



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

DESCRIPCIÓN ANATÓMICA Y ORGANOLÉPTICA DE LA
MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES DE INTERÉS
COMERCIAL PROCEDENTES DEL CANTÓN LORETO,
PROVINCIA DE ORELLANA

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

DIEGO FERNANDO CAMACHO VARGAS

Riobamba – Ecuador
2022



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

**DESCRIPCIÓN ANATÓMICA Y ORGANOLÉPTICA DE LA
MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES DE INTERÉS
COMERCIAL PROCEDENTES DEL CANTÓN LORETO,
PROVINCIA DE ORELLANA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: DIEGO FERNANDO CAMACHO VARGAS

DIRECTOR: Ing. EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA

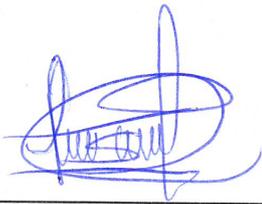
© 2022, **Diego Fernando Camacho Vargas**

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

Yo, **DIEGO FERNANDO CAMACHO VARGAS**, declaro que el presente trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este 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.

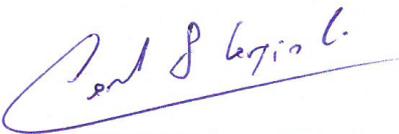
Riobamba, 29 de julio de 2022.



Diego Fernando Camacho Vargas
210049996-7

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **DESCRIPCIÓN ANATÓMICA Y ORGANOLÉPTICA DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES DE INTERÉS COMERCIAL PROCEDENTES DEL CANTÓN LORETO, PROVINCIA DE ORELLANA**, realizado por el señor: **DIEGO FERNANDO CAMACHO VARGAS**, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

| | FIRMA | FECHA |
|---|---|--------------|
| Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva PRESIDENTE DEL TRIBUNAL |  _____ | 2022/07/29 |
| Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR |  _____ | 2022/07/29 |
| Ing. Carlos Francisco Carpio Coba MIEMBRO DEL TRIBUNAL |  _____ | 2022/07/29 |

DEDICATORIA

A mis padres Jesús Camacho y Fanni Vargas por ser la motivación que me daba fuerza para seguir este duro camino que día a día fui forjando, por todo el esfuerzo y amor que me daban en todo momento y más aún cuando las cosas no estaban bien y en especial por la confianza que depositaron en mí al momento de enviarme a estudiar, seguro no los defraudé. A mis abuelitos Segundo y Rosita por todos los consejos que me dieron y que me ayudaron a superar mis problemas y por el apoyo incondicional que recibí en todo momento, por ser esa luz en medio de la oscuridad y esa paz que me reconfortaba. A toda mi familia en especial a mis tíos, Marco, Marita, Doria, Esperanza, Noemí por estar pendientes a mí y por brindarme su apoyo para no dejarme caer con sus mensajes de aliento y sus palabras que las llevo en mi mente y en mi corazón.

Diego

AGRADECIMIENTO

A Dios por todas sus bendiciones durante estos largos años que me acompañó y por permitirme vivir día a día con su protección librándome de todo peligro.

De manera muy especial agradezco a mis tutores el Ing. Eduardo Salazar, Ing. Carlos Carpio y al Ing. Víctor Espinoza que me brindaron sus conocimientos desde que empecé a formarme como estudiante politécnico, por brindarme parte de su tiempo para ayudarme en la culminación de mi trabajo de Integración Curricular, a mi amada Escuela Superior Politécnica De Chimborazo por abrirme sus puertas y mostrarme un mejor futuro, porque en sus aulas aprendí a crecer con valores que siempre llevare presente.

Diego

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|------------------------|-----|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xii |
| RESUMEN..... | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |

CAPITULO I

| | |
|---|-----------|
| 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL..... | 5 |
| 1.1. Bosques..... | 5 |
| 1.1.1. <i>Productos forestales maderables</i>..... | 6 |
| 1.1.2. <i>Productos forestales no maderables</i>..... | 6 |
| 1.1.3. <i>Caracterización de especies forestales</i>..... | 7 |
| 1.1.3.1. <i>Colecta de plantas</i>..... | 7 |
| 1.1.3.2. <i>Secado</i>..... | 7 |
| 1.1.3.3. <i>Identificación</i>..... | 8 |
| 1.1.3.4. <i>Montaje y Etiquetado</i>..... | 8 |
| 1.1.3.5. <i>Clasificación (Archivo colección)</i>..... | 8 |
| 1.2. Madera..... | 8 |
| 1.2.1. <i>Anatomía de la madera</i>..... | 9 |
| 1.2.1.1. <i>Características anatómicas de la madera</i>..... | 9 |
| 1.2.1.2. <i>Parénquima</i>..... | 10 |
| 1.2.1.3. <i>Poros</i>..... | 10 |
| 1.2.1.4. <i>Radios</i>..... | 11 |
| 1.2.1.5. <i>Cortes anatómicos de la madera</i>..... | 11 |
| 1.2.2. <i>Propiedades Organolépticas de la madera</i>..... | 12 |
| 1.2.2.1. <i>Color</i>..... | 12 |
| 1.2.2.2. <i>Olor</i>..... | 12 |
| 1.2.2.3. <i>Sabor</i>..... | 12 |
| 1.2.2.4. <i>Grano</i>..... | 13 |
| 1.2.2.5. <i>Brillo o Lustre</i>..... | 13 |
| 1.2.2.6. <i>Textura</i>..... | 13 |
| 1.2.2.7. <i>Veteado</i>..... | 14 |

| | | |
|--------|---|----|
| 1.2.3. | <i>Densidad de la madera</i> | 14 |
| 1.2.4. | <i>Tinciones para el estudio de la madera</i> | 15 |
| 1.3. | Industria de la madera | 15 |
| 1.3.1. | <i>Usos de la Madera</i> | 17 |

CAPITULO II

| | | |
|----------|--|----|
| 2. | MARCO METODOLÓGICO | 19 |
| 2.1. | Lugar de la Investigación | 19 |
| 2.1.1. | <i>Localización del sitio</i> | 19 |
| 2.1.2. | <i>Condiciones climáticas</i> | 19 |
| 2.1.3. | <i>Clasificación ecológica</i> | 19 |
| 2.2. | Materiales y equipos | 19 |
| 2.2.1. | <i>Materiales de campo</i> | 19 |
| 2.2.2. | <i>Materiales de oficina</i> | 19 |
| 2.2.3. | <i>Materiales de laboratorio</i> | 20 |
| 2.2.4. | <i>Material vegetativo</i> | 20 |
| 2.3. | Tipo de investigación | 20 |
| 2.3.1. | <i>Identificación de Variables</i> | 20 |
| 2.3.1.1. | <i>Variables dependientes-Características anatómicas</i> | 20 |
| 2.3.1.2. | <i>Variables independientes</i> | 20 |
| 2.4. | Métodos y técnicas | 21 |
| 2.4.1. | <i>Delimitación de área de estudio</i> | 21 |
| 2.4.2. | <i>Recolección de las muestras de las especies forestales (Para lograr el primer objetivo)</i> | 21 |
| 2.4.2.1. | <i>Identificación de las muestras dendrológicas</i> | 21 |
| 2.4.3. | <i>Dimensiones de la madera para los diferentes análisis (Para lograr el segundo objetivo)</i> | 21 |
| 2.4.3.1. | <i>Cálculo de la densidad</i> | 22 |
| 2.4.3.2. | <i>Determinación del pH</i> | 22 |
| 2.4.4. | <i>Análisis de las características anatómicas (Para lograr el tercer objetivo)</i> | 22 |
| 2.4.4.1. | <i>Ablandamiento</i> | 22 |
| 2.4.4.2. | <i>Corte de los cubos</i> | 23 |
| 2.4.4.3. | <i>Tinturado de láminas</i> | 23 |
| 2.4.4.4. | <i>Etiquetado y Observación de las muestras histológicas</i> | 24 |
| 2.4.4.5. | <i>Estructuras Anatómicas</i> | 24 |

CAPITULO III

| | | |
|-----------------|---|----|
| 3. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 25 |
| 3.1. | Identificación dendrológica de las especies forestales (objetivo específico I) | 25 |
| 3.1.1. | <i>Taxonomía</i> | 25 |
| 3.1.1.1. | <i>Descripción botánica, Pouteria baehniiana Monachino (Mamey)</i> | 25 |
| 3.1.1.2. | <i>Descripción botánica, Grias newberthii J.F.Macbr (Sachamango)</i> | 26 |
| 3.1.1.3. | <i>Descripción botánica, Myroxylon balsamum (Balsamo)</i> | 27 |
| 3.1.1.4. | <i>Descripción botánica, Guarea guidonea (Colorado fino)</i> | 27 |
| 3.1.1.5. | <i>Descripción botánica, Guarea kunthiana (Colorado manzano)</i> | 28 |
| 3.2. | Características organolépticas de la madera (objetivo específico II) | 29 |
| 3.2.1. | <i>Pouteria baehniiana Monachino (Mamey)</i> | 29 |
| 3.2.2. | <i>Grias newberthii J.F.Macbr.</i> | 31 |
| 3.2.3. | <i>Myroxylon balsamum L. Harms.</i> | 33 |
| 3.2.4. | <i>Guarea guidonea</i> | 35 |
| 3.2.5. | <i>Guarea kunthiana</i> | 37 |
| 3.3. | Características anatómicas (objetivo específico III) | 39 |
| 3.3.1. | <i>Pouteria baehniiana monachino (Mamey)</i> | 39 |
| 3.3.1.1. | <i>Corte transversal</i> | 39 |
| 3.3.1.2. | <i>Corte tangencial</i> | 40 |
| 3.3.1.3. | <i>Corte radial</i> | 40 |
| 3.3.2. | <i>Grias newberthii (Sachamango)</i> | 41 |
| 3.3.2.1. | <i>Corte transversal</i> | 41 |
| 3.3.2.2. | <i>Corte tangencial</i> | 42 |
| 3.3.2.3. | <i>Corte radial</i> | 42 |
| 3.3.3. | <i>Myroxylon balsamum (Balsamo)</i> | 43 |
| 3.3.3.1. | <i>Corte transversal</i> | 43 |
| 3.3.3.2. | <i>Corte tangencial</i> | 43 |
| 3.3.3.3. | <i>Corte radial</i> | 44 |
| 3.3.4. | <i>Guarea guidonea (Colorado fino)</i> | 45 |
| 3.3.4.1. | <i>Corte transversal</i> | 45 |
| 3.3.4.2. | <i>Corte tangencial</i> | 45 |
| 3.3.4.3. | <i>Corte radial</i> | 46 |
| 3.3.5. | <i>Guarea kunthiana (Colorado manzano)</i> | 46 |
| 3.3.5.1. | <i>Corte transversal</i> | 46 |
| 3.3.5.2. | <i>Corte tangencial</i> | 47 |
| 3.3.5.3. | <i>Corte radial</i> | 48 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 3.4. | Análisis estadístico de las características anatómicas de la madera | 50 |
| 3.4.1. | <i>Perímetro de poros solitarios</i> | 50 |
| 3.4.2. | <i>Perímetros de poros múltiples</i> | 51 |
| 3.5. | Determinación de la densidad (objetivo específico II) | 51 |
| 3.6. | Determinación del Potencial de hidrógeno (pH) (objetivo específico II) | 52 |
| 3.7. | Ciclos de ablandamiento | 52 |
| 3.8. | Discusión | 53 |
| | CONCLUSIONES | 55 |
| | RECOMENDACIONES | 56 |
| | GLOSARIO | |
| | BIBLIOGRAFÍA | |
| | ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|--------------------|--|----|
| Tabla 1-2: | Ciclos de ablandamiento..... | 23 |
| Tabla 1-3: | Descripción taxonómica de las especies en estudio | 25 |
| Tabla 2-3: | Características organolépticas de <i>Pouteria baehniiana</i> Monachino (Mamey)..... | 29 |
| Tabla 3-3: | Características organolépticas de <i>Grias newberthii</i> J.F. Macbr (Sachamango) ... | 31 |
| Tabla 4-3: | Características organolépticas de <i>Myroxylon balsamum</i> L. Harms. (Balsamo) ... | 33 |
| Tabla 5-3: | Características organolépticas de <i>Guarea guidonea</i> (Colorado fino)..... | 35 |
| Tabla 6-3: | Características organolépticas de <i>Guarea kunthiana</i> (Colorado manzano)..... | 37 |
| Tabla 7-3: | Resumen de las características organolépticas de las especies estudiadas | 39 |
| Tabla 8-3: | Resumen de las características anatómicas de las cinco especies en estudio | 49 |
| Tabla 9-3: | Características de las cuatro especies estudiadas según los poros..... | 50 |
| Tabla 10-3: | Media del perímetro de los poros solitarios de las cinco especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)..... | 51 |
| Tabla 11-3: | Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)..... | 51 |
| Tabla 12-3: | Densidad de las cinco especies estudiadas | 52 |
| Tabla 13-3: | Potencial de hidrógeno (pH) de las cinco especies en estudio | 52 |
| Tabla 14-3: | Ciclos de ablandamiento..... | 53 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|---------------------|--|----|
| Figura 1-1: | Planos para el estudio de la madera..... | 11 |
| Figura 1-3: | Árbol y fuste de <i>Pouteria baehniiana</i> Monachino | 25 |
| Figura 2-3: | Árbol y corteza de <i>Grias newberthii</i> J.F.Macbr | 26 |
| Figura 3-3: | Árbol y fuste de <i>Myroxylon balsamum</i> | 27 |
| Figura 4-3: | Árbol y fuste de <i>Guarea guidonea</i> | 28 |
| Figura 5-3: | Árbol y fuste de <i>Guarea kunthiana</i> | 28 |
| Figura 6-3: | Cortes de <i>Pouteria baehniiana</i> Monachino (Mamey) | 30 |
| Figura 7-3: | Cortes de <i>Grias newberthii</i> J.F. Macbr (Sachamango) | 32 |
| Figura 8-3: | Cortes de <i>Myroxylon balsamum</i> (Balsamo) | 34 |
| Figura 9-3: | Cortes de <i>Guarea guidonea</i> (Canelo)..... | 36 |
| Figura 10-3: | Cortes de <i>Guarea kunthiana</i> (Colorado manzano)..... | 38 |
| Figura 11-3: | Corte transversal <i>Pouteria baehniiana</i> Monachino (Mamey) | 40 |
| Figura 12-3: | Corte tangencial <i>Pouteria baehniiana</i> Monachino (Mamey) | 40 |
| Figura 13-3: | Corte tangencial <i>Pouteria baehniiana</i> Monachino (Mamey) | 41 |
| Figura 14-3: | Corte transversal <i>Grias newberthii</i> (Sachamango)..... | 41 |
| Figura 15-3: | Corte tangencial <i>Grias newberthii</i> (Sachamango) | 42 |
| Figura 16-3: | Corte radial <i>Grias newberthii</i> (sachamango) | 42 |
| Figura 17-3: | Corte transversal <i>Myroxylon balsamum</i> (Balsamo)..... | 43 |
| Figura 18-3: | Corte transversal <i>Myroxylon balsamum</i> (Balsamo)..... | 44 |
| Figura 19-3: | Corte transversal <i>Myroxylon balsamum</i> (Balsamo)..... | 44 |
| Figura 20-3: | Corte transversal <i>Guarea guidonea</i> (Colorado fino)..... | 45 |
| Figura 21-3: | Corte tangencial <i>Guarea guidonea</i> (Colorado fino)..... | 46 |
| Figura 22-3: | Corte radial <i>Guarea guidonea</i> (Colorado fino)..... | 46 |
| Figura 23-3: | Corte transversal <i>Guarea kunthiana</i> (Colorado manzano)..... | 47 |
| Figura 24-3: | Corte tangencial <i>Guarea guidonea</i> (Colorado manzano)..... | 47 |
| Figura 25-3: | Corte radial <i>Guarea kunthiana</i> (Colorado manzano)..... | 48 |

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CORTES DE LA MADERA DE LAS CINCO ESPECIES EN EL ASERRADERO
- ANEXO B:** IDENTIFICACIÓN DENDROLÓGICA DE LAS MUESTRAS, REALIZADO EN EL HERBARIO DE LA ESPOCH
- ANEXO C:** ABLANDAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE MADERA EN LA AUTOCLAVE DEL LABORATORIO DE TRABAJABILIDAD DE LA MADERA
- ANEXO D:** CORTE LAMINAR DE LAS MUESTRAS EN EL MICRÓTOMO
- ANEXO E:** LÁMINAS DE LAS SECCIONES DE LA MADERA SELECCIONADAS PARA TINTURARLAS
- ANEXO F:** TINTES UTILIZADOS EN LABORATORIO
- ANEXO G:** TINTURADO DE LAS LÁMINAS DE LAS CINCO ESPECIES MADERA
- ANEXO H:** PLACAS CON LAS MUESTRAS TINTURADAS Y ETIQUETADAS
- ANEXO I:** OBSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS HISTOLÓGICAS EN EL MICROSCOPIO DEL LABORATORIO DE TRABAJABILIDAD DE LA MADERA
- ANEXO J:** CORTE TRANSVERSAL DE POUTERIA BAEHNIANA (MAMEY), CON EL LENTE 4X
- ANEXO K:** CORTE TRANSVERSAL DE GRIAS NEWBERTHII (SACHAMANGA), CON EL LENTE 4X
- ANEXO L:** CORTE TRANSVERSAL DE MYROXYLON BALSAMUM (BALSAMO), CON EL LENTE 4X
- ANEXO M:** CORTE TRANSVERSAL DE GUAREA GUIDONEA (COLORADO FINO), CON EL LENTE 4X
- ANEXO N:** CORTE TRANSVERSAL DE GUAREA KUNTHIANA (COLORADO MANZANO), CON EL LENTE 4X
- ANEXO O:** PESO DE LOS CUBOS PARA DETERMINAR LA DENSIDAD
- ANEXO P:** REGISTRO DEL PH EN EL LABORATORIO DE SUELOS
- ANEXO Q:** TABLA DE COLOR SEGÚN MUNSELL
- ANEXO R:** MUESTRAS DE 30 CM PARA LA XILOTECA DE POUTERIA BAEHNIANA, GRIAS NEWBERTHII, MYROXYLON BALSAMUM, GUAREA GUIDONEA Y GUAREA KUNTHIANA (IZQUIERDA A DERECHA)

- ANEXO S:** ANÁLISIS DE LA VARIANZA EN POROS SOLITARIOS DE LAS CINCO ESPECIES ESTUDIADAS
- ANEXO T:** CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)
- ANEXO U:** ANÁLISIS DE LA VARIANZA EN POROS MÚLTIPLES DE LAS CINCO ESPECIES ESTUDIADAS
- ANEXO V:** CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)
- ANEXO W:** PERMISO DE INVESTIGACIÓN OTORGADO POR EL MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la descripción anatómica y organoléptica de la madera de cinco especies forestales de interés comercial procedentes del cantón Loreto, provincia de Orellana. Para describir dendrologicamente las cinco especies se recolectaron muestras de sus hojas, flores y frutos, para identificar en un herbario; para determinar las características macroscópicas se tomaron muestras de madera con dimensiones de 6 x 12 x 2 cm, identificando el olor, sabor, brillo, veteado, textura y grano, para determinar la densidad se tomaron cubos de 2 x 2 cm y se pesaron en una balanza, para determinar el pH se mezcló aserrín de cada una de las especies con agua, se dejó reposar por una hora para luego medirlo con un peachimetro; para determinar las características anatómicas se elaboraron cubos de madera de 2 x 2 cm, estos se sometieron a un proceso de ablandamiento en un autoclave, con ayuda de un micrótopo se realizaron cortes histológicos de la parte transversal, longitudinal y radial, para luego ser tinturados con safranina, Astra blue y una combinación de partes iguales de ambas, se dejaron secar para luego observar la cantidad de poros bajo microscopio, finalmente con estos datos se realizó un análisis estadístico para determinar el tipo y número de poros. Se identificaron y describieron correctamente las cinco especies forestales en estudio; todas presentaron sabor ausente y diferentes densidades; no existen diferencias significativas entre los poros de las especies; la safranina en un período de 30 segundos permitió contar la mayor cantidad de poros y para identificar características anatómicas la combinación entre safranina/Astra blue permitió un mejor análisis en las cinco especies. Las características organolépticas y la anatomía de las especies estudiadas varían entre sí; se recomienda realizar los estudios de las especies comparando distintas épocas de recolección, como época seca y lluviosa.

Palabras clave: <MAMEY (*Pouteria baehmiana*)>, <SACHAMANGO (*Grias newberthii*)>, <BÁLSAMO (*Myroxylon balsamum*)>, <COLORADO FINO (*Guarea guidonea*)>, <COLORADO MANZANO (*Guarea kunthiana*)>, <CORTES HISTOLÓGICAS>, <DENDROLOGÍA>.



DBRAI

Ing. Cristhian Castillo



1761-DBRA-UTP-2022

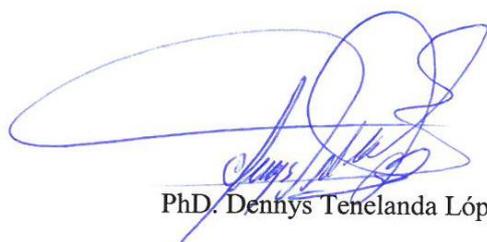
ABSTRACT

This research aimed to carry out the anatomical and organoleptic description of the wood of five forest species of commercial interest from the Loreto city, Orellana province. Samples of their leaves, flowers and fruits were collected to describe the five species dendrologically. Samples of wood with dimensions of 6 x 12 x 2 cm were taken to determine the macroscopic characteristics by identifying the smell, taste, brightness, grain, texture, and grain. Cubes of 2 x 2 cm were taken and weighed in a balance, to determine the density. Sawdust of each of the species was mixed with water, left to stand for one hour and then measured with a pH meter to determine the pH-scale. In addition, 2 x 2 cm wooden cubes were made, these were subjected to a softening process in an autoclave; histological sections of the transverse, longitudinal and radial part were made with the help of a microtome, after that, they were dyed with safranin, Astra blue and a combination of equal parts of both. They were dried to observe the number of pores under a microscope. Finally, it was determined the type and number of pores by using a statistical analysis. The five forest species under study were correctly identified and described. All of them presented absent flavor and different densities. There was no significant differences between the pores of the species. Safranin in a period of 30 seconds allowed to count the largest number of pores and to identify anatomical characteristics, the combination between safranin/Astra blue allowed a better analysis in the five species. The organoleptic characteristics and the anatomy of the studied species varied among themselves. It was recommended to carry out studies of the species comparing different harvesting times, such as dry and rainy seasons.

Keywords: <MAMEY (*Pouteria baehniiana*)>, <SACHAMANGO (*Grias newberthii*)>, <BALSAMO (*Myroxylon balsamum*)>, <FINE COLORADO (*Guarea guidonea*)>, <COLORADO APPLE (*Guarea kunthiana*)>, <HISTOLOGICAL CROSS-SECTIONS>, <DENDROLOGY>.

Riobamba, September 6, 2022

Translated by:



PhD. Dennys Tenelanda López

ID number: 0603342189

Professor of EFL

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen grandes áreas de bosque nativo ubicadas especialmente en la Región Amazónica, en las estribaciones externas de las dos cordilleras de la región andina y en zonas secas y húmedas de la Costa. Estos bosques son los suministradores de productos forestales como: maderas, leña, frutos, resinas, cortezas, bejucos, carnes, pieles y más elementos de la flora y fauna silvestres. Así mismo, proporciona el espacio vital en el que se asientan numerosas poblaciones de indígenas y colonos para quienes estos recursos constituyen importantes fuentes de subsistencia y de ingresos. De los esfuerzos que se realicen para la conservación de los bosques dependerá en gran medida el futuro del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales del país. El uso y comercio de la madera y sus derivados son actividades que han estado presentes en la economía del país. El Ecuador ha sido autosuficiente en productos madereros, gracias a una base forestal que originalmente cubría el 80% del territorio nacional. Esta situación actualmente se está revirtiendo debido a conocidos problemas de sobreexplotación y tala irracional de bosques nativos, frente a una incipiente forestación (Zúñiga, 1999, párr. 1-2).

El recurso forestal es sumamente importante para el desarrollo responsable de una región, país, continente y hasta del mundo entero; ya que no solo permite sembrar, plantar y conservar un territorio, sino que provee a los pueblos del mundo de bienes y servicios esenciales, sociales, económicos y ambientales; además contribuye a la seguridad alimentaria, conservación del agua, a la limpieza del aire y protección del suelo (Osinfor, 2012, párr. 1).

Los ecosistemas boscosos tienen altos índices de biodiversidad a nivel de especies maderables que son mal aprovechados. En la actualidad existe un porcentaje alto de plantaciones forestales que son utilizadas para la producción de árboles maderablemente comerciales, esto ayuda a reducir la presión que tienen varias especies maderables, lo que les ha llevado a estar en peligro de extinción. Por estos motivos es importante promover el manejo sostenible de los bosques primarios y secundarios, para así impulsar la producción de especies forestales a partir de plantaciones y sobre todo los trabajos investigativos que permitan determinar las mejores especies forestales tanto en calidad de madera como para su producción a gran escala. Es por eso que el estudio tecnológico, anatómico y fisiológico de las especies forestales cobra una gran relevancia en instituciones educativas públicas y privadas (Mendoza, 2008, p. 1).

ANTECEDENTES

El Ecuador se caracteriza por contar con una amplia riqueza forestal, donde esta actividad alcanza varios procesos de transformación y comercialización para generar distintos productos. Es la madera la materia prima que mejor se aprovechado a lo largo del tiempo, por este motivo las industrias dedicadas a este trabajo requieren de una identificación estructural correcta para así aprovechar al máximo este recurso. Esta información será el punto de partida determinar las mejores opciones de comercialización, de acuerdo con sus propiedades y el uso adecuado de la misma (Ministerio del Ambiente, 2018, p. 1).

Cuando hablamos de madera estamos refiriéndonos al xilema de las plantas leñosas, que es la parte específica que se usa como elemento básico en la extracción de celulosa, estructuras, y piezas de construcción, etc. La madera vista desde un aspecto fisiológico es la representación del carbono que se encuentra acumulado durante toda la vida del árbol. Por eso es preciso conocer las características anatómicas, propiedades físicas y mecánicas de la madera, y de esta forma dar soluciones para optimizar su uso. Ya que en la actualidad el mercado exige maderas uniformes y de excelente calidad, por lo que es fundamental profundizar en el estudio de sus propiedades, porque cada especie presenta características únicas (Armijos et al., 2017, p. 84).

En la madera las características anatómicas y organolépticas presentan importantes factores tanto para la parte investigativa como para la comercial. Ya que permiten conocer como está estructurada, además, de identificar de qué tipo de especie se trata a nivel de género y familia. Entre las especies existe una grande diferencia a nivel de características fisiológicas, sin embargo, guardan muchas similitudes con otras especies de sus mismos grupos taxonómicos. Por lo que profundizar el estudio de sus características anatómicas es importante, ya que a este nivel no existen similitudes (Gonzales, 2008, p. 9).

La información existente sobre las características anatómicas tanto macroscópicas como las microscópicas de la madera es muy limitada y en algunos casos inexistente, esto a más de generar un claro desconocimiento de la riqueza forestal que posee el país ha impedido que se le pueda dar un verdadero valor comercial a las especies. Caracterizar y valorizar la madera a partir de sus propiedades intrínsecas determinadas a nivel de laboratorio, les dan a las especies una mayor relevancia e importancia (Armijos et al., 2017, p. 84).

PROBLEMA

Ecuador es un país con una gran extensión de bosque distribuidos en las regiones, costa, sierra y oriente de las cuales gran parte se encuentra en la región amazónica especialmente en el territorio comprendido en la provincia de Francisco de Orellana , donde podemos encontrar una amplia variedad de especies forestales maderables que son utilizadas como materia prima en la industria y la medicina y como medios de vida de los habitantes de esta región, sin embargo se cuenta con escasa información correspondiente a las características anatómicas y organolépticas presentes en estos recursos de las especies forestales lo cual ha limitado el aprovechamiento y la comercialización de la madera por ese motivo es necesario e importante que la academia impulse y apoye la realización de estudios de las especies forestales maderables con el propósito de conocer sus características y poder identificarlas de una manera adecuada y aportar al desarrollo del manejo y producción de forestal.

En la región amazónica existe gran confusión por los nombres comunes por lo cual se ha llegado a confundir ciertas especies como es el caso del colorado fino y el colorado manzano, también hay un desconocimiento con el mamey que crece en el oriente ya que solo hay estudios del mamey que crece a nivel del mar, otra especie que se ha llegado a confundir por el desconocimiento de la misma es el sabroso o bolas de toro como se lo conoce comúnmente ya que actualmente se registran especies de diámetros muy bajos se ha llegado a pensar que esta especie no puede ser utilizada en la industria maderera y por ultimo tenemos al bálsamo que es una especie conocida comúnmente por su aporte medicinal lo que ha provocado que sea cortado para aprovechar su corteza en la cura de enfermedades relacionadas con los resfriados.

JUSTIFICACIÓN

Ecuador es un país mega diverso y con un gran potencial forestal gracias a sus condiciones climáticas que permiten un desarrollo óptimo de una amplia variedad de especies arbóreas que debido al desinterés de las partes encargadas del área forestal, no se cuenta con información verdadera y de interés educativo que nos permitan conocer más de cerca a cada especie forestal y a su vez entenderla. La falta de estudios a fondo de las especies forestales maderables ha permitido un sinnúmero de errores al momento de identificar una especie en el bosque, incluso llegando a confundirlas con otras especies.

Debido a la falta de investigaciones concernientes a la anatomía de la madera y una taxonomía definida para cada una de ellas, hemos propuesto estudiar cinco especies forestales de interés comercial, esta investigación se la realiza con el propósito de conocer las características

organolépticas y químicas que sirvan como base para estudios posteriores y a su vez incentivar a la comunidad educativa a continuar con estudios de todas las especies en nuestro país y tener un mejor conocimiento de las especies que habitan en nuestros bosques y paramos

Este estudio nos va a permitir aportar con características propias de cada una de las especies para poder ayudar a la identificación de cada una y de esta manera evitar confusiones al momento de reconocerlas, como es el caso del colorado fino y el colorado manzano que, a pesar de tener características similares, son muy diferentes en su estructura y es el mismo caso en las otras especies como el bálsamo, sabroso y mamey

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Describir las propiedades anatómicas y organolépticas de la madera de cinco especies forestales, procedentes del cantón Loreto, provincia de Orellana

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las especies forestales a nivel de herbario.
- Caracterizar las propiedades físicas y químicas de la madera de las especies forestales.
- Determinar la mejor tinción en el análisis anatómico de las cinco especies forestales.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA

No hay diferencia en las características organolépticas y anatómicas de las cinco especies forestales estudiadas.

HIPÓTESIS ALTERNA

Al menos una de las cinco especies forestales estudiadas presenta diferentes características organolépticas y anatómicas en la madera.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Bosques

Los bosques son relevantes, ya que sus ecosistemas son importantes para el desarrollo de la vida. Su estructura está constituida principalmente por vegetación arbórea, siendo este el hábitat donde se desarrolla una infinidad de seres vivos. Según la FAO (2010, p. 12), los bosques se definen como “Una superficie que se expande por más de media ha compuestas de árboles cuya altura es superior a los cinco metros y una cobertura de dosel mayor al 10%, o de árboles que posee la capacidad de alcanzar una altura in situ”.

De acuerdo a lo planteado por Mogrovejo (2017, p. 17) los ecosistemas arbóreos representan para el ser humano una fuente significativa de provisiones, que ayudan a facilitar su supervivencia. Entre los bienes más destacados esta la madera, seguida por el agua, alimentos vegetales y animales, carbón vegetal, entre otros. Los primordiales beneficios que ofrece el bosque para el desarrollo de los seres humanos son:

- Proteger la cobertura vegetal del suelo de la erosión.
- La fijación y reciclaje de los macro y microelementos nutricionales del suelo.
- Emisiones de oxígeno.
- Captación y fijación de CO₂.
- Regulación y captación hídrica.
- La belleza escénica.

El bosque representa el 30% de la superficie de la tierra, en todo el mundo existe aproximadamente 4000 millones de ha de bosque. Más de 7000 millones de hectáreas se pierden en aproximadamente cinco años, consecuencia de las actividades antrópicas y los desastres naturales que el hombre ocasiona con su intervención. Esto causa una pérdida económica a las personas que viven de los servicios que el bosque les llega a brindar para su supervivencia. Otros de los impactos que se dan es la liberación de millones de toneladas de carbono en la atmosfera que están almacenados en este ecosistema (FAO, 2016; citado en Mogrovejo, 2017, p. 17).

1.1.1. Productos forestales maderables

El recurso forestal maderable es el recurso maderero de los bosques naturales y plantados, está compuesto por todas las existencias del mismo dentro del país. Los recursos madereros pueden estar disponibles para diferentes usos como principalmente es la extracción y así proporcionar insumos para la construcción y para la manufactura de productos diversos de madera o papel, es un activo ambiental que provee a la economía del país insumos para diversas industrias, es fuente de energía y un sumidero importante de o a su vez, puede que no sea factible su extracción. Las razones por las cuales el recurso maderero puede no estar disponible para su aprovechamiento pueden ser: a) por formar parte de áreas bajo categorías de conservación donde se prohíba la tala; b) por estar en áreas inaccesibles donde su aprovechamiento no sea económicamente rentable; c) por no ser especies de interés comercial (MAE, 2015, p. 8).

1.1.2. Productos forestales no maderables

Todos los productos forestales no madereros que provee el ambiente fueron en su tiempo la base primordial en la parte alimenticia y medicinal de los pueblos aborígenes que fueron los precursores de la civilización moderna. Su importancia y valor ha trascendido con el tiempo, y hoy en día se ha mantenido por todos aquellos que representan al mundo campesino y todas las comunidades indígenas (Valdebenito, 2013, p. 2).

La palabra producto forestal no maderable conocida internacionalmente como *Non Timber Forest Products* por sus siglas en inglés (NTFP) es un término utilizado para todos los productos silvestres diferentes de la madera. Es por eso, que la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza los llega a definir como, “Aquellos productos biológicos, excluido la madera, leña y el carbón que son extraídos por el hombre del bosque para su uso” (Pionce, 2016, p. 13).

Todos los productos forestales no maderables llegan a desempeñar un papel muy importante en la vida y bienestar de millones de personas a nivel nacional e internacional. Ya que todos estos contienen productos que son extraídos de los bosques, tierras no maderables o de árboles que se encuentran fuera del bosque. La mayoría de la población rural y pobre depende de todos los productos que se pueden extraer del bosque en cuanto a la alimentación, medicinas, gomas y resinas utilizadas como material de construcción. Así, todos los productos que se logren comercializar ayudan a satisfacer las necesidades de la población y aún más el de las mujeres, todos los productos que se llegan a comercializar internacionalmente ayudan a contribuir en el

desarrollo económico, y sin embargo la mayor parte de los PFTM son utilizados para la subsistencia y llegan a formar parte de pequeñas empresas familiares.

Considerando el valor real y potencial, la mayoría de las instituciones nacionales no hacen un óptimo monitoreo frecuente de estos recursos no forestales, al igual que la evaluación de la contribución económica que estos recursos tienen la posibilidad de aportar, en discrepancia con los productos como la madera y cultivos (FAO, 2002, párr. 3).

1.1.3. Caracterización de especies forestales

La identificación botánica es ejecutada en un herbario especializado para esta actividad, el cual se compone por un documento o banco permanente de datos e información que está relacionada con los especímenes vegetales que son objeto de investigación. Contiene información botánica y taxonomía, distribución geográfica, abundancia, diversidad, usos, aplicaciones, etc. Con esta información se tienen todos los elementos para el desarrollo de trabajos de investigación en diferentes campos como: bioquímicos, sistemáticos, genéticos, palinológicos, etnobiológicos, entomológicos, paleontológicos, morfológicos, fitogeográficos, etc. Generalmente llegan a ser la base para la investigación, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales (López y Rosas, 2002, p. 11).

El método y protocolos necesarios para identificar las especies forestales se explica a continuación:

1.1.3.1. Colecta de plantas

Se debería recolectar muestras de calidad (fértil) o sea, que en la misma rama integre la disposición de hojas, flores y frutos. Además, se debería tener la información del sitio en el cual se recolectó y las registrar las características que se pueden perder con el tiempo esto de la planta (Caranqui, 2011, p. 3).

1.1.3.2. Secado

Las muestras tienen que ser colocadas en una prensa, estas van a ser intercaladas con papel secante y corrugados de aluminio, y se debería ejercer presión. Después se las llevará a la secadora de plantas a gas a una temperatura de 70 °C por 8 horas. (Caranqui, 2011, p. 3).

1.1.3.3. Identificación

En la práctica el proceso de identificación se ejecuta por medio de la consulta o comparación con diferentes fuentes como: publicaciones taxonómicas y el cotejo con especímenes de herbario ubicados por el especialista en familia y género. Si hubiera la situación que no exista en el herbario una muestra identificada se enviará un duplicado a herbarios con la existencia de mayor número de muestras y mayor experiencia como la Universidad Católica en Quito y al especialista para su identificación (SENASICA, 2019, p. 5).

1.1.3.4. Montaje y Etiquetado

Para una correcta conservación del material, y cuando está del todo seco, debería ser pegado en cartulinas de 29x41 centímetros y cosido. Ya definido el material, la etiqueta, suele ir pegada en la esquina inferior derecha de la cartulina, y un sobre en el lado preeminente izquierdo para guardar semillas y frutos, al final, el ejemplar se sujeta en el interior de la cartulina (SENASICA, 2019, p. 5).

1.1.3.5. Clasificación (Archivo colección)

Una vez concluido el montaje se crea un pre-archivo de los especímenes por familias, que después son colocados en casilleros por género y especie según sea la situación y especialmente los protocolos que se debe cumplir (SENASICA, 2019, p. 15).

1.2. Madera

La madera es un material biológico de procedencia vegetal. Que forma parte del tronco de los árboles, su funcionalidad es mover agua y sustancias nutritivas del suelo hacia las hojas. Ofrece soporte a las ramas que conforman la copa y fija las sustancias de reserva almacenando los productos transformados en las hojas. De esta forma cada una de estas funcionalidades determinan la composición de la madera dada por su porosidad, la resistencia relacionada con su peso y cada una de estas características generan características únicas en relación a otros materiales que se usan frecuente en la construcción esto de acuerdo a otros materiales (Aguilar y Guzowski, 2011, p. 7).

1.2.1. Anatomía de la madera

Según Giménez et al. (2005, p. 1), la anatomía de madera está ligada con la biología que estudia el xilema, leño o madera con el propósito de:

- Conocerlo y darle un uso conveniente.
- Seleccionar especies.
- Sugerir usos adecuados.
- Predecir el método del leño en procesos industriales.
- Evaluar la capacidad tecnológica de la madera

Además, Giménez et al. (2005, p. 3), sugieren que la anatomía de la madera da soporte a otras ramas de las ciencias forestales como son: tecnología de la madera, silvicultura, dendrocronología o dasimetría. Es un material heterogéneo y anisotrópico, que tiene características bastante diferentes según la dirección considerada de su composición. Por consiguiente, el análisis de su anatomía es primordial en la tecnología y en la industria, las principales propiedades de la madera son:

- No es un material sólido, es un material poroso y celular.
- Está formado por bastante más de un tipo de células, por lo cual su constitución es heterogénea. Y la cantidad mayor de recursos celulares es de manera alargada en su eje longitudinal paralelo al eje del fuste del árbol.
- La pared celular permanece prácticamente conformada de celulosa, que se estructuran en largas cadenas moleculares.
- Está compuesta además de lignina y hemicelulosas, éstas se hallan en medio de las cadenas de celulosa donde además puede haber agua.
- Tanto el lumen de las células como la pared celular tienen la posibilidad de contener diferentes materiales.

1.2.1.1. Características anatómicas de la madera

Las propiedades anatómicas revelan desde la composición interna el grado de orden, familia, género y especie. Del mismo modo es viable conocer el proceso de secado, preservado y otros. La cantidad de los recursos xilemáticos influyen en las características físicas y mecánicas. Es por ello que las maderas que tienen un mayor número de fibras son de mayor densidad y

resistencia mecánica, opuesto a las maderas que poseen más grande cantidad de parénquima y vasos amplios que tiene baja densidad y resistencia mecánica (Suasnabar y Monge, 2019, p. 9).

1.2.1.2. Parénquima

Es un tejido construido por células cuya forma es parecida a la de un ladrillo o isodiamétricas, que muestra puntuaciones sencillas. En el leño tienen la posibilidad de estar originadas por las iniciales fusiformes del cambium, con posteriores divisiones transversales de las células hijas. Además, tienen la posibilidad de formar por las iniciales de los radios. De acuerdo con las normas INEN (2013, pp. 10-11), la categorización del parénquima es la siguiente:

- **Parénquima apotraqueal.** Un parénquima axil, que es típicamente sin dependencia de los poros o vasos. Se estructura principalmente de los tipos: terminal, difuso y apotraqueal en bandas.
- **Parénquima difuso.** Son series parenquimatosas apotraqueales solitarias, o células irregularmente distribuidas en medio de las fibras.
- **Parénquima paratraqueal.** Este parénquima está asociado con los vasos o con las traqueidas vasculares. En este término se incluye a los siguientes tipos de parénquima:
 - ❖ **Parénquima paratraqueal escaso.** Son células parenquimatosas que no llegan a rodear los vasos por completo o que esporádicamente realizan contacto con ellos.
 - ❖ **Parénquima paratraqueal unilateral.** Es el parénquima que tiene la presencia restringida al lado más externo de los vasos o bien al lado más interno de los vasos.
 - ❖ **Parénquima vasicéntrico.** Es un parénquima paratraqueal que circunda todo el perímetro de un vaso, es de ancho variable y de control circular o sutilmente oval.
 - ❖ **Parénquima aliforme.** Es el parénquima paratraqueal con extensiones laterales que se asemejan a unas alas. Según se puede mirar en la parte transversal de un corte.
 - ❖ **Parénquima confluyente.** Es el parénquima aliforme coalescente, que llega a estructurarse en bandas irregulares tangenciales o diagonales. Según se observa en una parte transversal.
- **Parénquima reticular.** Es un término que indica el diseño que es parecido a una red, que están formados en la parte transversal los radios y las bandas regularmente espaciadas del parénquima axil. Una vez que éstas y los radios son aproximadamente del mismo ancho y el espacio que se lo encuentra entre unas y otras es casi igual.

1.2.1.3. Poros

Son los recursos que conducen agua al fuste. Y se representan como un agujero en la parte transversal y de allí su nombre. La porosidad es el reparto de los vasos en el anillo de

crecimiento. Se tiene presente la distribución espacial y el diámetro de dichos elementos. Esto se llega a mirar en el corte transversal (Rivera et al., 2015, p. 10).

1.2.1.4. Radios

Es un conglomerado de células a modo de una cinta y se origina en el cambium, se llega a prolongar en dirección radial por medio del xilema y floema. Está construido por células parenquimáticas, es por esto que los radios son zonas o líneas débiles de madera por lo cual a lo largo del secado se generan las grietas y principalmente es por medio de los radios (Gatica, 2010, p. 9).

1.2.1.5. Cortes anatómicos de la madera

Las células que están estructuradas por madera permanecen dispuestas y organizadas en diferentes direcciones, lo cual llega a modificar su aspecto y en algunas ocasiones ayuda a mejorar su observación. En cualquier estudio, análisis o trabajo con madera debería considerarse las próximas direcciones o planos de corte (Vásquez y Ramírez, 2011, p. 8):

- **Plano transversal o como plano "X"**. Es el que se encuentra de forma perpendicular al eje del árbol.
- **Plano longitudinal radial o plano "R"**. Está orientado en dirección paralela al eje del árbol, alcanzando la orientación de los radios y cortando perpendicularmente a los anillos de crecimiento del fuste del árbol.
- **Plano longitudinal tangencial o plano "T"**. Es orientado en dirección paralela al eje del árbol, es tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular a los radios del fuste.

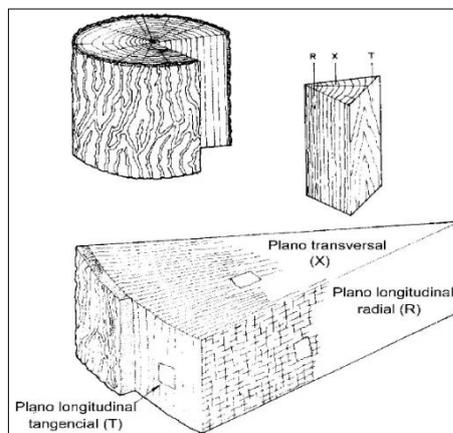


Figura 1-1. Planos para el estudio de la madera

Fuente: Vásquez y Ramírez, 2011

1.2.2. Propiedades Organolépticas de la madera

1.2.2.1. Color

Se debería principalmente a los extractivos y puede confirmarse que además de los elementos de la pared celular. El color cambia entre las distintas clases de madera y lo que corresponde a una especie, comúnmente se la encuentra en la misma parte de madera. Debemos tomar en cuenta que para cualquier objetivo de identificación el color de la madera hace referencia al duramen, que es la parte interna y frecuentemente más oscura y consistente de células frecuentemente muertas. La parte más externa básicamente de color más claro son células parenquimatosas vivas y es llamada albura, raramente se puede diferenciar, por esa razón su valor en la identificación no es importante. Una vez que se observa alguna coloración podría ser de matices grisáceos o pálidos de blanco-amarillento, rosáceo o rojo (Mendoza, 2008, p. 6).

Hay 2 causas simples por las que hay cambios de color en las maderas. Una es por la impregnación de sustancias orgánicas e inorgánicas en los lúmenes de las células que se depositan de forma más exuberante en el duramen. La otra razón por la que cambia el color de la madera, es ya que cambia el espesor de la pared celular en sus diversos tipos de células (Vásquez y Ramírez, 2011, p. 9).

1.2.2.2. Olor

Son elaborados por exudaciones de ciertas sustancias químicas como por ejemplo gomas, resinas y aceites. Estas sustancias permanecen infiltradas en la madera, al volatilizarse emanan olores particulares. Son de ayuda para la identificación de la especie únicamente si se llega a tener en cuenta el fragmento del duramen (Gonzales, 2008, pp. 16-17).

1.2.2.3. Sabor

Dependen mucho de la existencia de sustancias volátiles que se sitúan en más grandes concentraciones en el duramen. Llegan a reducir en el área de la madera y tienen la posibilidad de realizarse raspando, cortando o humedeciendo un poco la pieza. Se distinguen como: característico, picante, desagradable, no distintivo o ausente (CAM, 2009, p. 8).

1.2.2.4. Grano

Está orientado a las partes longitudinales de la madera con respecto al eje longitudinal del fuste. Es fundamental en la trabajabilidad de la madera, así como en el comportamiento físico y mecánico de la misma (Pashanasi, 2012, p. 1).

Es una característica que se puede mirar por medio de la disposición que poseen los recursos xilemáticos longitudinales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.). Refiriéndose al eje longitudinal del tronco, en su parte radial o tangencial (Gonzales, 2008, pp. 19-22).

- **Grano recto.** Es cuando se establece la dirección de los elementos leñosos en ángulos rectos con respecto al eje del árbol.
- **Grano oblicuo o inclinado.** Es producido una vez que la dirección de los elementos leñosos forma ángulos agudos con respecto al eje del árbol.
- **Grano entrecruzado.** Una vez que las direcciones de las partes leñosas permanecen en dirección alterna u opuesta, forjando a que la división de la madera sea difícil.
- **Grano ondulado.** Una vez que la dirección en la que se hallan las partes leñosas es ondeada u ondulada.

1.2.2.5. Brillo o Lustre

Es una característica frecuente de algunos conjuntos de tipos maderas, que es producida por el reflejo de la luz. Esta característica es dependiente en cierta medida del ángulo de incidencia de la luz y del tipo de células expuesto en esa área (CAM, 2009, p. 8).

1.2.2.6. Textura

Esta característica es dependiente del tamaño de los componentes del leño y de cómo se hallan distribuidos los mismos. Se relaciona con la proporción de "sustancia madera" presente, debido a que está totalmente relacionado con el tamaño de las células y del espesor de la pared celular. En la textura influye el diámetro tangencial de los vasos o de las traqueidas, la altura, abundancia, y ancho de los radios (Moglia et al., 2014, p. 24).

Tipos de textura:

- Muy fina
- Fina
- Mediana
- Gruesa
- Muy gruesa

1.2.2.7. Veteado

Diseño o dibujo producido por los elementos constitutivos del leño en las zonas longitudinales pulidas. Tortorelli (1950; Moglia et al., 2014, p. 25) selecciona al veteado conforme con la magnitud en liso, suave o profundo. Los recursos cuyo tamaño y disposición poseen más importancia trascendental en la decisión de los veteados son los vasos y el parénquima longitudinal y radial, los cuales se describen de la siguiente manera.

- **Veteado en arcos superpuestos.** Esta clase de veteado se puede hallar en especies con porosidad circular y semicircular.
- **Veteado jaspeado.** Se lo establece por la existencia de radios leñosos de tamaño superior (multiseriados) y numerosos. Se observa al realizar un corte longitudinal radial y aparecen como manchas o pequeñas bandas que le dan un brillo bastante atrayente.
- **Veteado espigado.** La causa fundamental de esta clase de veteado es el grano entrecruzado. En las áreas radiales se observan franjas paralelas de diferente brillo. Y en cada franja los elementos leñosos se disponen oblicuamente con respecto al eje vertical y paralelo entre sí, integrando ángulos con las partes de los anillos contiguos.
- **Veteado ondeado.** Se forma desde el grano cespado radial. Se observa cómo ondulaciones transversales paralelas, rectas o algo arqueadas. Tiene mucha incidencia el brillo natural de la madera. Esta clase de veteado se observa en corte longitudinal radial.

1.2.3. Densidad de la madera

La densidad en la madera es propia de cada especie vegetal, además depende de la cantidad y del tipo de componentes de las células que la conforman. En la mayor parte de las características físicas y mecánicas de la madera, la dureza, el peso, la resistencia al efecto y la abrasión permanecen de manera directa en relación con la densidad. Del mismo modo estas

propiedades se asocian con las condiciones climáticas que prevalecen en la zona donde las personas crecen (Ordóñez et al., 2015, p. 78).

La densidad de la madera de un árbol llega a ser una variable interesante pues establece la proporción de carbono que la planta destina para su incremento. La densidad de madera cambia internamente en la planta, de la misma forma a lo largo de su periodo de vida y entre cada uno de los individuos de una misma especie. Además, las ramas y las piezas exteriores de un fuste tienden a exponer densidades de madera más bajas que la médula del fuste.

Para calcular un volumen de madera las ciencias forestales miden el peso en seco (secado al viento, con equipo especializado como las estufas para reducir la humedad el porcentaje del contenido de la misma). Dependiendo de la zona geográfica, la convención de “secado con aire” cambia ya que la parte de agua restante en la muestra de madera podría ser del 12% al 15% (Chave, 2006, p. 2).

1.2.4. Tinciones para el estudio de la madera

Es un procedimiento sencillo que consigue aumentar el contraste entre la célula y su entorno, de esta forma conseguir mejorar la imagen que se observa a través del microscopio. Hay técnicas de tinción con diferentes colorantes que facilitan mirar la composición de la madera al incrementar de forma notable su contraste (Vásquez et al., 2010, p. 18).

Una tinción es una técnica auxiliar que es usada para tener una mejor resolución de la imagen vista al microscopio. Los colorantes son sustancias que habitualmente se usan para incrementar la definición y revisar poblaciones celulares (Quistián, 2014, párr. 1).

1.3. Industria de la madera

La industria maderera en el sector forestal se ocupa del procesamiento de la madera a partir de su plantación hasta su transformación en productos de uso frecuente. En el proceso se incluye el aprovechamiento en las plantaciones, corte, almacenamiento, procedimiento bioquímico y moldeo de la materia prima. Una vez que se recibe el producto final de este proceso, esta se usa para la construcción de mobiliario, materiales de fabricación de vivienda y a la obtención de celulosa para la elaboración de papel, entre otros productos pertenecientes a la madera (Costa y Magnusson, 2002, p. 810).

La industria maderera alcanzó a ser una de las más relevantes en todo el mundo dentro del entorno del aprovechamiento de los recursos naturales no renovables. En ciertos territorios se extraen árboles para varios objetivos, que se centran en la transformación de la madera para la preparación y producción de tableros macizos y tableros manufacturados en aserraderos y sitios afines. Los tableros manufacturados se forman por partes de la madera en diversos tamaños llamados astillas, a partir de chapas hasta fibras. Estos componentes son aglutinados mediante adherentes químicos o por enlaces químicos naturales (celulosa, lignina). El otro uso industrial fundamental de la madera es la construcción de papel y cartón (Demers y Teschke, 2012, p. 10)

La estructura de la industria de productos forestales en clúster ha llegado a ser un instrumento poderosa para la unificación de las organizaciones. El clúster está construido por el agrupamiento de organizaciones comerciales transnacionales interrelacionadas en un lugar geográfico concreto y que desarrollan todas sus operaciones industriales de manera complementaria, alrededor de la materia prima o producto que se encuentre elaborándose. Es así como el clúster forestal se desarrolla tanto en acciones laborales que llegan a ser de transformación primaria como aserrío, chapas, tableros y pulpa celulósica. Y actividades de transformación secundaria como carpintería, mobiliario, papel y cartón. Además, se incluye la venta, de suministros complementarios, bienes de equipamiento y servicios de apoyo (Área, 2019, párr. 3).

El aporte que ofrece la industria maderera en el Ecuador al desarrollo de la nación es incuestionable, su trascendencia radica en que se generan fuentes de trabajo, producción de bienes y servicios, y se crea riqueza. Todas estas acciones fueron la clave del convivir nacional, por esa razón debemos prestar particular atención a todos los inconvenientes que pueden estar incidiendo o perjudicando su desarrollo y que impidan potencializar la competitividad de las organizaciones de este fundamental sector económico que hay en el territorio. De esta forma actuar lo más acertadamente para responder correctamente las exigencias del mercado nacional e internacional (CORPEI, 2007, p. 14).

La Industria ecuatoriana se ha preocupado de producir su propio patrimonio forestal por medio de la preparación de tableros, extrayendo la madera de bosques primarios y plantaciones. Así se pudo integrar dependencias forestales, ambiental y de carácter social que permitió contribuir a las sociedades que permanecen de manera directa en relación con esta actividad. En el territorio la categorización de la industria de la madera se fundamenta en sus propiedades y objetivos. El criterio que más se ha utilizado para esta categorización es el nivel de transformación de la madera, generando 2 categorías: industria primaria e industria secundaria.

La producción industrial de tableros inicia en el Ecuador, con su primera categoría en la década de los sesenta y está estructurado por:

- Tableros contrachapados y alistonados, Chapas.
- Tableros aglomerados.
- Tableros de fibras MDF.

La elaboración del tablero esta realizado por contrachapado específicamente por chapas de madera que son extraídas de las trozas por corte rotativo en tornos. Las organizaciones que fabrican esta clase de tableros son: Plywood, Endesa, Botrosa, Codesa y Arboriente S.A. Los tableros aglomerados son planchas que permanecen desarrolladas con una mezcla que tienen dentro partículas de madera que son prensadas en condiciones de presión y temperatura controladas. Las organizaciones productoras son: Acosa y Novopan (COMAFORS, 2020, párr. 1).

Por otro lado, los tableros MDF son fabricados con una mezcla de fibras de madera (generalmente de pino). Y en Ecuador, ACOSA es la exclusiva organización que prepara esta clase de tableros. Las organizaciones que permanecen dedicadas a la construcción de tableros en Ecuador logran producir plazas de trabajo y de dicha forma impulsan el progreso de la industria de la madera en el territorio. El balance en el desarrollo de la industria forestal y de madera en Ecuador ha tenido un desarrollo desigual, ya que la industria de tableros contrachapados alcanzó elevados niveles tecnológicos y se ha considerado como un ejemplo en Latinoamérica (COMAFORS, 2020, párr. 2).

1.3.1. Usos de la Madera

La utilización de la madera se remonta a tiempos inmemoriales, donde este material ha sido uno de los primeros que el ser humano alcanzó a usar para hacer su desarrollo y supervivencia más llevadera en la tierra. Aprovechando este material para producir su vivienda y sus medios de vida, herramientas de trabajo y armas para la caza.

Quizá uno de los usos más relevantes que se le da a la madera o al menos llega a ser de enorme efecto en la sociedad es en la construcción. Debido a que tiene muchas ventajas, siendo la primordial característica el que necesita de menos inversiones relacionadas con la utilización del ladrillo o el concreto. Además, este material les posibilita principalmente a las viviendas a catalizar la temperatura y, por consiguiente, en el interior esta llega a ser más afable. Además, son más seguras en caso de que llegue haber fuertes sismos, ya que la madera tiene una

flexibilidad que minimiza las probabilidades de que cedan las construcciones (Murciadiario, 2018, párr. 2).

Según Ecología Hoy (2020, párr. 15), todos los usos y utilidades que se le da a la madera resultan muy distintos. Lo cual sí se conoce con estabilidad es que pertenece a los materiales naturales más usados de todo el mundo. Las ventajas y usos primordiales de la madera tienen la posibilidad de clasificarse en:

- ❖ Construcción de vivienda: tirantes, ventajas, vigas, puertas, muebles, etc.
- ❖ Construir de muebles: roperos, mesas, sillas, cómodas, etc.
- ❖ Entretenimiento y descanso: juegos infantiles hechos de madera, etc.
- ❖ Biocombustible: por medio de su uso se puede generar combustibles más amigables con el medio ambiente.
- ❖ Generación de otros productos: como el papel, cartón, celulosa, entre varios.
- ❖ Calefacción: es el que potencia las clásicas cocinas de leña y que a su vez se convierten en estufas a leña.

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Lugar de la Investigación

2.1.1. Localización del sitio

Las muestras de madera de cada especie se recolectaron en la propiedad del señor Jorge Vargas que está ubicada en el Cantón Loreto, Provincia de Orellana.

2.1.2. Condiciones climáticas

- **Temperatura:** media anual es de 26°C.
- **Precipitación:** promedio anual de 3.000 y 6.000 mm.
- **Altitud:** Altitud de los 325 a 3732 msnm

2.1.3. Clasificación ecológica

En el sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental se establece que el área de estudio pertenece al bosque siempre verde de tierras bajas del Napo - Curaray (MAE, 2015, p. 5).

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales de campo

Cámara fotográfica del celular Redmi note 8 pro, cinta métrica, cuerdas, GPS Garmin, motosierra Husqvarna Ms-395, lápiz, libreta de campo, papel periódico, prensa de madera, tijera.

2.2.2. Materiales de oficina

Cartón, cartulinas formato A3, Computadora HP, goma, hojas de papel bond, impresora Ricoh Mpc-300, Imagen focus 4, InfoStat, papel secante, Office 365.

2.2.3. Materiales de laboratorio

Agua destilada, alcohol al 70%, autoclave Biobase 30, Balanza analítica marca OHAUS Explorer, cajas Petri, frascos de vidrio de 500 ml, guantes quirúrgicos, microscopio marca (Euromex), micrótopo rotatorio tipo Spencer “820”, papel absorbente, papel aluminio, pipeta 50 mL, pie de rey, pHmetro marca Milwaukee, placas porta y cubre objetos, probeta de 250 mL, tabla de Munsell, tintes Safranina y Astra blue.

2.2.4. Material vegetativo

Las muestras botánicas se obtuvieron en el bosque siempre verde ubicado en el cantón Loreto, provincia de Orellana.

2.3. Tipo de investigación

La presente investigación es experimental y explicativa ya que se utilizaron dos tipos de tintes y el tercero era la mezcla de ambos para determinar cuál de estas tinciones permite observar de mejor manera las características anatómicas de la madera y a partir de esto, se determinó su utilidad y sus propiedades de cada una de dichas especies. También es teórica ya que la información que recolectamos en artículos, libros y textos publicados ayudamos a establecer cada uno de sus procedimientos.

2.3.1. Identificación de Variables

2.3.1.1. Variables dependientes- Características anatómicas

- Parénquima
- Poros
- Radios

2.3.1.2. Variables independientes

- Edad
- Especie
- Época de recolección
- Tinción

2.4. Métodos y técnicas

2.4.1. Delimitación de área de estudio

Se delimitó el área de estudio en el bosque nativo ubicado en la propiedad del señor Jorge Vargas. Dentro de este se identificó las especies forestales, tres diferentes muestras por cada una de estas. Las especies elegidas para esta investigación fueron: Colorado fino, Colorado manzano, Balsamo, Sacha manga, Mamey. Para esto utilizamos un GPS Garmin - GPSMAP 64s con el cual se registró las coordenadas correspondientes y la altitud de cada uno de los ejemplares a ser estudiados.

2.4.2. Recolección de las muestras de las especies forestales (Para lograr el primer objetivo)

Una vez seleccionadas las especies procedimos a recolectar muestras dendrológicas de cada una de ellas, además se obtuvieron muestras de madera para su análisis posterior. Cada muestra fue etiquetada con su nombre común respectivo y fueron colocadas en papel periódico que se lo cambiaba cada dos o tres días.

Para transportar las muestras al herbario de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo se colocó las muestras en una prensa de madera para evitar que se doblen o se rompan y tengan un secado uniforme.

2.4.2.1. Identificación de las muestras dendrológicas

Luego que las muestras completaron su secado fueron llevadas al herbario de la ESPOCH (CHEP) para ser identificadas (ANEXO B), con los especímenes que ya se encuentran en este. Posterior a la identificación taxonómica, cada muestra fue archivada.

2.4.3. Dimensiones de la madera para los diferentes análisis (Para lograr el segundo objetivo)

Las muestras de madera se obtuvieron a partir de las normas establecidas por COPANT 459. Se cortó 2 probetas de 6x12x2 cm de cada especie, estas se utilizaron para la descripción de las características organolépticas haciendo uso de los sentidos: olfato, gusto, tacto y vista. Para la identificación del color de las muestras, ya sea de la albura o el duramen se utilizó la tabla de Munsell (ANEXO P).

En el caso de las características anatómicas se cortaron cubos de 2x2x2 cm, para tener un mejor manejo en el micrótopo. De las cinco muestras obtenidas de madera se realizaron trozas de 30 cm de largo, a las que se le dividió en tres partes cada 10 cm (ANEXO Q), así se obtuvieron muestras parecidas a una escalera, con la cual se observó la madera de cada una de las especies.

2.4.3.1. Cálculo de la densidad

Se pesó el cubo de arista de (2 x 2 x2 cm) en la balanza digital del laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales, de cada una de las cinco especies. Para medir los tres lados del cubo, utilizamos un pie de rey (L x A x E). Luego de obtener estos datos se procedió a determinar la densidad, aplicando la siguiente ecuación:

$$d = m/v \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

d = densidad (gr/cm³)

v = volumen (cm³)

m = masa (gr)

2.4.3.2. Determinación del pH

Para la determinación del pH se utilizó el aserrín fino de la madera de cada especie, en una balanza digital pesamos 20 gr de aserrín y se los colocó en frascos de vidrio esterilizados. Luego, se colocó agua destilada con un volumen desconocido hasta lograr una mezcla homogénea y se dejó reposar por una hora. Una vez pasado este tiempo realizamos la medición con un pH metro, en la que se logró obtener la medida exacta del valor de cada una de las cinco especies.

2.4.4. Análisis de las características anatómicas (Para lograr el tercer objetivo)

Para realizar este análisis se utilizó el laboratorio de trabajabilidad de la madera, en el que se llevó a cabo los siguientes procedimientos:

2.4.4.1. Ablandamiento

Se eligieron cinco cubos de madera (2x2x2 cm) de cada una de las cinco especies y se colocó en la balanza analítica (OHAUS Explorer) para ser pesados, posterior a eso los cubos fueron

introducidos en frascos de vidrio y se les añadió agua destilada al 0,7 hasta cubrirlos por completo. Luego se tapó los frascos con papel aluminio y se etiquetó cada muestra, una vez listas las cinco muestras fueron puestas en la autoclave (Biobase 30) (ANEXO C), a una temperatura de 121°C por ciclo y a una presión de 1,1 atm.

El ciclo depende de la dureza que tengan cada una de las muestras de madera, en el caso de maderas blandas se implementó de uno a tres ciclos. Estos irán aumentando en función a como aumente la dureza de la madera (Tabla 1-2).

Tabla 1-2: Ciclos de ablandamiento

| Especie | Tiempo por ciclo(min) - agua destilada(ml) |
|----------------------|---|
| Colorado Fino | 320 min - 815 ml |
| Colorado | 80 min - 489 ml |
| Manzano | |
| Mamey | 400 min - 652 ml |
| Sachamango | 160min - 652 ml |
| Bálsamo | 440min - 1141 ml |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

2.4.4.2. Corte de los cubos

Luego que se obtuvo el ablandamiento de las cinco especies, se dejaron en reposo mientras se enfrían las muestras y se realizaron los cortes necesarios de las secciones: transversal, longitudinal y radial en el micrótopo (Spencer 820, Alemania) con un grosor de 0,3 µm por cada muestra (ANEXO D). Por cada sección se realizaron 15 cortes y las láminas que se obtuvieron fueron puestas en cajas petri debidamente etiquetadas y con agua destilada para evitar que se deshidraten.

2.4.4.3. Tinturado de láminas

Para la tinción se utilizaron tres cajas petri, en la primera se colocó astra blue, en la segunda safranina y en la tercera una proporción de 2:2 entre las soluciones de Safranina/Astra blue. Se sumergieron las láminas histológicas en cada una de los tintes en tres tiempos diferentes de 10, 20 y 30 segundos (ANEXO G).

Una vez cumplidos los tiempos mencionados, las muestras con safranina se enjuagaron con agua destilada, las muestras que contienen Astra blue se las enjuagaron con alcohol etílico al 70%. Luego se procedió a dejar secar, para ello fueron puestas en papel absorbente, este proceso se realizó con cada muestra y cada una de sus repeticiones.

2.4.4.4. Etiquetado y Observación de las muestras histológicas

Una vez teñidas las muestras se las ubicó en una placa porta y cubreobjetos (ANEXO H). Se realizó un sellado utilizando cinta adhesiva y se etiquetó cada placa con su nombre común, especie, tiempo, lente, corte, tinte. Por cada corte (radial, tangencial, transversal) se obtuvieron tres placas tinturadas es decir 9 placas por cada repetición. Como se realizó 3 repeticiones, se obtuvo un total de 27 placas de cada especie.

Para realizar el último paso se colocaron las placas en el microscopio (Swift) con los lentes 10x y 4x (ANEXO I). Se observó cada una de las estructuras anatómicas como: parénquimas, poros, radios, entre otras. De cada uno se tomaron varias imágenes de los cortes: tangencial, radial y transversal con la cámara que viene incluida en el cabezal del microscopio y proyectando al computador con el programa "Imagefocus 4.0 ". Este procedimiento se realizó en el laboratorio de trabajabilidad de la madera de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH.

2.4.4.5. Estructuras Anatómicas

Para observar las placas se utilizó el programa Imagefocus 4.0, instalado en el computador. Este programa permitió medir los perímetros de los poros con las fotografías tomadas con el lente 10x. En el caso del conteo de los poros las fotografías utilizadas fueron las tomadas con el lente de 4x. Para eso se trabajó con tres fotografías por cada repetición en el corte transversal y se capturó una imagen con buena calidad según nuestro criterio.

El conteo de los poros solitarios, múltiples se realizaron manualmente con las fotografías seleccionadas. Por último, para el análisis estadístico se tomó en cuenta lo siguiente:

Se elaboró una tabla resumen en el software Excel para el análisis estadístico en InfoStat. Para lo cual se realizó un DCA (diseño completo aleatorio) y se tomó tres repeticiones de las cinco especies en estudio con el fin de obtener datos más reales y reducir el margen de error, luego se procedió al análisis del perímetro de los poros solitarios y poros múltiples de las cinco especies para poder realizar el análisis de varianza.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Identificación dendrológica de las especies forestales (objetivo específico I)

3.1.1. Taxonomía

En la tabla 1-3 detallamos la taxonomía de las cinco especies en estudio que identificamos en el herbario institucional, todas las muestras pertenecen a familias y géneros diferentes.

Tabla 1-3: Descripción taxonómica de las especies en estudio

| Familia | Género | Nombre científico | Nombre común |
|----------------|---------------|--------------------------------------|---------------------|
| Sapotaceae | Pouteria | <i>Pouteria baehniana</i> Monachino. | Mamey |
| Lecythidaceae | Grias | <i>Grias newberthii</i> J.F. Macbr. | Sachamango |
| Fabaceae | Myroxylon | <i>Myroxylon balsamum</i> L. Harms. | Balsamo |
| Meliaceae | Guarea | <i>Guarea guidonea</i> | Colorado fino |
| Meliaceae | Guarea | <i>Guarea kunthiana</i> | Colorado manzano |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.1.1.1. Descripción botánica, *Pouteria baehniana* Monachino (Mamey)

Se detalla a continuación las características botánicas del Mamey (Figura 1-3).



Figura 1-3. Árbol y fuste de *Pouteria baehniana* Monachino

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

- **Árbol.** Alcanza una altura de 30 a 40 m, y 80 cm de diámetro
- **Fuste.** recto, contrafuertes bien definidos
- **Copa.** parasol, en forma de sombrilla
- **Corteza.** Parda oscura con pequeñas fisuras; exudado blanco que se torna marrón oscuro a medida que se exhibe al ambiente.
- **Hojas.** Ovaladas y largas de ápice redondo a obtuso y la base aguda con un promedio de 15 a 30 cm de largo por 8 cm de ancho dependiendo la edad del árbol, posee nervadura reticulada
- **Flores.** brotan en los nudos de las ramas en numerosos grupos.
- **Fruto.** Baya de forma esférica de 15 a 20 cm de largo y de 10 a 15 de ancho su corteza es de color café oscuro y en su interior de color rojo anaranjado.

3.1.1.2. Descripción botánica, *Grias newberthii* J.F.Macbr (*Sachamango*)

Se detalla a continuación las características botánicas del Sachamango (Figura 2-3).



Figura 2-3. Árbol y corteza de *Grias newberthii* J.F.Macbr

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

- **Árbol.** Entre 20 a 25 m de altura y de 30 a 40 cm de diámetro
- **Fuste.** Cilíndrico, recto con ligera inclinación en la parte alta, bastante liso y brillante
- **Copa.** Irregular y con su follaje disperso
- **Corteza.** Lisa, en el exterior un color pardo grisáceo, con un fondo café oscuro
- **Hojas.** Simples lanceoladas y alargadas pueden alcanzar el metro de longitud y unos 35cm de ancho, con peciolo grueso que puede llegar a los 25 cm de longitud

- **Flores.** Son de color amarillo, poseen 4 pétalos con 3 a 6 cm de diámetro que se distribuyen a lo largo de su tronco
- **Fruto.** Elíptico con un gran tamaño de 5 a 6 cm aproximadamente, posee una cascara fina de color café y la pulpa es de color anaranjado con semilla de característica leñosa

3.1.1.3. Descripción botánica, *Myroxylon balsamum* (Balsamo)

Se detalla a continuación las características botánicas del Balsamo (Figura 3-3).



Figura 3-3. Árbol y fuste de *Myroxylon balsamum*

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

- **Árbol.** Hasta los 30 m de altura y hasta 50 cm de diámetro
- **Fuste.** Cilíndrico
- **Copa.** extendida
- **Corteza.** Color marrón o grisácea, lisa y brillante
- **Hojas.** Imparipinadas dispuestas en espiral de 15 a 20 cm de largo, posee un olor característico de las fabáceas
- **Flores.** Inflorescencia en racimos axilares de 15 a 20 cm de largo de color blanco
- **Fruto.** Indehiscente con apariencia de ala de 1,5 cm de largo aproximadamente, su sexualidad es hermafrodita.

3.1.1.4. Descripción botánica, *Guarea guidonea* (Colorado fino)

Se detalla a continuación las características botánicas del Colorado fino (Figura 4-3).



Figura 4-3. Árbol y fuste de *Guarea guidonea*

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

- **Árbol.** De 25-30 m de altura, un DAP hasta los 80cm
- **Fuste.** Recto cilíndrico
- **Copa.** Esférica ramificada
- **Corteza.** Marrón fisurada
- **Hojas.** Las hojas miden entre 20 y 30 cm de largo; con 8 a 12 pares de folíolos; no tienen estípulas, hojas compuestas paripinnadas alternas
- **Flores.** Flores pequeñas y fragantes en racimo
- **Fruto.** Globoso un poco alargado de color rojizo con 4 semillas en su interior que se abren al madurar el fruto o por presencia de animales

3.1.1.5. Descripción botánica, *Guarea kunthiana* (Colorado manzano)

Se detalla a continuación las características botánicas del Colorado manzano (Figura 5-3).



Figura 5-3. Árbol y fuste de *Guarea kunthiana*

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

- **Árbol.** De 25-30 m de altura, un DAP hasta los 80 cm
- **Fuste.** Recto cilíndrico
- **Copa.** Esférica y en algunos casos extendida
- **Corteza.** Café y de apariencia rugosa de color más claro en los primeros años de vida
- **Hojas.** simples, alternas, elípticas, haz verde oscuro y brillante de gran tamaño
- **Flores.** Inflorescencias sueltas, pequeñas y agrupadas bastante visibles
- **Fruto.** Capsula redonda liza con una coloración verdosa y café claro

3.2. Características organolépticas de la madera (objetivo específico II)

3.2.1. *Pouteria baehniiana Monachino (Mamey)*

En la tabla 2-3 se detallan las características organolépticas de *Pouteria baehniiana Monachino*

Tabla 2-3: Características organolépticas de *Pouteria baehniiana Monachino* (Mamey)

| Características | Propiedades |
|------------------------|----------------------------|
| Corteza | Parda, oscura |
| Olor | Ausente |
| Sabor | Ausente |
| Veteado | Jaspeado satinado |
| Grano | Recto |
| Textura | Fina |
| Albura | 10 YR 7/4 amarillo opaco |
| Duramen | 7.5 YR 7/6 amarillo rosado |
| Brillo | Medio |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

En la figura 6-3 se muestra la corteza y los cortes realizados a *Pouteria baehniiana Monachino*:

a. Corteza b. Corte transversal c. Corte tangencial d. Corte radial.



Figura 6-3. Cortes de *Pouteria baehniiana* Monachino (Mamey)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

Pouteria baehniiana Monachino presentó un grano recto, tomando en cuenta la acotación de Pantaleón (2015, párr. 15), la madera que presenta grano recto es más trabajable en las labores de carpintería. La textura de esta especie se encuentra es fina, mientras que el veteado es jaspeado satinado. Características que hacen referencia a la apariencia visual de la madera y a la dirección en la que se va a realizar el corte, dependiendo el uso que se le va a dar.

3.2.2. *Grias newberthii* J.F.Macbr.

En la tabla 3-3 se detallan las características organolépticas de *Grias newberthii* J.F. Macbr

Tabla 3-3: Características organolépticas de *Grias newberthii* J.F. Macbr (Sachamango)

| Características | Propiedades |
|------------------------|---------------------------|
| Corteza | Parda, grisácea |
| Olor | Ausente |
| Sabor | Ausente |
| Veteado | Bandas paralelas |
| Grano | Entrecruzado |
| Textura | Media a gruesa |
| Albura | 7.5 Y 8/3 amarillo pálido |
| Brillo | Bajo |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

En la figura 7-3 se muestra la corteza y los cortes realizados a *Grias newberthii* J.F. Macbr: a. Corteza b. Corte transversal c. Corte tangencial d. Corte radial



Figura 7-3. Cortes de *Grias newberthii* J.F. Macbr (Sachamango)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

Grias newberthii presenta un grano entrecruzado. La textura se presenta de media a gruesa, el vetado es en bandas paralelas el brillo es bajo de color blanquesino usada preferentemente como madera de encofrado en la construcción de viviendas

3.2.3. *Myroxylon balsamum* L. Harms.

En la tabla 4-3 se detallan las características organolépticas de *Myroxylon balsamum* L. Harms.

Tabla 4-3: Características organolépticas de *Myroxylon balsamum* L. Harms.
(Balsamo)

| Características | Propiedades |
|------------------------|---------------------------|
| Corteza | Anaranjada |
| Olor | Ligeramente distintivo |
| Sabor | Ausente |
| Veteado | Jaspeado satinado |
| Grano | Entrecruzado |
| Textura | Mediana |
| Albura | 7.5 Y 8/3 amarillo pálido |
| Duramen | 10 YR 6/8 marrón |
| Brillo | Mediano |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

En la figura 8-3 se muestra la corteza y los cortes realizados a *Myroxylon balsamum* L. Harms:

a. Corteza b. Corte transversal c. Corte radial d. Corte tangencial



Figura 8-3. Cortes de *Myroxylon balsamum* (Balsamo)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

Myroxylon balsamum presentó un grano entrecruzado. Tiene una textura media lo que facilita el corte por parte del carpintero, además, es más sencillo aplicar el acabado final (Jackson y Day, 2012; citado en Llerena, 2018, p. 20). El veteado jaspeado satinado, esta madera la utilizan para la construcción, elaboración de muebles puertas debido a su durabilidad y su veteado brinda una apariencia agradable.

3.2.4. *Guarea guidonea*

En la tabla 5-3 se detallan las características organolépticas de *Guarea guidonea*

Tabla 5-3: Características organolépticas de *Guarea guidonea* (Colorado fino)

| Características | Propiedades |
|------------------------|-----------------------------|
| Corteza | Marrón, grisácea |
| Olor | Ausente |
| Sabor | Ausente |
| Veteado | Bandas paralelas |
| Grano | Inclinado |
| Textura | Fina |
| Albura | 7.5 YR 8/8 Amarillo naranja |
| Duramen | 7.5 Y 8/3 amarillo pálido |
| Brillo | Medio |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

En la figura 9-3 se muestra la corteza y los cortes realizados a *Guarea guidonea*: a. Corteza b. Corte tangencial c. Corte transversal d. Corte radial



Figura 9-3. Cortes de *Guarea guidonea* (Canelo)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

Guarea guidonea presentó un grano inclinado. En el caso de la textura fina, lo cual nos permite tener un mejor acabado. Según lo visto por López (2014, p. 1), el vetado es en bandas paralelas. Esta madera es muy utilizada como bigas para casas debido a su gran durabilidad y resistencia al ataque de plagas o insectos que puedan causar daño en su estructura.

3.2.5. *Guarea kunthiana*

En la tabla 6-3 se detallan las características organolépticas de *Guarea kunthiana*

Tabla 6-3: Características organolépticas de *Guarea kunthiana* (Colorado manzano)

| Características | Propiedades |
|------------------------|-----------------------------|
| Corteza | Café y de apariencia rugosa |
| Olor | Ausente |
| Sabor | Ausente |
| Veteado | Arcos superpuestos |
| Grano | Recto entrecruzado |
| Textura | Media |
| Albura | 10 R 8/4 marrón muy pálido |
| Duramen | 10 YR 8/3 marrón muy pálido |
| Brillo | Medio |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

En la figura 10-3 se muestra la corteza y los cortes realizados a *Guarea kunthiana*: a. Corteza b. Corte tangencial c. Corte transversal d. Corte radial



Figura 10-3. Cortes de *Guarea kunthiana* (Colorado manzano)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

Guarea kunthiana presentó un grano recto y entrecruzado en algunas partes. En el caso de la textura media, Jackson y Day (2012; citado en Llerena, 2018, p. 20), indican que las maderas que tienen estas características son más fáciles para trabajar y darles un mejor acabado, tiene un veteado con arcos superpuestos y el color se va tornando más oscuro con el pasar de los años.

En la tabla 7-3 puntualizamos mediante un resumen comparativo, las características organolépticas de las especies en estudiadas.

Tabla 7-3: Resumen de las características organolépticas de las especies estudiadas

| Características | <i>Pouteria baehnian</i> <i>a</i> | <i>Grias newberthii</i> | <i>Myroxylon balsamum</i> | <i>Guarea guidone</i> <i>a</i> | <i>Guarea kunthiana</i> |
|----------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Color duramen | Amarillo rosado | Amarillo pálido | Marrón | Amarillo teniendo a marrón | Marrón muy pálido |
| Color albura | Amarillo opaco | Amarillo pálido | Amarillo pálido | Amarillo naranja | Marrón muy pálido |
| Olor | Ausente | Agradable no distintivo | Ligeramente distintivo | Ausente | Ausente |
| Sabor | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente |
| Grano | Recto | entrecruzado | Entrecruzado | Inclinado | Recto - entrecruzado |
| Textura | Fina | Media a gruesa | Media | Fina | Media |
| Veteado | Jaspeado satinado | Bandas paralelas | Jaspeado satinado | Bandas paralelas | Arcos superpuestos |
| Brillo | Medio | Bajo | Alto | Medio | Medio |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3. Características anatómicas (objetivo específico III)

3.3.1. *Pouteria baehniiana monachino* (Mamey)

3.3.1.1. Corte transversal

En esta sección se observa poros múltiples de 2-3 y escasos poros solitarios. Presentan una porosidad difusa y disposición radial, poros medianos visibles. Parénquima paratraqueal vasocéntrico confluyente en poros múltiples y poros solitarios. Presencia de fibras de paredes medianas y radios finos bien definidos (Figura 11-3): a. Observado con el lente óptico 4x y el tinte Astra blue - poros solitarios y poros múltiples de 2 con escasos poros múltiples de 3 y parénquima paratraqueal vasocéntrico b. Observado con el lente óptico 4x y el tinte con la combinación de Astra blue y safranina- radios muy finos y fibras de paredes medianas.

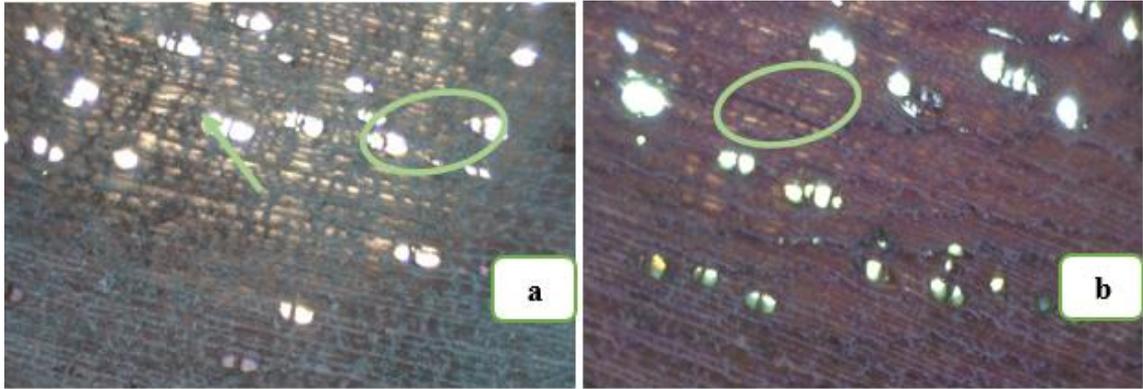


Figura 11-3. Corte transversal *Pouteria baehniiana* Monachino (Mamey)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.1.2. Corte tangencial

En esta sección se pueden observar los radios multiseriados y radios estratificados y septados, miembro de vaso trenzado (Figura 12-3): a. Observado con el lente óptico 10x y el tinte combinado entre Astra blue y Safranina- radios multiseriados y radios estratificados y septados b. Observado con el lente óptico 10x y el tinte Safranina – miembros de vasos trenzados.

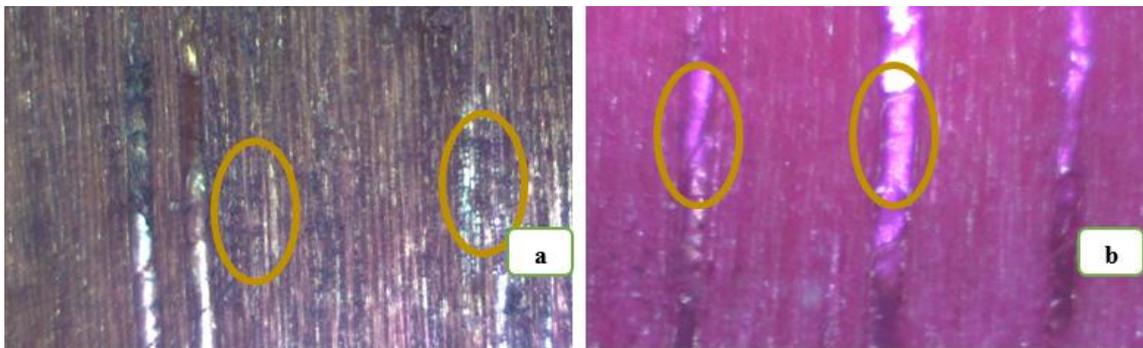


Figura 12-3. Corte tangencial *Pouteria baehniiana* Monachino (Mamey)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.1.3. Corte radial

En esta sección se puede apreciar características del plano radial, radios heterocelulares. Además del miembro del vaso con punteaduras y elementos traqueales con pocas punteaduras (Figura 13-3): a. Observado con el lente óptico 4x y el tinte Safranina– vaso con punteaduras en su interior b. Observado con el lente óptico 10x y el tinte Astra Blue - elementos traqueales con pocas punteaduras y radios heterocelulares.

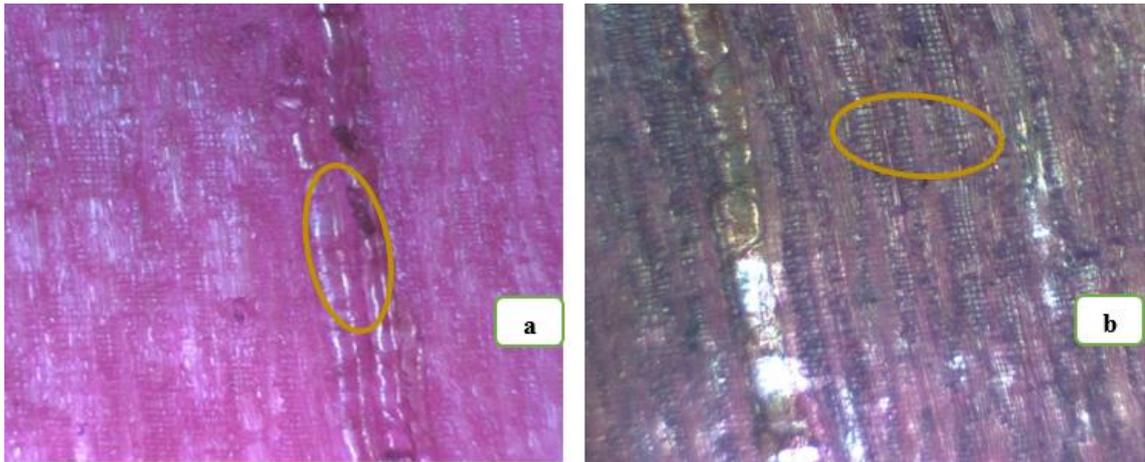


Figura 13-3. Corte tangencial *Pouteria baehniiana* Monachino (Mamey)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.2. *Grias newberthii* (Sachamango)

3.3.2.1. Corte transversal

Se pueden observar en mayoría poros solitarios y muy pocos poros múltiples de 2. Presentan una porosidad difusa con tamaño mediano y una disposición en sentido radial. El parénquima paratraqueal unilateral en poros solitarios y múltiples de 2. Las fibras presentan paredes gruesas. Radios anchos (Figura 14-3): a. Observado con el lente óptico 4x y el tinte con la combinación Astra blue y Safranina - se observa los poros solitarios, escasos poros múltiples de 2 y porosidad difusa b. Observado con el lente de 10x y la combinación del tinte Astra blue + safranina poros múltiples de 2 con un parénquima paratraqueal unilateral, fibras con paredes gruesas y radios anchos.

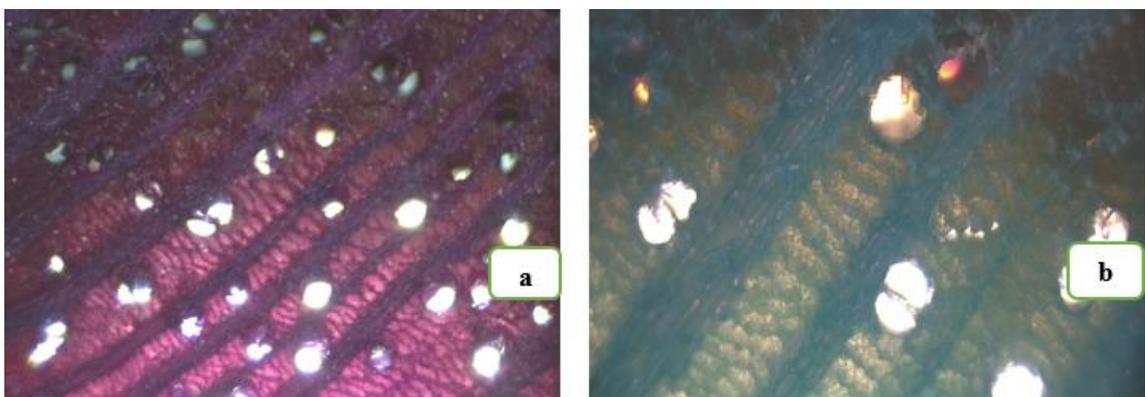


Figura 14-3. Corte transversal *Grias newberthii* (Sachamango)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.2.2. Corte tangencial

Se observa vasos con punteaduras en su interior. También se puede apreciar fibras septadas, radios multiseriados (Figura 15-3): a. Observado con el lente óptico de 10x y el tinte Safranina – miembro del vaso con punteaduras ornadas b. Lente de 4x y el tinte Astra blue y safranina-vasos y radios multiseriados.

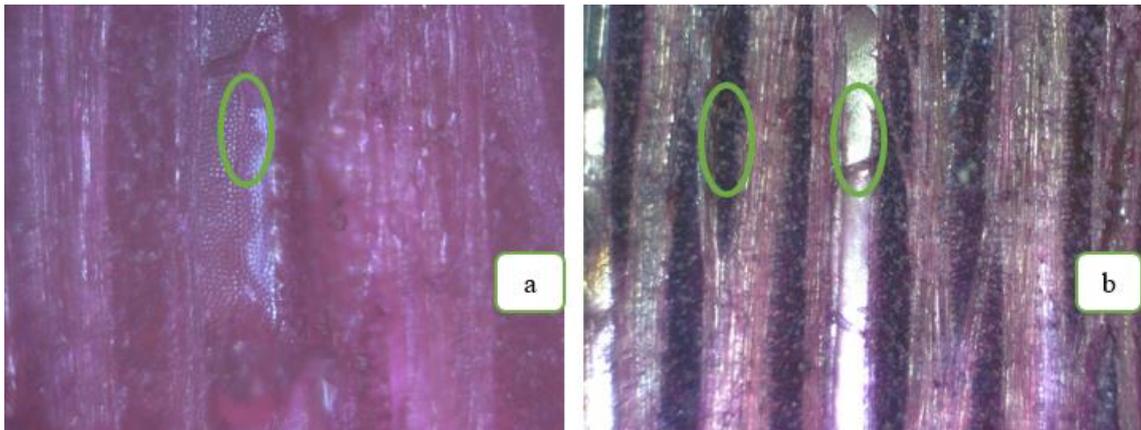


Figura 15-3. Corte tangencial *Grias newberthii* (Sachamango)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.2.3. Corte radial

En esta sección se observa radios uniseriados. Presencia de fibras y vasos con punteaduras (Figura 16-3): a. Observado con el lente óptico 10x y el tinte Astra blue y safranina – Se observa la presencia de vasos con punteaduras y radios uniseriados b. Observado con el lente óptico 4x y el tinte astrablue podemos diferenciar la presencia de fibras.

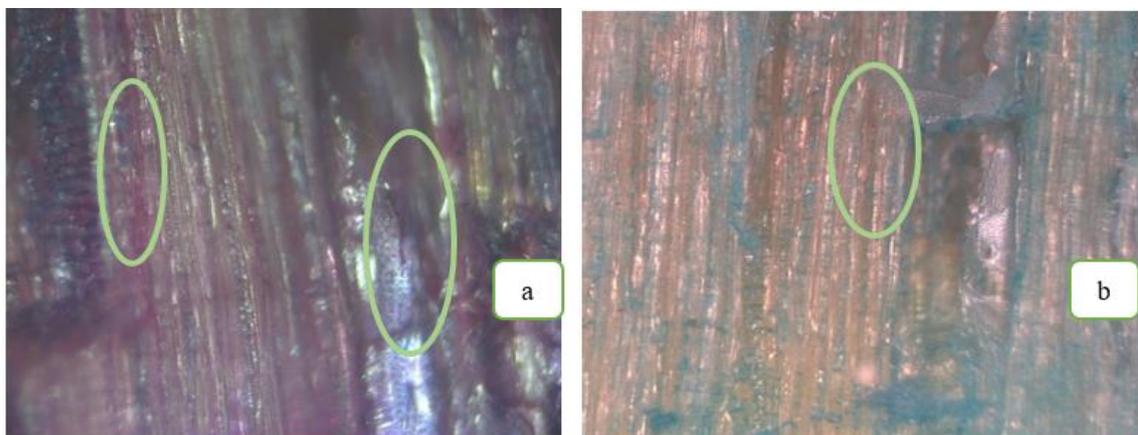


Figura 16-3. Corte radial *Grias newberthii* (sachamango)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.3. *Myroxylon balsamum* (Balsamo)

3.3.3.1. *Corte transversal*

En esta sección se observa poros solitarios en su gran mayoría, con porosidad difusa y una disposición en sentido radial. Se distingue el parénquima paratraqueal vasicéntrico. Presencia de radios delgados. Las fibras de paredes gruesas (Figura 17-3): a. Observado con el lente óptico 4x y tinte Astra blue y safranina - poros solitarios en su gran mayoría, con porosidad difusa b. Observado con el lente óptico 4x y el tinte safranina- parénquima paratraqueal vasicéntrico, escasos poros múltiples de 2 y 3 la disposición de los poros en sentido radial radios delgados.

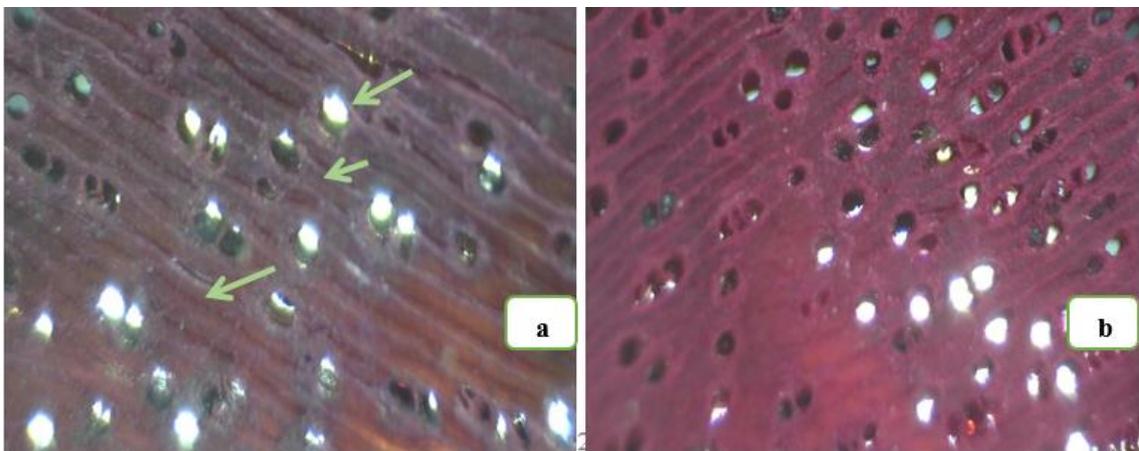


Figura 17-3. Corte transversal *Myroxylon balsamum* (Balsamo)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.3.2. *Corte tangencial*

En esta sección se observan los radios multiseriados, vasos trenzados y radios heterocelulares (Figura 18-3): a. Observado con el lente óptico 10x, tinte de Astra blue – Se observa vasos trenzados y radios heterocelulares b. Observado con el lente óptico 10x, tinte Safranina y astrablue - radios multiseriados.

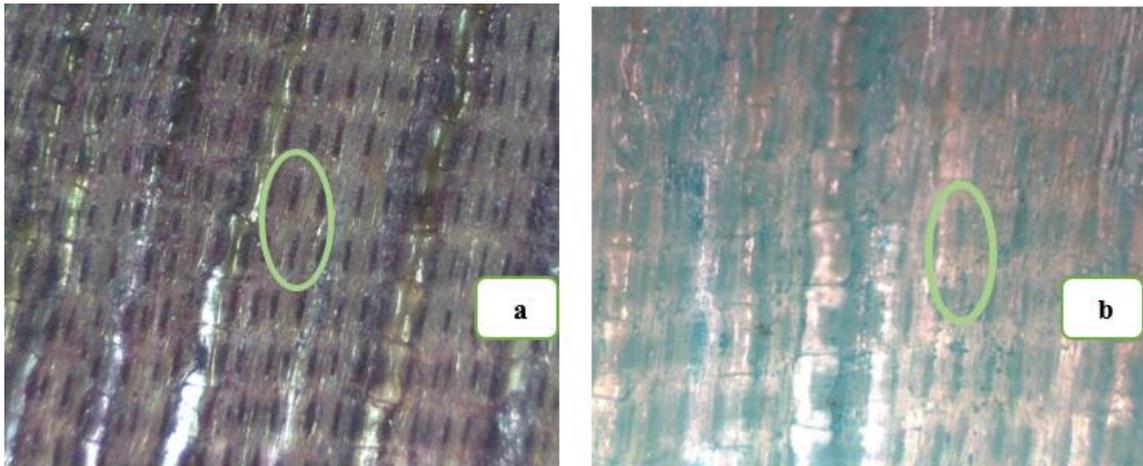


Figura 18-3. Corte transversal *Myroxylon balsamum* (Balsamo)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.3.3. Corte radial

Se observa vasos trenzados con células septadas. Se distingue radios parenquimáticos. Vaso con punteaduras en su interior y radios heterocelulares de célula cuadrada (Figura 19-3): a. Observado con el lente óptico 4x, tinte Astra blue– vaso trenzado con células septadas y radios parenquimáticos b. Lente óptico 10x, tinte Safranina – vaso con punteaduras y radios heterocelulares de célula cuadrada.

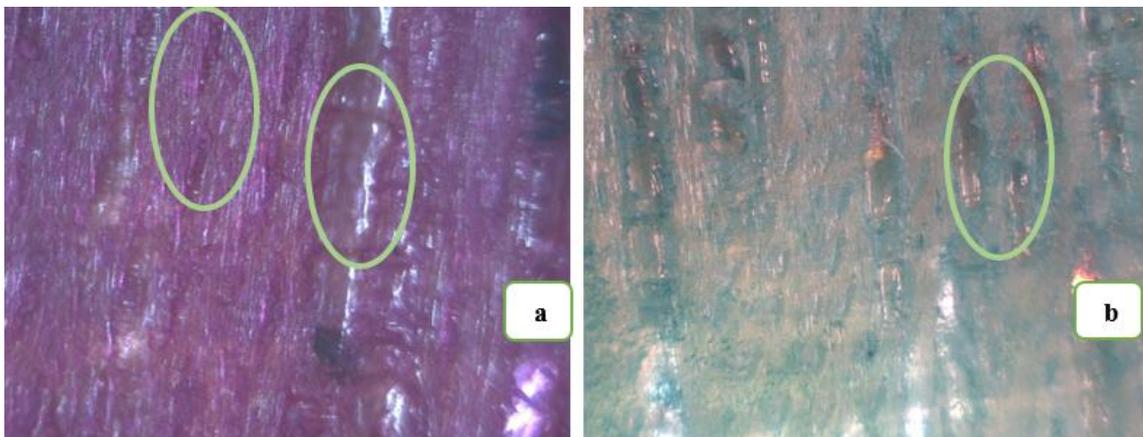


Figura 19-3. Corte transversal *Myroxylon balsamum* (Balsamo)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.4. *Guarea guidonea* (Colorado fino)

3.3.4.1. Corte transversal

En esta sección se pueden observar en su gran mayoría poros solitarios y escasos múltiples de 2. Su porosidad es difusa, de tamaño mediano, con disposición radial y parénquima apotraqueal en bandas. Fibras de paredes delgadas. Radios finos y gruesos (Figura 20-3): a. Observado con el lente óptico 10x, tinte con la combinación de Astra blue y safranina - presenta fibras con paredes pequeñas y la presencia de tílides en el poro. b. Observado con el lente óptico 4x, tinte Safranina –presenta poros solitarios y escasos poros múltiples de 2. parénquima apotraqueal en bandas.

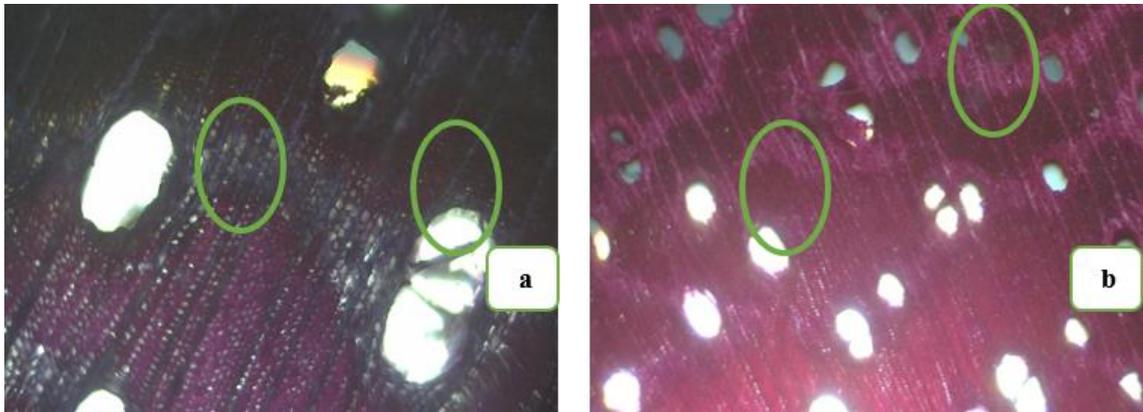


Figura 20-3. Corte transversal *Guarea guidonea* (Colorado fino)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.4.2. Corte tangencial

En esta sección se pueden observar células parenquimáticas. Presencia de vasos con células parenquimáticas septadas con puntuaduras (Figura 21-3): a. Observado con el lente 10x, tinte con la combinación Astra blue y Safranina – presencia de células parenquimáticas bien definidas b. Observado con el lente 4x, tinte con la combinación Astra blue y Safranina – miembro del vaso con células parenquimáticas septadas y presencia de puntuaduras.

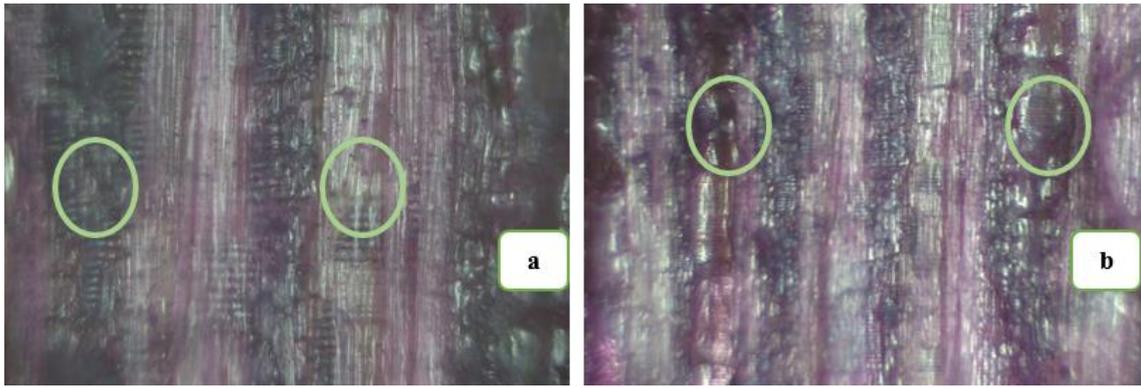


Figura 21-3. Corte tangencial *Guarea guidonea* (Colorado fino)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.4.3. Corte radial

En esta sección se observa la presencia de vasos tranzados con células parenquimáticas septadas. Radios multiseriados (Figura 22-3): a. Observado con el lente óptico 10x, tinte con la combinación Astra blue y Safranina – presencia de vaso tranzado b. Observado con el lente óptico 4x, tinte Safranina – miembro del vaso con células parenquimáticas septadas, presencia de radios multiseriados.

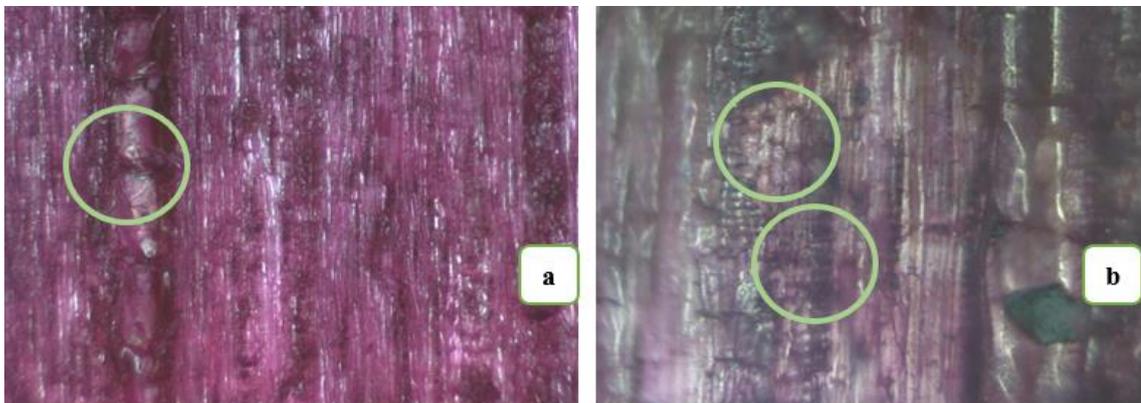


Figura 22-3. Corte radial *Guarea guidonea* (Colorado fino)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.5. *Guarea kunthiana* (Colorado manzano)

3.3.5.1. Corte transversal

En esta sección se pueden observar en su gran mayoría poros solitarios, mientras que los poros múltiples de 2 están en menor cantidad. Su porosidad es difusa, de tamaño mediano, con disposición radial y parénquima apotraqueal en bandas. Fibras de paredes medianas. Radios

finos y gruesos (Figura 23-3): a. Observado con el lente óptico 10x, tinte con la combinación de Astra blue y safranina - presenta fibras de paredes medianas parénquima apotraqueal en bandas. b. Observado con el lente óptico 4x, tinte Safranina – presenta poros solitarios y escasos poros múltiples de 2.

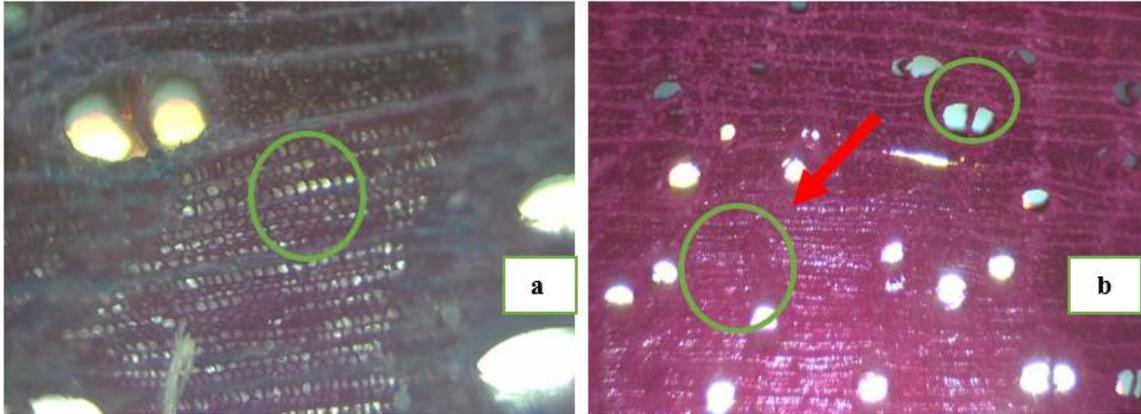


Figura 23-3. Corte transversal *Guarea kunthiana* (Colorado manzano)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.5.2. Corte tangencial

En esta sección se pueden observar células envolventes con fibras septadas, presencia de vasos con punteaduras y fibras rectas (Figura 24-3): a. Observado con el lente 10x, tinte Astra blue – presencia de vaso con punteaduras y fibras rectas b. Observado con el lente 4x, tinte con la combinación Astra blue y Safranina – fibras septadas con células envolventes.



Figura 24-3. Corte tangencial *Guarea guidonea* (Colorado manzano)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.3.5.3. Corte radial

En esta sección se observa fibras septadas y campos de cruzamiento. Radios multiseriados y vasos con punteaduras (Figura 25-3): a. Observado con el lente óptico 10x, tinte Safranina – radios multiseriados y campos de cruzamiento también observamos fibras septadas b. Observado con el lente óptico 4x, tinte con la combinación Astra blue y Safranina –presencia de vasos con punteaduras.

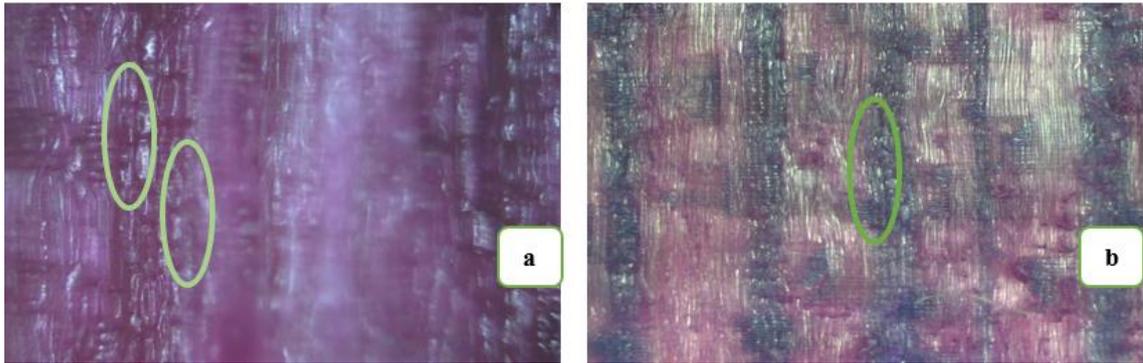


Figura 25-3. Corte radial *Guarea kunthiana* (Colorado manzano)

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

En la tabla 8-3 se muestra un resumen de las características anatómicas de las cuatro especies en estudio.

Tabla 8-3: Resumen de las características anatómicas de las cinco especies en estudio

| Características | <i>Pouteria baehniana</i> | <i>Grias newberthii</i> | <i>Myroxylon balsamum</i> | <i>Guarea guidonea</i> | <i>Guarea kunthiana</i> |
|------------------------|--|---|--|---|---|
| Poros | Poros solitarios en su mayoría con escasos poros múltiples de 2 y 3. | Poros solitarios con escasos poros múltiples de 2. | Poros solitarios en su gran mayoría con escasos poros múltiples de 2 y 3 | Poros solitarios con escasos poros múltiples de 2 | Poros solitarios con escasos poros múltiples de 2 |
| Tamaño de poros | Pequeños | Medianos | Pequeños | Grandes | Medianos |
| Parénquima | Paratraqueal vasicéntrico confluyente. | Paratraqueal unilateral en poros solitarios y múltiples de 2. | Paratraqueal vasicéntrico | Apotraqueal en bandas | Apotraqueal en bandas |
| Porosidad | Difusa | Difusa | Difusa | Difusa | Difusa |
| Disposición | Radial | Radial | Radial | Radial | Radial |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

Tomando en cuenta las características de cada especie se determinó que existen poros pequeños, medianos y grandes, por centímetro cuadrado. *Guarea guidonea* (Colorado fino) es la especie con la porosidad de mayor tamaño y la segunda con menor cantidad de poros. Mientras que *Myroxylon balsamum* (Balsamo) tiene poros pequeños, al igual que *Pouteria baehniiana* (Mamey) *Guarea kunthiana* (Colorado manzano) y que *Grias newberthii* (Sachamango) ambas tienen poros medianos, la especie con mayor cantidad de poros fue *Myroxylon balsamum* (Tabla 9-3).

Tabla 9-3: Características de las cuatro especies estudiadas según los poros

| Especie | Solitarios | Múltiplos de 2 | Múltiplos de 3 | Total de poros | Tamaño de los poros |
|----------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|
| <i>Pouteria baehniiana</i> | 61 | 22 | 8 | 91 | Pequeños |
| <i>Grias newberthii</i> | 54 | 15 | 0 | 69 | Medianos |
| <i>Myroxylon balsamum</i> | 74 | 17 | 8 | 109 | Pequeños |
| <i>Guarea guidonea</i> | 26 | 9 | 0 | 35 | Grandes |
| <i>Guarea kunthiana</i> | 24 | 7 | 0 | 31 | Medianos |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.4. Análisis estadístico de las características anatómicas de la madera

Se realizó la prueba de Tukey donde los datos siguen una distribución normal, es decir $p > 0,05$. De acuerdo con esto se pudo comparar los datos de cada especie, para el cálculo de perímetros de los poros solitarios y poros múltiples, donde medias que tengan letras en común no son significativamente diferentes.

3.4.1. Perímetro de poros solitarios

Al realizar la prueba de Tukey, y de acuerdo con el perímetro de los poros solitarios se observan dos grupos (A y B que son los grupos de significancia). En el rango A se observa a *Guarea guidonea* (Colorado fino) presenta el mayor diámetro, le sigue *Grias newberthii* (Sachamanga), *Pouteria baehniiana* (Mamey) y *Myroxylon balsamum* (Balsamo). Se puede acotar que *Guarea guidonea* y *Guarea kunthiana* son diferentes estadísticamente (Tabla 10-3).

Tabla 10-3: Media del perímetro de los poros solitarios de las cinco especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)

| Especie | Medias | N | E.E. | | |
|---------------------------|---------------|----------|-------------|---|---|
| <i>Guarea guidonea</i> | 439,65 | 3 | 16,52 | A | |
| <i>Grias newberthii</i> | 410,43 | 3 | 16,52 | A | |
| <i>Pouteria baehniana</i> | 372,06 | 3 | 16,52 | A | B |
| <i>Myroxylon balsamum</i> | 368,30 | 3 | 16,52 | | B |
| <i>Guarea kunthiana</i> | 362,75 | 3 | 16,52 | | B |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.4.2. Perímetros de poros múltiples

Las especies no presentan diferencias significativas entre sí (Tabla 11-3).

Tabla 11-3: Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | GI | CM | F | p-valor |
|----------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| MODELO | 23382,57 | 4 | 5845,64 | 3,34 | 0,0554 |
| ESPECIE | 23382,57 | 4 | 5845,64 | 3,34 | 0,0554 |
| ERROR | 17497,44 | 10 | 1749,74 | | |
| TOTAL | 40880,01 | 14 | | | |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.5. Determinación de la densidad (objetivo específico II)

De acuerdo con las características de las cinco especies se obtuvo diferentes densidades donde *Myroxylon balsamum* es la especie que tiene una mayor densidad teniendo un valor de $0,93 \text{ g/cm}^3$, lo que nos indica que es una madera dura, seguida de *Pouteria baehniana* que le diferencia una décima menos. Luego tenemos a *Guarea kunthiana* y *Guarea guidonea* que comparten la misma densidad con un valor de $0,75 \text{ g/cm}^3$, *Grias newberthii* presenta la menor densidad con $0,65 \text{ g/cm}^3$ tratándose de una madera liviana (Tabla 12-3).

Tabla 12-3: Densidad de las cinco especies estudiadas

| Especie | Masa (g) | Volumen(cm3) | Densidad ($\rho=m/v$) |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------|---|
| <i>Pouteria baehniana monachino</i> | 7.4 | 8 | 0,92 |
| <i>Grias newberthii</i> | 5,27 | 8 | 0,65 |
| <i>Myroxylon balsamum</i> | 7,5 | 8 | 0,93 |
| <i>Guarea kunthiana</i> | 6,0 | 8 | 0,75 |
| <i>Guarea guidonea</i> | 6,01 | 8 | 0,75 |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.6. Determinación del Potencial de hidrógeno (pH) (objetivo específico II)

De acuerdo con las propiedades que presentan cada una de las especies se obtuvo un potencial de hidrógeno similar en tres de las cinco especies en estudio. Es decir, se obtuvo un pH ácido en *Pouteria baehniana*, *Grias newberthii* y *Myroxylon balsamum* y se obtuvo un pH neutro en *Guarea kunthiana* y *Guarea guidonea* ya que la composición química de estas dos especies tiene hidrógenos y oxígenos equivalentes (Tabla 13-3).

Tabla 13-3: Potencial de hidrógeno (pH) de las cinco especies en estudio

| Especie | pH | Descripción |
|---------------------------|-----------|--------------------|
| <i>Pouteria baehniana</i> | 6,30 | Acido |
| <i>Grias newberthii</i> | 5,58 | Ácido |
| <i>Myroxylon balsamum</i> | 6,62 | Acido |
| <i>Guarea kunthiana</i> | 7,21 | Neutro |
| <i>Guarea guidonea</i> | 7,51 | Neutro |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.7. Ciclos de ablandamiento

Realizamos el ablandamiento de las cinco especies en estudio, teniendo como resultado, distintos ciclos entre las especies de acuerdo a su dureza siendo *Myroxylon balsamum* la especie que necesito más ciclos para su ablandamiento y *Guarea Kunthiana* la especie que necesito menos ciclos para ablandarse.

Tabla 14-3: Ciclos de ablandamiento

| Especie | Tiempo por ciclo(min) - agua destilada(ml) | Ciclos |
|---|--|--------|
| Colorado Fino (<i>Guarea guidonea</i>) | 320 min - 815 ml | 16 |
| Colorado Manzano (<i>Guarea kunthiana</i>) | 80 min - 489 ml | 4 |
| Mamey (<i>Pouteria baehniana</i>) | 400 min - 652 ml | 20 |
| Sachamango (<i>Grias newberthii</i>) | 160min - 652 ml | 8 |
| Bálsamo (<i>Myroxylon balsamum</i>) | 440min – 1141 ml | 22 |

Elaborado por: Camacho Diego, 2022

3.8. Discusión

Según los estudios realizados por Ochse (1986; citado en Aranguren y Pérez, 2018, p. 3) *Pouteria sp.* presenta las siguientes características, su raíz es profunda y leñosa, su tallo puede alcanzar una altura de 20 m con hojas ovaladas a lanceoladas con un ápice obtuso y con una base aguda, las flores brotan en numerosos grupos y nacen de las ramas, lo cual concuerda con lo analizado en *Pouteria baehniana* excepto con el tallo ya que presenta raíces tablares que sobresalen de la tierra y le sirven para mantener el equilibrio ya que también varían en su tamaño de 30 a 40 m de alto.

Mientras que en los estudios de *Myroxylon peruiferum* presenta características morfológicas contrastantes en órganos reproductivos y vegetativos (flores, fruto y semilla) con *Myroxylon balsamum*, se los puede diferenciar por el tamaño de los foliolos y la forma del apice tomando en cuenta otros estudios realizados en Costa Rica (Sartori, 2015; citado en Aguilar, 2019, p. 428). Donde señalan que *Myroxylon peruiferum* posee un apice retuso, mientras que en los estudios que realizamos pudimos observar que *Myroxylon balsamum* tiene un apice largamente acuminado.

A nivel de las características macroscópicas se encontró que *Guarea kunthiana* y *Guarea guidonea* presenta cierta similitud con otra investigación realizada en *Guarea pterorhachis* por Guamán (2019, pp. 37-38), en la cual describe a la especie como un árbol de 20 m de altura con un fuste bien formado y fisurado y su fruto es una capsula dehiscente lo cual tiene similitud con ambas especies estudiadas, esta similitud se debe a que pertenecen a la misma familia y al mismo género.

En los estudios realizados por Arroba y Pacheco (2018, p. 164), se menciona que *Grias newberthii* es un árbol de mediana estatura con pocas ramificaciones, sus hojas son simples a

lanceoladas con la particularidad que son alargadas, lo cual concuerda con lo descrito en el estudio realizado con las muestras recolectadas en el cantón Loreto, provincia de Orellana, estos son los únicos estudios realizados a esta especie ya que no es muy considerada en la actualidad porque no se encuentra especies con un diámetro muy grande debido a su sobreexplotación.

En el estudio de la densidad de las cinco especies tenemos que *Guarea kunthiana* y *Guarea guidonea* tienen la misma densidad. *Grias newberthii* es la especie con menor densidad de las cinco estudiadas lo cual se puede ver reflejada en su reacción ante la humedad por lo cual se la utiliza en como madera de encofrado, sin embargo, si se la utiliza para lugares secos puede ser útil en otros campos como la construcción.

Los resultados de la densidad de *Myroxylon balsamum* nos da a entender que tenemos una madera resistente frente al ataque de enfermedades y patógenos lo cual nos presenta características óptimas para el uso en ámbitos de la construcción o para muebles y cualquier campo de la industria que se requiera madera de alta calidad. Estas características también las comparte *Pouteria baehniiana* que tienen la densidad similar a *Myroxylon balsamum* siendo estas dos especies las de mayor dureza en comparación a las otras tres especies estudiadas lo cual se ve reflejado en los números de los ciclos de ablandamiento

En el análisis del potencial de hidrogeno tenemos que no hay una diferencia significativa entre las cinco especies estudiadas, teniendo a *Grias newberthii* como la especie más acida en comparación con *Guarea guidonea* que es la especie con un potencial de hidrogeno neutro junto con *Guarea kunthiana* que como podemos observar estas especies comparten el mismo género, pero también algunas características como el pH y la densidad.

Los resultados registrados para las características microscópicas determinaron que *Pouteria baehniiana* presenta cierta similitud con lo reportado para *Pouteria macrophylla* (Bolzon et al., 2013, p. 311). Ambas presentaron una porosidad difusa, poros con disposición radial, el parénquima en *Pouteria baehniiana* es paratraqueal vasicéntrico, mientras que *Pouteria macrophylla* presentó un parénquima axial en bandas. Esto se debe a que pertenecen al mismo género y diferente especie,

En las características microscópicas observamos que *Guarea pterorhachis* presenta un parénquima apotraqueal en bandas y una porosidad difusa según Ganzhi (2006; citado en Guamán, 2019, p. 47) lo cual tiene similitud con las especies del género *Guarea* que fueron estudiadas.

CONCLUSIONES

- Las muestras tomadas en la Provincia de Orellana Cantón Loreto se identificaron a nivel de género, familia y especie, estas son: *Pouteria baehniiana* (mamey), *Grias newberthii* (sachamango), *Myroxylon balsamum* (bálsamo), *Guarea guidonea* (colorado fino) y *Guarea kunthiana* (colorado manzano).
- Las características organolépticas de las especies estudiadas varían entre sí, todas las cinco especies presentaron características distintas en el color de la albura-duramen, olor, brillo, textura el veteado. En el sabor todas presentaron un sabor ausente, Respecto al grano tres especies presentaron características similares ya que *Grias newberthii* presentó un grano entrecruzado.
- Cada madera presento diferencia en su anatomía debido a que la cantidad de poros no era significativa entre una especie y otra.
- En las características anatómicas el uso del tinte con la combinación entre Astra blue y safranina con un período de tiempo de veinte segundos permitió observar parénquimas, radios y fibras con mayor claridad a diferencia de los dos tintes por separado, mientras que el tinte safranina nos permitió realizar el conteo de poros con mayor facilidad.
- La densidad de las especies tiene relación entre la cantidad y el tamaño de sus poros. Cuando los poros son más pequeños y en mayor número, la especie presenta una densidad mayor y es más dura como en el caso de *myroxylom balsamum* y *Pouteria baehniiana*. Y si la madera presenta poros más grandes y en menor número se obtiene una densidad menor y la madera es semidura como *Grias newberthii*, *Guarea kunthiana* y *Guarea guidonea*. En el potencial de hidrogeno *Grias newberthii* registro el pH más ácido y *Guarea guidonea* registro un pH neutro junto con *Guarea kunthiana*.
- En el análisis comparativo se cumple la hipótesis alternante de que al menos una de las cinco especies forestales estudiadas presentaba características anatómicas y organolépticas diferentes

RECOMENDACIONES

- Realizar los estudios de las especies comparando distintas épocas de recolección, como la época seca y la época lluviosa para determinar si existen variaciones en su estructura y composición.
- Elaborar estudios de las características macroscópicas y microscópicas utilizando las mismas especies en estudio, pero en diferentes tipos de suelos para comprobar si existe variabilidad en cuanto a sus características anatómicas y organolépticas.
- Determinar las fechas y épocas exactas de floración y fructificación de las especies que van a estudiar, para poder realizar un mejor trabajo en la identificación en el herbario.
- Investigar el uso de nuevos tintes que pueden ayudar al estudio de la madera y sus características mejorando la apreciación de ciertas características en el microscopio.

GLOSARIO

Ablandamiento: Contacto íntimo y directo entre las secciones de madera y los electrodos. El ablandamiento de la madera puede llevarse a cabo sumergiendo estas secciones en un medio acuoso de conductividad eléctrica adecuada, donde también se habrán instalado los electrodos (Montenegro, 2016, p. 1).

Durabilidad: Capacidad que tiene cada especie maderable para resistir sin la aplicación de tratamientos, la putrefacción o el ataque de los agentes xilófagos (Maderea, 2020, p. 1).

Fenología: Es la ciencia que se acopla a los factores climáticos, principalmente temperatura y precipitación, con el ritmo periódico de los fenómenos biológicos ajustados en el tiempo como son, la brotación de hojas, florecencia, maduración de frutos, etc. (Ramírez y Alvarez, 2000, p. 3).

Laminas histológicas: Es un procedimiento que se aplica a un material biológico (vegetal o animal), con el fin de prepararlo y conferirle las condiciones apropiadas para poder observar, examinar y analizar cada uno de sus componentes morfológicos, a través de microscopios electrónicos y fotónicos (Montalvo, 2010, p. 5).

Punteaduras: Son canalículos cerrados, formados por consecuencia de un desigual engrosamiento secundario en la pared de las células (Casasús et al., 2020, p. 53).

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, D. “El árbol *Myroxylon peruiferum* (Fabaceae), nuevo registro en la flora de Costa Rica”. UNED Research Journal [en línea], 2019, (Costa Rica) 11(3), pp. 424-429. [Consulta: 17 mayo 2022]. ISSN: 1659-441X. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v11n3/1659-4266-cinn-11-03-00424.pdf>.

AGUILAR, J.; & GUZOWSKI, E. *Materiales y Materias Primas* [en línea]. Buenos Aires-Argentina, Ministerio de Educación-Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2011. p. 7. [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/madera.pdf>.

ARANGUREN, M.; & PÉREZ, J. *El mamey colorado (Pouteria sapota Jacq): generalidades y aspectos del cultivo* [en línea]. Jagüey Grande-Cuba: Ministerio de la Agricultura, 2018. p. 3. [Consulta: 17 mayo 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Aranguren-Gonzalez/publication/325450485_EL_MAMEY_COLORADO_Pouteria_sapota_Jacq_GENERALIDADES_Y_ASPECTOS_DE_SU_CULTIVO/links/5b0eab780f7e9b1ed702183b/EL-MAMEY-COLORADO-Pouteria-sapota-Jacq-GENERALIDADES-Y-ASPECTOS-DE-SU-CULTIVO.pdf.

ÁREA, M. *La industria de base forestal más allá de la madera y el mueble* [en línea]. Argentina: ArgentinaForestal, 2019. [Consulta: 20 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.argentinaforestal.com/2019/01/25/la-industria-de-base-forestal-mas-alla-de-la-madera-y-el-mueble/>.

ARMIJOS, A.; et al. “Anatomía de la madera de diez especies forestales de bosque andino del sur del Ecuador”. CEDAMAZ [en línea], 2017, (Ecuador) 1(7), pp. 83-95. [Consulta: 05 octubre 2021]. ISSN: 1390-5880. Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/375/330>.

ARROBA, G.; & PACHECO, G. Análisis de la estructura y composición florística del bosque de la Estación Biológica Kutukú (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Carrera: Ingeniería Ambiental. Quito-Ecuador. 2018. p. 164. [Consulta: 20 mayo 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15233/1/UPS%20-%20ST003441.pdf>.

BOLZON, G.; et al. “Análisis de la estructura anatómica de la madera y del carbón de dos especies de Sapotaceae”. *Maderas. Ciencia y tecnología* [en línea], 2013, (Brasil) 15(3), pp. 311-320. [Consulta: 20 mayo 2022]. ISSN: 0717-3644. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Graciela-Muniz/publication/260763472_Analisis_de_la_estructura_anatomica_de_la_madera_y_del_carbon_de_dos_especies_de_Sapotaceae/links/546de6df0cf26e95bc3d45c3/Analisis-de-la-estructura-anatomica-de-la-madera-y-del-carbon-de-dos-especies-de-Sapotaceae.pdf.

CAM. *Guía de Identificación de Maderas Aserradas Departamento del Huila* [en línea]. Huila-Colombia: Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, 2009. p. 8. [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11632/81166_67172.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CARANQUI, J. *Manual de Operaciones Herbario Politécnico (CHEP)* [en línea]. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2011. p. 3. [Consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/504/1/Manual_Procedimiento_Herbario1.pdf.

CASASÚS, A.; et al. *Evolución, clima y anatomía de la madera* [en línea]. Madrid-España: InfoMadera, 2020. p. 53. [Consulta: 13 enero 2022]. Disponible en: https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_2520_10070.pdf.

CHAVE, J. *Medición de densidad de madera en árboles tropicales* [en línea]. Toulouse-Francia: Red Amazónica de Inventarios Forestales, 2006. p. 2. [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: [https://rainfor.org/upload/ManualsSpanish/wood_density_spanish\[1\].pdf](https://rainfor.org/upload/ManualsSpanish/wood_density_spanish[1].pdf).

COMAFORS. *Industria de la madera: una gran oportunidad para el país* [en línea]. Quito-Ecuador: Corporación de Manejo Forestal Sustentable, 2020. [Consulta: 20 octubre 2021]. Disponible en: <http://www.comafors.org/noticias-y-eventos/industria-de-la-madera-una-gran-oportunidad-para-el-pais-944.html>.

COPANT 459. *Acondicionamiento de las maderas destinadas a los ensayos físicos y mecánicos.*

CORPEL. *Planificación Estratégica Transformación y Comercialización de Madera en el Ecuador* [en línea]. Quito-Ecuador: Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones.

2007. p. 14. [Consulta: 20 octubre 2021]. Disponible en: Ecuador Forestal: https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_Industrias.pdf.

COSTA, F.; & MAGNUSSON, W. “Selective logging effects on abundance, diversity, and composition of tropical understory herbs”. *Ecological Applications* [en línea], 2002, (Brasil) 12(3), pp. 807-819. [Consulta: 20 octubre 2021]. ISSN: 1051-0761. Disponible en: [https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/1051-0761\(2002\)012%5B0807:SLEOAD%5D2.0.CO%3B2](https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/1051-0761(2002)012%5B0807:SLEOAD%5D2.0.CO%3B2).

DEMERS, P.; & TESCHKE, K. *Industria de la Madera* [en línea]. Madrid-España: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2012. p. 10. [Consulta: 20 octubre 2021]. ISBN: 9788474349986. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+71.+Industria+de+la+madera>.

ECOLOGIA HOY. *¿Qué es la madera? Estructura, Usos y Tipos de madera* [en línea]. 2020. [Consulta: 20 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.ecologiahooy.com/madera>.

FAO. *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2000 - Informe Principal* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2002. [Consulta: 10 octubre 2021]. ISBN: 92-5-304642-2. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y1997s/y1997s0g.htm#fn24>.

FAO. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Términos y Referencias* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2010. p. 12. [Consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/am665s/am665s.pdf>.

GATICA, N. *Características generales, organolépticas, macroscópicas y estructura microscópica de la madera de coníferas y latifoliadas* [en línea]. Iquitos-Perú: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 2010. p. 9. [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/estructura-macro-y-microscopica-madera/estructura-macro-y-microscopica-madera.pdf>.

GIMÉNEZ, D.; et al. *Anatomía de Madera* [en línea]. Santiago del Estero-Argentina: Universidad Nacional de Santiago del Estero, 2005. pp. 1-3. [Consulta: 18 octubre 2021]. ISBN: 978-987-1676-08-8. Disponible en: <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/sd-1->

anatomia-de-madera.pdf?fbclid=IwAR0Kje3gfaW3tlzJKprEJeMxS6w0Jr0G-
IMWazpOh4nsw8jzV7Qe1LRp10.

GONZALES, E. *Identificación Organoléptica y Macroscópica de Maderas Comerciales* [en línea]. Lima-Perú: CITEmadera, 2008. pp. 9-22. [Consulta: 05 octubre 2021]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571598/02._Identificacion.pdf.

GUAMÁN, J. Descripción dendrológica y anatómica de tres especies de importancia forestal, procedentes del Bosque Análogo Don Ramón, en el cantón Cumandá, provincia de Chimborazo (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2019. pp. 37-47. [Consulta: 20 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/12405/1/33T0225.pdf>.

INEN. *Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1157:2013* [en línea]. Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013. pp. 10-11. [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1157-1.pdf>.

LLERENA, E. Caracterización anatómica de *Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia*, *Triplaris americana*, mediante tinciones, procedentes del parque botánico Sucúa, ubicado en la provincia de Morona Santiago (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2018. p. 20. [Consulta: 10 enero 2022]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/8735/1/33T0186.pdf>.

LÓPEZ, G.; & ROSAS, U. *El Herbario* [en línea]. Chapingo-México: Universidad de Chapingo, 2002. p. 11. [Consulta: 10 octubre 2021]. ISBN: 968-884-803-4. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/257527247_El_Herbario.

LÓPEZ, R.; et al. *Maderas. Especies comercializadas en el territorio CAR: Guía para su identificación* [en línea]. Bogotá-Colombia: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2014. p. 26. [Consulta: 01 marzo 2022]. ISBN: 978-958-8897-11-0. Disponible en: <https://sie.car.gov.co/handle/20.500.11786/35771#page=1>.

MADEREA. *Aproximación inicial al material madera* [en línea]. Madrid-España: Maderea, 2020. p. 1. [Consulta: 13 enero 2022]. Disponible en: https://www.maderea.es/imagenes/2018/04/1_Descripcio%CC%81n-de-la-madera-1.pdf.

MAE. *Estadísticas de Patrimonio Natural. Datos de bosques, ecosistemas, especies, carbono y deforestación del Ecuador continental* [en línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015. pp. 5-8. [Consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/44292-07669536a0752fc4ce8e9d3066b05a109.pdf>.

MENDOZA, Y. Anatomía y propiedades físico-mecánicas del *Eucalyptus torreliana* F. Muell (Tesis) (Ingeniería). [en línea] Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Huancayo-Perú. 2008. pp. 1-6. [Consulta: 05 octubre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2566/Mendoza%20Tovar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Borrador norma de manejo forestal sostenible. Acuerdo ministerial No* [en línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente, 2018. p. 1. [Consulta: 05 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/BORRADOR-NORMA-DE-MANEJO-FORESTAL-SOSTENIBLE.pdf>.

MOGLIA, D.; et al. *Tomo II. Macroscopía de la madera. Orientada a los estudiantes de Carpintería* [en línea]. Santiago del Estero-Argentina: Universidad Nacional de Santiago del Estero, 2014. pp. 24-25. [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-20-Macroscopia-madera-MOGLIA.pdf>.

MOGROVEJO, P. Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente forestal como actor clave en la mitigación del cambio climático (Tesis) (Maestría). [en línea] Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador, Área de Estudios Sociales y Globales, Programa de Maestría en Cambio Climático y Negociación Ambiental. Quito-Ecuador. 2017. p. 17. [Consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5862/1/T2432-MCCNA-Mogrovejo-Bosques.pdf>.

MONTALVO, C. *Técnica Histológica* [en línea]. Ciudad de México-México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2010. p. 5. [Consulta: 13 enero 2022]. Disponible en: http://bct.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2018/08/3_tecnica_histologica.pdf.

MONTENEGRO, J. *Ablandamiento de la madera* [en línea]. 2016. p. 1. [Consulta: 13 enero 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/316758274/Ablandamiento-de-LA-MADERA>.

MURCIADIARIO. *Uso de la Madera, ayer y hoy* [en línea]. 2018. [Consulta: 20 octubre 2021]. Disponible en: <https://murciadiario.com/art/13321/usos-de-la-madera-ayer-y-hoy>.

ORDÓÑEZ, J.; et al. “Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación de J. Rzedowski: compilación”. *Madera y Bosques* [en línea], 2015, (México) 21(especial), pp. 77-126. [Consulta: 18 octubre 2021]. ISSN: 1405-0471. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea6.pdf>.

OSINFOR. *OSINFOR Recuerda la Importancia de los Recursos Forestales* [en línea]. Lima-Perú: Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre, 2012. [Consulta: 05 octubre 2021]. Disponible: <https://www.osinfor.gob.pe/osinfor-recuerda-la-importancia-de-los-recursos-forestales/>.

PANTALEÓN, E. *Clases de madera* [en línea]. 2015. [Consulta: 03 enero 2022]. Disponible en: <https://cursosonlineweb.com/madera.html>.

PASHANASI, H. *Característica organoléptica de la madera* [en línea]. 2012. p. 1. [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/80922796/Caracteristica-organoleptica-de-la-madera>.

PIONCE, G. Aprovechamiento de productos forestales no maderables y su impacto en la sostenibilidad del Bosque Semihúmedo del cantón Jipijapa año 2015. Propuesta enriquecimiento forestal (Tesis) (Maestría). [en línea] Universidad Técnica Estatal de Quevedo Unidad de Posgrado, Maestría en Manejo y Aprovechamiento Forestal. Quevedo-Ecuador. 2016. p. 13. [Consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1682/1/T-UTEQ-0005.pdf>.

QUISTIÁN, H. *Métodos y Técnicas de Tinción* [en línea]. 2014. [Consulta: 20 octubre 2021]. Disponible en: <http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/metodos-y-tecnicas-de-tincion.html>.

RAMÍREZ, J.; & ALVAREZ, R. *Estudio Fenológico de 28 especies maderables del Bosque Húmedo Tropical de Honduras* [en línea]. Tela-Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales-Organización Internacional de las Maderas Tropicales, 2000. p. 3. [Consulta: 13 enero 2022]. Disponible en: <https://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD8%2092/pd%208-92-6%20rev%20%20%28F%29%20.pdf>.

RIVERA, S.; et al. *Identificación rápida de maderas: NOA* [en línea]. La Plata-Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2015. p. 10. [Consulta: 18 octubre 2021]. ISBN: 978-950-34-1203-9. Disponible en: https://www.agro.unlp.edu.ar/sites/default/files/paginas/identificacion_rapida_de_maderas_del_noa.pdf.

SENASICA. *Manual de técnicas de curación y preservación para un herbario de malezas* [en línea]. Tecamac-México: Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2019. pp. 5-15. [Consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: <http://sinavef.senasica.gob.mx/CNRF/AreaDiagnostico/DocumentosReferencia/Documentos/ManualesGuias/Manuales/Manual%20Preservaci%C3%B3n%20Herbario%20V1%20PUB.pdf>.

SUASNABAR, C.; & MONGE, W. Características anatómicas y propiedades físico - mecánicas de tres especies forestales, Iscozacín, Oxapampa – Pasco (Tesis) (Ingeniería). [en línea] Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Huancayo-Perú. 2019. p. 9. [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5192/T010_N%c2%b072551964_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VALDEBENITO, G. *Informe final. Fondo de investigación del bosque nativo* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: Corporación Nacional Forestal-Instituto Forestal de Chile, 2013. p. 2. [Consulta: 10 octubre 2021]. Disponible en: https://investigacion.conaf.cl/archivos/repositorio_documento/2018/11/004_2011-DOCUMENTOS-INFORME-FINAL.pdf.

VÁSQUEZ, Á.; & RAMÍREZ, A. *Curso anatomía e identificación de maderas* [en línea]. Medellín-Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2011. pp. 8-9. [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/31757170/CURSO_ANATOM%C3%8DA_E_IDENTIFICACI%C3%93N_DE_MADERAS.

VÁSQUEZ, C.; et al. “Técnicas básicas de Microbiología. Observación de bacterias”. *Reduca* (Biología). Serie Microbiología [en línea], 2010, (España) 3(5), pp. 15-38. [Consulta 20 octubre 2021]. ISSN: 1989-3620. Disponible en: <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/download/819/834>.

ZÚÑIGA, T. *Situación actual de la forestación y reforestación en el Ecuador* [en línea].
Turrialba-Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE),
1999. [Consulta: 05 octubre 2021]. Disponible en:
<https://www.fao.org/3/ad102s/AD102S08.htm>.

 D.E.R.A.I.

Ing. Christian Castillo



ANEXOS

ANEXO A: CORTES DE LA MADERA DE LAS CINCO ESPECIES EN EL ASERRADERO



ANEXO B: IDENTIFICACIÓN DENDROLÓGICA DE LAS MUESTRAS, REALIZADO EN EL HERBARIO DE LA ESPOCH



ANEXO C: ABLANDAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE MADERA EN LA AUTOCLAVE DEL LABORATORIO DE TRABAJABILIDAD DE LA MADERA



ANEXO D: CORTE LAMINAR DE LAS MUESTRAS EN EL MICRÓTOMO



ANEXO E: LÁMINAS DE LAS SECCIONES DE LA MADERA SELECCIONADAS PARA TINTURARLAS



ANEXO F: TINTES UTILIZADOS EN LABORATORIO



ANEXO G: TINTURADO DE LAS LÁMINAS DE LAS CINCO ESPECIES MADERA



ANEXO H: PLACAS CON LAS MUESTRAS TINTURADAS Y ETIQUETADAS

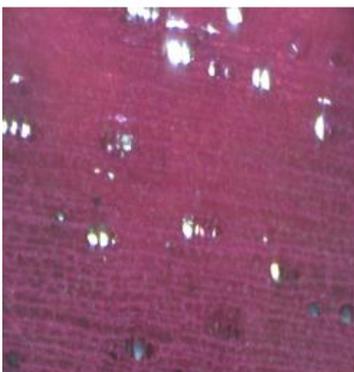


ANEXO I: OBSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS HISTOLÓGICAS EN EL MICROSCOPIO DEL LABORATORIO DE TRABAJABILIDAD DE LA MADERA



ANEXO J: CORTE TRANSVERSAL DE POUTERIA BAEHNIANA (MAMEY), CON EL LENTE 4X

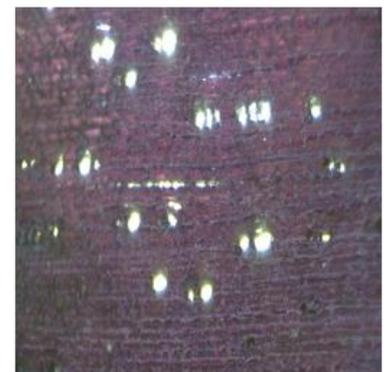
Safranina



Astra blue



Astra blue / Safranina

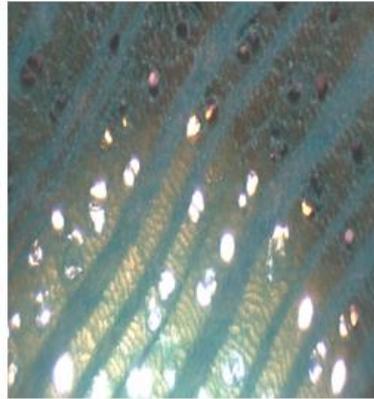


ANEXO K: CORTE TRANSVERSAL DE GRIAS NEWBERTHII (SACHAMANGA), CON EL LENTE 4X

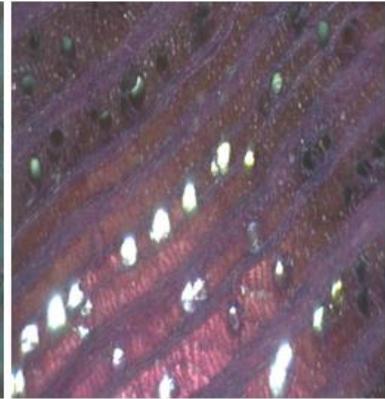
Safranina



Astra blue

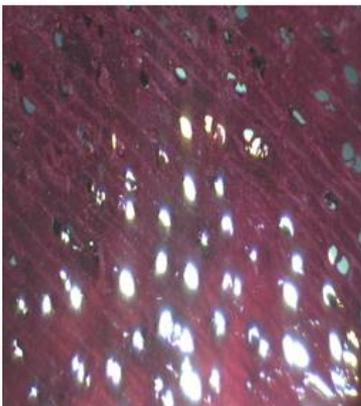


Astra blue / Safranina

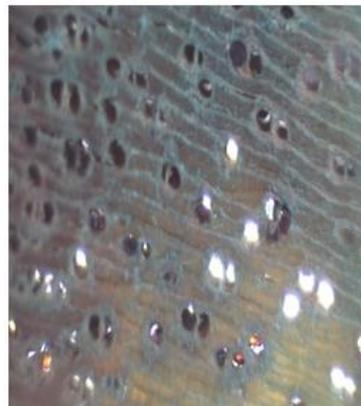


ANEXO L: CORTE TRANSVERSAL DE MYROXYLON BALSAMUM (BALSAMO), CON EL LENTE 4X

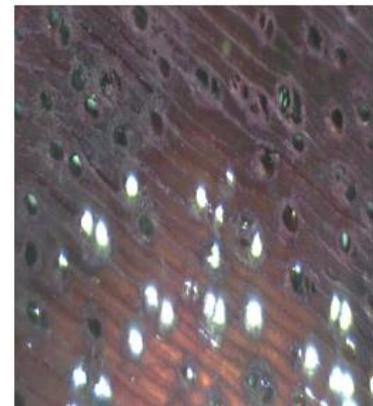
Safranina



Astra blue

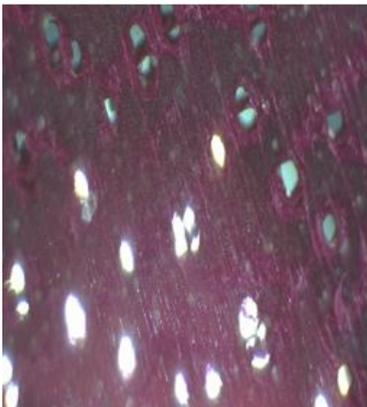


Safranina/Astra blue



ANEXO M: CORTE TRANSVERSAL DE GUAREA GUIDONEA (COLORADO FINO), CON EL LENTE 4X

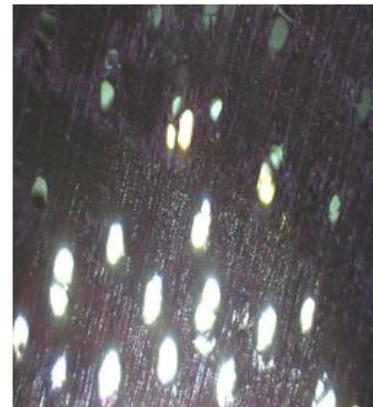
Safranina



Astra blue

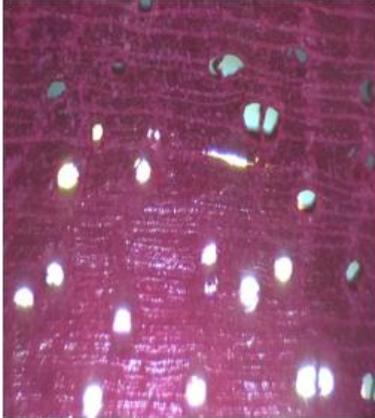


Safranina/Astra blue



ANEXO N: CORTE TRANSVERSAL DE GUAREA KUNTHIANA (COLORADO MANZANO), CON EL LENTE 4X

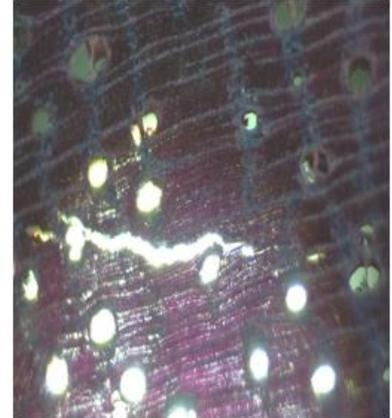
Safranina



Astra blue



Safranina/Astra blue



ANEXO O: PESO DE LOS CUBOS PARA DETERMINAR LA DENSIDAD



ANEXO P: REGISTRO DEL PH EN EL LABORATORIO DE SUELOS



ANEXO Q: TABLA DE COLOR SEGÚN MUNSELL



ANEXO R: MUESTRAS DE 30 CM PARA LA XILOTECA DE POUTERIA BAEHNIANA, GRIAS NEWBERTHII, MYROXYLON BALSAMUM, GUAREA GUIDONEA Y GUAREA KUNTHIANA (IZQUIERDA A DERECHA)



ANEXO S: ANÁLISIS DE LA VARIANZA EN POROS SOLITARIOS DE LAS CINCO ESPECIES ESTUDIADAS

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------|----|----------------|-------------------|------|
| perisolitarios | 15 | 0,62 | 0,47 | 7,32 |

ANEXO T: CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo | 13246,82 | 4 | 3311,71 | 4,05 | 0,0332 |
| Especie | 13246,82 | 4 | 3311,71 | 4,05 | 0,0332 |
| Error | 8183,79 | 10 | 818,38 | | |
| Total | 21430,62 | 14 | | | |

ANEXO U: ANÁLISIS DE LA VARIANZA EN POROS MÚLTIPLES DE LAS CINCO ESPECIES ESTUDIADAS

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-----------------|----|----------------|-------------------|-------|
| periMultiplos 2 | 15 | 0,57 | 0,40 | 10,17 |

ANEXO V: CUADRO DE ANÁLISIS DE LA VARIANZA (SC TIPO III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo | 23382,57 | 4 | 5845,64 | 3,34 | 0,0554 |
| Especie | 23382,57 | 4 | 5845,64 | 3,34 | 0,0554 |
| Error | 17497,44 | 10 | 1749,74 | | |
| Total | 40880,01 | 14 | | | |

ANEXO W: PERMISO DE INVESTIGACIÓN OTORGADO POR EL MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA



**Ministerio del Ambiente, Agua
y Transición Ecológica**

AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 1793

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

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

2.- CÓDIGO

MAAE-ARSFC-2021-1793

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

| FECHA INICIO | FECHA FIN |
|--------------|------------|
| 2021-12-23 | 2022-06-23 |

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

| |
|---------|
| Plantae |
|---------|

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

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

| Nº de C./Pasaporte | Nombres y Apellidos | Nacionalidad | Nº REGISTRO SENESCYT | EXPERIENCIA | GRUPO BIOLÓGICO |
|--------------------|-------------------------------|--------------|----------------------|-------------|-----------------|
| 2100499967 | CAMACHO VARGAS DIEGO FERNANDO | Ecuatoriana | sin titulo | estudiante | Magnoliopsida |

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

Nombre del Proyecto: descripción anatómica y organoléptica de la madera de cinco especies forestales en el cantón Loreto provincia de Orellana

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

| |
|---|
| Describir las propiedades anatómicas y organolépticas de la madera de cinco especies forestales, procedentes del cantón Loreto, |
|---|

| |
|--|
| provincia de Orellana |
| Identificar las especies forestales a nivel de herbario. |
| Caracterizar las propiedades físicas y químicas de la madera de las especies forestales. |
| Determinar la mejor tinción en el análisis anatómico de las cinco especies forestales. |

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

| PROVINCIAS | SNAP | BOSQUE PROTECTOR |
|------------|-------------------------------------|---|
| ORELLANA | PARQUE NACIONAL SUMACO NAPO-GALERAS | CERRO SUMACO Y CUENCA ALTA DEL RIO SUNO |

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

| CLASE | ORDEN | FAMILIA | GENERO | ESPECIE | TIPO MUESTRA | N° MUESTRA | N° LOTE |
|---------------|------------|---------------|-----------|--------------------|--------------|------------|---------|
| Magnoliopsida | Fabales | Fabaceae | Myroxylon | Myroxylon balsamum | dendrológica | 1 | |
| Magnoliopsida | Ericales | Lecythidaceae | Grias | Grias neuberthii | dendrológica | 1 | |
| Magnoliopsida | Sapindales | Meliaceae | Guarea | Guarea kunthiana | dendrológica | 1 | |
| Magnoliopsida | Sapindales | Meliaceae | Guarea | Guarea guidonia | dendrológica | 1 | |
| Magnoliopsida | Ericales | Sapotaceae | Pouteria | Pouteria baehniana | dendrológica | 1 | |

10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

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

11. METODOLOGÍA APLICADA EN LABORATORIO

| | |
|---|---|
| MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO: | <p>a) Se debe separar un cubo de madera 2 x 2 x 2 (PRISMA) según las normas COPANT 458 y secarlo a temperatura ambiente, una vez seco totalmente se debe pesarlo. Posteriormente el mismo cubo se colocará en un recipiente con agua en un volumen conocido por 7 a 8 días aproximadamente (depende de la especie) y se lo pesará para obtener un peso en húmedo. Este método se realiza para obtener la densidad de cada especie. b) Para realizar el cálculo del pH se utilizará un frasco de vidrio esterilizado para cada una de las especies, pesamos 25 gr de aserrín fino con un volumen de agua destilada conocido hasta formar una mezcla homogénea, una vez realizado el paso anterior se colocará la mezcla en un recipiente para proceder a colocar el pH metro tomando la primera lectura como referencia exacta. c) Para el estudio de las características anatómicas se deben realizar cubos de madera de 2 x 2 x 2 cm según las normas COPANT 458 para la realización de los cortes en el micrótopo (tipo Spencer 820). d) Se colocó los cubos en los frascos de vidrio y se añade agua destilada en volumen conocido hasta cubrir los cubos, posteriormente se coloca papel aluminio para tapar los frascos y después colocarlos en la autoclave, con temperatura 121°C por ciclo (una hora), cabe mencionar que hay especies que necesitan un solo ciclo (maderas blandas) y otras que requieren más de uno (maderas duras). e) Después se deben realizar los cortes (tangencial, radial y longitudinal) en el micrótopo (tipo Spencer 820) a 0,3 micras cada muestra. Cada muestra obtenida es necesario colocarlas en los mismos frascos con el agua que salieron de la autoclave (Biobase, USA) para mantener la humedad, cabe señalar que mientras más muestras se obtiene es mejor para el estudio de las estructuras.</p> |
|---|---|

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

| Grupo Biológico a Recolectar | Descripción | Tipo de Equipamiento |
|------------------------------|--|-------------------------|
| Magnoliopsida | LÁPIZ LIBRETA DE CAMPO CINTA MÉTRICA GPS CÁMARA FOTOGRÁFICA MOTOSIERRA BOTAS | Material en Campo |
| Magnoliopsida | CUBOS DE MADERA CADA ESPECIE DE 2 X 2 X 2 (PRISMAS), GUANTES, MANDIL, PINZAS DE MANIPULACIÓN, PAPEL ABSORBENTE, PAPEL ALUMINIO, PLACAS PORTA Y CUBRE OBJETOS, NITROCELULOSA (ESMALTE TRANSPARENTE), CAJA | Material en Laboratorio |

13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

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

14.- RESULTADOS ESPERADOS

obtención de muestras sanas, fértiles con flores y fruto para el estudio

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

| METAS | DESCRIPCIÓN |
|--|---|
| Meta02.09.05 Para el 2021, se cuenta con un marco político, normativo y técnico en materia de Bioseguridad, que fomenta el manejo sostenible de los sistemas de producción agroecuario, forestal y silvícola, reduciendo los posibles efectos adversos para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. | aportamos al estudio de las especies forestales para obtener información eficaz y verdadera |

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: **CAMACHO VARGAS DIEGO FERNANDO**
2. Institución Nacional Científica : **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**
3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2022/06/08**
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 **CAMACHO VARGAS DIEGO FERNANDO**.

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD
LAGLA CHIMBA BYRON ADRIAN
2022-03-11



Firmado electrónicamente por:
**BYRON ADRIAN
LAGLA CHIMBA**



Firmado electrónicamente por:
**BYRON ADRIAN
LAGLA CHIMBA**

Dirección: Calle Platanillo y Andalucía Código postal: 170525 / Quito-Ecuador
Teléfono: 593-2 398-7600 - www.ambiente.gob.ec



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 14 / 09 / 2022

| |
|--|
| INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S) |
| Nombres – Apellidos: Diego Fernando Camacho Vargas |
| INFORMACIÓN INSTITUCIONAL |
| Facultad: Recursos Naturales |
| Carrera: Ingeniería Forestal |
| Título a optar: Ingeniero Forestal |
| f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz |


Ing. Cristhian Castillo



1761-DBRA-UTP-2022