	4	2201357,49	87,81	<0,0001
TRATAMIENTO	8805429,97	4	2201357,49	87,81	<0,0001
Error	250709,8	10	25070,98		
Total	9056139,77	14			

ANEXO K: Shapiro-Wilks (modificado) para el perímetro de los poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS MÚLTIPLOS DE 3	15	0	109,09	0,93	0,5027

ANEXO L: Análisis de la Varianza (SC tipo III) para el perímetro de los poros múltiples de tres de las cinco especies forestales.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8630428,15	4	2157607,04	129,49	<0,0001
TRATAMIENTO	8630428,15	4	2157607,04	129,49	<0,0001
Error	166617,91	10	16661,79		
Total	8797046,06	14			

ANEXO M: Calificación de los tintes de las cinco especies forestales.

Tratamiento	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Cinchona pubescens</i>	<i>Delostoma integrifolium</i>	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>
Safranina	2	2	2	2	2
Safranina	2	2	2	2	2
Safranina	2	2	2	2	2
Astra blue	2	3	2	3	2
Astra blue	2	3	2	3	2
Astra blue	2	3	2	3	2
Safranina + Astra blue	3	3	3	3	3
Safranina + Astra blue	3	3	3	3	3
Safranina + Astra blue	3	3	3	3	3

1 = Malo, 2 = Bueno ,3 = Muy bueno

ANEXO N: Cantidad de agua destilada con respecto a la proporción del sustrato (aserrín), para la obtención del pH.

Especie	Sustrato (g)	Agua destilada (ml)
<i>Alnus acuminata</i>	20	150
<i>Cinchona pubescens</i>	20	170
<i>Delostoma integrifolium</i>	20	150
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	20	160
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	20	160

ANEXO O: Coordenadas de las cinco especies forestales.

Especie	Árbol	X	Y
<i>Alnus acuminata</i>	1	728811	9753759
	2	728743	9753879
	3	728814	9753974
<i>Cinchona pubescens</i>	1	728622	9753932
	2	728459	9754258
	3	728165	9754387
<i>Delostoma integrifolium</i>	1	728755	9754069
	2	728236	9754126
	3	728122	9754276
<i>Hieronima macrocarpa</i>	1	728755	9753658
	2	728560	9753969
	3	728582	9754109
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	1	728542	9753861
	2	728131	9754046
	3	728388	9754482

ANEXO P: Recolección de muestras de los ejemplares



ANEXO Q: Preparación de muestras dendrológicas para la herborización.



ANEXO R: Obtención de las muestras la madera en el aserradero.



ANEXO S: Ablandamiento de las primas de madera en el autoclave.



ANEXO T: Cortes de las láminas de madera en el micrótopo.



ANEXO U: Tintes empleados en la investigación.



ANEXO V: Tinturación de las láminas de madera.



ANEXO W: Observación de la parte anatómica de la madera a través del microscopio.



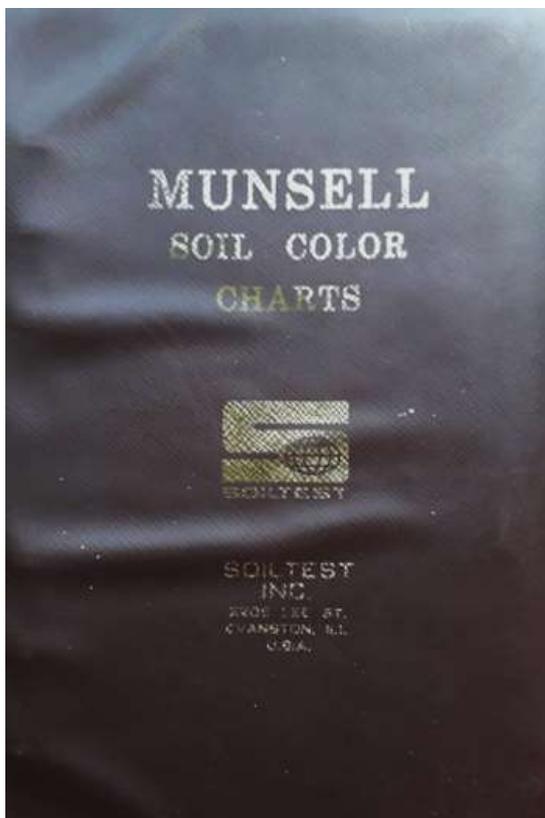
ANEXO X: Análisis del pH.



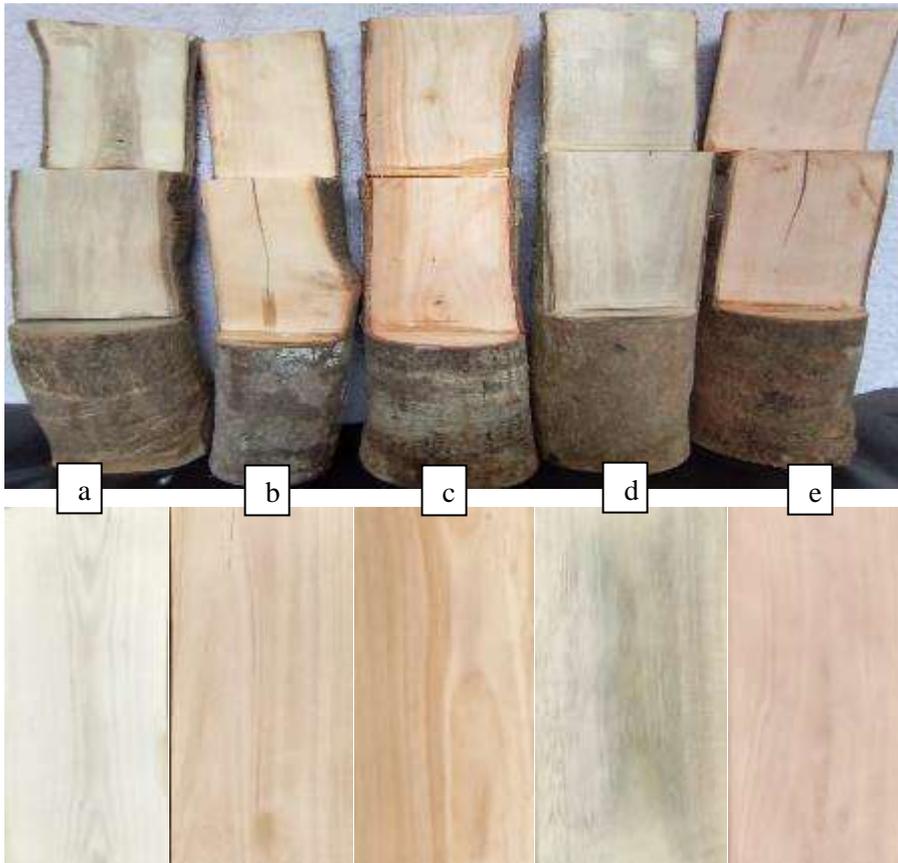
ANEXO Y: Análisis de la densidad.



ANEXO Z: Identificación del color con la Tabla de Munsell.



ANEXO AA: Muestras para la colección de la xiloteca a. *Oreopanax ecuadorensis* b. *Cinchona pubescens* c. *Alnus acuminata* d. *Delostoma integrifolium* e. *Hyeronima macrocarpa*.



ANEXO BB: Autorización de recolección de especímenes de especies de la diversidad biológica emitido por el Ministerio del Ambiente y Agua

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA

AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 859

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

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

2.- CÓDIGO

MAAE-ARSFC-2020-0859

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2021-03-11	2021-09-11

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Plantae

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

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

N° de C.VPasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	N° REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
0605681667	NAULA SALGADO PEDRO PABLO	Ecuatoriana	N/S	Estudiante	Magnoliopsida
0602669772	SALAZAR CASTAÑEDA EDUARDO PATRICIO	Ecuatoriana	1002-11-1067584	Manejo forestal	Magnoliopsida

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

Nombre del Proyecto: DESCRIPCIÓN ORGANOLÉPTICA Y ANTÓMICA DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES MEDIANTE TINCCIONES PROCEDENTES DEL SECTOR PEPINALES CONTÓN ALAUSÍ PROVINCIA DE CHIMBORAZO.



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

Describir organoléptica y anatómicamente la madera de cinco especies forestales mediante tinciones, procedentes del sector Pepinales, cantón Alausí, provincia de Chimborazo.
• Determinar las características anatómicas de las cinco especies forestales.
• Evaluar dos tipos de Tinciones para determinar la mejor.
• Analizar la parte organoléptica de las cinco especies forestales.

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

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
CHIMBORAZO	NA	NA

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	N° MUESTRA	N° LOTE
Magnoliopsida	Fagales	NA	NA	NA	especimen vegetal	2	
Magnoliopsida	Gentianales	NA	NA	NA	especimen vegetal	2	
Magnoliopsida	Lamiales	NA	NA	NA	especimen vegetal	2	
Magnoliopsida	Malpighiales	NA	NA	NA	especimen vegetal	2	
Magnoliopsida	Apiales	NA	NA	NA	especimen vegetal	2	

10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

FASE DE RECOLECCIÓN:	Recolección de muestras para la herborización en el sector Pepinales. Georreferenciación del lugar de investigación.
FASE DE PRESERVACIÓN:	herborizado en prensas

11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:	Preparación del material necesario para el trabajo. -Dimensionado de las muestras en cubos de 2x2 cm. - Separar un cubo para la toma de densidad. -Separar un cubo para la determinación del PH -Ablandamiento de las muestras en la autoclave. -Corte de las láminas transversal, tangencial y radial en el micrótopo. - Colocar las láminas obtenidos en cajas Petri con la tinción combinada con Astra blue/safranina durante 10,20 y 30 segundos. Colocar las láminas en placas porta y cubreobjetos. -Observar bajo el microscopio las características anatómicas.
--------------------------------------	---



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

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Magnoliopsida	PARA COLECTAS: PODADORA AÉREA Y DE MANO, TREPADORES DE ÁRBOLES, BINOCULARES, GPS, CINTA DIAMÉTRICA O MÉTRICA, CÁMARA DIGITAL, COMPUTADORA PORTÁTIL.	Equipo en Campo
Magnoliopsida	RAÍZ, TIJERAS DE PODAR, MACHETE	Material en Campo
Magnoliopsida	ESTERO MICROSCOPIO, MICROSCOPIO, EQUIPO DE DISECCIÓN, CÁMARA FOTOGRÁFICA	Equipo en Laboratorio
Magnoliopsida	TINTES	Material en Laboratorio

13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

Magnoliopsida	Herbario Escuela superior Técnica del Chimborazo
---------------	--

14.- RESULTADOS ESPERADOS

Conocer las propiedades de las maderas con el propósito de contribuir con información muy importante a la industria primaria y secundaria, permitiendo analizar si las especies en estudios pueden llegar a formar parte nuevos de mercados ya sea nacionales o internacionales de acuerdo a sus características.

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

METAS	DESCRIPCIÓN
Resultado04.19El Ecuador, bajo la coordinación del Instituto de Investigaciones de la Biodiversidad, impulsa la investigación científica aplicada y la gestión del conocimiento sobre el patrimonio natural y desarrolla procesos tecnológicos innovadores que sustentan el cambio de la matriz productiva	Conocer las propiedades de las maderas con el propósito de contribuir con información muy importante a la industria primaria y secundaria, permitiendo analizar si las especies en estudios pueden llegar a formar parte nuevos de mercados ya sea nacionales o internacionales de acuerdo a sus características.

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: **NAULA SALGADO PEDRO PABLO**



2. Institución Nacional Científica : **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**
3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2021/08/27**
4. Valoración técnica del proyecto: **TELLO RAMOS FANNY ELIZABETH**
5. Esta Autorización **NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS.**
6. Esta Autorización **NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS**, sin la correspondiente autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.
7. Los especímenes o muestras recolectadas no podrán ser utilizadas en actividades de **BIOPROSPECCIÓN, NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO.**
8. Los resultados que se desprendan de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.

OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.

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

Con los siguientes anexos:

- Escaneado de el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras, emitidas por las Colecciones Científicas Ecuatorianas como Internacionales depositarias de material biológico.
- Escaneado de las publicaciones realizadas o elaboradas en base al material biológico recolectado.
- Escaneado de material fotográfico que considere el investigador pueda ser utilizados para difusión. (se mantendrá los derechos de autor).

10. Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos el número de Autorización de Recolección otorgada por el Ministerio del Ambiente y Agua, con el que se recolecto el material biológico.
11. Depositar los holotipos en una institución científica depositaria de material biológico.
12. Los holotipos solo podrán salir del país en calidad de préstamo por un periodo no más de un



año.

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

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

Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se responsabiliza a **NAULA SALGADO PEDRO PABLO**.

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



ANEXO CC: Certificado de identificación de las cinco especies forestales otorgado por el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Ofc.No.010.CHEP.2021

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD
CEVALLOS ROMAN GERARDO RAMIRO

Riobamba, 8 de marzo del 2021

De mis consideracion:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente certifico que el señor NAULA SALGADO PEDRO PABLO con CI: 0605681667, entregó 5 muestras botánicas fértiles (listado), identificadas, comparando con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador; según Proyecto: DESCRIPCIÓN ORGANOLÉPTICA Y ANTÓMICA DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES MEDIANTE TINCIONES PROCEDENTES DEL SECTOR PEPINALES CONTÓN ALAUSÍ PROVINCIA DE CHIMBORAZO., autorización de Investigación MAAE-ARSFC-2020-0859. Las muestras fértiles se procesarán en un lapso de un año,para los fines correspondientes.

FAMILIA	ESPECIE	ESTADO
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	fétil
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	fétil
Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i>	fétil
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	fétil
Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	fétil

Me despido, atentamente

JORGE MARCELO CARANQUI ALDAZ
Firmado digitalmente por JORGE MARCELO CARANQUI ALDAZ
Fecha: 2021.03.08 09:41:22 -05'00'

Ing. Jorge Caranqui A.
RESPONSABLE HERBARIO ESPOCH

FACULTAD DE
RECURSOS
NATURALES



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE**



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

Fecha de entrega: 08 / 06 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: PEDRO PABLO NAULA SALGADO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: RECURSOS NATURALES
Carrera: INGENIERÍA FORESTAL
Título a optar: INGENIERO FORESTAL
f. Analista de Biblioteca responsable:

