



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

**CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE CUATRO ESPECIES
FORESTALES, PROCEDENTES DEL CANTÓN SANTO
DOMINGO PARROQUIA ALLURIQUÍN SECTOR EL PILATÓN**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA:

DAYSÍ GABRIELA SORIA ZUMBA

Riobamba – Ecuador

2022



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

**CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE CUATRO ESPECIES
FORESTALES, PROCEDENTES DEL CANTÓN SANTO
DOMINGO PARROQUIA ALLURIQUÍN SECTOR EL PILATÓN**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: DAYSI GABRIELA SORIA ZUMBA

DIRECTOR: Ing. EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA

Riobamba – Ecuador

2022

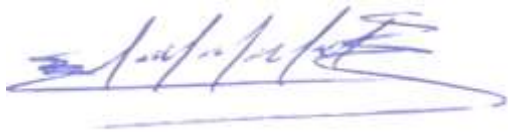
© 2022, Daysi Gabriela Soria Zumba

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, Daysi Gabriela Soria Zumba, 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 autora 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, 09 de febrero de 2022





Daysi Gabriela Soria Zumba

050362283-9

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación **CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES, PROCEDENTES DEL CANTÓN SANTO DOMINGO PARROQUIA ALLURIQUÍN SECTOR EL PILATÓN**, realizado por la señorita: **DAYSI GABRIELA SORIA ZUMBA**, 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
Dr. Pablo Israel Álvarez Romero PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 PABLO ISRAEL ÁLVAREZ ROMERO	2022-02-09
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA	2022-02-09
Ing. Norma Ximena Lara Vásconez MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 NORMA XIMENA LARA VASCONEZ	2022-02-09

DEDICATORIA

A mis padres Aníbal Soria y Estrella Zumba por ser el pilar fundamental en mi vida, por todo el apoyo, la confianza que pusieron en mí en el transcurso de la carrera, y sobre todo por su comprensión, fueron ellos quienes me demostraron que con esfuerzo y perseverancia todo se puede lograr. A mí pequeño amor, mi sobrino Ian Soria por llegar alegrar mis días, por ese brillo de luz que vino a dar en nuestro hogar. A mis amigas Gabriela Naranjo y Carolina Ripalda, que más que amigas son cómo mis hermanas que el destino las puso en mi camino, gracias por brindarme esa amistad sincera e incondicional.

Daysi

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme guiado y cuidado en todo el proceso de mi vida profesional, por no soltarme de la mano y ayudarme a llegar a cumplir mi meta que tanto anhelaba. A mis padres Aníbal y Estrella por todo el esfuerzo que hicieron para que yo llegue a ser una profesional y cumplir con mi sueño, un sueño que gracias a ellos se va hacer realidad.

A mi sobrino Ian, por enseñarme a ser mejor persona día a día y por su cariño. A mis abuelitas por cada consejo y palabras de aliento para seguir en adelante con mi carrera. A mi familia en general, que de una u otra forma supieron brindarme su ayuda y de vez en cuando una regañada, como bien me decían, es por tu bien.

Al Ing. Eduardo Salazar como director y a la Ing. Norma Lara como miembro, por su apoyo y tiempo para ayudarme a formar profesionalmente.

A la Ing. Ana Cunachi por brindarme sus conocimientos y haberme guiado en el proceso de mi investigación, al Ing. Jorge Caranqui por toda la ayuda que me brindó en el herbario, al Ing. Álvaro Rivera por su ayuda y colaboración en el laboratorio. Y de manera especial al Ing. Javier Carrillo por su ayuda y amistad.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, carrera de Ingeniería Forestal por haberme permitido formar parte de tan prestigiosa institución. A los docentes por haber compartido sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi preparación como profesional.

Mi agradecimiento especial a mis amigos y amigas que he encontrado en el transcurso de mi vida, por diferentes situaciones, por compartir los triunfos y derrotas que se nos han presentado Jenny, Kerly, Álvaro, George, Edison, Gabriela, Carolina.

Gracias Riobamba por ser mi segundo hogar, por todo lo vivido y disfrutado en tan hermosa ciudad.

Daysi

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.....	4
1.1. Bosques.....	4
<i>1.1.1. Especies forestales maderables.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2. Especies forestales no maderables.....</i>	<i>5</i>
1.2. Herbario.....	6
<i>1.2.1. Identificación de especies forestales.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.1.1. Colecta de plantas.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.1.2. Secado.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.1.3. Identificación.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.1.4. Montaje y Etiquetado.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.1.5. Clasificación (Archivo colección).....</i>	<i>7</i>
1.3. Madera.....	7
<i>1.3.1. Anatomía de la madera.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.1.1. Características anatómicas de la madera.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.1.2. Cortes anatómicos de la madera.....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.1.3. Tinciones para el estudio de la madera.....</i>	<i>11</i>
<i>1.3.2. Densidad de la madera.....</i>	<i>11</i>
<i>1.3.3. Propiedades Organolépticas de la madera.....</i>	<i>12</i>
<i>1.3.3.1. Color.....</i>	<i>12</i>
<i>1.3.3.2. Olor.....</i>	<i>12</i>
<i>1.3.3.3. Sabor.....</i>	<i>12</i>
<i>1.3.3.4. Grano.....</i>	<i>13</i>
<i>1.3.3.5. Brillo o Lustre.....</i>	<i>13</i>
<i>1.3.3.6. Textura.....</i>	<i>13</i>
<i>1.3.3.7. Veteado.....</i>	<i>14</i>

1.4.	Industria de la madera	14
1.4.1.	Usos de la Madera	16

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	17
2.1.	Lugar de la Investigación	17
2.1.1.	Localización del sitio	17
2.1.2.	Condiciones climáticas	17
2.1.3.	Clasificación ecológica	18
2.2.	Recolección del material vegetativo	18
2.3.	Identificación del material vegetativo	18
2.4.	Materiales y equipos	18
2.4.1.	Materiales de campo	18
2.4.2.	Materiales de oficina	18
2.4.3.	Materiales de laboratorio	18
2.5.	Métodos y técnicas	19
2.5.1.	Delimitación de área de estudio	19
2.5.2.	Permiso de investigación	19
2.5.3.	Recolección de muestras de especies forestales	19
2.5.3.1.	Identificación de las muestras dendrológicas	19
2.5.3.2.	Dimensiones de la madera para los diferentes análisis	19
2.5.4.	Análisis de las características anatómicas	20
2.5.4.1.	Ablandamiento	20
2.5.4.2.	Corte de los cubos	20
2.5.4.3.	Tinturado de láminas	20
2.5.4.4.	Etiquetado y Observación de las muestras histológicas	21
2.5.4.5.	Estructuras Anatómicas	21
2.5.5.	Cálculo de la densidad	21
2.5.6.	Determinación del potencial de Hidrógeno (pH)	22

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
3.1.	Identificación dendrológica de las especies forestales	23
3.1.1.	Taxonomía	23
3.1.2.	Descripción botánica	23

3.1.2.1.	<i>Ficus maxima</i> (Matapalo).....	23
3.1.2.2.	<i>Hyeronima oblonga</i> (Motilón).....	24
3.1.2.3.	<i>Myrcia fallax</i> (Arrayán).....	25
3.1.2.4.	<i>Nectandra acutifolia</i> (Canelo).....	25
3.2.	Características organolépticas de la madera	26
3.2.1.	<i>Ficus maxima</i> (Matapalo).....	26
3.2.2.	<i>Hyeronima Oblonga</i> (Motilón).....	28
3.2.3.	<i>Myrcia fallax</i> (Arrayán).....	29
3.2.4.	<i>Nectandra acutifolia</i> (Canelo).....	30
3.3.	Características anatómicas	33
3.3.1.	<i>Ficus maxima</i> (Matapalo).....	33
3.3.1.1.	Corte transversal.....	33
3.3.1.2.	Corte tangencial.....	34
3.3.1.3.	Corte radial.....	35
3.3.2.	<i>Hyeronima oblonga</i> (Motilón).....	36
3.3.2.1.	Corte transversal.....	36
3.3.2.2.	Corte tangencial.....	37
3.3.2.3.	Corte radial.....	37
3.3.3.	<i>Myrcia fallax</i> (Arrayán).....	38
3.3.3.1.	Corte transversal.....	38
3.3.3.2.	Corte tangencial.....	39
3.3.3.3.	Corte radial.....	40
3.3.4.	<i>Nectandra acutifolia</i> (Canelo).....	41
3.3.4.1.	Corte transversal.....	41
3.3.4.2.	Corte tangencial.....	42
3.3.4.3.	Corte radial.....	43
3.4.	Determinación de la densidad	46
3.5.	Ablandamiento de las especies estudiadas	46
3.6.	Determinación del potencial de hidrógeno (pH)	46
3.7.	Análisis estadístico de las características anatómicas de la madera	47
3.7.1.	<i>Cantidad de poros</i>	47
3.7.1.1.	<i>Poros solitarios</i>	47
3.7.1.2.	<i>Poros múltiples</i>	48
3.7.2.	<i>Perímetro de los poros</i>	48
3.7.2.1.	<i>Poros solitarios</i>	48
3.7.2.2.	<i>Poros múltiples</i>	49
3.8.	Discusión	49

CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Descripción taxonómica de las especies en estudio.....	23
Tabla 2-3:	Características organolépticas de <i>Ficus maxima</i>	26
Tabla 3-3:	Características organolépticas de <i>Hyeronima oblonga</i>	28
Tabla 4-3:	Características organolépticas de <i>Myrcia fallax</i>	29
Tabla 5-3:	Características organolépticas de <i>Nectandra acutifolia</i>	31
Tabla 6-3:	Resumen de las características organolépticas.....	32
Tabla 7-3:	Resumen de las características anatómicas de las cuatro especies en estudio	45
Tabla 8-3:	Características de las cuatro especies estudiadas según el tipo y cantidad de poros en 1 cm ²	45
Tabla 9-3:	Densidad de las cuatro especies estudiadas	46
Tabla 10-3:	Ciclos de ablandamiento de las cuatro especies forestales	46
Tabla 11-3:	Potencial de hidrógeno (pH) de las cuatro especies estudiadas	47
Tabla 12-3:	Número de poros solitarios de las cuatro especies estudiadas (Tukey, p ≤ 0,05%)	47
Tabla 13-3:	Número de poros múltiples de las cuatro especies estudiadas (Tukey, p ≤ 0,05%).	48
Tabla 14-3:	Perímetro de poros solitarios de las cuatro especies estudiadas (Tukey, p ≤ 0,05%)	48
Tabla 15-3:	Perímetro de poros múltiples de las cuatro especies estudiadas (Tukey, p ≤ 0,05%)	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Cortes para el análisis de la madera	10
Figura 1-2:	Ubicación geográfica de recolección de las especies forestales en estudio.....	17
Figura 1-3:	Árbol y fuste de <i>Ficus maxima</i>	23
Figura 2-3:	Árbol y corteza de <i>Hyeronima oblonga</i>	24
Figura 3-3:	Árbol y fuste de <i>Myrcia fallax</i>	25
Figura 4-3:	Árbol y fuste de <i>Nectandra acutifolia</i>	26
Figura 5-3:	Cortes de <i>Ficus maxima</i> - a. Corteza b. Corte transversal c. Corte tangencial d. Corte radial	27
Figura 6-3:	Cortes de <i>Hyeronima Oblonga</i> - a. Corteza b. Corte transversal c. Corte tangencial d. Corte radial.....	28
Figura 7-3:	Cortes de <i>Myrcia fallax</i> - a. Corteza b. Corte transversal c. Corte radial d. Corte tangencial	30
Figura 8-3:	Cortes de <i>Nectandra acutifolia</i> - a. Corteza b. Corte tangencial c. Corte transversal d. Corte radial.....	31
Figura 9-3:	Corte transversal <i>Ficus maxima</i>	33
Figura 10-3:	Corte tangencial <i>Ficus maxima</i>	34
Figura 11-3:	Corte Radial <i>Ficus maxima</i>	35
Figura 12-3:	Corte transversal <i>Hyeronima oblonga</i>	36
Figura 13-3:	Corte tangencial <i>Hyeronima oblonga</i>	37
Figura 14-3:	Corte radial <i>Hyeronima oblonga</i>	38
Figura 15-3:	Corte transversal <i>Myrcia fallax</i>	39
Figura 16-3:	Corte tangencial <i>Myrcia fallax</i>	40
Figura 17-3:	Corte radial <i>Myrcia fallax</i>	41
Figura 18-3:	Corte transversal <i>Nectandra acutifolia</i>	42
Figura 19-3:	Corte tangencial <i>Nectandra acutifolia</i>	43
Figura 20-3:	Corte radial <i>Nectandra acutifolia</i>	44

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CORTES DE LA MADERA EN EL ASERRADERO
- ANEXO B:** IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DENDROLÓGICAS, REALIZADA EN EL HERBARIO DE LA ESPOCH
- ANEXO C:** ABLANDAMIENTO DE LAS MUESTRAS EN LA AUTOCLAVE
- ANEXO D:** CORTES DE LAS MUESTRAS EN EL MICRÓTOMO
- ANEXO E:** LÁMINAS DE LAS SECCIONES DE LA MADERA
- ANEXO F:** TINTES UTILIZADOS
- ANEXO G:** TINTURADO DE LAS LÁMINAS DE MADERA
- ANEXO H:** PLACAS CON LAS MUESTRAS TINTURADAS Y ETIQUETADAS
- ANEXO I:** OBSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS HISTOLÓGICAS
- ANEXO J:** CORTE TRANSVERSAL DE NECTANDRA ACUTIFOLIA (CANELO), CON EL LENTE 4X
- ANEXO K:** CORTE TRANSVERSAL DE FICUS MAXIMA (MATA PALO), CON EL LENTE 4X
- ANEXO L:** CORTE TRANSVERSAL DE HYERONIMA OBLONGA (MOTILÓN), CON EL LENTE 4X
- ANEXO M:** CORTE TRANSVERSAL DE MYRCIA FALLAX (ARRAYÁN), CON EL LENTE 4X
- ANEXO N:** MEDICIÓN Y PESO DE LOS CUBOS
- ANEXO O:** REGISTRO DEL PH
- ANEXO P:** TABLA DE COLOR DE MUNSELL
- ANEXO Q:** MUESTRAS DE 30 CM PARA LA XILOTECA DE NECTANDRA ACUTIFOLIA, FICUS MAXIMA MILL, HYERONIMA OBLONGA Y MYRCIA FALLAX (IZQUIERDA A DERECHA)
- ANEXO R:** PERÍMETRO DE LOS POROS SOLITARIOS DE NECTANDRA ACUTIFOLIA
- ANEXO S:** PERÍMETRO DE LOS POROS MÚLTIPLES DE NECTANDRA ACUTIFOLIA
- ANEXO T:** PERÍMETRO DE POROS SOLITARIOS DE FICUS MAXIMA MIL
- ANEXO U:** PERÍMETRO DE POROS MÚLTIPLES DE FICUS MAXIMA MIL
- ANEXO V:** PERÍMETRO DE POROS SOLITARIOS DE HYERONIMA OBLONGA
- ANEXO W:** PERÍMETRO DE POROS MÚLTIPLES DE HYERONIMA OBLONGA
- ANEXO X:** PERÍMETRO DE POROS SOLITARIOS DE MYRCIA FALLAX
- ANEXO Y:** PERÍMETRO DE POROS MÚLTIPLES DE MYRCIA FALLAX

ANEXO Z: PERMISO DE INVESTIGACIÓN OTORGADO POR EL MINISTERIO DEL
AMBIENTE

ANEXO AA: CERTIFICADO OTORGADO POR EL HERBARIO DE LA ESPOCH

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue caracterizar dendrológica y anatómicamente cuatro especies forestales, procedentes del cantón Santo Domingo Parroquia Alluriquín sector el Pilatón. Para describir dendrológicamente las cuatro especies se recolectaron muestras aéreas para ser identificadas en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para determinar las características macroscópicas se dimensionaron las muestras a 6 x 12 x 2 cm, en las que se identificó y observó características como el olor, sabor, brillo, veteado, textura, grano. Para las microscópicas se obtuvieron cubos de 2 x 2 cm de arista, estos se sometieron a un proceso de ablandamiento en la autoclave a una temperatura de 121 °C, a una presión de 1,1 atm, con diferente número de ciclos debido a la dureza de la madera de cada especie. En el micrótopo se realizó cortes histológicos de la parte transversal, longitudinal y radial con un espesor de 0,3 micras. Estos se tinturaron con safranina, astra blue y una combinación de safranina/Astra blue (50/50 %). Fue Astra blue en un período de tiempo de diez segundos quien permitió contar la mayor cantidad de poros. La cantidad de poros que se registró en cada especie no presentan diferencias significativas, por lo tanto, cada madera presentó características anatómicas distintas. Las características organolépticas de las especies estudiadas son diferentes, solo tres de las cuatro especies presentaron características similares, la única diferencia es que varían en el color de la albura-duramen, olor, brillo, textura el veteado. Respecto al sabor y grano tres especies presentaron características iguales, solo *Myrcia fallax* presentó un sabor dulce.

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

Firmado digitalmente
por LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS
Nombre de
reconocimiento (DN):
c=EC, l=RIOSAMBA,
serialNumber=0602756
274, cn=LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS
Fecha: 2021.10.27
08:57:58 -05'00'

LUIS
ALBERTO
CAMINOS
VARGAS



1986-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The objective of this research was to characterize dendrologically and anatomically four forest species from Santo Domingo canton, Alluriquín parish, in the Pilatón sector. To describe dendrologically the four species, aerial samples were collected to be identified in the Herbarium of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. To determine the macroscopic characteristics, the samples were sized at 6 x 12 x 2 cm, in which characteristics such as odor, flavor, brightness, veining, texture, and grain were identified and observed. For the microscopic samples, 2 x 2 cm cubes were obtained, these were subjected to a softening process in the autoclave at a temperature of 121 °C, at a pressure of 1.1 atm, with a different number of cycles due to the hardness of the wood of each species. Histological sections of the transverse, longitudinal and radial part were made in the microtome with a thickness of 0.3 microns. These were stained with safranin, astra blue and a combination of safranin/Astra blue (50/50%). It was Astra blue over a time period of ten seconds that allowed the highest number of pores to be counted. The number of pores recorded in each specie did not show significant differences, therefore, each wood presented different anatomical characteristics. The organoleptic characteristics of the studied species, are different, only three of the four presented species have similar characteristics, the only difference is that they vary in color of the sapwood-heartwood, odor, brightness, texture and grain. Regarding the flavor and grain, three species presented the same characteristics, only *Myrcia fallax* presented a sweet flavor.

Key words: <FOREST SPECIES>, <ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS>, <ANATOMIC CHARACTERISTICS>, <TINCTION>.



INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales son uno de los ecosistemas nativos más diversos del planeta, estos proporcionan diversos bienes y servicios, tales como: madera, energía, fibra, captura de carbono, regulación de los recursos hídricos entre otras funciones (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, 2018. p. 36). Sin embargo, en los últimos años los seres humanos han destruido en su mayoría gran parte de los bosques para convertir las tierras en suelo productivo para la agricultura o ganadería. Además, de extraer leña, sacar madera en forma excesiva y establecer plantaciones forestales con especies exóticas (PNUD, 2016. p. 6).

Los ecosistemas boscosos tienen altos índices de biodiversidad a nivel de especies maderables que son mal aprovechados. 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 ha cobrado una gran relevancia en instituciones educativas públicas y privadas (Mendoza, 2012. p. 5).

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 para determinar las mejores opciones de comercialización, de acuerdo con sus propiedades y el uso adecuado de la misma (Aisalla, 2019. 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. 83).

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 (Cuasquer, 2017. p. 1).

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)

Identificación del problema

En la industria forestal la falta de abastecimiento de materia prima es uno de los principales problemas dentro de la cadena de producción, esto ocasiona que la comercialización de los productos llegue a ser limitada en ciertos periodos de tiempo y que se aproveche solo cierto tipo de especies. Esto se debe a que la mayoría de las industrias no están integradas directamente a sus fuentes de materia prima, por lo que es necesario buscar nuevas especies que puedan ser utilizadas en su remplazo y que cumplan con las características físicas, químicas y anatómicas requeridas. La madera es un material que se obtiene del tronco y de las ramas de los árboles, por lo que es propensa a sufrir variaciones en las características antes mencionadas sobre todo si se busca su producción a nivel de plantaciones. Por lo que es necesario realizar estudios que proporcionen información más detallada sobre las características taxonómicas, dendrológicas y estructurales de las especies a ser propagadas, de esta forma es posible tener la certeza que las especies tendrán las características deseadas para la industria.

Justificación de la investigación

Ecuador es un país con una gran variedad de especies forestales, y a partir de estas es posible analizar y comparar si existe alguna similitud entre especies, además, determinar si son aptas para ser industrializadas. De esta forma es factible recuperar la cobertura vegetal de especies forestales que estén en peligro de extinción, a partir de la producción de especies que posean características similares y que puedan remplazar a las especies que generalmente se aprovechan de los bosques

nativos del país. De no ser este el caso permite determinar el uso óptimo que se le puede dar a la madera en los distintos niveles de industrialización existentes.

Las investigaciones enfocadas en las características físicas, químicas y anatómicas, incluyendo también las organolépticas y mecánicas de la madera, permitirá substituir el pequeño número de especies nativas comerciales que se han ido introduciendo en el mercado nacional y que en la actualidad se están agotando. De esta forma se garantizará el uso correcto de la madera y se contribuirá al desarrollo forestal del país, ya que las industrias forestales requieren contar con un alto conocimiento en la identificación y características de las especies que vayan a ser aprovechadas. A partir de la presente investigación se generará la información necesaria sobre las características de las especies en estudio y de esta manera darles el valor económico, de conservación o recuperación que cada una requiera.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Caracterizar anatómicamente cuatro especies forestales, procedentes del Cantón Santo Domingo Parroquia Alluriquín sector el Pilatón.

Objetivos Específicos

- Identificar dendrológicamente las cuatro especies forestales procedentes del sector el Pilatón.
- Comparar las características anatómicas de las cuatro especies forestales.

Hipótesis

Hipótesis nula

Ni una sola de las cuatro especies en estudio presenta características anatómicas y organolépticas idóneas para ser utilizadas en la industria de la madera.

Hipótesis alterna

Al menos una de las cuatro especies en estudio presenta características anatómicas y organolépticas idóneas para ser utilizadas en la industria de 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 y PNUMA (2020. p. 12), los bosques se definen como “Una superficie que se expande por más de media hectárea compuestas de árboles cuya altura es superior a los cinco (5) metros y una cobertura de dosel mayor al 10%, o de árboles que posee la capacidad de alcanzar una altura in situ”.

Según Mogrovejo (2017. p. 17), los ecosistemas arbóreos representan para el hombre 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, etc. Los principales beneficios que brinda el bosque para el bienestar del hombre son:

- Proteger la cobertura del suelo de la erosión.
- La fijación y reciclaje de los nutrientes.
- Obtención de oxígeno.
- Fijación de CO₂.
- Regulación y captación hídrica.
- La belleza escénica.

Alrededor del mundo existe aproximadamente 4000 millones de ha de bosque, llegando a ocupar el 30% de la superficie de la tierra. 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. Esto causa una pérdida económica a las personas pobres que viven en las zonas lejanas, ya que estos dependen de los servicios que el bosque les llega a brindar para su sobrevivencia. 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 (Mogrovejo, 2017. p. 17).

1.1.1. Especies forestales maderables

Todos los productos maderables son aprovechados directamente de los bosques para la industria, estos deben cumplir con los requerimientos necesarios para su transformación. La importancia de los productos forestales madereros que provienen de un bosque nativo y de plantaciones es el aporte al desarrollo socioeconómico de la población, ya que cuenta con una gran diversidad que permite un buen abastecimiento a la industria nacional aplicando cada una de las normas de Aprovechamiento de la madera (MINAGRI, 2015. párr. 1).

La variación de los productos maderables por tipo de bosque que son utilizados para la industria es la madera aserrada, tableros y papel. En el caso de las pequeñas y medianas industrias el abastecimiento de madera llegó a ser de baja calidad causada por los defectos e indecisiones en cada una de las dimensiones. Consecuencia de esto el desperdicio de la materia prima se incrementa y por ende suben los costos a más de obtener una baja calidad en los productos elaborados. El nivel de participación y características del mercado en la pequeña industria muestra la vulnerabilidad e inestabilidad que tiene el mercado ecuatoriano en los productos maderables (Proaño, 2005. p. 22).

1.1.2. Especies 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 PFNM son utilizados para la subsistencia y llegan a formar parte de pequeñas empresas familiares.

Tomando en cuenta la importancia real y potencial, la mayoría de las instituciones nacionales no realizan un buen monitoreo habitual de estos recursos, al igual que la evaluación de la contribución económica que estos pueden aportar, en discrepancia con los productos como la madera y cultivos (FAO, 2001. párr. 3).

1.2. Herbario

El herbario es una herramienta primordial importante para la taxonomía vegetal, entre otras razones porque proveen el material comparativo que es imprescindible para descubrir o corroborar la identidad de una especie, o determinar si la misma es nueva para la ciencia (Moreno, 2007. p. 417).

1.2.1. Identificación de especies forestales

La identificación botánica es realizada en un herbario, el cual está formado por un archivo o banco perenne de datos e información que está relacionada con los especímenes vegetales que son objeto de estudio. Contienen datos sobre la taxonomía, distribución, abundancia, usos, aplicaciones, etc. A partir de esta información se desarrollan trabajos de investigación en diferentes campos como: bioquímicos, sistemáticos, genecológicos, palinológicos, etnobiológicos, entomológicos, paleontológicos, morfológicos, fitogeográficos, etc. En términos generales llegan a ser la base para la investigación, el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales (López y Rosas, 2002. p. 12).

El procedimiento para identificar las especies forestales se describe a continuación:

1.2.1.1. Colecta de plantas

Se debe recolectar muestras de calidad (fértil) es decir, que en la misma rama incluya la disposición de hojas, flores y frutos. También, se debe tener la información del lugar en el que se recolecto y las características de la planta (Caranqui, 2011. p. 3).

1.2.1.2. Secado

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

1.2.1.3. Identificación

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

1.2.1.4. Montaje y Etiquetado

Para una adecuada conservación del material, y una vez que está completamente seco, debe ser pegado en cartulinas de 29x41 cm y cosido. Ya determinado el material, la etiqueta definitiva, suele ir pegada en la esquina inferior derecha de la cartulina, y un sobre en el lado superior izquierdo para guardar semillas y frutos, por último, el ejemplar se sujeta en el centro de la cartulina (SENASICA, 2019. p. 6).

1.2.1.5. Clasificación (Archivo colección)

Una vez concluido el montaje se crea un pre-archivo de los especímenes por familias, que luego son colocados en casilleros por género y especie según sea el caso (SENASICA, 2019. p. 6).

1.3. Madera

La madera es un material biológico de origen vegetal. Que forma parte del tronco de los árboles, su función es transportar agua y sustancias nutritivas del suelo hacia las hojas. Brinda soporte a las ramas que forman la copa y fija las sustancias de reserva almacenando los productos transformados en las hojas. Así todas estas funciones determinan la estructura de la madera dada por su porosidad, la resistencia en relación con su peso y todas estas propiedades la hacen totalmente diferente a otros materiales de construcción (Pozzer y Guzowski, 2011. p. 7).

1.3.1. 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 correcto.
- Determinar especies.
- Prever usos adecuados.
- Pronosticar el procedimiento del leño en procesos industriales.
- Evaluar la aptitud tecnológica de la madera.

Además, Giménez et al. (2005. p. 2) indican que la anatomía de la madera da soporte a otras ramas de las ciencias forestales como son: tecnología de la madera, silvicultura, dendrocronología o dasometría. Es un material heterogéneo y anisotrópico, que tiene propiedades muy diferentes de acuerdo con la dirección considerada de su estructura. Por lo tanto, el estudio de su anatomía es muy importante en la tecnología y en la industria, las principales características de la madera son:

- No es un material sólido, es un material poroso y celular.
- Está compuesto por más de un tipo de células, por lo que su constitución es heterogénea. Y la mayor proporción de elementos celulares es de forma alargada en su eje longitudinal paralelo al eje del fuste.
- Las paredes celulares están fundamentalmente constituidas de celulosa, que forman largas cadenas moleculares.
- Está compuesta también de lignina y hemicelulosas, éstas se encuentran entre las cadenas de celulosa donde además puede haber agua.
- Tanto el lumen de las células y la pared celular pueden contener diferentes materiales.

1.3.1.1. Características anatómicas de la madera

Las características anatómicas revelan a partir de la estructura interna el nivel de orden, familia, género y especie. De la misma forma es posible conocer el comportamiento de secado, preservado y otros. La proporción de los elementos xilemáticos influyen en las propiedades físicas y mecánicas. Es por esto que las maderas que poseen mayor cantidad de fibras son de alta densidad y resistencia mecánica, contrario a las maderas que tienen mayor proporción de parénquima y vasos amplios que poseen baja densidad y resistencia mecánica (Monge y Suasnabar, 2019. p. 14).

Parénquima

Es un tejido constituido por células cuya forma es parecida a la de un ladrillo o isodiamétricas, que presenta puntuaciones simples. En el leño pueden estar originadas por las iniciales fusiformes del cambium, con posteriores divisiones transversales de las células hijas. Además, se pueden conformar por las iniciales de los radios. Según la norma INEN (2013, pp. 10-11), la clasificación del parénquima es la siguiente.

- **Parénquima apotraqueal.** Un parénquima axil, que es típicamente independiente de los poros o vasos. Se conforma de los siguientes tipos: terminal, difuso y apotraqueal en bandas.
- **Parénquima difuso.** Son series parenquimatosas apotraqueales solitarias, o células irregularmente distribuidas entre 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 hacen 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 rodea completamente un vaso, es de ancho variable y de control circular o ligeramente ovalado.
 - **Parénquima aliforme.** Es el parénquima paratraqueal con extensiones laterales que se asemejan a unas alas. Según se puede observar en la sección transversal de un corte.
 - **Parénquima confluyente.** Es el parénquima aliforme coalescente, que llega a formar bandas irregulares tangenciales o diagonales. Según se observa en una sección transversal.
- **Parénquima reticular.** Es un término descriptivo para el diseño que es parecido a una red, que se forman en la sección transversal los radios y las bandas regularmente espaciadas del parénquima axil. Cuando éstas y los radios son aproximadamente del mismo ancho y cuando el espacio entre unas y otras es casi igual.

Poros

Son los elementos que conducen agua al tronco. Y se representan como un agujero en la sección transversal y de ahí su nombre. La porosidad es la distribución de los vasos en el anillo de

crecimiento. Se tiene en cuenta la distribución espacial y el diámetro de estos. Esto se llega a observar en el corte transversal (Maris et al., 2015. p. 10).

Radios

Es un agregado de células en forma de una cinta y se origina en el cambium, se llega a extender en dirección radial a través del xilema y floema. Está constituido por células parenquimáticas, es por este motivo que los radios son puntos o líneas débiles de madera por lo que durante el secado se producen las grietas y generalmente es a través de los radios (Gatica, 2010. p. 9).

1.3.1.2. Cortes anatómicos de la madera

Las células que están compuestas por madera están dispuestas y organizadas en diferentes direcciones, lo que llega a cambiar su aspecto y en algunos casos ayuda a mejorar su observación. En cualquier investigación, estudio o trabajo con madera debe considerarse las siguientes direcciones o planos de corte (Vásquez y Ramírez, 2011. p. 8):

- **Plano transversal o como plano "X"**. Es aquel 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.
- **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.

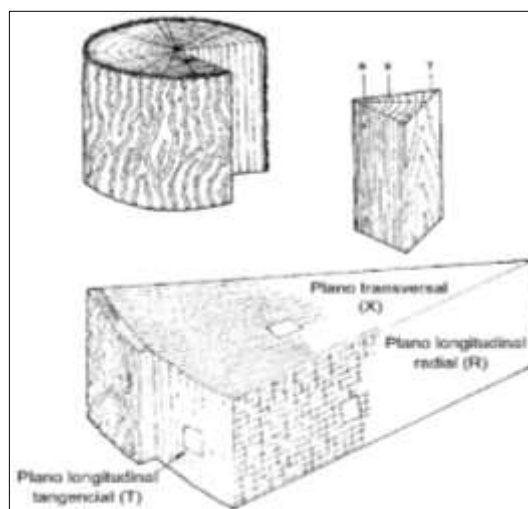


Figura 1-1. Cortes para el análisis de la madera

Fuente: Vásquez y Ramírez, 2011

1.3.1.3. Tinciones para el estudio de la madera

Es un método sencillo que logra incrementar el contraste entre la célula y su entorno y así lograr mejorar la imagen observada. Hay técnicas de tinción con diversos colorantes que facilitan observar las estructuras de la madera al aumentar notablemente su contraste (Vázquez et al., 2010. p. 15).

Una tinción es una técnica auxiliar que es utilizada para tener una mejor resolución de la imagen vista al microscopio. Los colorantes son sustancias que comúnmente se utilizan para aumentar la definición y examinar poblaciones celulares (Rascón, 2014. párr. 32).

Astra blue

Este colorante tiñe las estructuras de la celulosa o no lignificadas de color azul, como es el caso de la celulosa en los tejidos de las plantas que contienen polisacáridos y oligosacáridos (Feijoo, Ramón, y Pucha, 2019. p. 21).

Safranina

La Safranina es utilizada para teñir las estructuras de las células lignificadas de color rojo. La palabra Safranina proviene de la palabra «azafrán» por su color similar a dicha planta (Feijoo et al., 2019. p. 21)

1.3.2. Densidad de la madera

La densidad de la madera está descrita como la característica física más importante de la madera, y dentro de los criterios más usados para determinar su calidad. Existen estudios que indican la presencia de variación de la densidad de la madera a diferentes niveles de altura y en diámetro.

La densidad de la madera está determinada por la relación entre masa y volumen, en iguales condiciones de humedad (Campos, 2006. p. 11).

$$d = m/v$$

Donde:

d = densidad (gr/cm³)

m = masa (gr)

v = volumen (cm³)

1.3.3. Propiedades Organolépticas de la madera

1.3.3.1. Color

Se debe esencialmente a los extractivos y puede deberse también a los componentes de la pared celular. El color varía entre las diferentes clases de madera y también dentro de una especie, a menudo en la misma sección de madera. Debemos tener presente que para algún propósito de identificación el color de la madera se refiere al duramen, que es la parte interna y a menudo más oscura y consistente de células completamente muertas. La parte más externa prácticamente de color más claro son células parenquimatosas vivas y es llamada albura, rara vez se puede distinguir, por eso su valor en la identificación no es relevante. Cuando se observa alguna coloración puede ser de matices grisáceos o pálidos de blanco-amarillento, rosáceo o rojo (Mendoza, 2008. p. 5).

Hay dos razones básicas por las que existen 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 manera más abundante en el duramen. La otra razón por la que cambia el color de la madera, es porque varía el espesor de las paredes celulares en sus diferentes tipos de células (Vásquez y Ramírez, 2011. p. 9).

1.3.3.2. Olor

Son producidos por exudaciones de ciertas sustancias químicas tales como gomas, resinas y aceites. Estas sustancias están infiltradas en la madera, al volatilizarse emanan olores característicos. Son de ayuda para la identificación de la especie sólo si se llega a considerar la porción del duramen (Gonzales, 2008. p. 16).

1.3.3.3. Sabor

Dependen mucho de la presencia de sustancias volátiles que se localizan en mayores concentraciones en el duramen. Llegan a disminuir en la superficie de la madera y pueden realizarse raspando, cortando o humedeciendo un poco la pieza. Se distinguen como: característico, picante, desagradable, no distintivo o ausente (CAM, 2009. p. 8).

1.3.3.4. Grano

Está orientado a los elementos longitudinales de la madera con respecto al eje longitudinal del tronco. Es importante 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 observar mediante la disposición que tienen los elementos xilemáticos longitudinales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.). Refiriéndose al eje longitudinal del tronco, en su sección radial o tangencial (Gonzales, 2008. pp. 19-22).

- **Grano recto.** Es cuando la dirección de los elementos leñosos forman ángulos rectos con respecto al eje del árbol.
- **Grano oblicuo o inclinado.** Es producido cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos agudos con respecto al eje del árbol.
- **Grano entrecruzado.** Cuando la dirección de los elementos leñosos están en dirección alterna u opuesta, forjando a que la separación de la madera sea difícil.
- **Grano ondulado.** Cuando la dirección en la que se encuentran los elementos leñosos es ondeada u ondulada.

1.3.3.5. Brillo o Lustre

Es una característica típica de algunos grupos de maderas, que es producida por el reflejo de la luz. Esta característica depende en parte del ángulo de incidencia de la luz y del tipo de células expuesto en dicha superficie (CAM, 2009. p. 9).

1.3.3.6. Textura

Esta característica depende del tamaño de los elementos del leño y de cómo se encuentran distribuidos los mismos. Se relaciona con la cantidad de "sustancia madera" presente, ya que depende del 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.

1.3.3.7. Veteado

Diseño o dibujo producido por los elementos constitutivos del leño en las superficies longitudinales pulidas. Tortorelli (1956: citado en Moglia et al., 2014. p. 25) clasifica al veteado de acuerdo con la intensidad en liso, suave o intenso. Los elementos cuyo tamaño y disposición tienen mayor importancia en la determinación de los veteados son los vasos y el parénquima longitudinal y radial, los cuales se describen a continuación (Moglia et al., 2014. p. 25).

- **Veteado en arcos superpuestos.** Este tipo de veteado se puede encontrar en especies con porosidad circular y semicircular.
- **Veteado jaspeado.** Se lo determina por la presencia de radios leñosos grandes (multiseriados) y abundantes. Se observa al momento de un corte longitudinal radial y aparecen como manchas o pequeñas bandas que le otorgan un brillo muy atrayente.
- **Veteado espigado.** La causa principal de este tipo de veteado es el grano entrecruzado. En las superficies radiales se observan franjas paralelas de distinto brillo. Y dentro de cada franja los elementos leñosos se disponen oblicuamente con respecto al eje vertical y paralelo entre sí, integrando ángulos con los elementos de los anillos contiguos.
- **Veteado ondeado.** Se forma a partir del grano cespado radial. Se observa cómo ondulaciones transversales paralelas, rectas o algo arqueadas. Tiene gran influencia el brillo natural de la madera. Este tipo de veteado se observa en corte longitudinal radial.

1.4. Industria de la madera

La industria maderera en el sector industrial se ocupa del procesamiento de la madera desde su plantación hasta su transformación en productos de uso práctico. En el proceso se incluye la extracción, corte, almacenamiento, tratamiento bioquímico y moldeo de la materia prima. Cuando se obtiene el producto final de este proceso, esta se utiliza para la fabricación de mobiliario, materiales de construcción y a la obtención de celulosa para la fabricación de papel, entre otros productos originarios de la madera (Costa y Magnusson, 2002. p. 815).

La industria maderera llegó a ser una de las más importantes a nivel mundial dentro del ámbito del aprovechamiento de los recursos naturales no renovables. En algunos países se extraen árboles para diversos fines, que se centran en la transformación de la madera para la elaboración y producción de tableros macizos y tableros manufacturados en aserraderos y lugares afines. Los tableros manufacturados están compuestos por elementos de la madera en varios tamaños denominados astillas, desde chapas hasta fibras. Estos son unidos por medio de adherentes

químicos o por enlaces químicos naturales (celulosa, lignina). El otro uso industrial importante de la madera es la fabricación de papel y cartón (Demers y Teschke, 2015. p. 2).

La composición de la industria de productos forestales en clúster ha llegado a ser una herramienta poderosa para la unificación de las empresas. El clúster está constituido por el agrupamiento de empresas fuertemente interrelacionadas en un espacio geográfico concreto y que desarrollan cada una de sus actividades de forma principal o complementaria, en torno a la materia prima o producto que se esté produciendo. Es así como el clúster forestal engloba tanto actividades 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 comercialización, actividades de suministros complementarios, bienes de equipamiento y servicios de apoyo (Área, 2019. párr. 3).

El aporte que brinda la industria maderera en el Ecuador al desarrollo del país es incuestionable, su importancia radica en que se crean fuentes de trabajo, producción de bienes y servicios, y se genera riqueza. Todos estos aspectos fueron la clave del convivir nacional, por eso debemos prestar especial atención a todos los problemas que pueden estar afectando su desarrollo y que impidan potencializar la competitividad de las empresas de este importante sector productivo que hay en el País. De esta manera afrontar adecuadamente las exigencias del mercado nacional e internacional (EXPOECUADOR, 2007. p. 10).

La Industria ecuatoriana se ha preocupado de generar su propio patrimonio forestal mediante la elaboración de tableros, extrayendo la madera de bosques nativos y plantaciones. De esta forma se ha podido incluir dependencias forestales, ambientales y de carácter social que ha permitido ayudar a las comunidades que están directamente relacionadas con esta actividad. En el país la clasificación de la industria de la madera se basa en sus características y fines. El criterio que más se ha usado para esta clasificación es el grado de transformación de la madera, generando dos categorías: industria primaria e industria secundaria. El sector industrial de tableros inicia en el Ecuador, con su primera categoría en la década de los sesenta y está conformado por (COMAFORS, 2019. párr. 2-4):

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

La composición del tablero contrachapado es por chapas de madera que son extraídas de las trozas por corte rotativo en tornos. Las empresas que fabrican este tipo de tablero son: Plywood, Endesa,

Botrosa, Codesa y Arboriente S.A. Los tableros aglomerados son planchas que están hechas con una mezcla que contienen partículas de madera que son prensadas en condiciones de presión y temperatura controladas. Las empresas fabricantes son: Acosa y Novopan (COMAFORS, 2019. párr. 5).

Por otra parte, los tableros MDF son fabricados con una mezcla de fibras de madera (generalmente de pino). Y en Ecuador, ACOSA es la única empresa que elabora este tipo de tableros. Las empresas que están dedicadas a la fabricación de tableros en Ecuador logran generar plazas de trabajo y de esa manera impulsan el avance de la industria de la madera en el país. El balance en el desarrollo de la industria forestal y de madera en Ecuador ha tenido un progreso desigual, porque la industria de tableros contrachapados ha alcanzado altos niveles tecnológicos y se ha considerado como un referente en América Latina (COMAFORS, 2019. párr. 7-8).

1.4.1. Usos de la Madera

El uso en la madera se remonta a tiempos inmemoriales, donde la madera fue uno de los primeros materiales que el hombre llegó a utilizar para hacer su vida más llevadera en la tierra. Aprovechando este material para crear su vivienda, herramientas de trabajo y armas para la caza.

Quizá uno de los usos más importantes que se le da a la madera o por lo menos llega a ser de gran impacto en la sociedad es la construcción. Ya que tiene muchas ventajas, siendo la principal característica el que requiere de menos inversión en relación con el uso del ladrillo o el concreto. Además, este material les permite principalmente a las viviendas catalizar la temperatura y, por tanto, en el interior esta llega a ser más agradable. También son más seguras en caso de que llegue haber fuertes sismos, porque la madera tiene una flexibilidad que minimiza las probabilidades de que cedan las estructuras (Murciadiario, 2018. párr. 2).

Según Gonzales (2020. párr. 12-13), todos los usos y utilidades que se le da a la madera son muy variados. Lo que sí se sabe con seguridad es que es uno de los materiales naturales más utilizados del mundo. Los beneficios y usos principales de la madera pueden diferenciarse en:

- **Construcción de hogares:** tirantes, ventajas, vigas, puertas, muebles, etc.
- **Fabricar muebles:** roperos, mesas, sillas, cómodas, etc.
- **Entretenimiento y ocio:** juegos infantiles hechos de madera, etc.
- **Biocombustible:** mediante su uso se puede generar biocombustible.
- **Generación de otros productos:** como el papel, cartón, celulosa, etc.
- **Calefacción:** es el que potencia las tradicionales 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 René Segovia ubicada en el sector de Pilatón, parroquia Alluriquín (Figura 1-2).

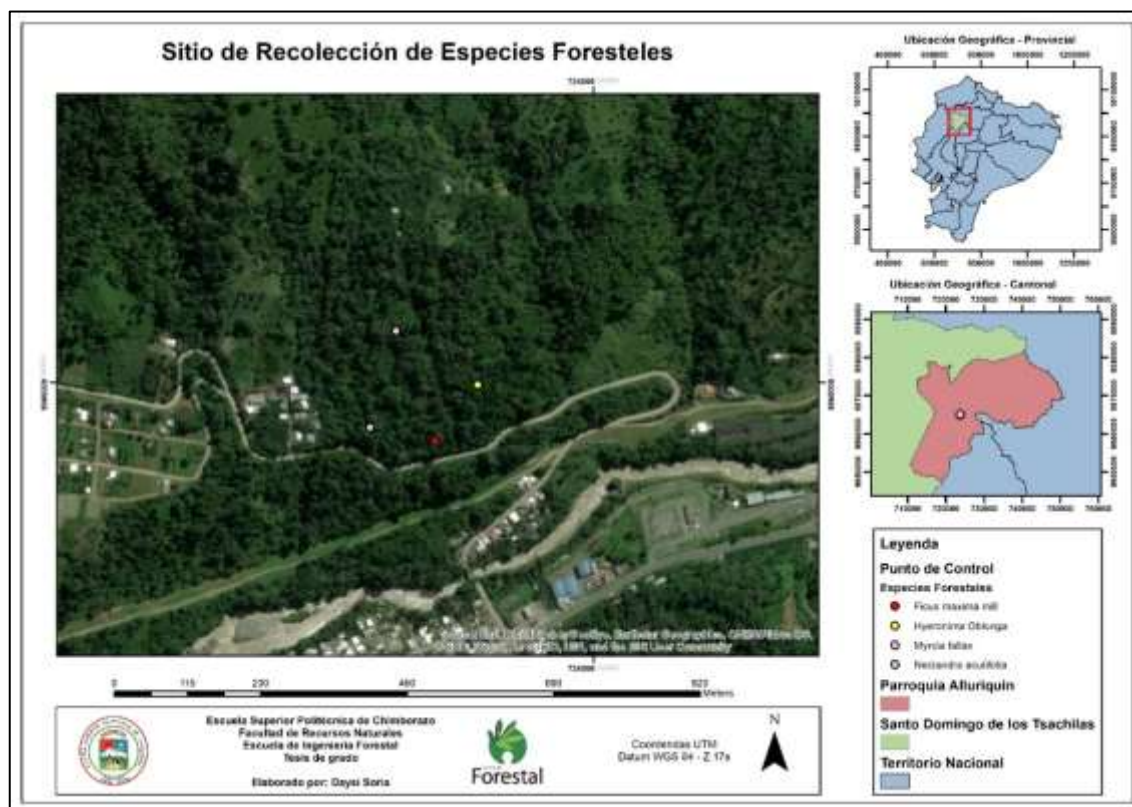


Figura 1-2. Ubicación geográfica de recolección de las especies forestales en estudio

Realizado por: Soria, Dayis, 2021

2.1.2. Condiciones climáticas

- **Temperatura:** media es de 23°C.
- **Precipitación:** promedio es de 2594 mm.
- **Altitud:** de 739 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 pie montano (MAE, 2015. p. 7).

2.2. Recolección del material vegetativo

Las muestras botánicas se obtuvieron en el bosque pie montano ubicado en el cantón Santo Domingo parroquia Alluriquín sector el Pilatón.

2.3. Identificación del material vegetativo

La identificación del material vegetativo se realizó en el herbario (CHEP) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

2.4. Materiales y equipos

2.4.1. Materiales de campo

Cámara fotográfica del celular Huawei mate 9 lite, cinta métrica, cuerdas, GPS Garmin - GPSMAP 64s, lápiz, libreta de campo, motosierra Stihl Ms-382, prensa de madera, papel periódico, tijera.

2.4.2. Materiales de oficina

ArcGis 10.3, Computadora, cartón, cartulinas formato A3, goma, hojas de papel bond, InfoStat, impresora Ricoh Mpc-300, Motic Imagen plus 2.0, papel secante y Windows 7.

2.4.3. Materiales de laboratorio

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

2.5. Métodos y técnicas

2.5.1. Delimitación de área de estudio

Se delimitó el área de estudio en el bosque nativo ubicado en la propiedad del señor René Segovia. Dentro de este se identificó las especies forestales, tres diferentes muestras por cada una de estas. Las especies que se eligieron para esta investigación fueron: Matapalo, Motilón, Arrayán de monte y Canelo. Para esto se usó un GPS con el cual se registró las coordenadas correspondientes y la altitud de cada uno de los ejemplares a ser estudiados.

2.5.2. Permiso de investigación

Se obtuvo el permiso de recolección de especímenes de especies de la diversidad biológica, otorgado por el Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador, en la plataforma SUIA.

2.5.3. Recolección de muestras de especies forestales

Una vez seleccionada las especies se procedió con la recolección botánica de las cuatro especies en estudio, las mismas que se encontraban en estado fértil. Además, se recolectó una muestra de madera para el estudio anatómico y organoléptico. Cada muestra fue etiquetada con su respectivo nombre común y colocadas individualmente en una hoja de papel periódico que se dobló por la mitad, este papel fue cambiado cada dos días para evitar pudriciones de las muestras.

Para transportar las muestras se colocaron en una prensa de madera para que no se doblen y tengan un mejor secado.

2.5.3.1. Identificación de las muestras dendrológicas

Las muestras botánicas una vez que han perdido toda su humedad fueron llevadas al herbario de la ESPOCH (CHEP) para ser comparadas e identificadas (ANEXO B), con los especímenes que se encuentran en la colección del herbario. Posterior a la identificación taxonómica, cada muestra fue ingresada a la colección del herbario con su respectiva etiqueta y numeración.

2.5.3.2. Dimensiones de la madera para los diferentes análisis

En el caso de las características anatómicas se cortaron cubos de 2x2x2 cm, para una mejor manipulación en el micrótopo. De las cuatro 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 obtuvo una muestra parecida a una escalera, con la cual se observó la madera de cada una de las especies.

Las muestras de madera se obtuvieron a partir de las normas establecidas por COPANT 458. Se cortó 3 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).

2.5.4. Análisis de las características anatómicas

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

2.5.4.1. Ablandamiento

Se eligieron cinco cubos de madera (2x2x2 cm) de cada una de las cuatro especies y se colocó en una balanza analítica para pesarlos, posterior a eso los cubos fueron introducidos en frascos de vidrio y se les añadió agua destilada hasta cubrirlos por completo. Se tapó los frascos con papel aluminio y se etiquetó cada muestra, una vez listas las cuatro muestras fueron puestas en la autoclave (ANEXO C), a una presión de 1,1 atm y a una temperatura de 121°C por ciclo.

2.5.4.2. Corte de los cubos

Luego que se obtuvo el ablandamiento de las cuatro especies, se dejaron enfriar las muestras y se realizaron los cortes necesarios de las secciones: radial, tangencial y longitudinal en el micrótopo 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 una caja Petri debidamente etiquetadas y con agua destilada para evitar la deshidratación.

2.5.4.3. Tinturado de láminas

Para la tinción se utilizaron tres cajas Petri, en la primera se colocó safranina, en la segunda Astra blue 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 las tinciones en tres tiempos diferentes de 10, 20 y 30 segundos (ANEXO G).

Pasado los tiempos antes mencionados las muestras con safranina se las sumergió en agua destilada para quitar excesos del tinte, las muestras que contienen Astra blue se las sumergieron en alcohol etílico al 70%. Luego se las colocó en papel absorbente para retirar el exceso de humedad, este proceso se realizó con cada muestra y cada una de sus repeticiones.

2.5.4.4. 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 y se etiquetó cada placa con su código respectivo (especie, tiempo, lente, corte, tinte). Por cada corte (radial, tangencial, longitudinal) se obtuvieron tres placas tinturadas es decir 9 placas por cada repetición. Como se realizaron 3 repeticiones, se obtuvo un total de 27 placas por cada especie.

Las placas fueron colocadas en el microscopio con los lentes 10x y 4x (ANEXO I). Se observó cada una de las estructuras anatómicas como: poros, parénquimas, radios, entre otras. De cada uno se tomaron varias fotografías de los cortes: tangencial, radial y longitudinal con la cámara que viene incluida en el cabezal del microscopio. Este procedimiento se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH.

2.5.4.5. Estructuras Anatómicas

Para observar las placas se utilizó el programa Motic Images plus 2.0, 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 la lente de 4x. Para eso se trabajó con tres fotografías por cada repetición en el corte transversal y se capturó una imagen.

El conteo de los poros solitarios, múltiples y triples se realizaron manualmente con las fotografías seleccionadas. Por último, se elaboró una tabla resumen en el software Excel para el análisis estadístico en InfoStat.

2.5.5. Cálculo de la densidad

Se pesó el cubo de arista de 2 x 2 x 2 cm en una balanza digital, de cada una de las cuatro especies. Con la ayuda de un pie de rey se midieron los tres lados del cubo (L x A x E). Y con estos datos se utilizó la fórmula de la densidad.

2.5.6. Determinación del potencial de Hidrógeno (pH)

Se utilizó el aserrín fino de la madera de cada especie, en una balanza digital se pesó 25 gr de este aserrín y se los colocó en vasos de plástico esterilizados. A continuación, se colocó agua destilada con un volumen desconocido hasta formar una mezcla homogénea y se dejó reposar por una hora. Transcurrido este tiempo se tomó la medición con un pH metro, en la que se obtuvo la medida exacta del valor de cada una de las cuatro especies.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Identificación dendrológica de las especies forestales

3.1.1. Taxonomía

En la tabla 1-3 se detalla la taxonomía de las cuatro especies en estudio que fueron identificadas en el herbario institucional, cada una de las muestras pertenece a géneros y familias diferentes.

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

Familia	Género	Especie	Nombre común
Moraceae	Ficus	<i>Ficus maxima</i> Mill.	Matapalo
Phyllanthaceae	Hyeronima	<i>Hyeronima oblonga</i> Mull. Arg.	Motilón
Myrtaceae	Myrcia	<i>Myrcia fallax</i> Rich. DC.	Arrayán
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra acutifolia</i> Ruíz & Pav. Mez	Canelo

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

3.1.2. Descripción botánica

3.1.2.1. *Ficus maxima* (Matapalo)

A continuación, se detalla las características botánicas del matapalo (Figura 1-3).



Figura 1-3. Árbol y fuste de *Ficus maxima*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

- **Árbol.** Alcanza una altura de 8 a 30 m, y 75 cm de diámetro.
- **Fuste.** Pequeño, contrafuertes bien definidos.
- **Copa.** Densa y ligeramente abierta, en forma de sombrilla.
- **Corteza.** Lisa, de color gris oscura; exudado blanco que se torna amarillo a medida que se exhibe al ambiente.
- **Hojas.** Simples y alternas, forma ovalada, son un poco duras y gruesas, con la punta redondeada y de color verde brillante por encima y más claras por debajo.
- **Flores.** cada árbol tiene flores femeninas y masculinas, las femeninas son de color verdes y forman grupos en la base de la hoja.
- **Fruto.** anaranjado al madurar, sabor medio ácido, mide alrededor de 2 cm de diámetro, sus semillas son muy pequeñas.

3.1.2.2. *Hyeronima oblonga* (Motilón)

A continuación, se detalla las características botánicas del motilón (Figura 2-3).



Figura 2-3. Árbol y corteza de *Hyeronima oblonga*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

- **Árbol.** Entre 10 a 20 m de altura y de 5 a 30 cm de diámetro.
- **Fuste.** Casi cilíndrico, angosto en la parte baja y ancho en la parte alta, bastante liso y brillante.
- **Copa.** Regular y con su follaje disperso.
- **Corteza.** Fisurada, en el exterior un color café rojizo, dónde la albura es más clara que el duramen.
- **Hojas.** Simples y alternas, obovadas a oblongas, con un ápice acuminado, bordes enteros y base redondeada. Son de color verde en el haz y blancas o gris por el envés.

- **Flores.** Inflorescencias en panículas ramificadas y axilares, flores amarillentas.
- **Fruto.** considerado una baya de hasta 2cm de longitud, crecen como uvas y de color morado.

3.1.2.3. *Myrcia fallax* (Arrayán)

A continuación, se detalla las características botánicas del arrayán (Figura 3-3).



Figura 3-3. Árbol y fuste de *Myrcia fallax*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

- **Árbol.** Hasta los 20 m de altura y hasta 30 cm de diámetro.
- **Copa.** Redondeada.
- **Corteza.** Color marrón o grisácea, lisa a algo fisurada o escamosa.
- **Hojas.** Simples, opuestas, ápice apiculado, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés.
- **Flores.** Inflorescencia en panícula axilar, flores pequeñas de color blanco.
- **Fruto.** Baya ovada u oblongo-elipsoide, amarillo y al madurar de un color negruzco.

3.1.2.4. *Nectandra acutifolia* (Canelo)

A continuación, se detalla las características botánicas del canelo (Figura 4-3).



Figura 4-3. Árbol y fuste de *Nectandra acutifolia*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

- **Árbol.** Pequeño de 3-25 m de altura, un DAP hasta los 100 cm.
- **Fuste.** Recto cilíndrico.
- **Copa.** Piramidal.
- **Corteza.** Es lisa y gruesa, de color parduzco en los árboles jóvenes y gris ceniciento en los más viejos, su corteza interna es de color crema amarillento.
- **Hojas.** simples, alternas, elípticas, haz verde oscuro y brillante.
- **Flores.** Inflorescencias blancas, pequeñas y agrupadas bastante visibles.
- **Fruto.** Bayas ovaladas de color claro con pintas negras o negruzcas, en grupos de hasta 8 sobre un pedúnculo y su disposición es estrellada.

3.2. Características organolépticas de la madera

3.2.1. *Ficus maxima* (Matapalo)

En la tabla 2-3 se detallan las características organolépticas de *Ficus máxima*.

Tabla 2-3: Características organolépticas de *Ficus maxima*

Características	Propiedades
Corteza	Lisa, gris oscura
Olor	Ausente
Sabor	Ausente

Veteado	Arcos superpuestos
Grano	Recto
Textura	Media a gruesa
Albura	7.5 YR 8/1 amarillo pálido
Duramen	7.5 YR 8/2 amarillo rosado
Brillo	Medio

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

En la figura 5-3 se muestra la corteza y los cortes realizados a *Ficus máxima*.



Figura 5-3. Cortes de *Ficus maxima* - a. Corteza b. Corte transversal c. Corte tangencial d. Corte radial

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Ficus maxima presentó un grano recto, de acuerdo con Pantaleón (2015. párr. 14) esta característica facilita las labores de carpintería. La textura de esta especie se encuentra entre media y gruesa, mientras que el veteado es de arcos superpuestos. Características que hacen referencia a la apariencia visual de la madera y a la dirección en la que se va a realizar el corte, decisión que esta en manos del carpintero o el ebanista en post de buscar el mejor acabado (IGRA, 2021. párr. 3).

3.2.2. *Hyeronima Oblonga* (Motilón)

En la tabla 3-3 se detallan las características organolépticas de *Hyeromina oblonga*.

Tabla 3-3: Características organolépticas de *Hyeronima oblonga*

Características	Propiedades
Corteza	Fisurada, café rojizo
Olor	Agradable no distintivo
Sabor	Ausente
Veteado	Jaspeado satinado
Grano	Recto
Textura	Media a gruesa
Albura	5 YR 6/4 marrón rojizo claro
Brillo	Alto

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

En la figura 6-3 se muestra la corteza y los cortes realizados a *Hyeronima oblonga*.

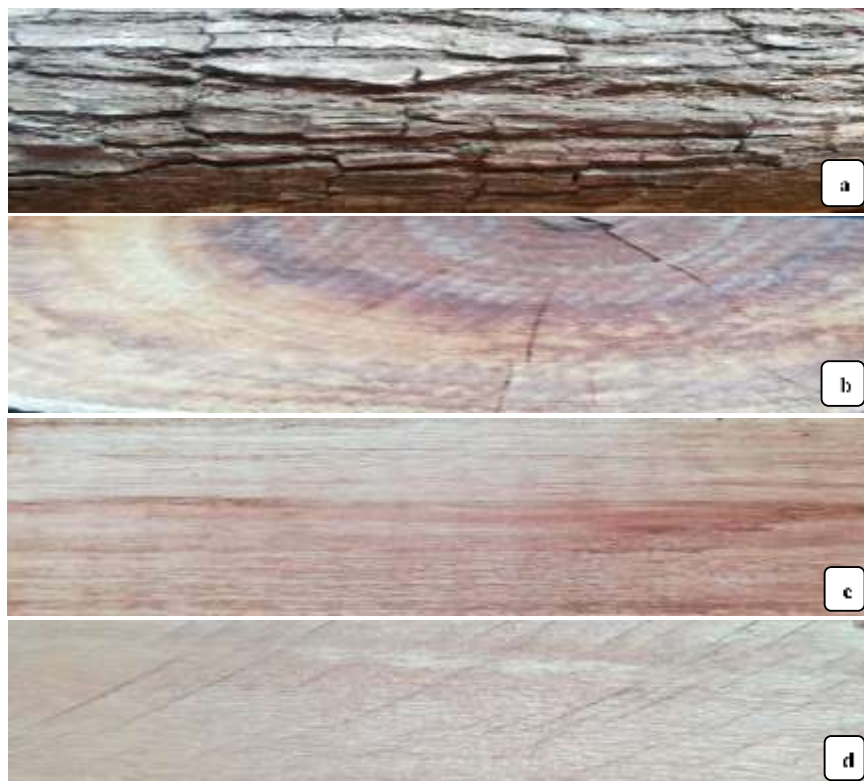


Figura 6-3. Cortes de *Hyeronima Oblonga* - a. Corteza b. Corte transversal c. Corte tangencial d. Corte radial

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Hyeronima oblonga presenta un grano recto, de acuerdo con Pantaleón (2015. párr. 14) esto le otorga a la madera una gran facilidad de ser trabajadas en labores de carpintería y ebanistería. La textura se presenta de media a gruesa, el jaspeado es satinado y presenta manchas o pequeñas bandas que le otorgan un brillo muy atrayente en los trabajos finales (Luna y Aguilera, 2018. párr. 10).

3.2.3. *Myrcia fallax* (Arrayán)

En la tabla 4-3 se detallan las características organolépticas de *Myrcia fallax*

Tabla 4-3: Características organolépticas de *Myrcia fallax*

Características	Propiedades
Corteza	Lisa algo escamosa, marrón o grisáceo
Olor	Aromático
Sabor	Dulce
Veteado	Recto
Grano	Recto
Textura	Media
Albura	7.5 YR 8/1 amarillo rosado
Duramen	7.5 YR 8/2 amarillo teniendo a marrón
Brillo	Intenso

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

En la figura 7-3 se muestra la corteza y los cortes realizados a *Myrcia fallax*



Figura 7-3. Cortes de *Myrcia fallax* - a. Corteza b. Corte transversal c. Corte radial d. Corte tangencial

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Myrcia fallax presentó un grano recto, lo que ratifica con Pantaleón (2015. párr. 14) esta característica facilita su trabajabilidad en carpintería y ebanistería con una buena resistencia mecánica. 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. párr. 11). El vetado recto que presenta la madera, de acuerdo con lo expuesto por Majofesa (2020. párr. 4) es importante en el proceso de fabricación de muebles en lo que respecta a la parte estructural de estos.

3.2.4. *Nectandra acutifolia* (Canelo)

En la tabla 5-3 se detallan las características organolépticas de *Nectandra acutifolia*.

Tabla 5-3: Características organolépticas de *Nectandra acutifolia*

Características	Propiedades
Corteza	Gris ceniciento, Lisa y gruesa
Olor	Agradable no distintivo
Sabor	Ausente
Veteado	Jaspeado satinado
Grano	Recto
Textura	Media
Albura	10 YR 5/4 marrón amarillento
Brillo	Medio

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

En la figura 8-3 se muestra la corteza y los cortes realizados a *Nectandra acutifolia*.

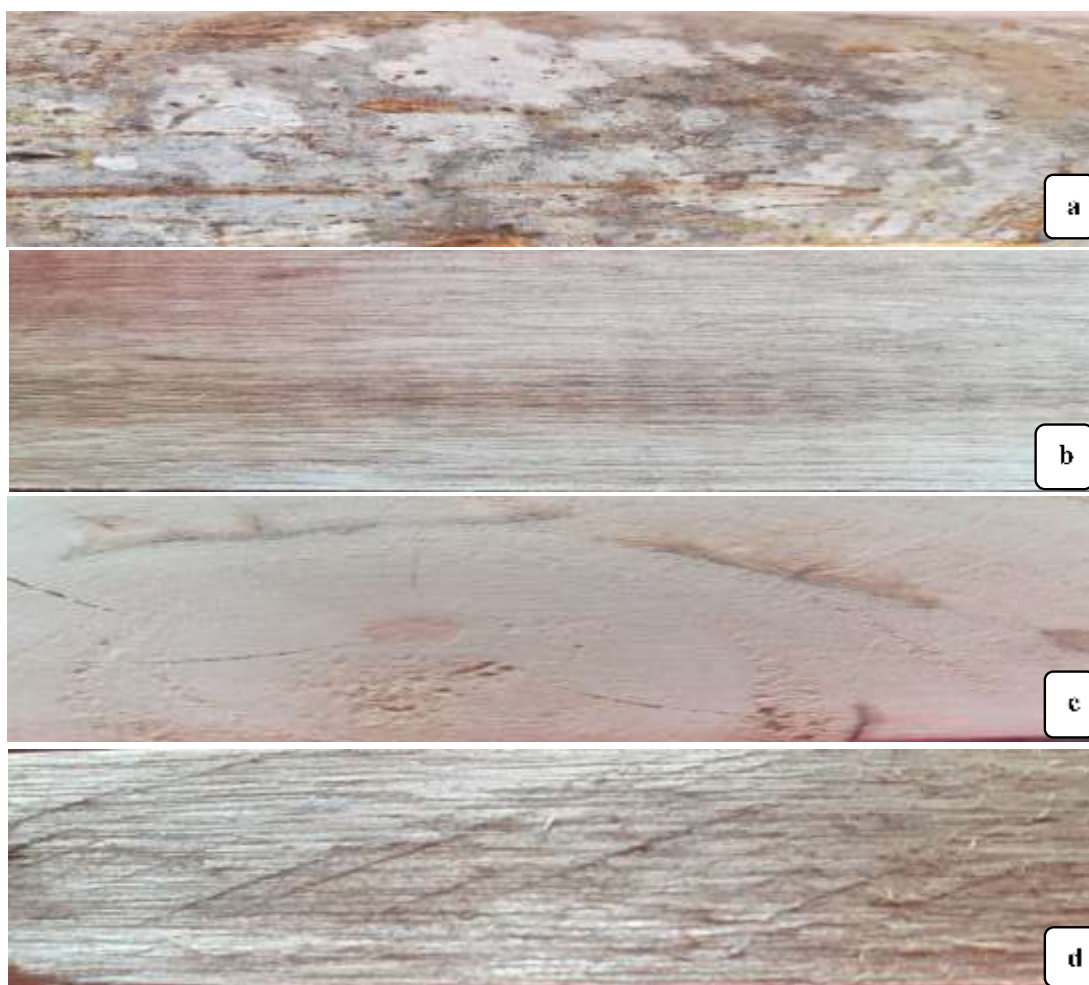


Figura 8-3. Cortes de *Nectandra acutifolia* - a. Corteza b. Corte tangencial c. Corte transversal
d. Corte radial

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Nectandra acutifolia presentó un grano recto y hace que esta madera sea útil en trabajos de carpintería, lo que concuerda con Navajas (2019) el grano recto le da una buena resistencia mecánica y facilidad de trabajo. En el caso de la textura media, Jackson y Day (2012. párr. 11) indican que las maderas con esta característica son más sencillas para trabajar y aplicar el acabado final. Según lo dicho por Luna y Aguilera (2018. párr. 10), el jaspeado satinado presente en las muestras, como manchas o pequeñas bandas le otorgan a la madera un brillo muy atrayente.

En la tabla 6-3 se muestra un resumen comparativo de las características organolépticas de las especies en estudio.

Tabla 6-3: Resumen de las características organolépticas

Características	<i>Ficus maxima</i>	<i>Hyeronima oblonga</i>	<i>Myrcia fallax</i>	<i>Nectandra acutifolia</i>
Color duramen	Amarillo rosado	Marrón rojizo	Amarillo teniendo a marrón	Marrón amarillento oscuro
Color albura	Amarillo pálido	Marrón rosado	Amarillo rosado	Marrón amarillento
Olor	Ausente	Agradable no distintivo	Aromático	Agradable no distintivo
Sabor	Ausente	Ausente	Dulce	Ausente
Grano	Recto	Recto	Recto	Recto
Textura	Media a gruesa	Media a gruesa	Media	Media
Veteado	Arcos superpuestos	Jaspeado satinado	Recto	Jaspeado satinado
Brillo	Medio	Alto	Alto	Medio

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

3.3. Características anatómicas

3.3.1. *Ficus maxima* (Matapalo)

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 pequeños poco visibles. Parénquima apotraqueal en bandas. Presencia de fibras de paredes pequeñas y radios finos bien definidos. (Figura 9-3).

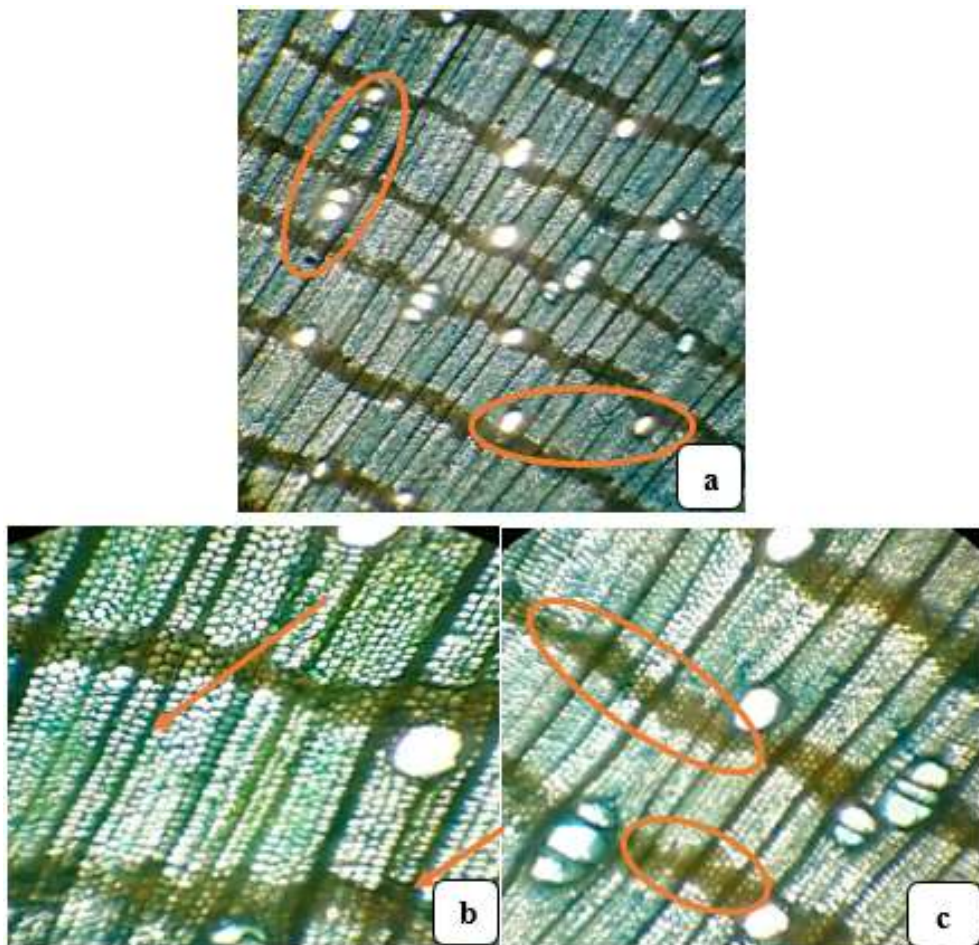


Figura 9-3. Corte transversal *Ficus maxima*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente óptico 4x y el tinte Astra blue - poros múltiples de 2-3 con escasos poros solitarios. **b.** Observado con el lente óptico 10x y el tinte Astra blue - radios finos y fibras

de paredes pequeñas bien definidos. **c.** Observado con el lente óptico 10x y el tinte Astra blue - parénquima apotraqueal en bandas.

3.3.1.2. Corte tangencial

En esta sección se pueden observar presencia del vaso con punteaduras y radios homocelulares (Figura 10-3).

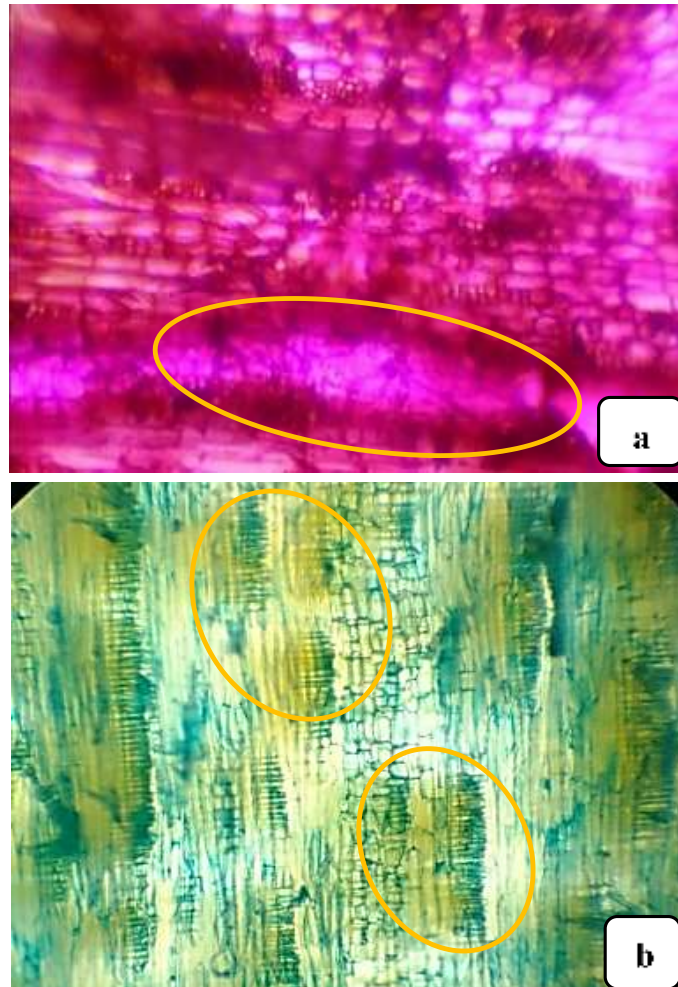


Figura 10-3. Corte tangencial *Ficus maxima*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente óptico 10x y el tinte combinado Safranina- se puede observar el miembro del vaso con punteaduras en su interior. **b.** Observado con el lente óptico 4x y el tinte Astra blue – radios homocelulares.

3.3.1.3. Corte radial

En esta sección se puede apreciar características del plano radial, radios multiseriados en su gran mayoría. Además del miembro del vaso con punteaduras y fibras septadas (Figura 11-3).

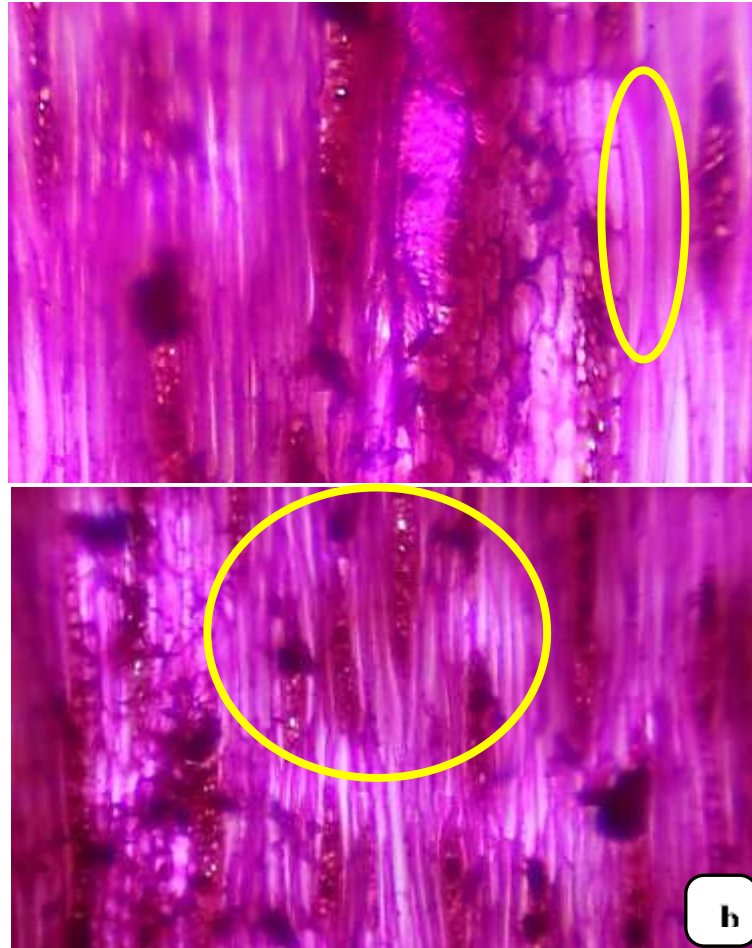


Figura 11-3. Corte Radial *Ficus maxima*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente óptico 10x y el tinte Safranina– vaso con presencia de punteaduras y fibras septadas. **b.** Observado con el lente óptico 10x y el tinte Safranina - radios multiseriados.

3.3.2. *Hyeronima oblonga* (Motilón)

3.3.2.1. Corte transversal

En esta sección se pueden observar los poros solitarios en su gran mayoría y muy pocos poros múltiples de 2-3. Una división en el anillo de crecimiento con disposición semicircular. Presentan una porosidad difusa de tamaño pequeño y una disposición en sentido radial y tangencial. El parénquima paratraqueal unilateral y parénquima paratraqueal vasicéntrico. Las fibras presentan paredes gruesas. Radios anchos (Figura 12-3).

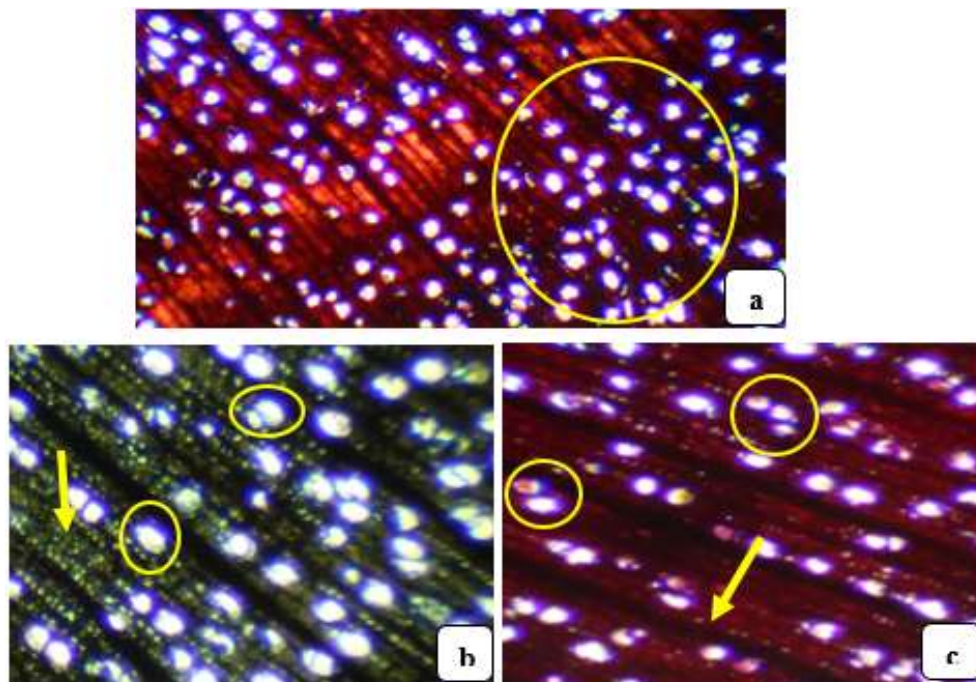


Figura 12-3. Corte transversal *Hyeronima oblonga*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente óptico 4x y el tinte con la combinación Astra blue y Safranina - se observa los poros solitarios, pocos poros múltiples de 2-3, división en el anillo de crecimiento con disposición semicircular. **b.** Observado con el lente óptico 14x y el tinte Astra blue – parénquima paratraqueal unilateral, fibras de paredes gruesas. **c.** Observado con el lente de 4x y el tinte Safranina- parénquima paratraqueal vasicéntrico y radios anchos.

3.3.2.2. Corte tangencial

Se observa elementos traqueales con punteaduras. También se puede apreciar radios multiseriados y radios homocelulares. (Figura 13-3).

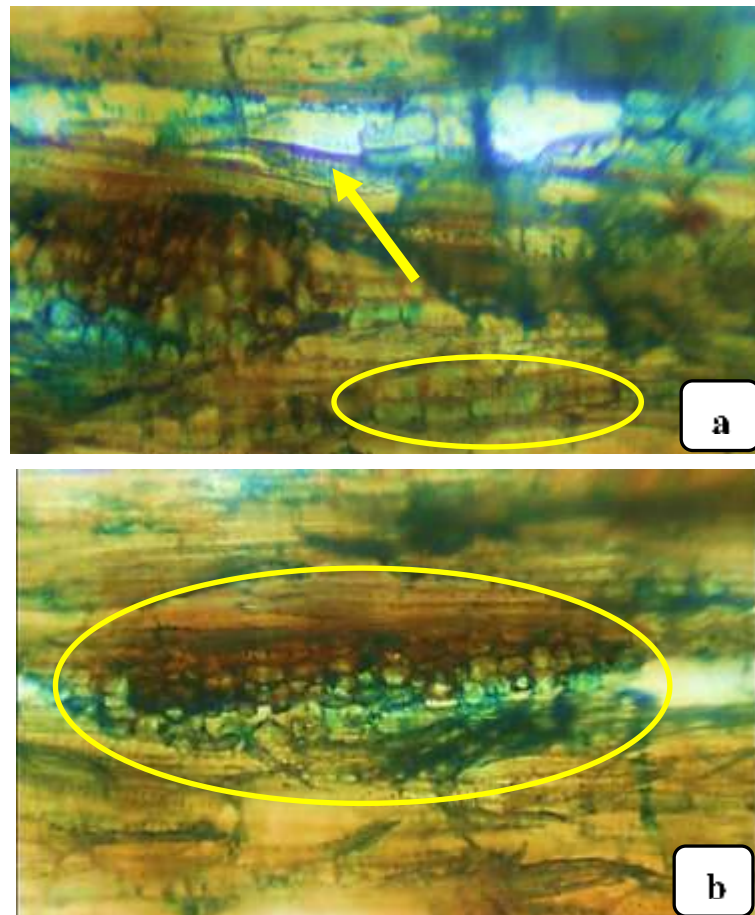


Figura 13-3. Corte tangencial *Hyeronima oblonga*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente óptico de 10x y el tinte Astra blue – elementos traqueales con punteaduras y radios homocelulares. **b.** Observado con el lente óptico de 10x y el tinte Astra blue- radios multiseriados.

3.3.2.3. Corte radial

En esta sección se observa radios multiseriados, se puede apreciar células septadas y presencia de punteaduras intervasculares (Figura 14-3).

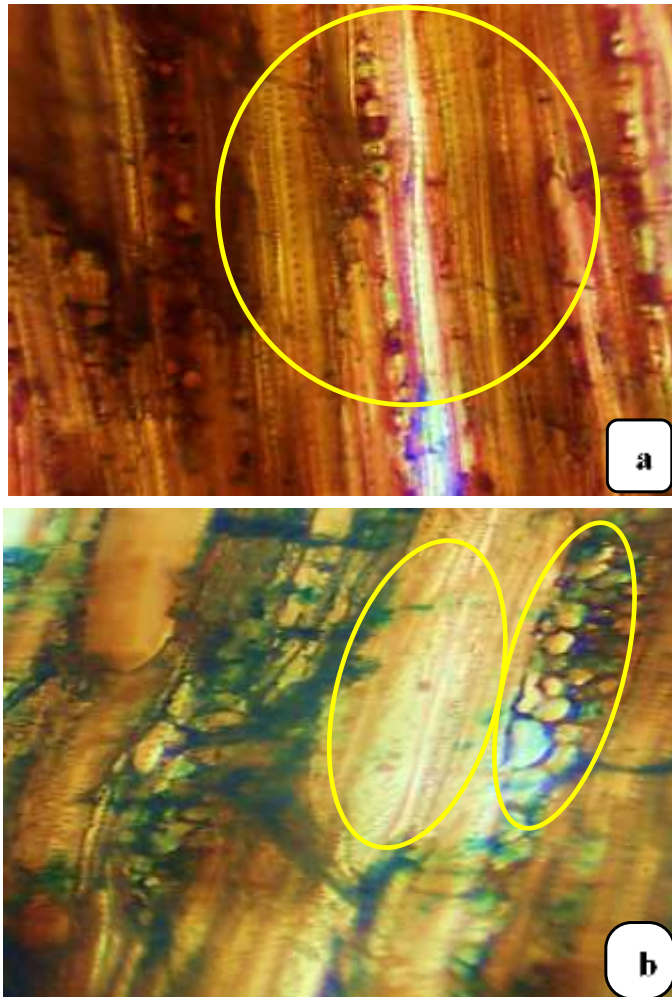


Figura 14-3. Corte radial *Hyeronima oblonga*

Elaborado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente óptico 10x y el tinte con la combinación Astra blue y Safranina – Se diferencian punteaduras intervasculares. **b.** Observado con el lente óptico 10x y el tinte Astra blue – radios multiseriados y fibras septadas.

3.3.3. *Myrcia fallax* (Arrayán)

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 pequeñas (Figura 15-3).

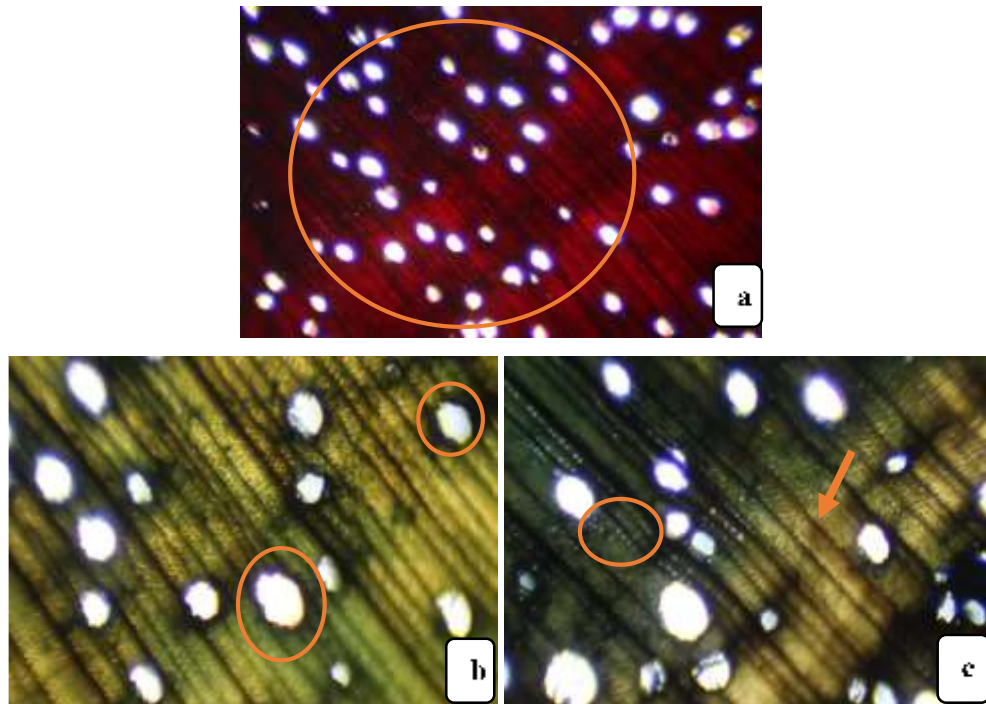


Figura 15-3. Corte transversal *Myrcia fallax*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente óptico 4x, y tinte Safranina- poros solitarios en su gran mayoría, con porosidad difusa. **b.** Observado con el lente óptico 10x, y tinte Astra blue - parénquima paratraqueal vasicéntrico, la disposición de los poros en sentido radial. **c.** Observado con el lente de 10x, tinte Astra blue – radios delgados y fibras con paredes pequeñas.

3.3.3.2. Corte tangencial

Se observa radios heterocelulares de tipo de célula cuadrada. Se distingue elementos traqueales con pocas punteaduras. Radios homocelulares. Vaso con punteaduras en su interior (Figura 16-3).

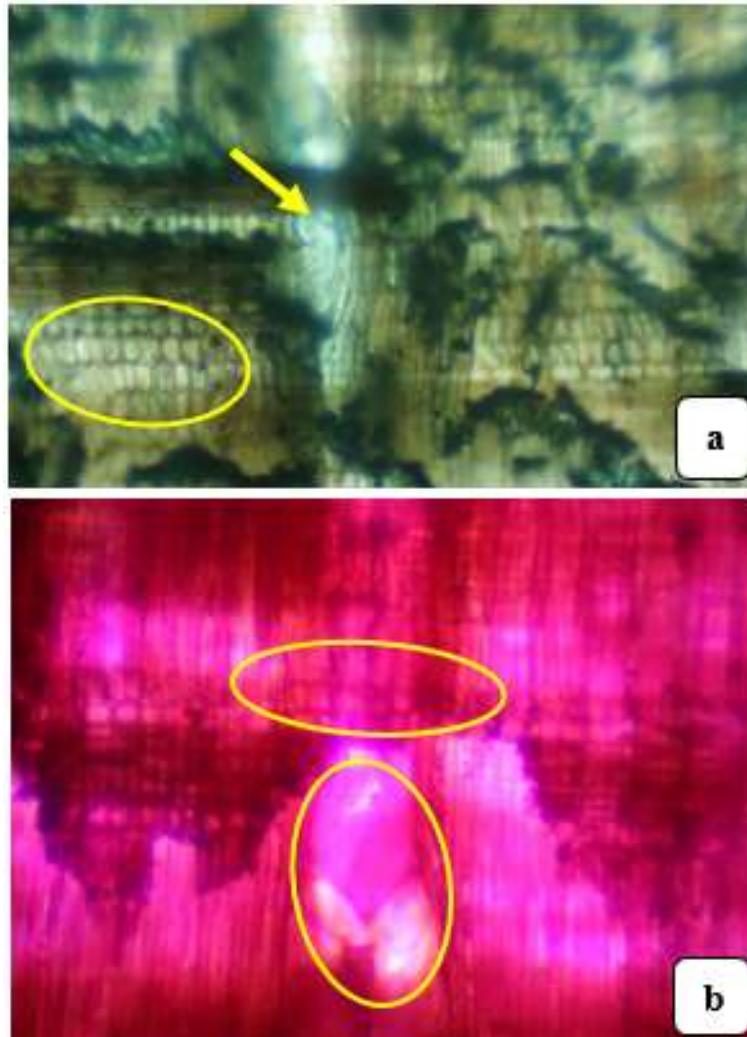


Figura 16-3. Corte tangencial *Myrcia fallax*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente óptico 10x, tinte Astra blue– elementos traqueales con pocas punteaduras y radios heterocelulares de célula cuadrada. **b.** Observado con el lente óptico 10x, tinte Safranina – vaso con punteaduras en su interior y radios homocelulares.

3.3.3.3. Corte radial

En esta sección se observan los radios uniseriados, vasos con punteaduras (Figura 17-3).

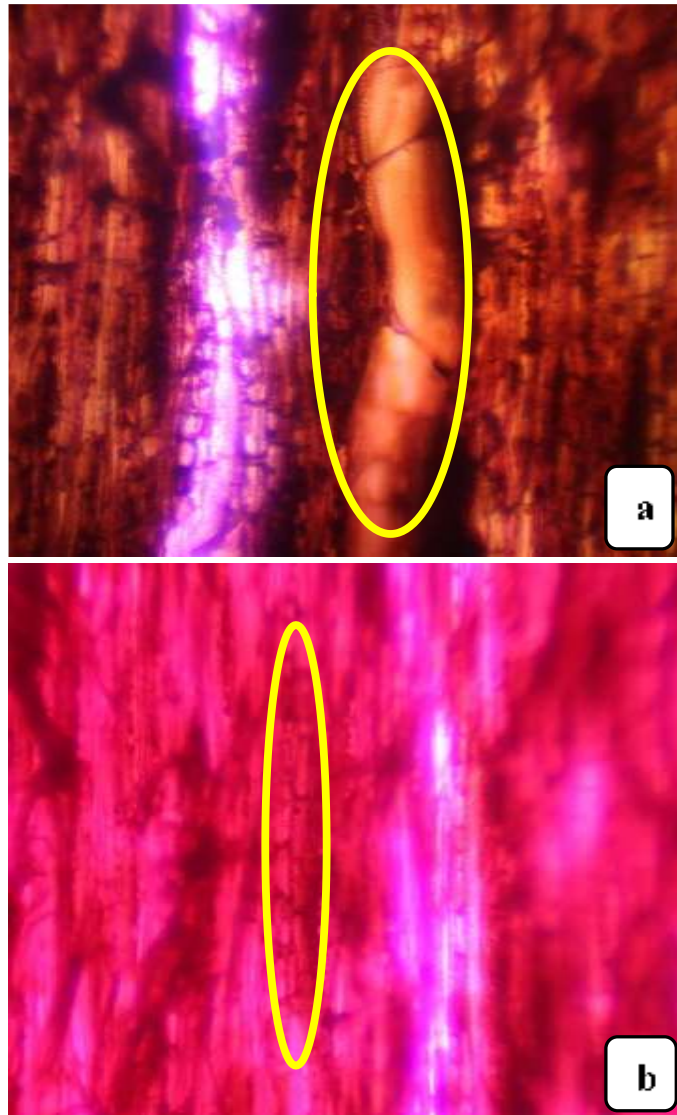


Figura 17-3. Corte radial *Myrcia fallax*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente óptico 10x, tinte con la combinación de Astra blue y Safranina – Se observa vaso con punteaduras en su interior. **b.** Observado con el lente óptico 10x, tinte Safranina - radios uniseriados.

3.3.4. *Nectandra acutifolia* (Canelo)

3.3.4.1. Corte transversal

En esta sección se pueden observar poros poco visibles a simple vista, en su gran mayoría poros solitarios, seguido de escasos poros múltiples de 2 y 3. Su porosidad es difusa, de tamaño

mediano, con disposición radial y parénquima paratraqueal unilateral. Fibras de paredes medianas y radios finos. Presencia del anillo de crecimiento (Figura 18-3).

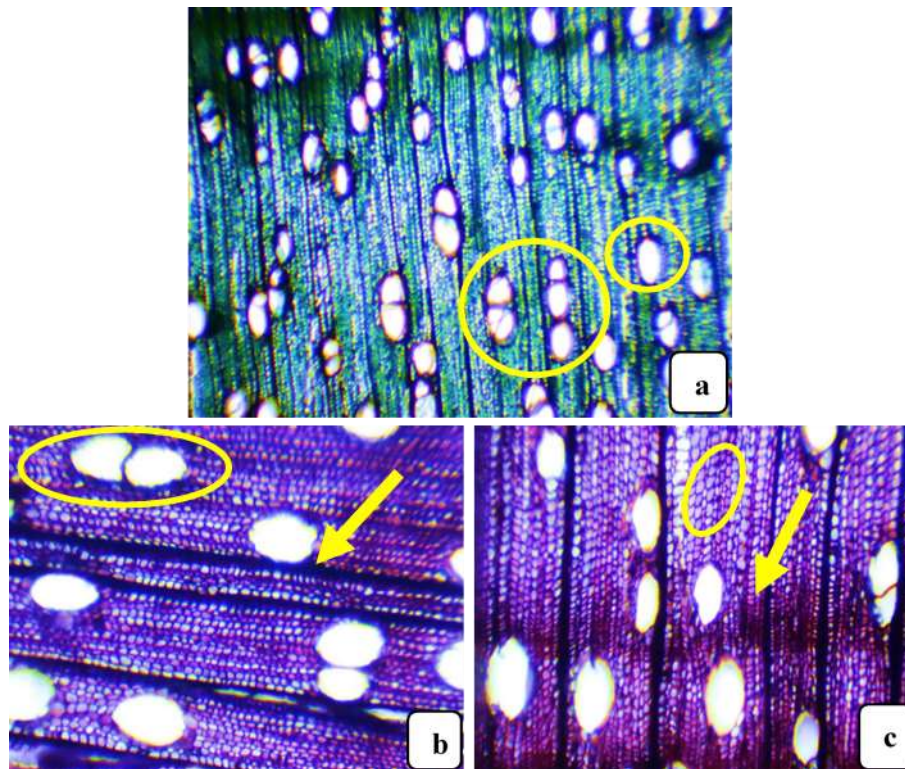


Figura 18-3. Corte transversal *Nectandra acutifolia*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente óptico 4x, tinte Astra blue - presenta en su gran mayoría poros solitarios, seguido de escasos poros múltiples de 2-3. **b.** Observado con el lente óptico 10x, tinte con la combinación de Astra blue y Safranina – parénquima paratraqueal unilateral, radios finos. **c.** Observado con el lente óptico 10x, tinte con la combinación Astra blue y Safranina - se observa fibras de paredes medianas.

3.3.4.2. Corte tangencial

En esta sección se pueden observar radios heterocelulares de células procumbentes. Células parenquimáticas bien definidas, al igual que la intersección de las células parenquimáticas con las fibras no septadas (Figura 19-3).

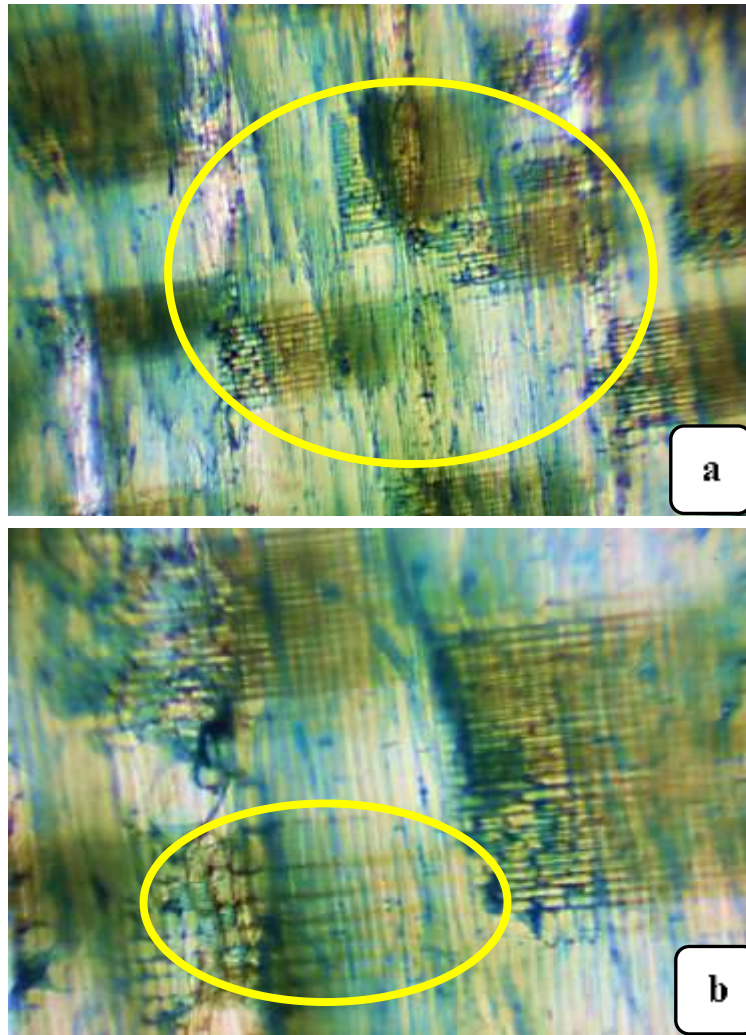


Figura 19-3. Corte tangencial *Nectandra acutifolia*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente 4x, tinte Astra blue – presencia de radios heterocelulares de tipo de célula procumbente. **b.** Observado con el lente 10x, con el tinte Astra blue – células parenquimáticas con fibras no septadas.

3.3.4.3. Corte radial

En esta sección se observa fibras septadas. Radios multiseriados. También se aprecia radios homocelulares y presencia de elementos traqueales con punteaduras (Figura 20-3).

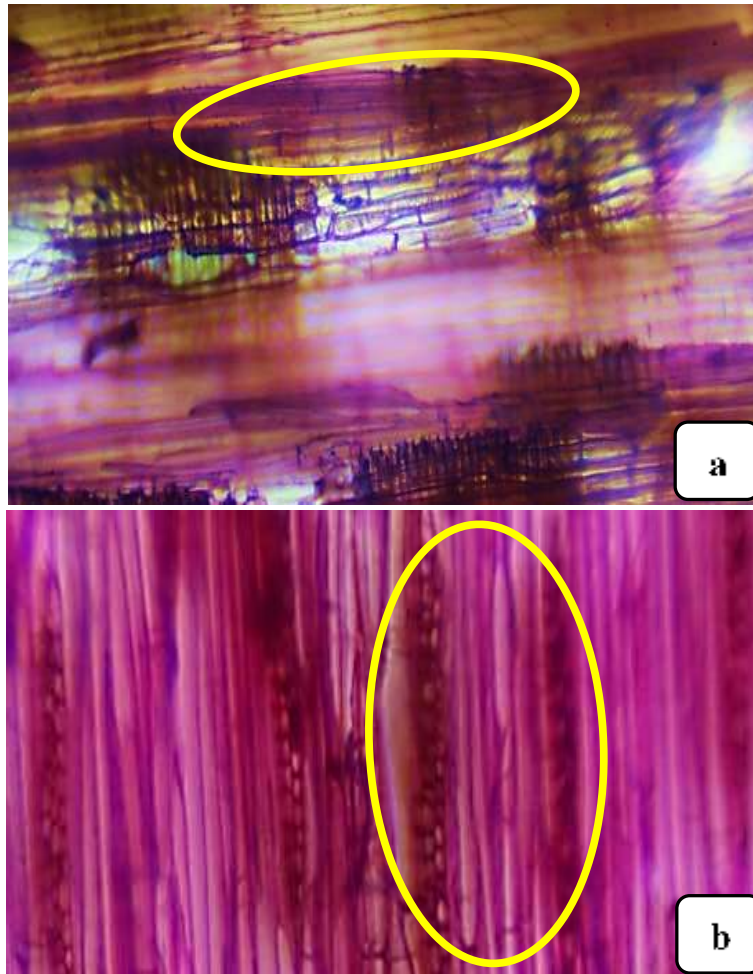


Figura 20-3. Corte radial *Nectandra acutifolia*

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

Descripción

a. Observado con el lente óptico 10x, tinte con la combinación Astra blue y Safranina – presencia de radios homocelulares y presencia de elementos traqueales con punteaduras. **b.** Observado con el lente óptico 10x, con el tinte Safranina – presencia de radios multiseriados y fibras septadas.

En la tabla 7-3 se muestra un resumen de las características anatómicas de las especies en estudio.

Tabla 7-3: Resumen de las características anatómicas de las cuatro especies en estudio

Características	<i>Ficus maxima</i>	<i>Hyeronima oblonga</i>	<i>Myrcia fallax</i>	<i>Nectandra acutifolia</i>
Poros	Solitarios, seguido de múltiplos de 2,3 en menor cantidad.	Solitarios, seguido de múltiplos de 2 y 3 en menor cantidad y escasos múltiplos de 4.	Solitarios, múltiplos de 2, 3 en menor cantidad.	Solitarios, múltiples de 2 y 3, y escasos múltiplos de 4.
Tamaño de poros	Pequeños	Pequeños	Grandes	Medianos
Parénquima	Apotraqueal en bandas.	Paratraqueal unilateral y paratraqueal vasicéntrico.	Paratraqueal vasicéntrico	Paratraqueal unilateral
Porosidad	Difusa	Difusa	Difusa	Difusa
Disposición	Radial	Radial y Tangencial	Radial	Radial
Radios	Finos	Anchos	Delgados	Finos

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

De acuerdo con las características que tienen cada especie se determinó que existen poros pequeños, medianos y grandes, por centímetro cuadrado. *Myrcia fallax* (Arrayán) es la especie que presenta los poros más grandes y la segunda con mayor cantidad de poros. Mientras que *Nectandra acutifolia* (Canelo) tiene poros medianos. La especie *Ficus maxima* (Matapalo) tiene poros pequeños, al igual que *Hyeronima oblonga* (Motilón) pero con la diferencia que es la primera especie con mayor cantidad de poros, mientras que *Ficus maxima* es la especie con menor cantidad de poros (Tabla 8-3).

Tabla 8-3: Características de las cuatro especies estudiadas según el tipo y cantidad de poros en 1 cm²

Especie	Solitarios	Múltiplos de 2	Múltiplos de 3	Múltiplos de 4	Total, de poros	Tamaño de los poros
<i>Ficus máxima</i>	452	192	76	-	720	Pequeños
<i>Hyeronima oblonga</i>	2275	844	315	6	3440	Pequeños
<i>Myrcia fallax</i>	1388	64	3	-	1456	Grandes
<i>Nectandra acutifolia</i>	614	327	81	7	1029	Medianos

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

3.4. Determinación de la densidad

De acuerdo con las características y propiedades que presenta cada especie se obtuvo diferentes densidades donde *Myrcia fallax* es la especie que tiene una densidad mayor teniendo un valor de 0,93 g/cm³, lo que indica que se trata de una madera dura. Le sigue *Hyeronima oblonga* con una densidad de 0,88 g/cm³, *Nectandra acutifolia* presenta la menor densidad con 0,47 g/cm³ tratándose de una madera liviana (Tabla 9-3).

Tabla 9-3: Densidad de las cuatro especies estudiadas

Especie	Masa (g)	Volumen (cm ³)	Densidad ($\rho=m/v$)
<i>Ficus maxima</i>	3,18	6,16	0,52
<i>Hyeronima oblonga</i>	5,27	5,98	0,88
<i>Myrcia fallax</i>	5,61	6,03	0,93
<i>Nectandra acutifolia</i>	2,88	6,1	0,47

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

3.5. Ablandamiento de las especies estudiadas

El ciclo dependió de la dureza que tenían cada una de las muestras de madera, en el caso de maderas blandas se implementó un solo ciclo. Estos irán aumentando en función a como aumente la dureza de la madera (Tabla 10-3).

Tabla 10-3: Ciclos de ablandamiento de las cuatro especies forestales

Especie	Ciclos	Tiempo por ciclo(min) - agua destilada(ml)
<i>Ficus maxima</i>	1	20 min - 610 ml
<i>Hyeronima oblonga</i>	3	60min - 500 ml
<i>Myrcia fallax</i>	14	280 min – 660 ml
<i>Nectandra acutifolia</i>	1	20 min - -549 ml

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

3.6. Determinación del potencial de hidrógeno (pH)

De acuerdo con las propiedades que presentan cada una de las especies se obtuvo un potencial de hidrógeno similar. Es decir, se obtuvo un pH neutro en *Nectandra acutifolia*, *Ficus maxima* y

Myrcia fallax debido a que la composición química de estas especies tiene oxígenos e hidrógenos equivalentes. Solo *Hyeronima oblonga* presentó un pH Ácido (Tabla 11-3).

Tabla 11-3: Potencial de hidrógeno (pH) de las cuatro especies estudiadas

Especie	pH	Descripción
<i>Ficus maxima</i>	7,52	Neutro
<i>Hyeronima oblonga</i>	5,03	Ácido
<i>Myrcia fallax</i>	6,65	Neutro
<i>Nectandra acutifolia</i>	6.01	Neutro

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

3.7. 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. Y de la misma forma la cantidad de poros solitarios y poros múltiples.

3.7.1. Cantidad de poros

3.7.1.1. Poros solitarios

Según la prueba de Tukey, y de acuerdo con el número de poros solitarios se obtuvo cuatro categorías (A, B, C y D). Donde *Hyeronima oblonga* (Motilón) es la especie con mayor número de poros ya que presenta 109 poros en promedio, y la especie que presenta menor número de poros es *Ficus maxima* (Matapalo) con una media de 21,67, también se observa que entre estos valores existen diferencias significativas entre las cuatro especies. (Tabla 12-3).

Tabla 12-3: Número de poros solitarios de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)

Especie	Medias	N	E.E.	
<i>Ficus maxima</i>	21,67	3	1,04	A
<i>Nectandra acutifolia</i>	28,67	3	1,04	B
<i>Myrcia fallax</i>	61,33	3	1,04	C
<i>Hyeronima oblonga</i>	109	3	1,04	D

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

3.7.1.2. Poros múltiples

Según la prueba de Tukey, y de acuerdo con el número de poros múltiples se obtuvo cuatro categorías (A, B, C y D). Donde *Hyeronima oblonga* (Motilón) es la especie con mayor número de poros ya que presenta 36 poros en promedio, y la especie que presenta menor número de poros es *Myrcia fallax* (Arrayán) con una media de 2,33, también se observa que entre estos valores existen diferencias significativas entre las cuatro especies. (Tabla 13-3).

Tabla 13-3: Número de poros múltiples de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)

Especie	Medias	N	E.E.	
<i>Myrcia Fallax</i>	2,33	3	1,22	A
<i>Ficus maxima</i>	9,33	3	1,22	B
<i>Nectandra acutifolia</i>	17,67	3	1,22	C
<i>Hyeronima oblonga</i>	36	3	1,22	D

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

3.7.2. Perímetro de los poros

3.7.2.1. Poros solitarios

Según la prueba de Tukey, y de acuerdo con el perímetro de poros solitarios se obtuvo cuatro categorías (A, B, C y D). Donde *Myrcia fallax* (Arrayán) es la especie con mayor perímetro de poros ya que presenta un perímetro en promedio de 5435,33 micras, y la especie que presenta un menor perímetro de poros es *Ficus maxima* (Matapalo) con un perímetro en promedio de 3149,33 micras, también se observa que entre estos valores existen diferencias significativas entre las cuatro especies (Tabla 14-3).

Tabla 14-3: Perímetro de poros solitarios de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)

Especies	Medias	N	E.E.	
<i>Ficus maxima</i>	3149,33	3	3,50	A
<i>Hyeronima oblonga</i>	3244,00	3	3,50	B
<i>Nectandra acutifolia</i>	4548,00	3	3,50	C
<i>Myrcia fallax</i>	5435,33	3	3,50	D

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

3.7.2.2. Poros múltiples

Según la prueba de Tukey, y de acuerdo con el perímetro de poros múltiples se obtuvo cuatro categorías (A, B, C y D). Donde *Myrcia fallax* (Arrayán) es la especie con mayor perímetro de poros ya que presenta un perímetro en promedio de 4992,33 micras, y la especie que presenta un menor perímetro de poros es *Ficus maxima* (Matapalo) con un perímetro en promedio de 3016,00 micras, también se observa que entre estos valores existen diferencias significativas entre las cuatro especies (Tabla 15-3).

Tabla 15-3: Perímetro de poros múltiples de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)

Especies	Medias	n	E.E.	
<i>Ficus maxima</i>	3016,00	3	2,65	A
<i>Hyeronima oblonga</i>	3197,67	3	2,65	B
<i>Nectandra acutifolia</i>	3930,33	3	2,65	C
<i>Myrcia fallax</i>	4992,33	3	2,65	D

Realizado por: Soria, Daysi, 2021

3.8. Discusión

Según los estudios realizados por Palacios (2011. p. 84) *Ficus sp.* presenta un árbol hemiepífito con múltiples raíces entrecruzadas, corteza casi lisa, fruto de tipo sícono que contiene en su interior flores diminutas y provienen de bosques húmedos o secos 0-2800 msnm. Estos datos son similares a los registrados para *Ficus maxima*, ya que se encuentra a 739 msnm. Este es un árbol con raíces entrecruzadas, corteza lisa, su fruto mide alrededor de 2 cm de diámetro y sus flores forman grupos en la base de la hoja.

Los resultados registrados para las características microscópicas determinaron que *Hyeronima oblonga* presenta cierta similitud con lo reportado para *Hyeronima alchorneoides* por León (2014. p. 84). Ambas presentaron similitud en cuanto la porosidad difusa, poros con disposición radial, el parénquima en *Hyeronima alchorneoides* es apotraqueal difuso. Por su parte Araya (2012. p. 143) menciona que los poros de la última especie mencionada son ligeramente visibles a simple vista, de tamaño medio, poros exclusivamente solitarios, de mediana abundancia a abundantes y porosidad difusa. Mientras que *Hyeronima oblonga* presentó un parénquima paratraqueal vasicéntrico, poros solitarios en su gran mayoría, de tamaño mediano, visibles a simple vista y con una porosidad difusa. Esto se debe a que pertenecen al mismo género, pero diferente especie.

A nivel de las características macroscópicas se encontró que *Ficus maxima* presenta cierta similitud con otra investigación realizada en *Ficus lauretana* por Gonzales (2011. p. 114). En este caso dicha similitud se debe a que pertenecen a la misma familia y al mismo género. Esto se puede ver reflejado a que comparten características como: ausencia de olor y sabor, textura gruesa, veteados y arcos superpuestos. En el caso del color de *Ficus lauretana* este es amarillo pálido tanto en la albura y el duramen, con un brillo alto y grano entrecruzado. Mientras que *Ficus maxima* presentó un color amarillo rosado en el duramen y amarillo pálido en la albura, brillo medio, grano recto.

Las características macroscópicas de *Myrcia fallax* comparten la misma tonalidad del color de la madera y no existe transición entre albura y duramen con lo registrado por León (2014. p. 186). Además de una textura fina, dura y pesada. *Nectandra acutifolia* en el estudio de las características físicas de la madera realizado por MAE y FAO (2014. p. 67), que presenta una densidad clasificada como ligeramente liviana.

Según Araya (2012. p. 107) en el estudio de las características físicas de la madera realizado en Costa Rica, en una especie del mismo género al que se está estudiando como *Hyeronima alchorneoides*. Esta presentó una densidad de 0,7 g/cm³, estos datos difieren de los obtenidos en la presente investigación ya que la densidad fue de 0,88 g/cm³. Pero según lo mencionado por Viscarra (1998. p. 34), estos datos se encuentran en un mismo rango de categoría alta, de acuerdo con la clasificación de la madera según la densidad básica.

En los estudios realizados por León y Espinoza (2001. p. 35), menciona que *Nectandra acutifolia* presenta poros solitarios y múltiples radiales de 2-4 y 13 poros por mm². Estos datos son similares a los obtenidos en el laboratorio, ya que se determinó pocos poros solitarios y múltiples de 2-4 en su gran mayoría con una disposición radial y se determinó un total de 9-13 poros por mm². Es decir que en ambos estudios el tamaño de los poros es medianos.

CONCLUSIONES

- Con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis alternante y se rechaza la hipótesis nula, ya que los resultados del análisis estadístico indican que existen diferencias significativas entre las especies en estudio, en al menos una característica anatómica, organoléptica y fisiológica.
- Las muestras tomadas en el Cantón Santo Domingo Parroquia Alluriquín sector el Pilatón fueron tomadas en época fértil lo cual ayudo a identificar a nivel de familia género y especie, y fueron identificadas en el herbario de la ESPOCH. Estas son: *Nectandra acutifolia* (Canelo), *Ficus maxima* (Matapalo), *Hyeronima oblonga* (Motilón) y *Myrcia fallax* (Arrayán).
- Las características organolépticas de las especies estudiadas no presentan similitud, ya que son de diferente familia y género. Mientras la cantidad de poros registrados en cada especie presentan diferencias significativas.
- En las características anatómicas el uso del tinte Astra blue con un período de tiempo de diez segundos permitió observar con mayor claridad las estructuras anatómicas, como son: poros, parénquimas, radios, etc. A diferencia de Safranina y la combinación de Astra blue/Safranina.
- La densidad de las especies tiene relación entre el número de poros y su tamaño. Cuando los poros son más pequeños y en mayor cantidad, la madera presenta una densidad mayor y es dura como en el caso de *Hyeronima oblonga*. Y si la madera presenta poros grandes y en menor cantidad su densidad es menor y se puede clasificar su madera como *Ficus maxima*.
- De las cuatro especies estudiadas tres presentan un pH neutro, y solamente *Hyeronima oblonga* registro un pH ácido.

RECOMENDACIONES

- Realizar los estudios complementarios para futuras investigaciones, como es el caso de las propiedades físicas y mecánicas de las especies. A fin de generar información completa y útil para el sector forestal y la industria maderera.
- Desarrollar investigaciones de las características macroscópicas utilizando las mismas especies en estudio, pero en otras localizaciones de la región para comprobar si existe variabilidad en cuanto a sus características.

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. 1).

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

BIBLIOGRAFÍA

AISALLA, E. Caracterización anatómica de la madera de cinco especies comerciales mediante tinciones procedentes del cantón Tena, provincia de Napo (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Repositorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Forestal. Riobamba-Chimborazo. 2019. p. 1. [Consulta: 23 junio 2021]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10755/1/33T0220.pdf>.

ARAYA, M. Manual para la identificación de maderas a nivel macroscópico de 110 especies maderables del caribe norte de Costa Rica (Trabajo final de graduación) (Licenciatura). [En línea] Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago-Costa Rica. 2012. pp. 107-143. [Consulta: 17 junio 2021]. Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3074/manual_identificacion_maderas.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ÁREA, M. *Más allá de la madera y el mueble* [En línea]. Buenos Aires-Argentina: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas-Red Argentina de Ciencia y Tecnología Forestal, 2019. [Consulta: 12 junio 2021]. Disponible en: <http://www.cursobioeconomia.mincyt.gob.ar/industria-forestal/>.

ARMIJOS, A., ALVARADO, J., QUITO, J., LEÓN, T., GUAMÁN, L.; & PUCHA, D. “Anatomía de la madera de diez especies forestales de bosque andino del sur del Ecuador”. Cedamaz [En línea], 2017 (Ecuador) 7, pp. 83-95. [Consulta: 21 julio 2021]. ISSN: 1390-5880. Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/375/330>.

CAM. *Guía de Identificación de Maderas Aserradas Departamento del Huila* [En línea]. Huila-Colombia: Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, 2009. p. 8. [Consulta: 08 junio 2021]. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11632/81166_67172.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CAMPOS, E. Variación de la densidad básica de la madera, en siete familias de *Larix decidua* Miller (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia-Chile. 2006. p. 11. [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fifc186v/doc/fifc186v.pdf>.

CARANQUI, J. *Manual de Operaciones Herbario Politécnico (CHEP)* [En línea]. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2011. p. 3. [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/504/1/Manual_Procedimiento_Herbario1.pdf.

COMAFORS. *Industria de la madera: una gran oportunidad para el país* [En línea]. Quito-Ecuador: Corporación de Manejo Forestal Sustentable, 2019. [Consulta: 04 junio 2021]. Disponible en: <http://www.comafors.org/noticias-y-eventos/industria-de-la-madera-una-gran-oportunidad-para-el-pais-944.html>.

COPANT 458. *Selección y colección de muestras.*

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: 02 junio 2021]. DOI: [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2002\)012\[0807:SLEOAD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2002)012[0807:SLEOAD]2.0.CO;2).

CUASQUER, J. Descripción anatómica y organoléptica de tres especies maderables de la zona de Intag noroccidente de Ecuador (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra-Ecuador. 2017. p. 1. [Consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7791/1/03%20FOR%20268%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.

DEMERS, P.; & y TESCHKE, K. *Industria de la Madera* [En línea]. Madrid-España: Instituto Nacional de seguridad y salud en el trabajo, 2015. p. 2. [Consulta: 12 junio 2021]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+71.+Industria+de+la+madera>.

EXPOECUADOR. *Planificación Estratégica Transformación y Comercialización de Madera en el Ecuador* [En línea]. Quito-Ecuador: CORPEI-EXPOECUADOR-Comunidad Económica Europea-COMAFORS-AIMA-CAPEIPI, 2007. p. 10. [Consulta: 01 junio 2021]. Disponible en: https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_Industrias.pdf.

FAO & PNUMA. *El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas* [En línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la

Agricultura, 2020. p. 12. [Consulta: 01 julio 2021]. ISBN: 978-92-5-132421-9. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca8642es/CA8642ES.pdf>.

FAO. *Productos forestales no madereros* [En línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2001. [Consulta: 01 julio 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y1997s/y1997s0g.htm#fn24>.

FEIJOO, C., RAMÓN, D.; & PUCHA, D. *Guía para Cortes Anatómicos de la Madera* [En línea]. Loja-Ecuador: Universidad Nacional de Loja, 2019. p. 21. [Consulta: 13 julio 2021]. Disponible en: https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/GUI%CC%81A%20PARA%20CORTES%20ANATO%CC%81MICOS%20DE%20LA%20MADERA_compressed_0.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: 13 julio 2021]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/estructura-macro-y-microscopica-madera/estructura-macro-y-microscopica-madera.pdf>.

GIMÉNEZ, A., MOGLIA, J., HERNÁNDEZ, P.; & GEREZ, R. *Anatomía de Madera. 2ª ed.* [En línea]. Santiago del Estero-Argentina: Universidad Nacional de Santiago del Estero, 2005. pp. 1-2. [Consulta: 01 junio 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-1MWazpOh4nsw8jJzV7Qe1LRp10>.

GONZALES, E. *Identificación organoléptica y macroscópica de maderas comerciales* [En línea]. Lima-Perú: CITEMadera, 2008. pp. 16-22. [Consulta: 04 julio 2021]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571598/02._Identificacion.pdf.

GONZALES, I. *Atlas de Madera Selva Central* [En línea]. Lima-Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2011. p. 114. [Consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: <https://fdocuments.ec/download/atlas-de-maderas-selva-central>.

GONZALES, R. *¿Qué es la madera? Estructura, Usos y Tipos de madera* [En línea]. EcologíaHoy, 2020. [Consulta: 21 junio 2021]. Disponible en: <https://www.ecologiahoy.com/madera>.

GUINDEO, A., GARCÍA, L.; & DE PALACIOS, P. *Evolución, clima y anatomía de la madera* [En línea]. Madrid-España: InfoMadera, 2020. p. 53. [Consulta: 09 junio 2021]. Disponible en: https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_2520_10070.pdf.

IGRA. *Características Naturales de la Madera* [En línea]. IGRA Herrajes y Abrasivos, 2021. [Consulta: 07 junio 2021]. Disponible en: <https://www.igraherrajes.com/a-que-no-sabias-esto/caracteristicas-naturales/>.

INEN. *Anatomía de la madera. Terminología* [En línea]. Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013. pp. 10-11. [Consulta: 01 junio 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1157-1.pdf>.

JACKSON, A.; & DAY, D. *Análisis de materiales: Madera* [En línea]. Chile: Creative Commons Con Atribución y Compartir Igual 3.0, 2012. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: https://wiki.ead.pucv.cl/An%C3%A1lisis_de_Materiales:_Madera#La_textura.

LEÓN, W. “Anatomía de maderas de 108 especies de Venezuela”. PITTIERIA [En línea], 2014, (Venezuela), pp. 84-186. [Consulta: 04 junio 2021]. ISSN: 0554-2111. Disponible en: https://www.academia.edu/9171844/Anatom%C3%ADa_de_Maderas_de_108_Especies_de_Venezuela.

LEÓN, W.; & ESPINOZA, N. “Estudio Anatómico del Leno de 18 Especies del Género *Nectandra* rol. ex rottb. (Lauraceae)”. *Rev. Forest. Venez.* [En línea], 2001, (Venezuela) 45(1), p. 35. [Consulta: 10 junio 2021]. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/24369/articulo4.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

LÓPEZ, G.; & ROSAS, U. *El Herbario. 2ª ed.* [En línea]. Texcoco-México: Universidad Autónoma de Chapingo, 2002. p. 12. [Consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ulises-Rosas/publication/257527247_El_Herbario/links/004635255d67d32d4f000000/El-Herbario.pdf.

LUNA, C.; & AGUILERA, A. *Importancia económica de la madera en relación con su composición citológica* [En línea]. Corrientes-Argentina: Universidad Nacional del Nordeste, 2018. [Consulta: 04 junio 2021]. Disponible en: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema18/tema18-8economic.htm>.

MADEREA. *Aproximación inicial al material madera* [En línea]. Madrid-España: Maderea, 2020. p. 1. [Consulta: 19 junio 2021]. Disponible en: https://www.maderea.es/imagenes/2018/04/1_Descripcio%CC%81n-de-la-madera-1.pdf.

MAE & FAO. *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador-Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014. p. 67. [Consulta: 02 julio 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4407s.pdf>.

MAE. *Estadísticas de Patrimonio Natural. Datos de bosques, ecosistemas, especies, carbono y deforestación del Ecuador continental* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015. p. 7. [Consulta: 08 junio 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/44292-07669536a0752fc4ce8e9d3066b05a109.pdf>.

MAJOFESA. *Vetas de madera: qué es y por qué son tan importantes* [En línea]. MAJOFESA Maderas, 2020. [Consulta: 11 julio 2021]. Disponible en: <https://www.majofesa.com/vetas-de-madera-que-es-y-por-que-son-tan-importantes/>.

MARIS, S., CABANILLAS, P.; & DE HAGEN, M. *Identificación rápida de maderas NOA* [En línea]. La Plata-Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2015. p. 10 [Consulta: 10 junio 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.

MENDOZA, D. *Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales* [En línea]. Lima-Perú: Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER), 2012. p. 5. [Consulta: 02 julio 2021]. Disponible en: <http://www.cnf.org.pe/Publicaciones/Estructura%20anatomica%20de%20diez%20especies%20maderables.pdf>.

MENDOZA, Y. *Anatomía y propiedades físico-mecánicas del Eucalyptus torreliana F. Muell* (Tesis) (Ingeniería). [En línea] Universidad Nacional del Centro de Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Huancayo-Perú. 2008. p. 5. [Consulta: 06 julio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2566/Mendoza%20Tovar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MINAGRI. *Productos Maderables* [En línea]. Lima-Perú. Ministerio de Agricultura y Riego, 2015. [Consulta: 02 julio 2021]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/49-sector-agrario/recursoforestal/353-productos-maderables>.

MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. *Estrategia nacional de bosque nativo* [En línea]. Montevideo-Uruguay: Equipo Interdisciplinario de la DGF del MGAP, MVOTMA, UNIQUE, Hessen Forst, 2018. p. 36. [Consulta: 25 julio 2021]. Disponible en: <https://chm.cbd.int/api/v2013/documents/6F5B8B8E-BADC-C3EF-3AC8-8F8C3B47BC7D/attachments/Estrategia%20Nacional%20de%20Bosque%20Nativo.pdf>.

MOGLIA, J., GIMÉNEZ, A.; & BRAVO, S. *Tomo II. Macroscopia 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: 29 julio 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: 01 julio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5862/1/T2432-MCCNA-Mogrovejo-Bosques.pdf>.

MONGE, W.; & SUASNABAR, C. *Características anatómicas y propiedades físico - mecánicas de tres especies forestales, Iscozacín, Oxapampa, Pasco (Tesis) (Ingeniería)*. [En línea] Universidad Nacional del Centro de Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Huancayo-Perú. 2019. p. 14. [Consulta: 21 junio 2021]. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5192/T010_N%C2%B072551964_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MONTALVO, C. *Técnica Histológica* [En línea]. Ciudad de México-México: Universidad Autónoma Nacional de México, 2010. p. 1. [Consulta: 08 junio 2021]. 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: 01 junio 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/316758274/Ablandamiento-de-LA-MADERA>.

MORENO, E. “El herbario como recurso para el aprendizaje de la botánica”. *Acta Botánica Venezolana* [En línea], 2007, (Venezuela) 30(2), pp. 415-427. [Consulta: 17 junio 2021]. ISSN: 0084-5906. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/862/86230209.pdf>.

MURCIADIARIO. *Uso de la Madera, ayer y hoy* [En línea]. MurciaDiario, 2018. [Consulta: 28 junio 2021]. Disponible en: <https://murciadiario.com/art/13321/usos-de-la-madera-ayer-y-hoy>.

NAVAJAS, P. *Tipos de maderas y usos. Características de la madera* [En línea]. 2019. [Consulta: 01 junio 2021]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/tiposdemaderasysusos/caracteristicas-de-la-madera-1>.

PALACIOS, W. *Familias y Géneros Arbóreos del Ecuador* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2011. p. 84. [Consulta: 12 junio 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Familias-y-Generos-Arboreos-del-Ecuador.pdf>.

PANTALEÓN, E. *Clases de madera* [En línea]. Revista educativa CursosOnlineWeb.com, 2015. [Consulta: 03 junio 2021]. Disponible en: <https://www.tutareaescolar.com/madera.html>.

PASHANASI, H. *Característica organoléptica de la madera* [En línea]. 2012. p. 1. [Consulta: 23 junio 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/80922796/Caracteristica-organoleptica-de-la-madera>.

PIONCE, G. Aprovechamiento de productos forestales no maderables (Tesis) (Maestría). [En línea] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Posgrado, Maestría en Manejo y Aprovechamiento Forestal. Quito-Ecuador. 2016. p. 13. [Consulta: 04 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1682/1/T-UTEQ-0005.pdf>.

PNUD. *Manejo Sustentable del Bosque Nativo* [En línea]. Santiago de Chile-Chile: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2016. p. 6. [Consulta: 12 junio 2021]. ISBN: 978-956-7469-73-4. Disponible en: https://www.undp.org/content/dam/chile/docs/medambiente/undp_cl_medioambiente_Manejo-bosque-nativo.pdf.

POZZER, J.; & GUZOWSKI, E. *Materiales y Materias Primas* [En línea]. Buenos Aires-Argentina: Ministerio de Educación-Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2011. p. 7.

[Consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/madera.pdf>.

PROAÑO, D. *Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de Trabajo* [En línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2005. p. 22. [Consulta: 01 julio 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/171209368/Estudio-de-tendencias-y-perspectivas-del-Sector-Forestal-en-America-Latina-Documento-de-Trabajo-pdf>.

RAMÍREZ, J.; & ALVAREZ, R. *Estudio Fenológico de 28 especies maderables del Bosque Húmedo Tropical de Honduras* [En línea]. Lancetilla-Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales-Organización Internacional de las Maderas Tropicales, 2000. p. 3. [Consulta: 05 junio 2021]. Disponible en: <https://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD8%2092/pd%208-92-6%20rev%202%20%28F%29%20.pdf>.

RASCÓN, L. *Métodos y Técnicas de Tinción* [Blog]. 2014. [Consulta: 10 junio 2021]. Disponible en: <http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/metodos-y-tecnicas-de-tincion.html>.

SENASICA. *Manual de técnicas de curación y preservación para un herbario de malezas* [En línea]. Ciudad de México-México: Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2019. pp. 5-6. [Consulta: 10 junio 2021]. Disponible en: <http://sinavef.senasica.gob.mx/CNRF/AreaDiagnostico/DocumentosReferencia/Documentos/ManualesGuias/Manuales/Manual%20Preservaci%C3%B3n%20Herbario%20V1%20PUB.pdf>.

VALDEBENITO, G. *Informe final fondo de investigación del bosque nativo* [En línea]. Santiago de Chile-Chile: Corporación Nacional Forestal-Instituto Forestal, 2013. p. 2. [Consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: https://investigacion.conaf.cl/archivos/repositorio_documento/2018/11/004_2011-DOCUMENTOS-INFORME-FINAL.pdf.

VÁSQUEZ, Á.; & RAMÍREZ, A. *Curso de anatomía e identificación de maderas* [En línea]. Medellín-Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2011. pp. 8-9. [Consulta: 01 junio 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/31757170/CURSO_ANATOM%C3%8DA_E_IDENTIFICACI%C3%93N_DE_MADERAS.

VÁZQUEZ, C., MARTÍN, A., DE SILÓNIZ, M.; & SERRANO, S. “Técnicas básicas de Microbiología. Observación de bacterias”. *Reduca (Biología)*. Serie Microbiología [En línea], 2010, (España) 3(5), pp. 15-38. [Consulta: 06 julio 2021]. ISSN: 1989-3620. Disponible en: <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/download/819/834>.

VISCARRA, S. *Guía para el secado de la madera en hornos* [En línea]. Santa Cruz-Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR-USAID, 1998. p. 34. [Consulta: 04 junio 2021]. Disponible en: https://rmportal.net/library/content/Forestry_Silviculture_CBNRM/documentos-bolfor/documentos-tecnicos/guia-para-el-secado-de-la-madera-en-hornos-agosto-1998/at_download/file.

ANEXOS

ANEXO A: CORTES DE LA MADERA EN EL ASERRADERO



ANEXO B: IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS DENDROLÓGICAS, REALIZADA EN EL HERBARIO DE LA ESPOCH



ANEXO C: ABLANDAMIENTO DE LAS MUESTRAS EN LA AUTOCLAVE



ANEXO D: CORTES DE LAS MUESTRAS EN EL MICRÓTOMO



ANEXO E: LÁMINAS DE LAS SECCIONES DE LA MADERA



ANEXO F: TINTES UTILIZADOS



ANEXO G: TINTURADO DE LAS LÁMINAS DE MADERA



ANEXO H: PLACAS CON LAS MUESTRAS TINTURADAS Y ETIQUETADAS

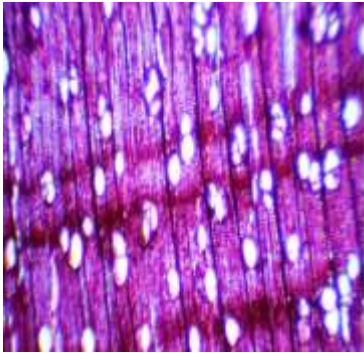


ANEXO I: OBSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS HISTOLÓGICAS

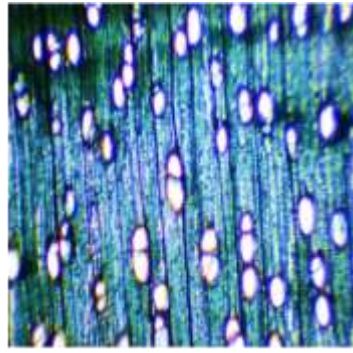


ANEXO J: CORTE TRANSVERSAL DE NECTANDRA ACUTIFOLIA (CANELO), CON EL LENTE 4X

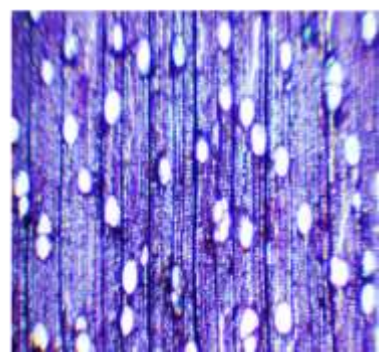
Safranina



Astra blue

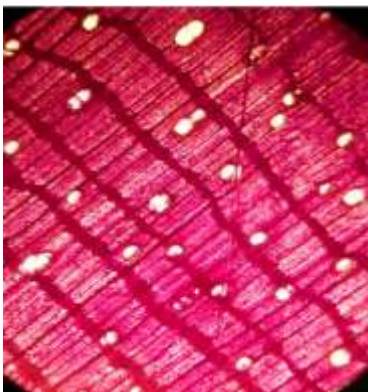


Safranina/Astra blue

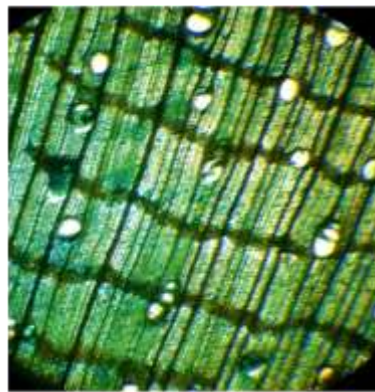


ANEXO K: CORTE TRANSVERSAL DE FICUS MAXIMA (MATA PALO), CON EL LENTE 4X

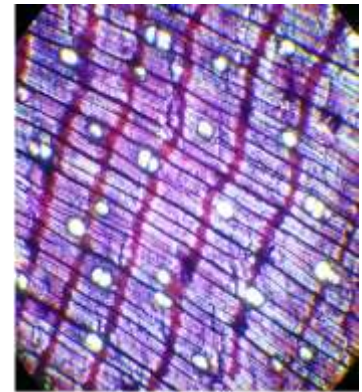
Safranina



Astra blue

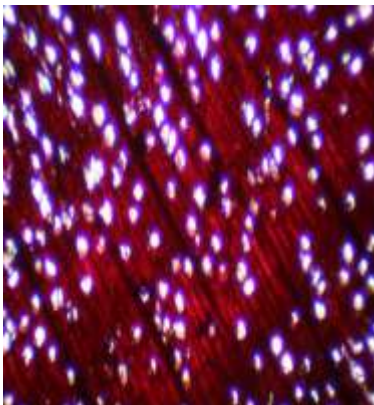


Safranina/Astra blue

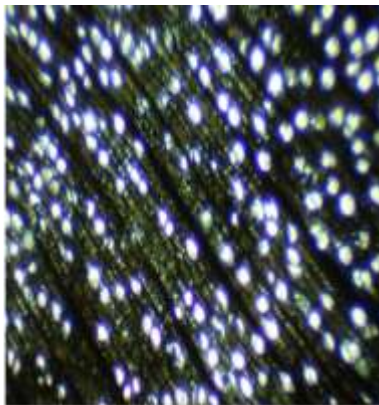


ANEXO L: CORTE TRANSVERSAL DE HYERONIMA OBLONGA (MOTILÓN), CON EL LENTE 4X

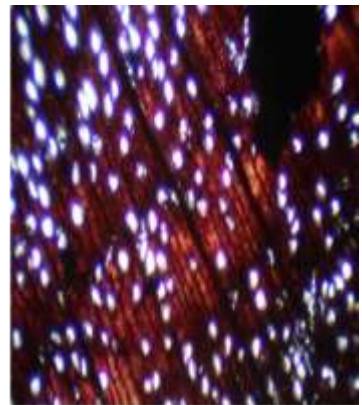
Safranina



Astra blue

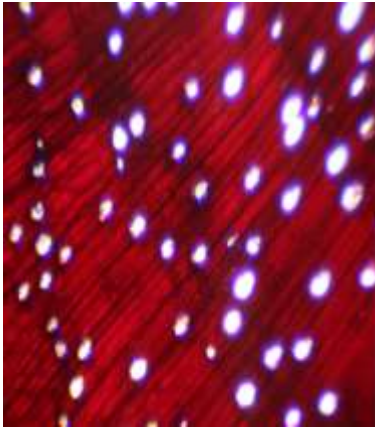


Safranina/Astra blue

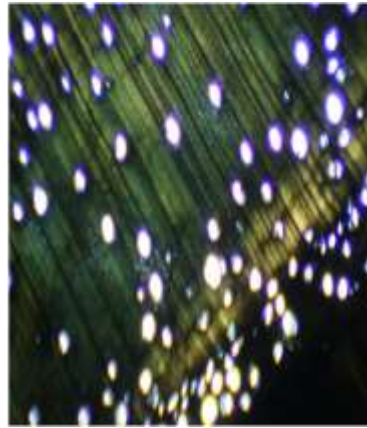


ANEXO M: CORTE TRANSVERSAL DE MYRCIA FALLAX (ARRAYÁN), CON EL LENTE 4X

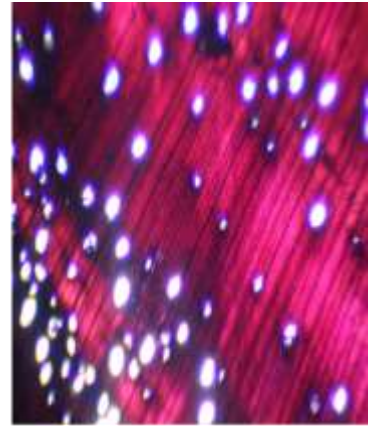
Safranina



Astra blue



Safranina/Astra blue



ANEXO N: MEDICIÓN Y PESO DE LOS CUBOS



ANEXO O: REGISTRO DEL PH



ANEXO P: TABLA DE COLOR DE MUNSELL



ANEXO Q: MUESTRAS DE 30 CM PARA LA XILOTECA DE NECTANDRA ACUTIFOLIA, FICUS MAXIMA MILL, HYERONIMA OBLONGA Y MYRCIA FALLAX (IZQUIERDA A DERECHA)



ANEXO R: PERÍMETRO DE LOS POROS SOLITARIOS DE NECTANDRA ACUTIFOLIA

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Categoría
3	61.67	3	4.9	A
2	65	3	4.9	A
1	74	2	6.01	A

ANEXO S: PERÍMETRO DE LOS POROS MÚLTIPLES DE NECTANDRA ACUTIFOLIA

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Categoría
3	30	3	2.37	A
2	35	3	2.37	A
1	41.5	2	2.91	A

ANEXO T: PERÍMETRO DE POROS SOLITARIOS DE FICUS MAXIMA MIL

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Categoría
1	41.50	2	6.52	A
2	46	3	5.32	A
3	55.33	3	5.32	A

ANEXO U: PERÍMETRO DE POROS MÚLTIPLES DE FICUS MAXIMA MIL

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Categoría
3	18.67	3	1.71	A
2	19.67	3	1.71	A
1	24.5	2	2.09	A

ANEXO V: PERÍMETRO DE POROS SOLITARIOS DE HYERONIMA OBLONGA

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Categoría
1	245.5	2	9.26	A
2	246.67	3	7.56	A
3	247.44	3	7.56	A

ANEXO W: PERÍMETRO DE POROS MÚLTIPLES DE HYERONIMA OBLONGA

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Categoría
3	90.33	3	5.19	A
2	91.33	3	5.19	A
1	95.50	2	6.35	A

ANEXO X: PERÍMETRO DE POROS SOLITARIOS DE MYRCIA FALLAX

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Categoría
3	145.33	3	11.35	A
2	160	3	11.35	A
1	162	2	13.89	A

ANEXO Y: PERÍMETRO DE POROS MÚLTIPLES DE MYRCIA FALLAX

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Categoría
3	4.33	3	1.12	A
1	7	2	1.37	A
2	9	3	1.12	A

ANEXO Z: PERMISO DE INVESTIGACIÓN OTORGADO POR EL MINISTERIO DEL AMBIENTE

AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDADBIOLÓGICA No. 1118

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDADBIOLÓGICA

2.- CÓDIGO

MAAE-ARSFC-2021-1118

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

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

4.-COMPONENTE A RECOLECTAR

Plantae

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

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

Nº de C.I./Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
0503622839	SORIA ZUMBA DAYSI GABRIELA	Ecuatoriana	No Aplica	Estudiante	Magnoliopsida

0602669772	SALAZAR CASTAÑEDA EDUARDO PATRICIO	Ecuatoriana	1002-11-1067584	Manejo forestal	Magnoliopsida
------------	--	-------------	-----------------	-----------------	---------------

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

Nombre del Proyecto: CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES PROCEDENTES DEL CANTÓN SANTO DOMINGO PARROQUIA ALLURIQUIN SECTOR PILATÓN

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

• Caracterizar anatómicamente cuatro especies forestales, procedentes del Cantón Santo Domingo Parroquia Alluriquin sector el Pilatón.
• Identificar dendrológicamente las cuatro especies forestales procedentes del sector El Pilatón.
• Comparar las características anatómicas de las cuatro especies forestales.

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

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	NA	NA

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	Tipo Muestra	N° Muestra	N° Lote
Magnoliopsida	Malpighiales	NA	NA	NA	Espécimen vegetal	3	
Magnoliopsida	Rosales	NA	NA	NA	Espécimen vegetal	3	
Magnoliopsida	Lurales	NA	NA	NA	Espécimen vegetal	3	
Magnoliopsida	Myrtales	NA	NA	NA	Espécimen vegetal	3	

10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

FASE DE RECOLECCIÓN:	Para el cumplimiento del primer objetivo que es, identificar dendrológicamente las cuatro especies forestales en estudio. a) Se procederá a realizar una georreferenciación de la propiedad, para esto se utilizará un GPS (Garmin) para de esa manera registrar las coordenadas de cada una de las especies que serán recolectadas, con sus cuatro repeticiones respectivamente. b) En seguida se coleccionarán muestras herborizadas completas como son: hojas, flores, frutos y corteza de cada una de las especies, colocando una etiqueta con su nombre común para la investigación.
-----------------------------	---



FASE DE PRESERVACIÓN :	<p>c) Posteriormente a la recolección, cada muestra de especie se las colocará en papel periódico doblada a la mitad, encima colocamos papel absorbente y una capa más de cartón, tanto en la parte inferior, como en la partesuperior. d) Después será ubicada en la prensa y esta deberá ser asegurada con una cuerda, esto se realiza para lograr un mejor secado de las muestras, además el periódico debe ser cambiado diariamente para evitar pudriciones ocasionadas por hongos. e) Luego de haber conseguido el secado de las muestras herborizadas, estas deben ser llevadas al herbario de la Espoch para su respectiva identificación.</p>
----------------------------------	---

11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO	<p>a) Separar un cubo de madera 2 x 2 x 2cm, según las normas COPANT 458 y dejarlo secar a temperatura ambiente, este procedimiento se realizará con cada una de las cuatro especies; luego de secarse totalmente se procederá a pesarlos.</p> <p>b) A continuación, el mismo cubo que ya está seco, se lo colocará en un recipiente con agua por aproximadamente de 7 a 8 días (dependiendo la especie), transcurrido estos días se pesará el cubo para obtener su peso en húmedo. Todo este procedimiento es para obtener la densidad de cada una de las especies. c) Para la obtención del cálculo del pH se utilizará un frasco de vidrio, con cada una de las especies, se pesará 25 gramos de aserrín fino con un volumen específico de agua destilada y mezclamos hasta formar una mezcla homogénea, luego de realizar el procedimiento anterior, procedemos a colocar la mezcla en un recipiente, y colocamos el pH metro tomando la primera lectura como referencia exacta. d) En el estudio de las características anatómicas se deben hacer 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). e) Poner los cubos en los frascos de vidrio y añadir agua destilada en volumen específico hasta cubrir absolutamente los cubos, tapar los frascos con papel y después colocarlos en la autoclave, a una temperatura de 121°C por ciclo (una hora); este procedimiento dependerá mucho, si es madera blanda o madera dura.</p>
--	--

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

Grupo Biológico Para Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Magnoliopsida	RAÍZ, TIJERAS DE PODAR, MACHETE	Material en Campo
Magnoliopsida	PARA COLECTAS: PODADORA AÉREA Y DE MANO, TREPADORES DE ÁRBOLES, BINOCULARES, GPS, CINTA DIAMÉTRICA O MÉTRICA, CÁMARA DIGITAL, COMPUTADORA PORTÁTIL. PARA SECADO E IDENTIFICACIÓN: SECADORA ELÉCTRICA, E	Material en Campo

13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

Magnoliopsida	Herbario Escuela Superior Técnica del Chimborazo
---------------	--

14.- RESULTADOS ESPERADOS

Con la presente investigación se obtendrá las características anatómicas y organolépticas específicas de las especies en estudio, y a su vez se determinará cuál es su aprovechamiento óptimo y adecuado. De esta forma se tendrá alternativas idóneas para remplazar a las especies que han sido aprovechadas en los últimos años, esto permitirá tener un aprovechamiento más equilibrado de los boques y se recuperara especies que están en peligro de extinción

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

METAS	DESCRIPCIÓN
Resultado 04.19 El Ecuador, bajo la coordinación del Instituto de Investigaciones de la Biodiversidad, impulsa la investigación científica aplicada y la gestión del conocimiento sobre el patrimonio natural y desarrolla procesos tecnológicos innovadores que sustentan el cambio de la matriz productiva	. De esta forma se tendrá alternativas idóneas para remplazar a las especies que han sido aprovechadas en los últimos años, esto permitirá tener un aprovechamiento más equilibrado de los boques y se recuperara especies que están en peligro de extinción

DE ACUERDO CON LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

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

OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.

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

Con los siguientes anexos:

- Escaneado de el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras,

emitidas por las Colecciones Científicas Ecuatorianas como Internacionales depositarias de material biológico.

- Escaneado de las publicaciones realizadas o elaboradas en base al material biológico recolectado.
- Escaneado de material fotográfico que considere el investigador pueda ser utilizados para difusión. (se mantendrá los derechos de autor).

10. Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos el número de Autorización de Recolección otorgada por el Ministerio del Ambiente y Agua, con el que se recolectó 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 para depositar 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 **SORIA ZUMBA DAYSI GABRIELA.**

**DIRECTOR DE
BIODIVERSIDAD**
CEVALLOS ROMAN
GERARDO RAMIRO
2021-02-2

ANEXO AA: CERTIFICADO OTORGADO POR EL HERBARIO DE LA ESPOCH



Ofc.No.008.CHEP.2021

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD
CEVALLOS ROMAN GERARDO RAMIRO

Riobamba, 26 de febrero del 2021

De mis consideracion:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente certifico que la señorita SORIA ZUMBA DAYSI GABRIELA con CI: 050382283-9, entregó 4 muestras botánicas infértiles (listado), identificadas, comparando con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador; según Proyecto: CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES, PROCEDENTES DEL CANTÓN SANTO DOMINGO PARROQUIA ALLURIQUIN SECTOR EL PILATÓN, autorización de Investigación N° MAAE-ARSFC-2021-1118. Las muestras infértiles se archivarán por el lapso de un año ,para los fines correspondientes.

FAMILIA	ESPECIE	ESTADO
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima oblonga</i> Mull. Arg.	Infertíl
Moraceae	<i>Ficus máxima</i> Mill.	Infertíl
Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i> Ruiz & Pav.) Mez	Infertíl
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	Infertíl

Me despido, atentamente

JORGE MARCELO CARANQUI ALDAZ
Firmado digitalmente por JORGE MARCELO CARANQUI ALDAZ
Fecha: 2021.02.26 10:18:56 -05'00'
Ing. Jorge Caranqui A.
RESPONSABLE HERBARIO

FACULTAD DE
RECURSOS
NATURALES