



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

**“DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LAS
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y ANATÓMICAS DE
LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES
COMERCIALES, PROCEDENTES DEL CANTÓN LORETO,
PROVINCIA DE ORELLANA”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTOR: SINDI SULIMA GREFA YUMBO

DIRECTOR: Ing. MSc. EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Sindi Sulima Grefa Yumbo

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

Yo, Sindi Sulima Grefa Yumbo, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos constantes 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 titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 29 marzo 2021.



.....
Sindi Sulima Grefa Yumbo

220017589-7

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

El tribunal de trabajo de titulación certifica, que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de investigación, “**DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y ANATÓMICAS DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES FORESTALES COMERCIALES, PROCEDENTES DEL CANTÓN LORETO, PROVINCIA DE ORELLANA**”, realizado por la señorita: **Sindi Sulima Grefa Yumbo**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. MSc. Miguel Gualpa PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2021-03-29
Ing. MSc. Eduardo Patricio Salazar Castañeda DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2021-03-29
Ing. MSc. Vilma Fernanda Noboa Silva MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2021-03-29

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico con todo mi corazón a mis padres Miguel Tomas Grefa Salazar y Elvia María Yumbo mis más grandes amores, por toda esta vida de sacrificios por darme la mejor herencia el estudio, a pesar de las adversidades siempre me apoyaron incondicionalmente para poder llegar a cumplir uno de mis sueños anhelados. LOS AMO. Con mucho amor y cariño a mí amada hija Sindi que a pesar de su corta edad supo estar conmigo brindándome su amor sincero e incondicional, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor. A mi novio Aldo Molina quien a lo largo de este tiempo juntos me ha enseñado el valor de los detalles y ha visto en mí una persona capaz de dar lo mejor de sí, siempre estuvo a mi lado en las alegrías y tristezas, por apoyarme en los momentos más difíciles de mi vida, mil gracias. A mis hermanos Mireya, Miguel, Nelson en especial a Yadira y a mis sobrinos por creer en mí, por apoyarme en esta etapa de mi vida, ustedes son mi fuerza los quiero mucho. A mis amigos, familiares y personas que estuvieron involucradas en el proceso de mi formación profesional y personal, que han sido luces en tiempo de oscuridad, por sus consejos y oraciones, alentándome en todo momento a no desmayar.

Sindi Sulima

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a Dios por ser mi fortaleza y sabiduría.

A mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí, por haberme inculcado el valor del trabajo y la perseverancia en mis sueños y metas.

A mi familia por su apoyo y comprensión.

Agradezco al Ingeniero Eduardo Salazar y a la Ingeniera Vilma Noboa, gracias por su ayuda y por todos los conocimientos brindados y haber por puesto a mi disposición todas las herramientas necesarias para desarrollar esta investigación.

De igual manera a mis queridos formadores en especial a los ingenieros Víctor Espinoza y Jorge Caranqui, por haberme brindado sus diversos conocimientos, especialmente del campo y de los temas que corresponden a mi profesión.

A los señores docentes de la Facultad de Recursos Naturales, aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, me han sabido dar las pautas para mi formación profesional y personal.

Finalmente, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Forestal por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas para poder estudiar mi carrera Universitaria.

Sindi

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
SUMARY / ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
1. MARCO TEORICO REFERENCIAL	4
1.1. Herbario	4
1.1.1. <i>Importancia</i>	4
1.1.2. <i>Especímenes de Herbario</i>	4
1.1.3. <i>Muestras fértiles vs muestras infértiles</i>	5
1.1.4. <i>Uso de Prensa de campo</i>	5
1.1.5. <i>Uso de bolsa de colección</i>	5
1.1.6. <i>Las notas de campo y el libro de campo</i>	5
1.1.7. <i>Nombres comunes vs nombres científicos</i>	6
1.1.8. <i>Prensado y secado de muestras</i>	6
1.1.8.1. <i>Prensado</i>	6
1.1.8.2. <i>Arreglo de especímenes para prensado</i>	6
1.1.8.3. <i>Secado de especímenes</i>	7
1.1.9. <i>Preservación de plantas después del secado</i>	7
1.2. Madera.....	7
1.3. Anatomía de la madera	8
1.4. Características microscópicas de la madera	8
1.4.1. <i>Poros</i>	8

1.4.2.	<i>Parénquima</i>	8
1.4.2.1.	<i>Parénquima apotraqueal</i>	9
1.4.2.2.	<i>Parénquima paratraqueal</i>	9
1.4.3.	<i>Radios</i>	9
1.5.	Planos anatómicos de corte	9
1.6.	Propiedades organolépticas de la madera	9
1.6.1.	<i>Color</i>	9
1.6.2.	<i>Olor</i>	10
1.6.3.	<i>Sabor</i>	10
1.6.4.	<i>Brillo o lustre</i>	10
1.6.5.	<i>Textura</i>	10
1.6.6.	<i>Veteado</i>	11
1.6.7.	<i>Grano</i>	11
1.7.	Tinción	11
1.7.1.	<i>Safranina</i>	11
1.7.2.	<i>Astra blue</i>	12
1.8.	Densidad de la madera	12
1.9.	Definición de pH	12
CAPÍTULO II		13
2.	MARCO METODOLÓGICO	13
2.1.	Caracterización del lugar	13
2.1.1.	<i>Localización</i>	13
2.1.2.	<i>Condiciones climáticas</i>	13
2.1.3.	<i>Clasificación ecológica</i>	14
2.2.	Materiales y equipos	14
2.3.	Metodología	15
2.3.1.	<i>Recolección del espécimen vegetal</i>	15

2.3.2.	<i>Determinación de las características organolépticas</i>	16
2.3.3.	<i>Determinación de las características anatómicas</i>	16
2.3.4.	<i>Determinación de la densidad</i>	18
2.3.5.	<i>Determinación del potencial de hidrogeno (pH)</i>	18
2.3.6.	<i>Análisis estadístico y comparación</i>	19
CAPÍTULO III		20
3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	20
3.1.	Resultados	20
3.1.1.	<i>Identificación dendrológica</i>	20
3.1.2.	<i>Características organolépticas de las cinco especies en estudio.</i>	22
3.1.3.	<i>Características anatómicas de las cinco especies en estudio.</i>	31
3.1.3.1.	<i>Densidad</i>	48
3.1.3.2.	<i>Potencial de hidrogeno (pH)</i>	48
3.1.3.3.	<i>Cantidad de poros</i>	49
3.1.3.4.	<i>Análisis estadístico</i>	49
3.1.4.	<i>Calidad de imágenes</i>	52
3.1.5.	Discusión	57
CONCLUSIONES		59
RECOMENDACIONES		60
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Identificación dendrológica de las cinco especies en estudio	20
Tabla 2-3:	Identificación de las características organolépticas de <i>Brunellia acostae</i> (Omiti).....	22
Tabla 3-3:	Identificación de las características organolépticas de <i>Croton lechleri</i> (Sangre de drago)	24
Tabla 4-3:	Identificación de las características organolépticas de <i>Myroxylon balsamum</i> (Bálsamo)	25
Tabla 5-3:	Identificación de las características organolépticas de <i>Nectandra membranaceae</i> (Canelo).....	27
Tabla 6-3:	Identificación de las características organolépticas de <i>Protium fimbriatum</i> (Copal)	29
Tabla 7-3:	Características organolépticas de las especies estudiadas.....	31
Tabla 8-3:	Ciclos de ablandamiento de las cinco especies en estudio.....	31
Tabla 9-3:	Resumen de las características anatómicas de las cinco especies en estudio	47
Tabla 10-3:	Densidad en seco de las cinco especies estudiadas.....	48
Tabla 11-3:	Potencial de hidrogeno (pH) de las cinco especies estudiadas.....	48
Tabla 12-3:	Cantidad de poros encontrados en las cinco especies en estudio	49
Tabla 13-3:	Número de los poros solitarios de las cinco especies estudiadas prueba de (Kruskal Wallis).....	50
Tabla 14-3:	Número de los poros múltiples de dos de las cinco especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$).....	50
Tabla 15-3:	Número de los poros múltiples de tres de las cinco especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$).....	51
Tabla 16-3:	Evaluación de las tinciones de <i>Brunellia acostae</i>	52
Tabla 17-3:	Evaluación de las tinciones en <i>Croton lechleri</i>	53
Tabla 18-3:	Evaluación de las tinciones en <i>Myroxylon balsamum</i>	54
Tabla 19-3:	Evaluación de las tinciones en <i>Nectandra membrnaceae</i>	55
Tabla 20-3:	Evaluación de las tinciones en <i>Protium fimbriatum</i>	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Mapa de la zona de investigación	13
Figura 1-3:	Corteza de <i>Brunellia acostae</i> (Omiti).....	22
Figura 2-3:	Corte transversal de <i>Brunellia acostae</i> (Omiti).	23
Figura 3-3:	Corte tangencial de <i>Brunellia acostae</i> (Omiti).	23
Figura 4-3:	Corte radial de <i>Brunellia acostae</i> (Omiti).	23
Figura 5-3:	Corteza de <i>Croton lechleri</i> (Sangre de drago).	24
Figura 6-3:	Corte transversal de <i>Croton lechleri</i> (Sangre de drago).....	24
Figura 7-3:	Corte transversal de <i>Croton lechleri</i> (Sangre de drago).....	25
Figura 8-3:	Corte transversal de <i>Croton lechleri</i> (Sangre de drago).....	25
Figura 9-3:	Corteza de <i>Myroxylon balsamum</i> (Bálsamo).	26
Figura 10-3:	Corte transversal de <i>Myroxylon balsamum</i> (Bálsamo).	26
Figura 11-3:	Corte tangencial de <i>Myroxylon balsamum</i> (Bálsamo).	26
Figura 12-3:	Corte radial de <i>Myroxylon balsamum</i> (Bálsamo).	27
Figura 13-3:	Corteza de <i>Nectandra membranaceae</i> (Canelo).	27
Figura 14-3:	Corte transversal de <i>Nectandra membranaceae</i> (Canelo).....	28
Figura 15-3:	Corte tangencial de <i>Nectandra membranaceae</i> (Canelo).	28
Figura 16-3:	Corte radial de <i>Nectandra membranaceae</i> (Canelo).....	28
Figura 17-3:	Corteza de <i>Protium fimbriatum</i> (Copal).	29
Figura 18-3:	Corte transversal de <i>Protium fimbriatum</i> (Copal).....	29
Figura 19-3:	Corte tangencial de <i>Protium fimbriatum</i> (Copal).	30
Figura 20-3:	Corte radial de <i>Protium fimbriatum</i> (Copal).....	30
Figura 21-3:	Plano de la sección transversal de <i>Brunellia acostae</i> (Omiti).....	32
Figura 22-3:	Plano de la sección tangencial de <i>Brunellia acostae</i> (Omiti).....	33
Figura 23-3:	Plano de la sección radial de <i>Brunellia acostae</i> (Omiti).....	34
Figura 24-3:	Plano de la sección transversal de <i>Croton lechleri</i> (Sangre de drago).....	35
Figura 25-3:	Plano de la sección tangencial de <i>Croton lechleri</i> (Sangre de drago).	36
Figura 26-3:	Plano de la sección radial de <i>Croton lechleri</i> (Sangre de drago)..	37
Figura 27-3:	Plano de la sección transversal de <i>Myroxylon balsamum</i> (bálsamo).....	38
Figura 28-3:	Plano de la sección tangencial de <i>Myroxylon balsamum</i> (Bálsamo).....	39
Figura 29-3:	Plano de la sección radial de <i>Myroxylon balsamum</i> (Bálsamo)..	40
Figura 30-3:	Plano de la sección transversal de <i>Nectandra membranaceae</i> (Canelo).	41
Figura 31-3:	Plano de la sección tangencial de <i>Nectandra membranaceae</i> (Canelo).....	42
Figura 32-3:	Plano de la sección radial de <i>Nectandra membranaceae</i> (Canelo).	43
Figura 33-3:	Plano de la sección transversal de <i>Protium fimbriatum</i> (Copal).	44

Figura 34-3: Plano de la sección tangencial de <i>Protium fimbriatum</i> (Copal).....	45
Figura 35-3: Plano de la sección radial de <i>Protium fimbriatum</i> (Copal).....	46
Figura 36-3: Calidad de imagen de <i>Brunellia acostae</i> (Omiti).....	52
Figura 37-3: Calidad de imagen de <i>Croton lechleri</i> (Sangre de drago).....	53
Figura 38-3: Calidad de imagen de <i>Myroxylon balsamum</i> (Bálsamo).....	54
Figura 39-3: Calidad de imagen de <i>Nectandra membranceae</i> (Canelo).....	55
Figura 40-3: Calidad de imagen de <i>Protium fimbriatum</i> (Copal).....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A.** Identificación de las muestras dendrológicas.
- Anexo B.** Ablandamiento de los cubos de madera.
- Anexo C.** Corte de las láminas histológicas en el micrótopo.
- Anexo D.** Tinturado y montaje de las láminas histológicas.
- Anexo E.** Observación en el microscopio.
- Anexo F.** Obtención del pH.
- Anexo G.** Identificación del color con la Tabla de Munsell.
- Anexo H.** Muestras para la colección: **a.** *Myroxylon balsamum* (Bálsamo), **b.** *Croton lechleri* (Sangre de drago), **c.** *Protium fimbriatum* (Copal), **d.** *Brunellia acostae* (Omiti), **e.** *Nectandra membranaceae* (Canelo).
- Anexo I.** Especies estudiadas en pie.
- Anexo J.** Análisis estadístico de los poros múltiples de dos de acuerdo al número de poros de las cinco especies estudiadas.
- Anexo K.** Análisis estadístico para los poros múltiples de tres de acuerdo al número de poros de las cinco especies estudiadas.
- Anexo L.** Análisis estadístico de los poros solitarios de acuerdo al número de poro de las cinco especies estudiadas.
- Anexo M.** Datos para la obtención del pH y coordenadas de ubicación geográfica de las especies.
- Anexo N.** Permiso de investigación otorgado por el Ministerio del Ambiente y Agua.
- Anexo O.** Certificado otorgado por el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo describir e identificar las características anatómicas y organolépticas de la madera de cinco especies forestales comerciales, procedentes del cantón Loreto, provincia de Orellana, con el propósito de brindar una excelente información para llevar un apropiado manejo y aprovechamiento. Para la identificación de las muestras dendrológicas, se utilizó la colección de espécimen botánicos del herbario de la ESPOCH. Para la descripción de características organolépticas se adquirieron probetas según Normas COPANT y se aplicaron los sentidos (tacto, vista, gusto, olfato) para la determinación del olor, sabor, color, textura, grano, lustre y vetado; en la descripción de las características anatómicas, se adquirieron cubos de 2 cm³ de madera, se ablandaron utilizando la autoclave. Se realizaron los respectivos cortes transversal, tangencial y radial con el micrótopo obteniendo láminas histológicas de 0,3 micras; para continuar con la tinción en Safranina, Astra blue y la combinación Safranina + Astra blue en tres tiempos 10, 20, 30 segundos, se realizó el montaje de cada una de las láminas y la observación en el microscopio, luego se determinó el pH de cada especie utilizando aserrín fresco mezclado con agua destilada. Como resultados en la identificación dendrológica se demuestra que cada especie pertenece a familias diferentes y en cuanto a las características anatómicas se consiguió observar cada una de las estructuras esenciales que contiene la madera: poros, parénquimas, tñide, vasos y punteaduras. El potencial de hidrogeno varía de acuerdo a las características y composición de cada especie. Finalmente se concluye que en cuanto a las tinciones con respecto a las características anatómicas con la que se logró una mejor observación de las estructuras fue con Astra blue, en todas las especies. Se recomienda realizar estudios anatómicos utilizando otros tintes o diferentes tiempos al realizar el tinturado para obtener mejores resultados.

Palabras clave: <MADERAS COMERCIALES>, <HERBARIO>, <CARACTERISTICAS ANATÓMICAS>, <CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS>, <TINCIÓN>.

LUIS ALBERTO
CAMINOS
VARGAS

Firmado digitalmente por LUIS
ALBERTO CAMINOS VARGAS
Nombre de reconocimiento (DN):
c=EC, |R=RIOBAMBA,
serialNumber=+0502765974,
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS
VARGAS
Fecha: 2021.04.05 09:08:51 -0500'



0921-DBRAI-UTP-2021

SUMARY / ABSTRACT

This research aimed to describe and identify the anatomical and organoleptic characteristics of the wood of five commercial forest species, from the town of Loreto, province of Orellana, in order to provide excellent information that allowed appropriate management and use. For the identification of dendrological samples, the collection of botanical specimens from the ESPOCH herbarium was used. For the description of organoleptic characteristics, test tubes were acquired according to COPANT Standards and the senses (touch, sight, taste, smell) for the determination of odor, taste, color, texture, grain, luster and veined. In the description of the anatomical characteristics, 2 cm³ of wood were softened using the autoclave. The cross-sectional, tangential and radial cuts were made with the microtome obtained histological plates of 0.3 microns; to continue with the staining in Safranina, Astra blue and the combination Safranina + Astra blue in three times 10, 20, and 30 seconds. The assembly of each one of the plates and the observation in the microscope was carried out, then the pH of each species was determined using fresh sawdust mixed with distilled water. Results related to dendrological identification showed that each species belonged to families different and in terms of anatomical characteristics. It was possible to observe each of the essential structures that contain the wood: pores, parenchyma, tilide, vessels and pits. The Hydrogen potential varied according to the characteristics and composition of each species. Finally, it was concluded that regarding the staining with respect to the anatomical characteristics with which a better observation of the structures was achieved was with Astra blue, in all species. It was recommended to perform anatomical studies using other stains or different times when performing the tinted for best results.

Keywords: <COMMERCIAL WOODS>, <HERBAL>, <CHARACTERISTICS ANATOMICAL>, <ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS>, <STAINING>.

Riobamba, April 12, 2021

Translated by:

 Firmado digitalmente por DENNYS VLADIMIR TENELANDA LOPEZ
Fecha: 2021.04.12 13:39:47 -05'00'

Mgs. Dennys Tenelanda López

PROFESSOR OF EFL

INTRODUCCIÓN

La cobertura vegetal en el Ecuador depende fuertemente de las regiones geográficas. En la Amazonía predominan los bosques nativos, los cuales resguardan una importante biodiversidad. El sector forestal en el Ecuador está principalmente orientado hacia el mercado interno, pese a que la industria maderera de aglomerados y contrachapados, está articulada a los mercados externos (Mejía y Pacheco, 2013).

El recurso forestal siendo uno de los más importantes con que cuenta el Ecuador y ser considerado como uno del ecosistema mega diversos del mundo, se encuentra en una situación de extrema preocupación, debido principalmente a la elevada tasa de deforestación que registra el país, la mayor de Latinoamérica en relación de su superficie (MAE, 2013).

La madera ha sido utilizada durante mucho tiempo como material para la construcción y en la actualidad su mayor demanda aumenta su valor comercial. Las regiones tropicales y subtropicales, son zonas que albergan especies de altísimo valor comercial y ecológico. Sin embargo, para el uso adecuado de la madera se requiere el conocimiento de sus características anatómicas, sus propiedades físicas y mecánicas (Agila et al., 2018).

El conocimiento de la estructura anatómica de la madera es de importancia para la actividad industrial del país ya que es la única forma de conocer sus características microscópicas y mejora el valor económico, la información que se obtiene de una caracterización dendrológica y anatómica de las especies forestales desempeñan un papel muy importante como una herramienta para el conocimiento y diferenciación de los materiales leñosos en distintas especies tanto en el campo ecológico, educativo o industrial (MAE, 2013).

JUSTIFICACIÓN

El País cuenta con información escasa en el sector forestal referente a las características organolépticas y la estructura anatómica de especies maderables comerciales, por tal motivo el manejo y aprovechamiento de bosques en su mayoría se da de manera empírica sin olvidar que este recursos es una fuente de ingresos económicos para los pobladores de la amazonia, específicamente del cantón Loreto, por ello es importante seguir con el desarrollo de los avances tecnológicos en el sector forestal para su correcto aprovechamiento; el presente trabajo de investigación tiene como objetivo brindar información sobre las características anatómicas y organolépticas de la madera de cinco especies forestales comerciales, para así poder llevar un apropiado manejo y aprovechamiento de las mismas.

OBJETIVOS

1. General

Describir e identificar las características anatómicas y organolépticas la madera de cinco especies forestales comerciales, procedentes del cantón Loreto, Provincia de Orellana.

2. Específicos

- Identificar dendrológicamente las cinco especies forestales en estudio.
- Describir las características anatómicas y organolépticas de las cinco especies forestales mediante tinción.
- Evaluar que tinción permite una mejor observación de las características anatómicas para cada especie forestal en estudio.

HIPÓTESIS

➤ Hipótesis nula H_0

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

➤ Hipótesis alternante H_1

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

CAPÍTULO I

1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

1.1. Herbario

El herbario actualmente tiene también una connotación dual, en primer lugar, se refiere a una colección de muestras botánicas, desecadas y prensadas, que representan el patrimonio vegetal de una localidad, región o país. En segundo lugar, también se conoce como herbario al espacio donde se encuentra esta colección, son una fuente de información acerca de las plantas y del medio en que habitan y suponen en sí mismos un registro permanente de la biodiversidad (Moreno, 2007 págs. 2-14).

1.1.1. *Importancia*

Los herbarios son herramientas de primordial importancia para la taxonomía vegetal, entre otras razones porque proveen el material comparativo que es fundamental para descubrir o confirmar la identidad de una especie, o determinar si la misma es nueva para la ciencia. Adicionalmente, los herbarios son esenciales para estudios en áreas tales como: sistemática, ecología, evolución, morfología, anatomía, etnobotánica, conservación de recursos naturales, biogeografía, medicina, criminalística, paleobotánica, palinología, genética, fenología, jardinería y educación biodiversidad (Moreno, 2007 págs. 2-14).

1.1.2. *Especímenes de Herbario*

La muestra de herbario debe poseer la suficiente información tanto en la planta seca como en su etiqueta. Para cumplir con su objetivo; así mismo debe en la gran mayoría de casos debe poseer flores y/o frutos, ya que en base de éstos parámetros se realiza la identificación de las muestras. Igualmente la información de la etiqueta debe indicar donde fue colectada entre otros aspectos (Caranqui, 2015).

La muestra debe estar perfectamente prensada y secada para prevenir ataques de plagas y enfermedades, además que en el herbario que se guarde debe haber las condiciones ambientales para prevenir dichos ataques de insectos se puede utilizar preservantes como Naftalina o someter periódicamente a las muestras de la colección a congelación, además se puede colocar trampas dentro de la colección para dichas plagas (Caranqui, 2015).

1.1.3. *Muestras fértiles vs muestras infértiles*

Las muestras fértiles tienen un gran inconveniente ya que es muy difícil su identificación, éstas se colectarían en situaciones especiales como en el caso de que la planta tenga un referente etnobotánico o ecológico, hasta encontrar un espécimen fértil. Otra circunstancia ocurre cuando especies están en una parcela permanente de estudio, obviamente después aparecerá una fértil (Caranqui, 2015).

1.1.4. *Uso de Prensa de campo*

El uso de la prensa es muy importante ya que de esto depende de la presentación y calidad de las muestras, ya que sin ellas las muestras no presentarían las características requeridas para su posterior descripción y uso de las muestras (Caranqui, 2015).

1.1.5. *Uso de bolsa de colección*

Por fines de practicidad se utiliza primero la bolsa de colectar que debe ser gruesa para soportar las muestras a colectar, antes de colocar las muestras cada una debería ser marcadas (adhesivos con sus respectiva numeración) y /o cada ejemplar en funda propia. Números de Colección: La numeración debe ser secuencial desde el 01 hasta el infinito, y la numeración debe ser la misma de la muestra que de su libreta de campo (Caranqui, 2015).

1.1.6. *Las notas de campo y el libro de campo*

Según Caranqui (2015) las notas generales deben ser la información preliminar que se debe tener de las muestras, para posterior transcripción en el libro de campo, es bueno proceder de ésta forma para evitar que el libro de campo se extravié por cualquier razón, y si esto ocurriera quedaría como respaldo las notas de campo. La información que debe tener el libro de campo es:

1. Fecha: M.D.A
2. País, Provincia, Cantón, Parroquia.
3. Sector específico de colección.
4. Zona de vida.
5. Estado del bosque.
6. Tipo de suelo.
7. Dominancia (abundancia) de especies.
8. Colector y acompañante. Informante.
9. FAMILIA (en el margen el de colección)

10. Nombre de la especie, Autor (en el margen el de duplicados)
11. Hábito vegetación, ambiente y distribución. Diámetro altura de pecho (DAP). Altura.
12. Raíz, hojas, tallos, flores, frutos y semillas.
13. Datos ecológicos.

1.1.7. *Nombres comunes vs nombres científicos*

En el medio se utiliza de una manera muy generalizada el uso de nombres comunes en detrimento de los nombres científicos, aquí algunas puntualizaciones:

- Los nombres comunes no nos da ninguna información sobre la planta
- Un nombre común puede conocerse muchas especies, por ejemplo: El matico se le conoce muchas spp. como *Lepechinia betanicifolia*, *Salvia corrugata*, es más hay una *Asteraceae*: *Aristeguietia bullata* que se le conoce con éste nombre.
- Una spp. puede ser conocida por diferentes n. comunes dependiendo la zona; por ejemplo *Polylepis incana* es conocido como Yagual, quiñual, árbol de papel, etc. Etiquetas de Herbario: Con la información obtenida en el campo y el orden anotado se realiza las etiquetas, generalmente cada herbario tiene su formato que son tipados en computadora (10.5 x 10.5cm) (Caranqui, 2015).

1.1.8. *Prensado y secado de muestras*

1.1.8.1. *Prensado*

Después de coleccionar en las fundas se llega al campamento central y se procede a colocar a las muestras en medias hojas de papel periódico dobladas con las hojas necesarias y siempre con una al envés, en la parte inferior izquierda de la hoja de papel se coloca el número de la muestra acompañado de las iniciales del colector (Caranqui, 2015).

Cuando no se cuenta inmediatamente con una secadora se coloca los paquetes de muestras en fundas de polietileno para posteriormente verter alcohol industrial en una proporción de 3:1; generalmente se coloca 1 litro de alcohol mezclado por dos paquetes de 50cm de espesor (Caranqui, 2015).

1.1.8.2. *Arreglo de especímenes para prensado*

Cuando ya se ha llegado a un lugar donde se dispone de secadora, se coloca en una prensa en el siguiente orden las muestras en la prensa (46 x 30cm):

1. Secante
2. Corrugado
3. Secante
4. Muestra en papel
5. Secante
6. Corrugado
7. Secante.

Hasta obtener un paquete de unos 80 cm, se procede ajustar con correas o cuerdas hasta reducir a un paquete de 50 cm, y se coloca en la secadora (Caranqui, 2015).

1.1.8.3. *Secado de especímenes*

Las secadoras para éste propósito varían; por ejemplo pueden ser a gas o a electricidad. En el caso del Herbario CHEP contamos con una secadora a gas con capacidad de 200 muestras de promedio con una temperatura x de 60 a 70° C, y se seca en un promedio de 8 horas. Las plantas gruesas o suculentas deberán permanecer más tiempo en la secadora (8 horas más) (Caranqui, 2015).

1.1.9. *Preservación de plantas después del secado*

Después de que las plantas estén secas se necesita dotarles a los especímenes condiciones ambientales para prevenir ataques de plagas y enfermedades en los anaqueles de herbario, por eso se sugiere que éstos herbarios se ubique en zonas que su temperatura x no sea más de 20° C y menos de 70% de HR, si hubiera herbarios que se encuentre en zonas que sobrepasen éstos parámetros deberían contar con sistemas de ventilación, que le varían el costo de mantenimiento de un herbario. Como una medida preventiva antes de que las muestras ingresen a la colección se somete a 48 horas de congelación y si el caso amerita también al sometimiento en un horno de microondas. Empaque y transporte de muestras: Las muestras que se transportan son las de intercambio puesto que el duplicado escogido para el herbario auspiciante reposa en cartulinas y a su vez en su respectivo anaquel. Las muestras de intercambio son empacadas en paquetes de 50 muestras envueltas de suficiente papel periódico para evitar el maltrato durante el viaje en cartones respectivos, sellados, y rotulados (Caranqui, 2015).

1.2. Madera

La madera se puede definir como el conjunto de tejidos que se encuentran hacia la parte interna de la corteza del árbol. Específicamente es la zona comprendida entre la médula y el cambium

vascular y en la misma se cumplen diversas funciones: conducción de agua y sales minerales absorbidas por la raíz, soporte o resistencia mecánica y almacenamiento de sustancias alimenticias. Corresponde a lo que técnicamente se conoce con el nombre de xilema secundario. En la madera se distinguen dos grupos de elementos estructurales: elementos macroscópicos y elementos microscópicos (Leon y Espinoza, 2001).

1.3. Anatomía de la madera

Según Gimenez et al (2005). La Anatomía de Madera es la rama de la Biología que estudia el xilema, leño o madera con el fin de:

- Conocerla y darle un uso correcto.
- Determinar especies
- Predecir usos adecuados.
- Prever el comportamiento del leño en procesos industriales.
- Evaluar la aptitud tecnológica de la madera

1.4. Características microscópicas de la madera

1.4.1. Poros

Las maderas latifoliadas presentan vasos que son elementos de conducción de agua y sales minerales. A nivel macroscópico, las características de los vasos utilizadas en identificación se concentran en la sección transversal de la madera. En este plano de corte, los vasos se presentan en forma de orificios o agujeros que recién el nombre de poros (Leon y Espinoza, 2001).

1.4.2. Parénquima

El parénquima es el tejido leñoso de color más claro que el tejido fibroso, cuyas células son cortas y de paredes delgadas, y tienen como función el almacenamiento, distribución y segregación de los carbohidratos, así como la producción de ciertas sustancias orgánicas. Se encuentran orientadas a lo largo del eje del árbol (Gonzales, 2008).

1.4.2.1. *Parénquima apotraqueal*

Tiene esta denominación cuando las células de parénquima se encuentran de forma aislada de los poros; es decir, en forma independiente (Gonzales, 2008).

1.4.2.2. *Parénquima paratraqueal*

Cuando las células de parénquima se encuentran rodeando parcial o en su totalidad a los poros o vasos (Gonzales, 2008).

1.4.3. *Radios*

Es el conjunto de células las cuales se arreglan de forma tal que adquieren la apariencia de líneas o bandas y que tienen como función almacenamiento y conducción de sustancias alimenticias. En la sección transversal del árbol los radios se extienden desde la corteza hacia el centro del tronco cortando a los anillos de crecimiento en ángulo recto (Cloquell et al., 2005).

1.5. Planos anatómicos de corte

Por tratarse de un organismo heterogéneo constituido por células dispuestas y organizadas en diferentes direcciones, el aspecto de la madera varía de acuerdo con la sección observada. Para estudios anatómicos se adoptan los siguientes planos convencionales de corte.

Corte Transversal (X): perpendicular al eje del árbol.

Corte Radial (R): paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento.

Corte Tangencial (T): tangencial a los anillos de crecimiento o perpendicular a los radios.

Además de la apariencia, también el comportamiento físico- mecánico de la madera difiere en cada uno de estos sentidos, fenómeno conocido como anisotropía. Por presentar esta particularidad, la madera es un material anisotrópico (Gimenez et al., 2005).

1.6. Propiedades organolépticas de la madera

1.6.1. *Color*

Existen dos razones básicas por las que aparecen cambios de color en las maderas, una se debe a la impregnación de sustancias (orgánicas e inorgánicas) en los lúmenes de las células, que se

depositan de manera más abundante en el duramen. Otra razón por la que cambia el color de una madera, es la variación del espesor de las paredes celulares en sus diferentes tipos de células. En el caso de las coníferas con anillos de crecimiento, es posible observar al leño inicial con una coloración más clara, por estar formado por células con paredes celulares delgadas y lúmenes muy amplios. La parte final del anillo de crecimiento o leño final, se caracteriza por una coloración más oscura, al estar formado por células con paredes más gruesas (Vázquez y Ramírez, 2011).

1.6.2. Olor

El olor al igual que el color, es una destacada característica organoléptica que permite diferenciar los distintos tipos de madera. La madera recién cortada tiene olor fuerte como, también, la almacenada que se va produciendo por la evaporación lenta de los aceites, resinas y esencias contenidas en la madera. Normalmente, el buen olor indica madera sana y el olor desagradable síntoma de alteración. Hay maderas de exquisito olor como el Incienso, así como también algunas de olor muy desagradable como el Laurel Negro que limita sensiblemente su uso. En el caso del Timbó genera un olor picante al cortarlo por la liberación de toxinas que obligan, necesariamente, el uso de protectores nasales (Aguilar y Guzowski, 2011).

1.6.3. Sabor

No es una característica muy habitual en las maderas y está, estrechamente, vinculado al olor pues se supone que las sustancias responsables de ambos son las mismas (Aguilar y Guzowski, 2011).

1.6.4. Brillo o lustre

Es una característica típica de algunos grupos de maderas; producida por el reflejo de la luz incidente, siendo el plano longitudinal radial (LR) el más reluciente, debido al efecto causado por las bandas horizontales de radios. En la descripción macroscópica el brillo se clasifica como bajo, mediano o moderado y elevado o intenso (Vázquez y Ramírez, 2011).

1.6.5. Textura

Se refiere al tamaño y cantidad proporcional de células leñosas presentes en una pieza de madera. Esta característica es determinada en la sección transversal de la madera. Aquellas maderas que poseen poros pequeños, radios finos y escaso parénquima son consideradas como de textura

fina, Cuando se presentan poros grandes, gran cantidad de parénquima y radios anchos; la madera es de textura gruesa, Una situación intermedia entre las mencionadas proporciona una textura mediana (Leon y Espinoza, 2001).

1.6.6. *Veteado*

Es el dibujo o diseño que produce en las caras longitudinales bien cepilladas o pulidas la disposición de los elementos constitutivos del leño. Es así como tendrán veteados destacados maderas que tengan alguna de estas condiciones o sus combinaciones: anillos de crecimiento bien demarcados, radios leñosos o medulares bien abundantes o muy anchos y altos, abundante proporción de parénquima en cualquiera de sus tipos, grano entrecruzado. En otros casos el veteado está ligado a anomalías o bien al aprovechamiento de raíces o cuello de árboles (Barañaño et al., 2008).

1.6.7. *Grano*

Es una característica observable de la disposición que tienen los elementos xilemáticos longitudinales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.) con respecto al eje longitudinal del tronco, en su sección radial o tangencial (Gonzales, 2008).

1.7. Tinción

La tinción es un método sencillo para incrementar el contraste entre la célula y su entorno y por lo tanto contribuye a mejorar la imagen observada. Las técnicas de tinción con diversos colorantes facilitan la observación al aumentar notablemente el contraste (Vázquez et al., 2010).

1.7.1. *Safranina*

La safranina O es un colorante biológico también conocido como di-metil safranina y rojo básico 2. Al ser una molécula cargada positivamente (catión) es capaz de combinarse con elementos celulares de cargas negativas. Se encuentra en forma de cristales oxidados oscuros o polvo verde oscuro, inodoro y soluble en agua. El colorante safranina O es conocido como de contraste, ya que se usa para diferenciar una estructura celular previamente teñida con otro colorante. Como colorante de contraste se puede utilizar en distintas técnicas histológicas. No es cancerígeno, inflamable. Toxicológicamente puede ocasionar al contacto enrojecimiento en la piel y los ojos por lo que se recomienda lavar la zona afectada con agua (Aguirre, 2012).

1.7.2. *Astra blue*

Astra Blue es una tinte para oligo- y polisacárido tales como la sacarosa en muestras vegetales. La tinte Astra Blue también es usada en el estudio de mastocitos en preparados humanos o muestras de sangre (Feijoo, 2019).

1.8.Densidad de la madera

La densidad de la madera es propia de cada especie vegetal, depende de la cantidad y tipo de elementos celulares que la constituyen. La mayoría de las propiedades físicas y mecánicas de la madera como: la dureza, el peso, la resistencia al impacto y a la abrasión están directamente relacionadas con la densidad; asimismo estas características se asocian con las condiciones climáticas que prevalecen en la región donde los individuos crecen (Ordóñez et al., 2015).

1.9.Definición de pH

La acidez o basicidad de una solución depende de la cantidad de iones de hidrógeno o iones-OH. La concentración de iones de hidrógeno es un indicador no solamente para una reacción ácida sino también para una reacción básica, porque existe una relación simple entre la concentración de H^+ u iones-OH. El pH de las partículas de la madera influye en el fraguado de los adhesivos, sobre todo en el fraguado del adhesivo más usado en este tipo de industria: la urea-formaldehído (RÜDIGER, 1975).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Caracterización del lugar

2.1.1. Localización

La zona donde se colectaron las muestras dendrológicas y de madera de cada especie para el presente estudio, se encuentra ubicada en el predio del señor Miguel Grefa, ubicada en el cantón Loreto, provincia de Orellana.

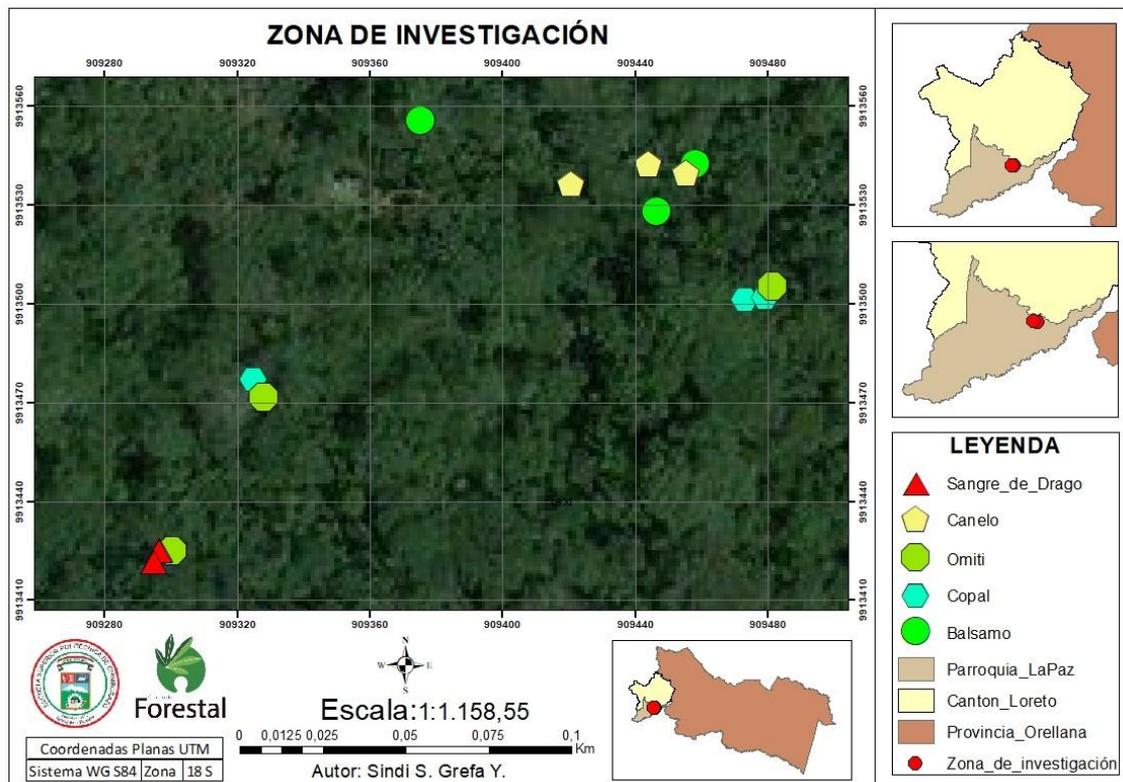


Figura 1-2. Mapa d la zona de investigación.

Realizado por: Grefa, S. 2021

2.1.2. Condiciones climáticas

Temperatura máxima: 25 °C

Temperatura mínima: 16 °C

Precipitación: total anual 4000 y 5000 mm

Humedad relativa: 88%, datos según (PDOT, 2015).

2.1.3. Clasificación ecológica

El Cantón Loreto se encuentra en la Provincia de Orellana oriente del Ecuador, en la parte sur de la Provincia de Orellana, por lo tanto, tiene un clima húmedo tropical por la abundancia de sus bosques nativos de la zona (PDOT, 2015).

2.2. Materiales y equipos

Materiales de campo

Lápiz, libreta de campo, cinta métrica, GPS (Garmin 64s), cámara fotográfica del celular Y6 2020 (Huawei), motosierra (Stihl), tijera de podar, fundas plásticas, machete y serrucho.

Materiales y equipos de laboratorio

Cubos de 2 (cm³) de madera cada especie a estudiar, guantes, mandil, pinzas de manipulación, placas porta y cubre objetos, cinta transparente, cinta de papel, alcohol industrial, frascos de vidrio, agua destilada, papel absorbente, papel aluminio, cajas Petri, marcador permanente, autoclave (Hirayama HL – 3030e), microscopio motic, micrótopo rotatorio (Spencer 820, American Optical), tabla de Munsell, probeta (50 ml), tinciones (Astra blue / Safranina) y balanza digital Mettler PM300, Ph-metro digital (pH Meter Apera PH 700).

Materiales de oficina

Computadora DELL Altitude E6410, impresora Epson L380, hojas de papel bond y programas informáticos: Software GIS 10.3, Motic Images Plus 2.0, Excel 2013, InfoStat.

Materiales en el herbario

Prensa de madera, papel periódico, cuerdas, papel secante, cartón, goma, etiquetas, cartulinas A3 y cinta masking.

2.3. Metodología

• Trabajo de campo

Para cumplir el primer objetivo: Identificar dendrológicamente las cinco especies forestales en estudio.

2.3.1. *Recolección del espécimen vegetal*

En esta etapa, se efectuó el trámite de acuerdo a la normativa forestal para obtener el permiso de Investigación científica emitida por el Ministerio de Ambiente y Agua, ente de control.

- a) Se realizó el registro geográfico de propiedad para ello se utilizó GPS (Garmin 64), en el cual se tomó la ubicación exacta de cada una de las especies en el cual se registró el DAP con una cinta diamétrica y su altura con el método del lápiz.
- b) Así mismo se tomaron las características dendrológicas de los árboles seleccionados para el estudio, se colectó el espécimen vegetal fértil para su posterior identificación en el herbario con hojas, flores, frutos, muestra de madera con corteza de cada especie forestal, colocando una etiqueta con su nombre común conocido en el Cantón Loreto como: Bálsamo, Copal, Canelo, Omiti y Sangre de drago.
- c) Una vez recolectados los ejemplares de cada especie, las colocamos en una hoja de papel periódico doblado a la mitad, en la parte superior colocamos un papel absorbente y un cartón en la parte inferior. Luego los introducimos en la prensa de madera y fijamos muy bien con una cuerda, este proceso se realizó para conseguir un mejor secado de las muestras, es importante recalcar que las muestras deben ser tratadas de la forma correcta cambiando los periódicos diariamente para evitar la pudrición por humedad y hongos.
- d) Una vez que se completó el secado de las muestras herborizadas, se las identificó utilizando la colección de espécimen botánicos y se las proceso en el herbario la ESPOCH (CHEP) haciendo su respectivo montaje en una cartulina blanca con formato A3, luego se incorporó una etiqueta donde se encuentran los datos registrados tomados en la cartilla de campo cuando se realizó la colecta como: familia, nombre Científico, nombre común, fecha de recolección, ubicación exacta, coordenadas geográficas y fenología de la especie, para finalizar se obtuvo un código para relacionarlas con la muestras de madera que se dejaron para la xiloteca de la Carrera de Ingeniería Forestal.

- a) Para la descripción de las características anatómicas se tomó una muestra de madera representativa de 30 cm de largo y de 15 a 20mm de DAP con la ayuda de un serrucho, las cuales fueron utilizadas para la obtención de las probetas de 16 x 6 x 2 cm y cubos de 2cm³ (COPANT, 1972).

- **Trabajo de laboratorio**

Para cumplir el segundo objetivo: Describir las características anatómicas y organolépticas de las cinco especies forestales mediante tinción.

2.3.2. Determinación de las características organolépticas

- a) Para esta fase se realizaron probetas de 16 x 6 x 2 cm, de acuerdo a las normas COPANT 458 (1972), para posteriormente hacer el análisis de las características organolépticas en las cuales se aplicaron nuestros sentidos (tacto, vista, gusto, olfato).
- b) Para las características macroscópicas se elaboró una tabla comparativa para detallar cada una las características de las especies en estudio, después se efectuó las observaciones correspondientes de familia a la cual pertenece cada especie según el género, características de la madera como densidad, textura, lustre, grano, vetado, olor y sabor según el criterio (Leon y Espinoza, 2001).
- c) Para la determinación del color se utilizó la tabla de Munsell. Para el olor se realizó la evaluación en categorías: aromático, astringente, fragante y dulce. En cuanto al sabor se evaluó en picante, agrio, dulce, desagradable, agradable y amargo, cabe destacar que en algunas especies el olor y sabor suelen estar ausentes, por lo tanto son no distintivos. Para el lustre se evaluó en alto medio y bajo. El vetado se catalogó en jaspeados satinados o bandas paralelas y arcos superpuestos (Aguilar y Guzowski, 2011).

2.3.3. Determinación de las características anatómicas

Para esta fase se utilizaron las instalaciones del laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Recursos Naturales.

- b)** Para el estudio de las características anatómicas se obtuvieron muestras de las 5 especies (bálsamo, copal, canelo, omití, sangre de drago) y se realizaron 10 a 15 cubos de 2 cm³ de acuerdo a las normas (COPANT, 1972).
- c)** Con respecto al ablandamiento se colocaron los cubos en los frascos de vidrio y se añadió agua destilada hasta cubrirlos totalmente, a continuación se colocó papel aluminio en la boca de los frascos tapándolos totalmente y se colocó su respectiva etiqueta los frascos fueron llevados a la autoclave (Hyarayama HL – 3030e), con temperatura 121°C por ciclo, a una presión de 1,1 atm, un dato importante es que de acuerdo a la dureza de la madera las especies necesitan más de un ciclo.
- d)** Una vez ablandadas las muestras se realizaron los cortes (transversal, tangencial y radial) en el micrótopo (Spencer 820, American Optical) a 0,3 micras cada muestra según las normas (IAWA, 2016). Las muestras se pusieron a congelar para su conservación, esto facilitó la obtención de buenas láminas, posteriormente se las colocó en una caja Petri debidamente etiquetadas y con una pequeña cantidad de agua destilada para evitar su deshidratación. En esta fase es muy importante la obtención de varias láminas para contar con un mejor resultado.
- e)** Para la tinción se preparó una combinación de los tintes Safranina /Astra blue En una proporción de 1:1 y se la colocó con la ayuda de una jeringa en las cajas Petri. No hay necesidad usar un tinte después del otro, en su lugar se pueden mezclar y teñir las diferentes estructuras de la madera simultáneamente (Feijoo, 2019). En donde se puede distinguir que la Safranina tiñe las estructuras de células lignificadas de color rojo, y el Astra blue tiñe las estructuras de celulosa o no lignificadas de color azul (Crivellaro y Schweingruber, 2013).
- f)** Con una pinza metálica colocamos las láminas de madera hasta que quede sumergida totalmente con el tinte por un tiempo de 10, 20 y 30 segundos respectivamente y se las enjuagó con agua destilada para quitar el exceso para la Safranina y con alcohol para Astra blue, Astra blue+ Safranina (esto se debe realizar en las cinco especies). Se dejó reposar las muestras por unos minutos en una hoja de papel absorbente, luego se colocaron en la placa porta y cubre objetos fijando el cubre objetos.
- g)** Se analizaron las placas en el microscopio (Motic, China) y se observaron cada una de las estructuras anatómicas y la cantidad de poros existentes. Luego se tomaron fotografías de las imágenes observadas con la cámara del celular (Huawei p20) con una resolución de 13 megapíxeles para posteriormente utilizar el programa (Motic Images Plus 2.0), para la

obtención del área y perímetro se realizó un promedio de la cantidad de poros existentes en la placa de cada especie.

2.3.4. Determinación de la densidad

Para la obtención de la densidad de cada una de las especies se obtuvieron de los cubos en seco. Se procedió a pesar un cubo de madera de cada especie en una balanza digital (Mettler PM300), luego utilizando un pie de rey se tomó las medidas de (L x A x E) de los cubos y se obtuvo un promedio.

Donde:

L= largo

A= ancho

E= espesor

Luego, se usó la siguiente ecuación para determinar la densidad, una vez establecida la densidad de cada especie se realizó una tabla basada en cada tipo de madera:

$$d = \frac{m}{v}$$

Donde:

d = Densidad de la madera expresada (gr/cm^3)

m = Masa de la madera (gr)

v = Volumen de la madera en (cm^3) (Vallejo y Zambrano, 2011).

2.3.5. Determinación del potencial de hidrogeno (pH)

Para determinar el pH, se tomó aserrín fresco de la madera de cada especie y se pesó 20 gramos con la balanza digital (Mettler PM300) y se colocó en un envase esterilizado. Se agregó un volumen de agua destilada y se agitó hasta que se forme una solución uniforme y se tomó la medición con el pH-metro (pH Meter Apera PH 700). Donde se obtuvo una medición precisa del valor de pH de cada solución.

2.3.6. Análisis estadístico y comparación

Para cumplir el tercer objetivo: Evaluar que tinción permite una mejor observación de las características anatómicas para cada especie forestal en estudio.

En esta fase se trabajó tres fotografías por cada repetición del corte transversal y se elaboró una base de datos en Excel, según la cantidad de los poros (solitarios o múltiples). Luego se elaboró una tabla resumen, donde se aplicó un diseño de bloque, para trabajar en el programa InfoStat.

Para determinar de forma estadística en que especie se observó mejor las estructuras del corte transversal según la tinción, se realizó una base de datos calificando la foto si era regular, buena y muy buena; esto se realizó por cada especie.

En el software InfoStat se realizó primero la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y la prueba Tukey con el fin de generar tablas comparativas entre las especies y efectuar un respectivo análisis. Y para establecer en que especie se vio mejor las estructuras, se aplicó un análisis de correspondencia. Con el fin de generar tablas comparativas entre las especies y en el ADEVA se generó el respectivo análisis.

Se utilizaron las imágenes de corte transversal y se calcularon la cantidad de poros por especie y el perímetro, tamaño y forma.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Resultados

- **Para el cumplimiento del primer objetivo: Identificar dendrológicamente las cinco especies forestales en estudio.**

3.1.1. Identificación dendrológica

En el cantón Loreto los nombres comunes que se les conocen a las cinco especies forestales en estudio: Bálsamo, Copal, Canelo, Omití y Sangre de drago. A continuación se describen los nombres científicos de las cinco especies forestales comerciales que fueron identificadas utilizando la colección de espécimen botánico del herbario de la ESPOCH donde se demuestra que cada especie pertenece a familias diferente.

Tabla 1-3: Identificación dendrológica de las cinco especies en estudio

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Brunelliaceae	<i>Brunellia acostae</i> Cuatrec.	Omiti
Euphorbiaceae	<i>Croton lechleri</i> Müll. Arg.	Sangre de drago
Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Bálsamo
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Canelo
Burseraceae	<i>Protium fimbriatum</i> Swart	Copal

Realizado por: Grefa, S. 2021

Brunellia acostae

Se encuentra localizada en las siguientes coordenadas UTM: X: -77,322848 Y: -0,780639 a una altitud de 346 msnm. Es un árbol conocido en la zona como Omiti, de 20 metros de altura con un DAP de 41 cm. Fuste recto, cilíndrico y copa redonda, corteza externa lisa color marrón con manchas blancas, sus hojas son opuestas, imparipinnadas, con márgenes un poco ondulados. Flores en forma de panículas pequeñas de color amarillentas.

Croton lechleri

Se encuentra localizada en las siguientes coordenadas UTM: X: -77,323956 Y: -0,781646 a una altitud de 353 msnm. Es un árbol conocido en la zona como Sangre de drago, de 17 metros de altura con un DAP de 21 cm. Se trata de un árbol monoico, con una copa ancha redonda con escasas hojas adultas rojizas o anaranjadas, su corteza externa es de color grisácea contiene un látex rojo oscuro similar a la sangre por ello su nombre; hojas anchas, ovales y plurinervadas. Flores en forma de racimos con flores unisexuales de color blanco y su fruto tiene forma capsular pubescente.

Myroxylon balsamum

Se encuentra localizada en las siguientes coordenadas UTM: X: -77,32325 Y:-0,780466 a una altitud de 344 msnm, es conocido en la zona como Bálsamo, de 18 metros de altura con un DAP de 30 cm. Presenta una copa redonda con ramificaciones alternadas. Su corteza externa es lisa a levemente áspera con depresiones sinuosas, de color pardo grisáceo, con lenticelas muy evidentes, su corteza interna es de color crema amarillenta granulosa con resina y olor fragante, sus hojas son compuestas, alternas, impinnadas, con margen algo sinuoso, ápice acuminado sus flores son pequeñas en forma de panícula de color blancas, su fruto es una sámara de color café claro cuando está seco, en la parte inferior tiene forma de ala donde contiene una a dos semillas la de color blanquecina con un olor muy fragante característico de la especie.

Nectandra membranaceae

Se encuentra localizada en las siguientes coordenadas UTM: X: -77,32273 Y: -0,780938 a una altitud de 345 msnm. Es un árbol conocido en la zona como Canelo, de 15 metros de altura con un DAP de 33 cm. Presenta fuste cilíndrico y copa redonda con ramificaciones alternas, corteza externa con anillo regulares es de color marrón con manchas blancas. Hojas medianas simples alternas, elípticas y ápice acuminado Flores en forma de panículas largas y pequeñas de color blancas.

Protium fimbriatum

Se encuentra localizada en las siguientes coordenadas UTM: X: -77,322373 Y:-0,78096 a una altitud de 346 msnm, es un árbol conocido en la zona como Copal, de 15 metros de altura con un DAP de 27 cm. Fuste recto, corteza externa lisa es de color pardo-rojiza con presencia de

lenticelas. Hojas compuestas, imparipinadas, con ápice acuminado. Flores pequeñas en forma de panícula de color amarillenta verdosa a crema.

- **Para el cumplimiento del segundo objetivo: Describir las características anatómicas y organolépticas de las cinco especies forestales mediante tinción.**

3.1.2. Características organolépticas de las cinco especies en estudio.

a. *Brunellia acostae*

Tabla 2-3: Identificación de las características organolépticas de *Brunellia acostae* (Omiti)

Características	Propiedades
Color albura	5 YR 8/2 blanco rosado
Color duramen	5 YR 7/4 rosado
Olor	Fragante no distintivo
Sabor	No distintivo
Brillo o lustre	Medio a alto
Grano	Recto
Textura	Gruesa
Veteado	Bandas paralelas

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 1-3: Corteza de *Brunellia acostae* (Omiti).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 2-3: Corte transversal de *Brunellia acostae* (Omiti).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 3-3: Corte tangencial de *Brunellia acostae* (Omiti).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 4-3. Corte radial de *Brunellia acostae* (Omiti).

Realizado por: Grefa, S. 2021

b. *Croton lechleri* (Sangre de drago)

Tabla 3-3 Identificación de las características organolépticas de *Croton lechleri* (Sangre de drago)

Características	Propiedades
Color albura	2.5 Y 9.5/2 amarillo muy pálido
Color duramen	2.5 Y 8/5 amarillo pálido
Olor	Agradable no distintivo
Sabor	No distintivo
Brillo o lustre	Medio a alto
Grano	Recto
Textura	Gruesa
Veteado	Bandas paralelas

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 5-3: Corteza de *Croton lechleri* (Sangre de drago).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 6-3: Corte transversal de *Croton lechleri* (Sangre de drago).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 7-3: Corte transversal de *Croton lechleri* (Sangre de drago).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 8-3: Corte transversal de *Croton lechleri* (Sangre de drago).

Realizado por: Grefa, S. 2021

c. *Myroxylon balsamum*

Tabla 4-3: Identificación de las características organolépticas de *Myroxylon balsamum* (Bálsamo)

Características	Propiedades
Color albura	2.5 Y 8/4 marrón pálido
Color durámen	10 R 5/6 rojo
Olor	Fragante No distintivo
Sabor	No distintivo
Brillo o lustre	Alto
Grano	Inclinado
Textura	Fina
Veteado	Arcos superpuestos

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 9-3: Corteza de *Myroxylon balsamum* (Bálsamo).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 10-3: Corte transversal de *Myroxylon balsamum* (Bálsamo).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 11-3: Corte tangencial de *Myroxylon balsamum* (Bálsamo).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 12-3: Corte radial de *Myroxylon balsamum* (Bálsamo).

Realizado por: Grefa, S. 2021

d. *Nectandra membranaceae* (Canelo)

Tabla 5-3: Identificación de las características organolépticas de *Nectandra membranaceae* (Canelo)

Características	Propiedades
Color albura	5 Y 8/4 amarillo pálido
Color duramen	5 Y 7/4 amarillo pálido
Olor	Agradable
Sabor	No distintivo
Brillo o lustre	Medio a alto
Grano	Recto
Textura	Media
Veteado	Arcos superpuestos

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 13-3: Corteza de *Nectandra membranaceae* (Canelo).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 14-3: Corte transversal de *Nectandra membranacea* (Canelo).

Realizado por: Grefa, S. 2021

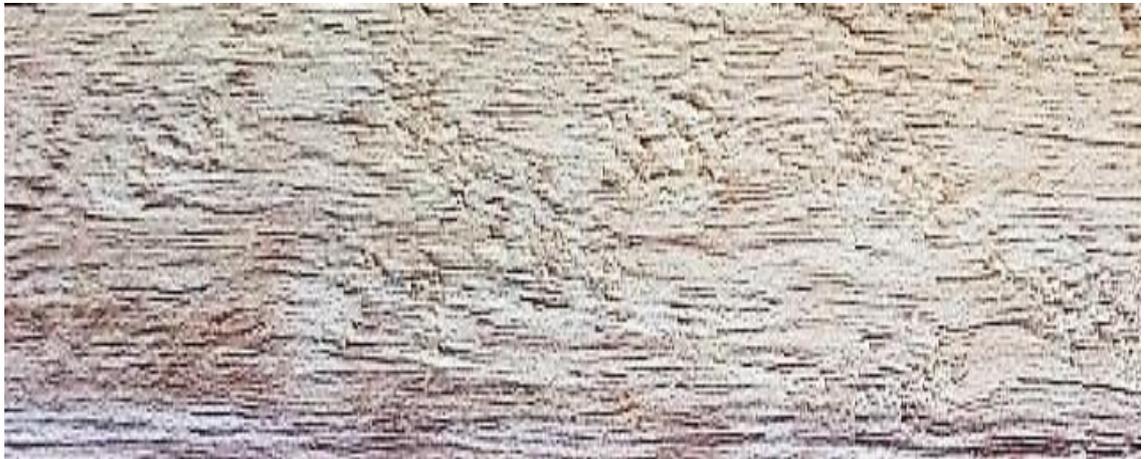


Figura 15-3: Corte tangencial de *Nectandra membranacea* (Canelo).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 16-3: Corte radial de *Nectandra membranacea* (Canelo).

Realizado por: Grefa, S. 2021

e. *Protium fimbriatum*

Tabla 6-3: Identificación de las características organolépticas de *Protium fimbriatum* (Copal)

Características	Propiedades
Color albura	5 YR 8/3 rosado
Color duramen	5 YR 7/4 rosado
Olor	Agradable no distintivo
Sabor	No distintivo
Brillo o lustre	Medio a alto
Grano	Recto
Textura	Media
Veteado	Arcos superpuestos

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 17-3: Corteza de *Protium fimbriatum* (Copal).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 18-3: Corte transversal de *Protium fimbriatum* (Copal).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 19-3: Corte tangencial de *Protium fimbriatum* (Copal).

Realizado por: Grefa, S. 2021



Figura 20-3: Corte radial de *Protium fimbriatum* (Copal).

Realizado por: Grefa, S. 2021

Tabla 7-3: Características organolépticas de las especies estudiadas.

Características	<i>Brunellia acostae</i>	<i>Croton lechleri</i>	<i>Myroxylon balsamum</i>	<i>Nectandra membranaceae</i>	<i>Protium fimbriatum</i>
Color duramen	Blanco rosado	Amarillo muy pálido	Rojo	Amarillo pálido	Rosado
Color albura	Rosado	Amarillo pálido	Marrón pálido	Amarillo pálido	Rosado
Olor	Fragante no distintivo	Agradable no distintivo	Fragante no distintivo	Agradable no distintivo	Agradable no distintivo
Sabor	No distintivo	No distintivo	No distintivo	No distintivo	No distintivo
Grano	Recto	Recto	Inclinado	Recto	Recto
Textura	Gruesa	Gruesa	Fina	Media	Media
Brillo	Medio a alto	Medio	Alto	Medio a alto	Medio a alto
Veteado	Bandas paralelas	Bandas paralelas	Arcos superpuestos	Arcos superpuestos	Arcos superpuestos

Realizado por: Grefa, S. 2021

3.1.3. Características anatómicas de las cinco especies en estudio.

Tabla 8-3: Ciclos de ablandamiento de las cinco especies en estudio

Especie	Tiempo por ciclo (min)	Ciclos
<i>Brunellia acostae</i>	20	1
<i>Croton lechleri</i>	20	1
<i>Myroxylon balsamum</i>	20	6
<i>Nectandra membranaceae</i>	20	2
<i>Protium fimbriatum</i>	20	1

Realizado por: Grefa, S. 2021

Se realizó el ablandamiento de la maderas en el autoclave a continuación se detalla en la (Tabla 8-3) el tiempo necesario para cada especie ya que para las maderas blandas se realizaron un ciclo de ablandamiento mientras que para las más duras se realizaron más de un ciclo hasta llegar al ablandamiento. Logrando obtener buenos cortes tanto en transversal, tangencial y radial.

a. *Brunellia acostae*

Plano transversal

En la figura 21-3 con Astra blue, se logra observar poros múltiples radiales, poros de tamaño mediano, en su mayoría de dos, escasos de tres y solitarios, en menor cantidad múltiples racemiformes, con disposición radial. Radios visibles a simple vista con fibras de paredes medianas.

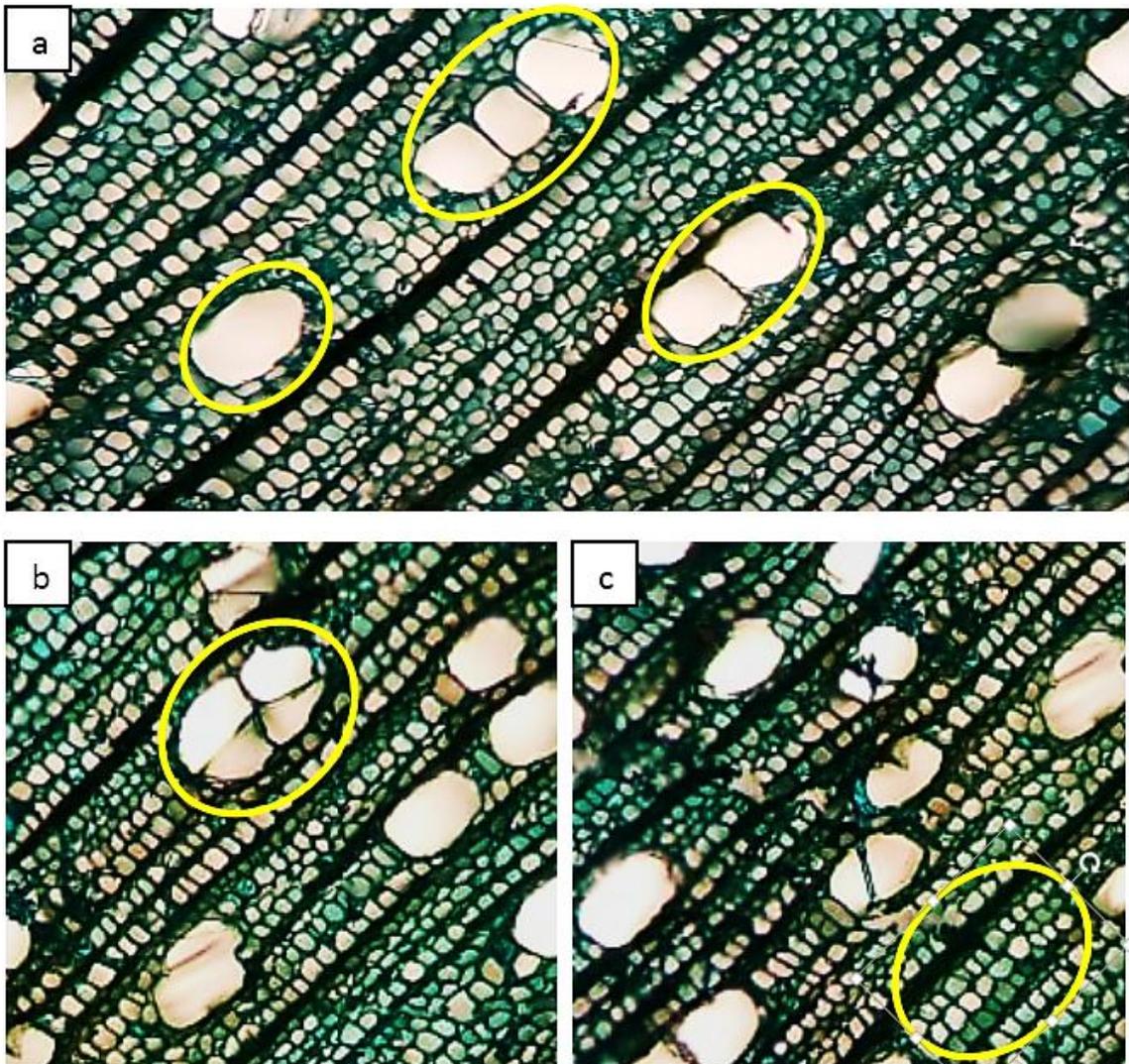


Figura 21-3: Plano de la sección transversal de *Brunellia acostae* (Omití). **a.** Poros múltiples de dos, tres; solitarios y racemiformes (10x). **b.** Poros racemiformes (10x). **c.** Radios; Parénquima paratraqueal vacicéntrico (10x).

Realizado por: Grefa S. 2021

Plano tangencial

En el corte de la sección tangencial de la figura 22-3 con Astra Blue + Safranina se observa la presencia de los elementos del vaso formando estructuras tubiformes continuas de largo indeterminado, con placas de perforación múltiples escariformes ya que se encuentran dispuestas en series paralelas; además los vasos presentan puntuaciones intervasculares aeroladas y en cuanto a su disposición se encuentran opuestas de forma poligonales en sus paredes laterales; también podemos observar radios con células envolventes: uniseriados heterogéneos y multiseriados homogéneos de células procumbentes.

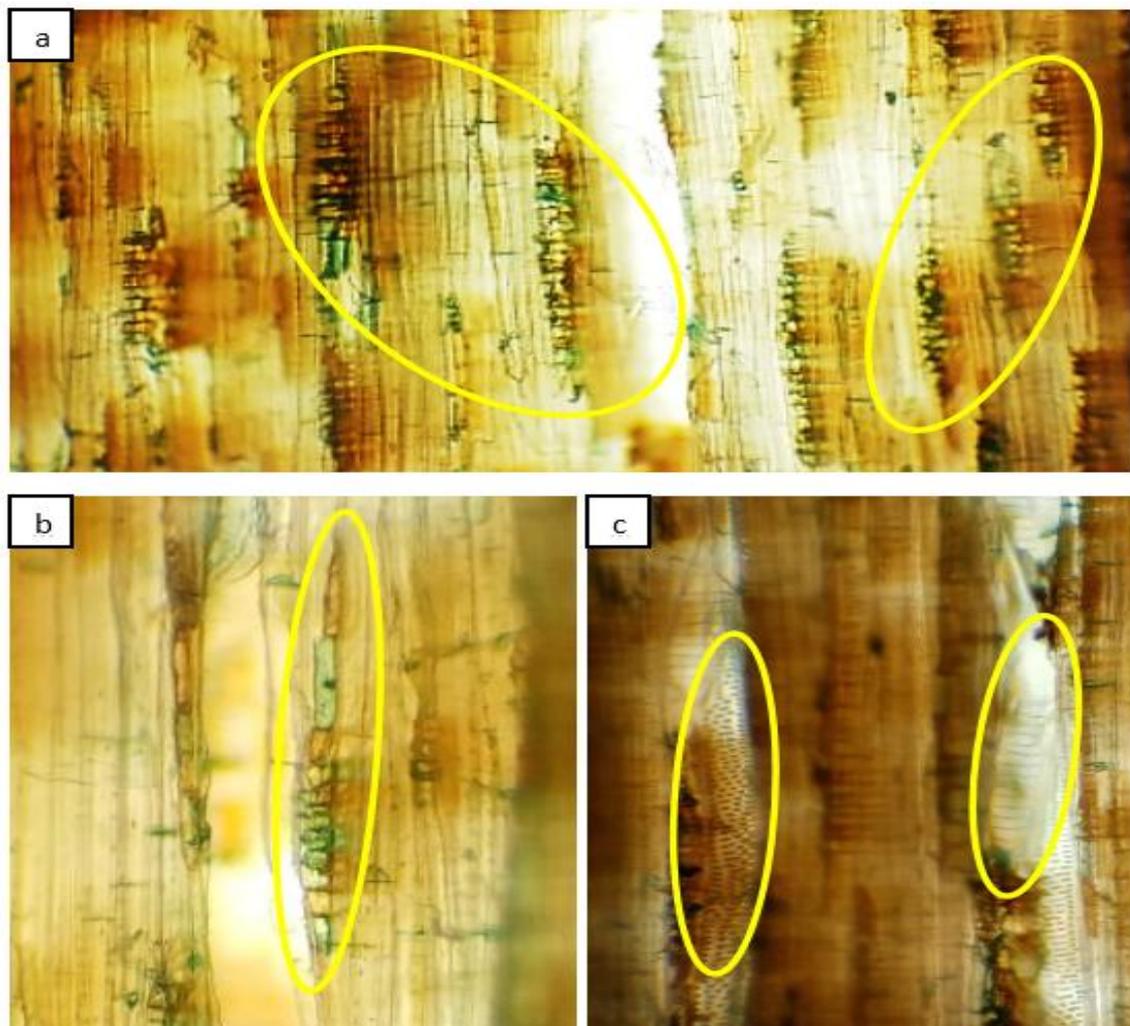


Figura 22-3: Plano de la sección tangencial de *Brunellia acostae* (Omiti). **a.** Radios de células procumbentes multiseriados (10x). **b.** Radios uniseriados heterogéneos (10x). **c.** Puntuaciones y placas de perforación (10x).

Realizado por: Grefa S. 2021

Plano radial

En la figura 23-3 con Astra Blue, en el corte radial se puede observar la presencia de Radios homocelulares, se encuentran células parenquimáticas con fibras septadas, y además se observa los radios heterogéneos con células erectas y procumbente, se puede observar una parte del vaso con punteaduras múltiples reticuladas y radios homocelulares, fibras.

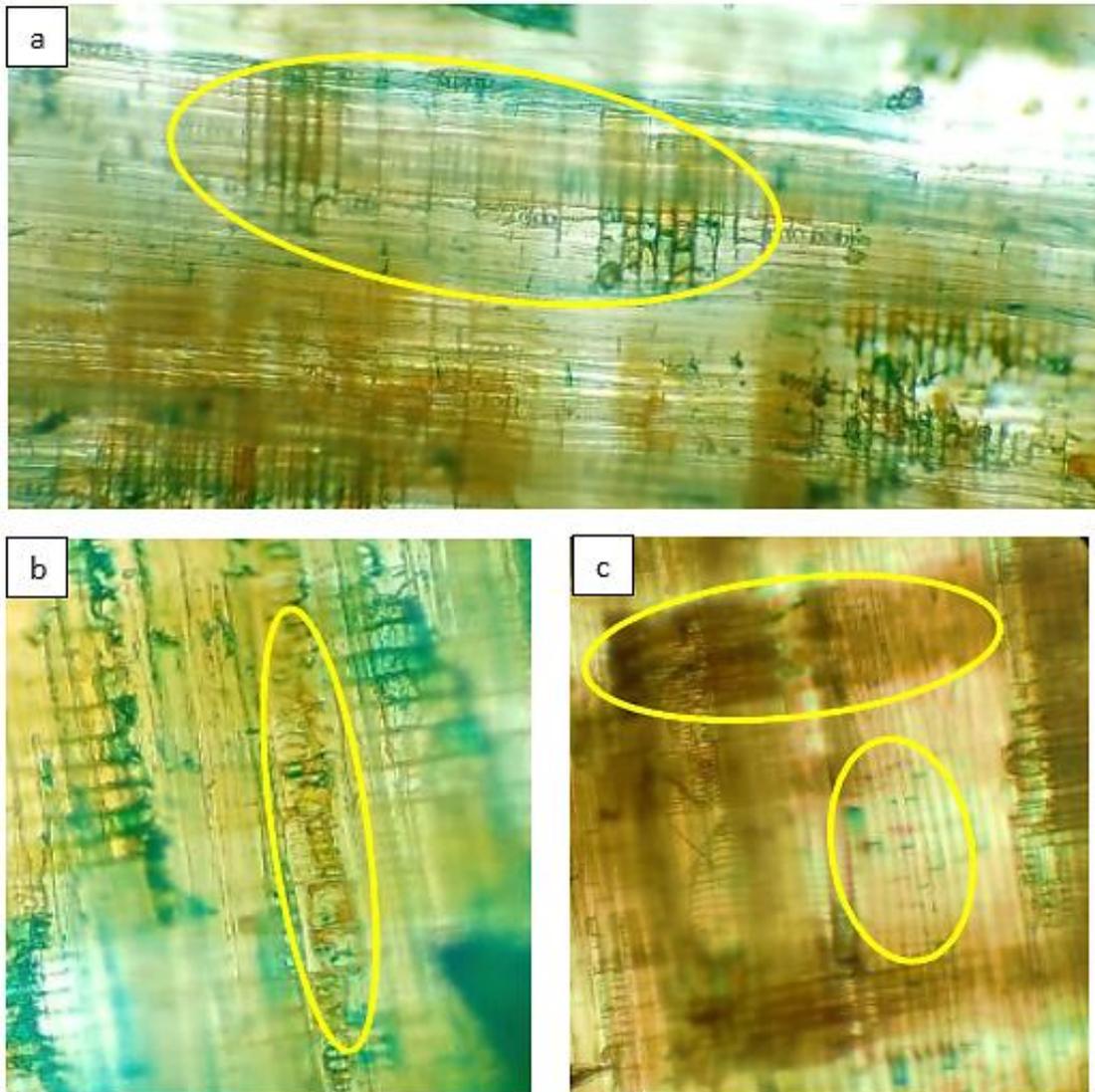


Figura 23-3: Plano de la sección radial de *Brunellia acostae* (Omiti). **a.** Radios heterogéneos con células erectas y procumbentes (10x). **b.** células parenquimáticas con fibras septadas (10x), **c.** radios homocelulares, fibras septadas (10x).

Realizado por: Grefa S. 2021

b. Croton lechleri

Plano transversal

En la figura 24-3 con Astra blue + safranina, se observa las características del plano transversal donde se aprecian a simple vista poros de tamaño grande en distribución difusa sin patrón definido, en su mayoría solitarios y escasos múltiples de 2, 3,4 radiales muy escasos de 5 se puede apreciar radios grueso visibles a simple vista y finos con fibras de paredes medianas, parénquima paratraqueal unilateral vasicentrico. Presencia de tílido, y parénquima apotraqueal en bandas.

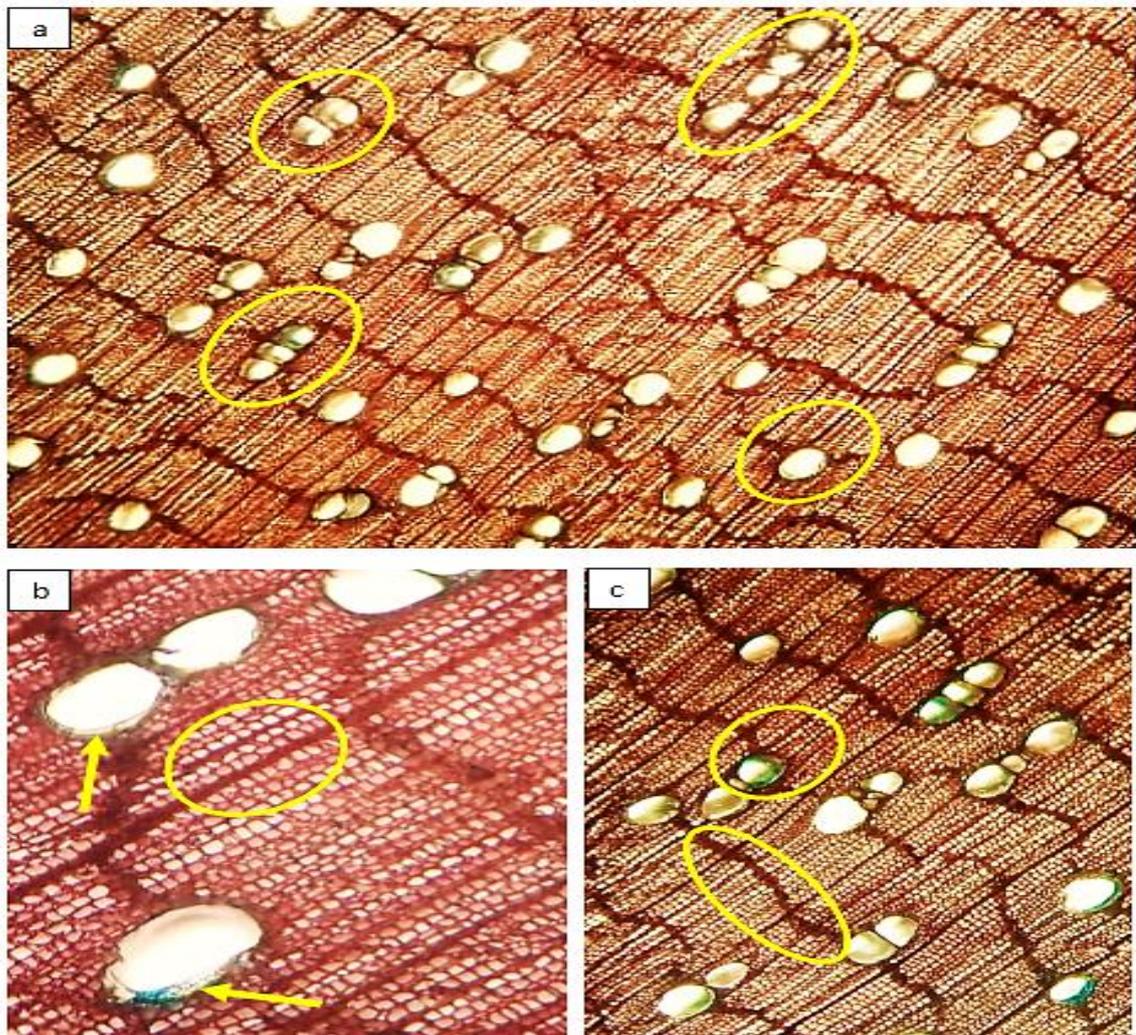


Figura 24-3: Plano de la sección transversal de *Croton lechleri* (Sangre de drago). **a.** Poros en distribución radial difusa, solitarios y múltiples de 2, 3,4 (4x). **b.** Radios grueso y finos, parénquima paratraqueal unilateral vasicentrico (10x). **c.** Tílido, y parénquima paratraqueal en líneas; (4x).

Realizado por: Grefa S. 2021

Plano tangencial

En la figura 25-3 con Astra blue se puede observar radios bicerriados y multicerriados con fibras septadas, radios de células envolventes, además se logra apreciar la presencia de punteaduras ornadas en el vaso de forma redonda con disposición opuesta.

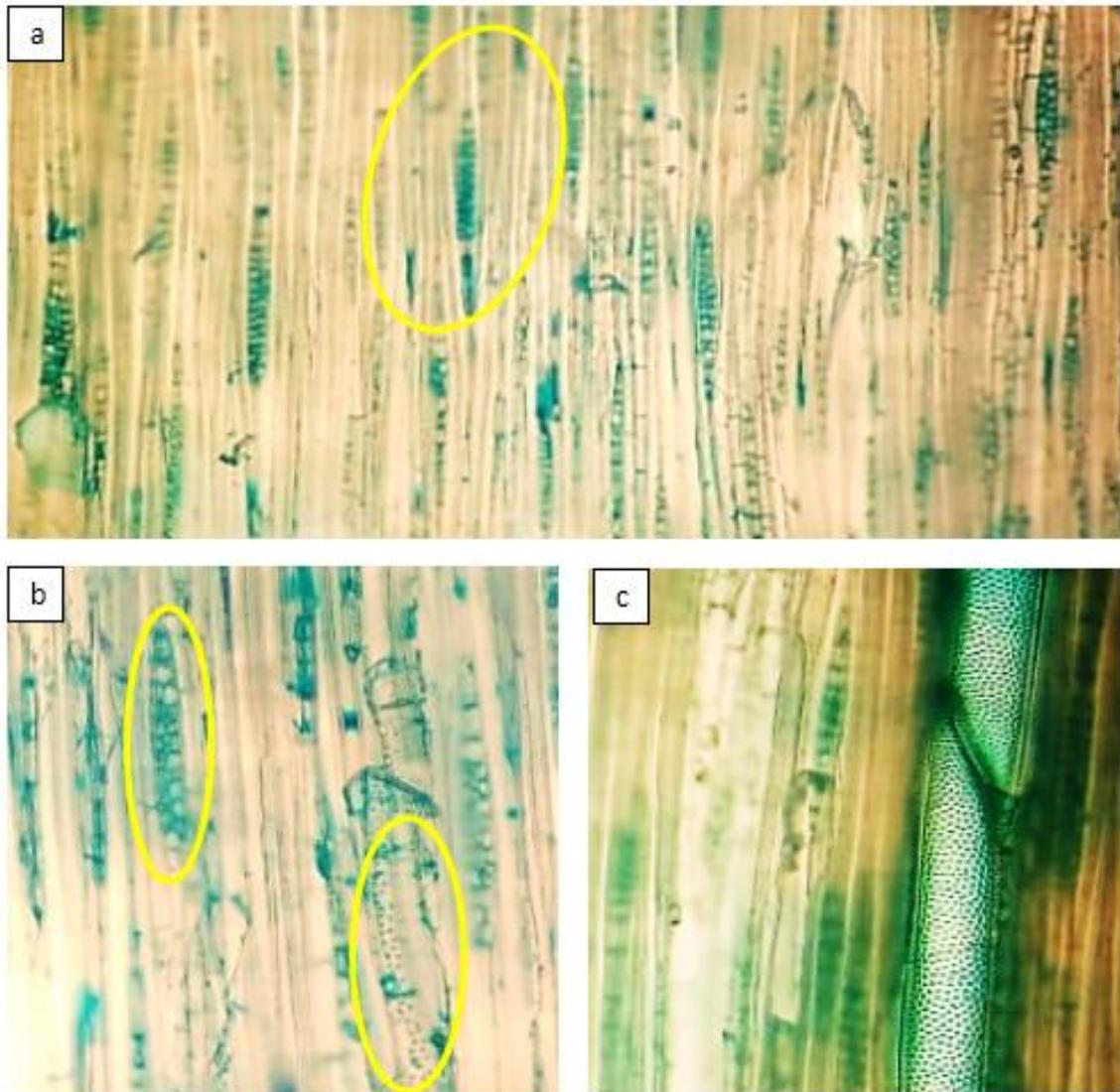


Figura 25-3: Plano de la sección tangencial de *Croton lechleri* (Sangre de drago). **a.** Radios bicerriados y multicerriados con fibras septadas (10x). **b.** radios de células envolventes (10x). **c.** Punteaduras; (10x).

Realizado por: Grefa S. 2021

Plano radial

En la figura 26-3 del plano radial con safranina se logra apreciar radios biseriados con fibras no septadas en el corte radial, radios de células envolventes. Radios multiseriados, una parte del vaso con punteaduras opuestas. Vasos con presencia de punteaduras redondas y opuestas.

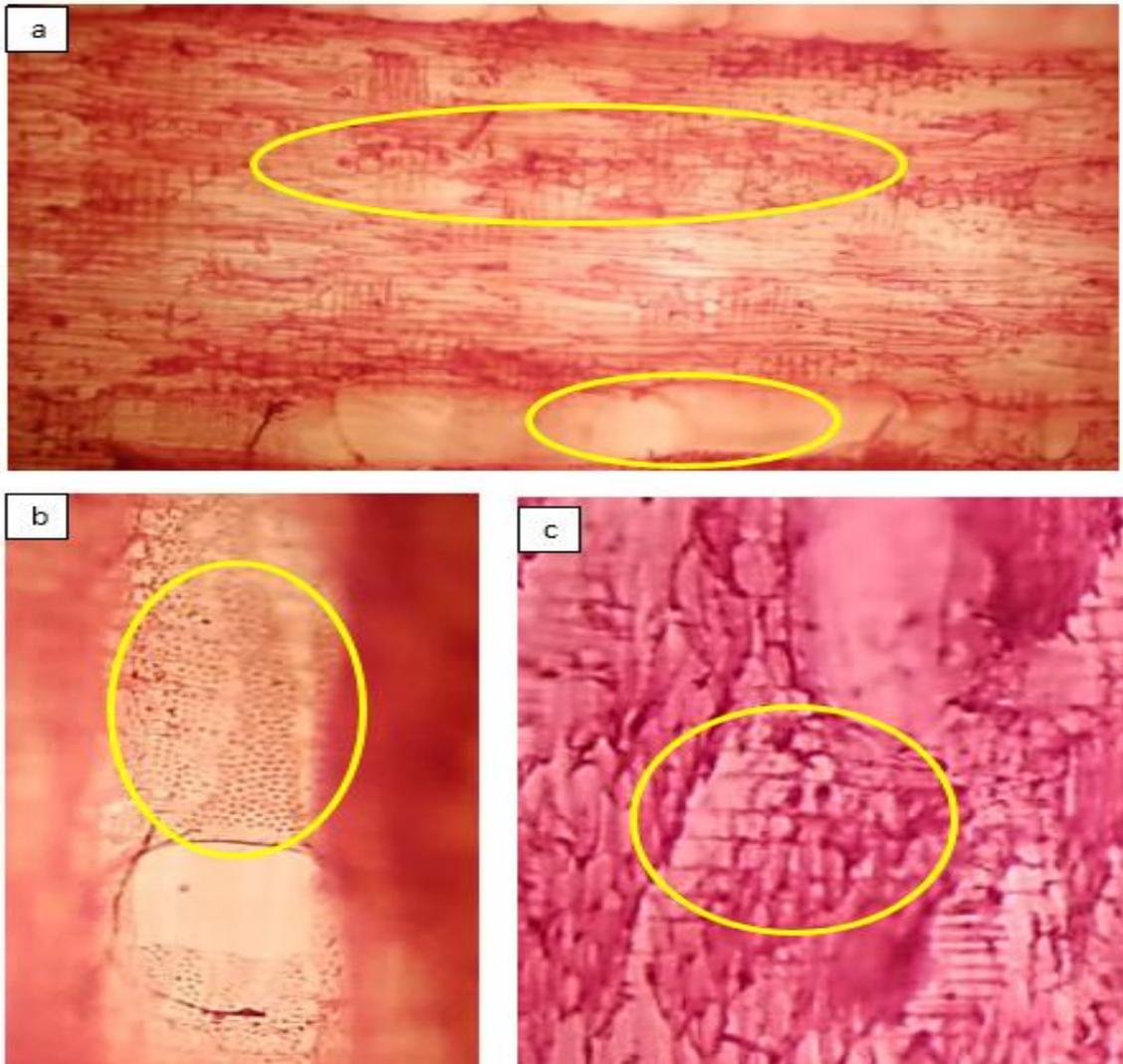


Figura 26-3: Plano de la sección radial de *Croton lechleri* (Sangre de drago). **a.** radios biseriados con fibras no septadas, células envolventes (10x). **b.** Radios multiseriados, punteaduras opuestas (10x). **c.** Vasos con presencia de punteaduras redondas y opuestas (10x).

Realizado por: Grefa S. 2021

c. *Myroxylon balsamum* (Bálsamo)

Plano transversal

En la figura 27-3 con safranina, se logra observar los poros visibles a simple vista, poros de tamaño pequeño en su mayoría múltiples dos, tres, solitarios y en menor cantidad de cuatro ovalados irregulares, en cuanto al tipo de agrupamiento predominan los poros múltiples de dos que se encuentran con una distribución radial. Presencia de parénquima para traqueal vasicéntrico que se encuentra rodeando totalmente al poro en forma de corona o anillo; radios muy finos en su gran mayoría y pocos anchos, visible a simple vista. Se visualiza la presencia de tílides en los poros que están obstruyendo su cavidad.

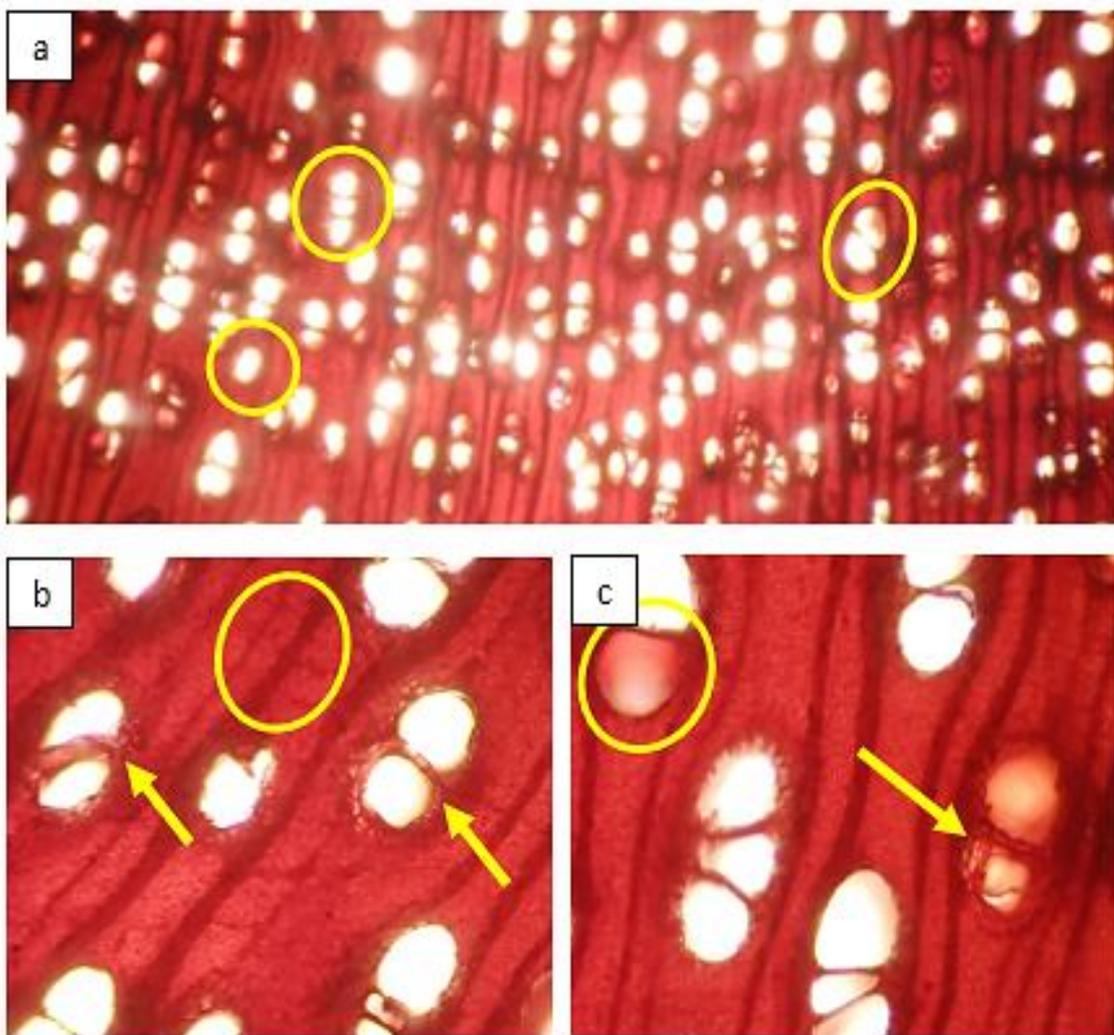


Figura 27-3: Plano de la sección transversal de *Myroxylon balsamum* (bálsamo) **a.** poros solitario y múltiples de 2 y 3 (4x). **b.** Parénquima paratraqueal vasicéntrico, radios (10x). **c.** Tílides y parénquima paratraqueal vasicentrico (10x).

Realizado por: Grefa, S. 2021

Plano tangencial

En la figura 28-3 se logra visualizar con Astra blue + Safranina, los radios multiseriados de células procumbentes siguiendo una disposición definida. También se puede apreciar el radio agregado con células envolventes y fibras septadas. Se visualiza los vasos con presencia de puntuaciones intervasculares alternas de forma o aspecto redondas.

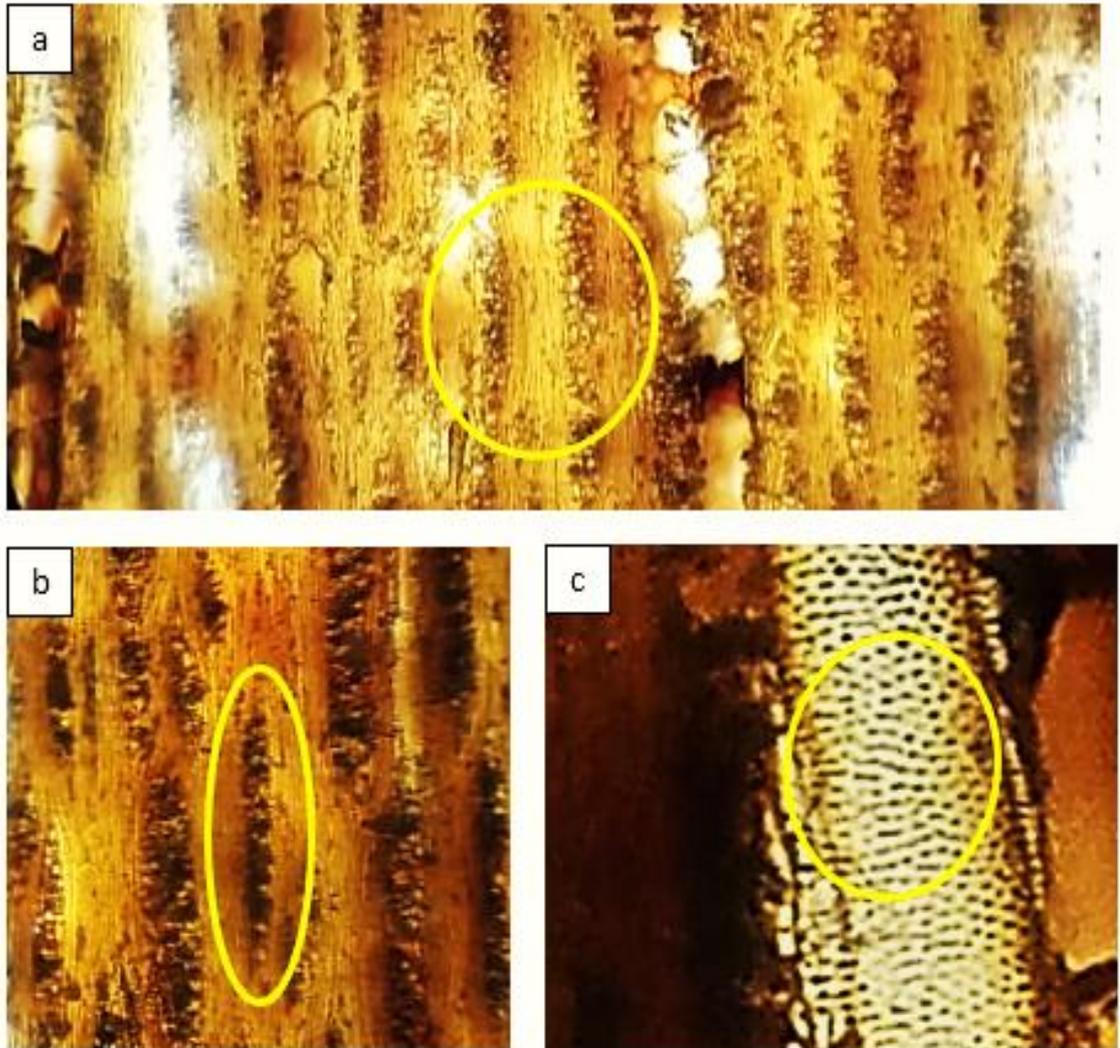


Figura 28-3: Plano de la sección tangencial de *Myroxylon balsamum* (Bálsamo). **a.** Radios multiseriados (10x). **b.** células envolventes y fibras septadas (10x). **c.** Puntuaciones intervasculares; (10x).

Realizado por: Grefa, S. 2021

Plano radial

En la figura 29-3 se visualiza con Astra blue, los radios y vasos los cuales no son tan visibles a simple vista. Se logra apreciar radios multiseriados con células procumbentes o células cuadradas y células procumbentes. Se logra observar células procumbentes al radio.

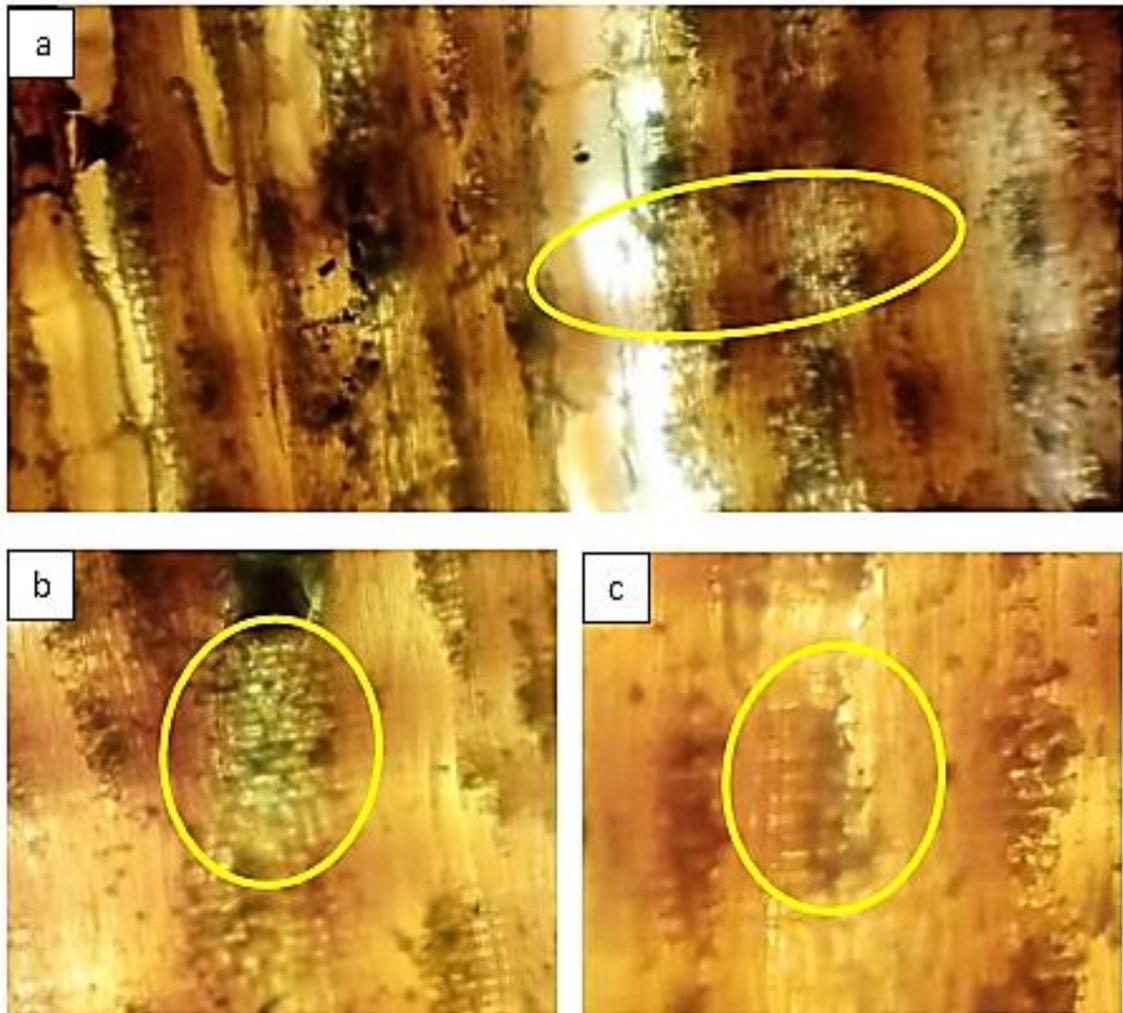


Figura 29-3: Plano de la sección radial de *Myroxylon balsamum* (Bálsamo). **a.** Radios y vasos (10x). **b.** Radios multicariados (10x). **c.** Célula procumbente al radio (10x).

Realizado por: Grefa, S. 2021

d. Nectandra membranaceae

Plano transversal

En la figura 30-3 con Astra blue, se logra distinguir poros de tamaño mediano radiales en su mayoría solitarios, seguidamente de poros de dos y escasos de tres, con disposición radial no uniforme y en hileras diagonales. Radios visibles a simple vista gruesos y finos con fibras de paredes medianas, y en la parénquima paratraqueal unilateral vasicéntrico.

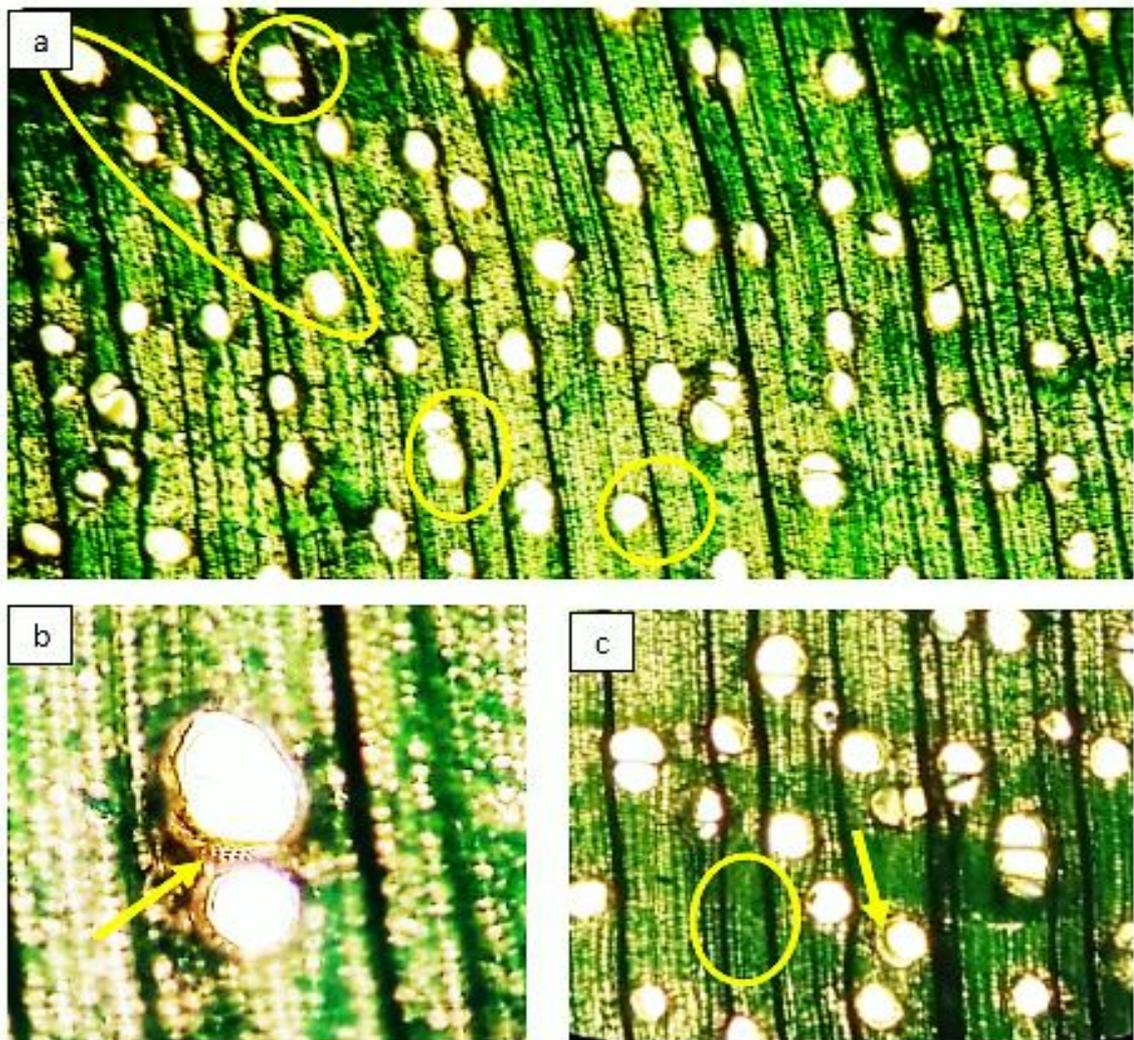


Figura 30-3: Plano de la sección transversal de *Nectandra membranaceae* (Canelo), **a.** Poros solitarios, de dos y tres (4x). **b.** Parénquima paratraqueal unilateral vasicéntrico (10x). **c.** Radios finos y gruesos fibras, parénquima paratraqueal unilateral (10x).

Realizado por: Grefa S. 2021

Plano tangencial

En la figura 31-3 con Astra blue, se puede observar una estructura estratificada con radios biseriados y multiseriados procumbentes al radio, radios multiseriados con células envolventes con fibras septadas y en los vasos se logra observar la presencia de punteaduras circulares ornadas con disposición opuesta.

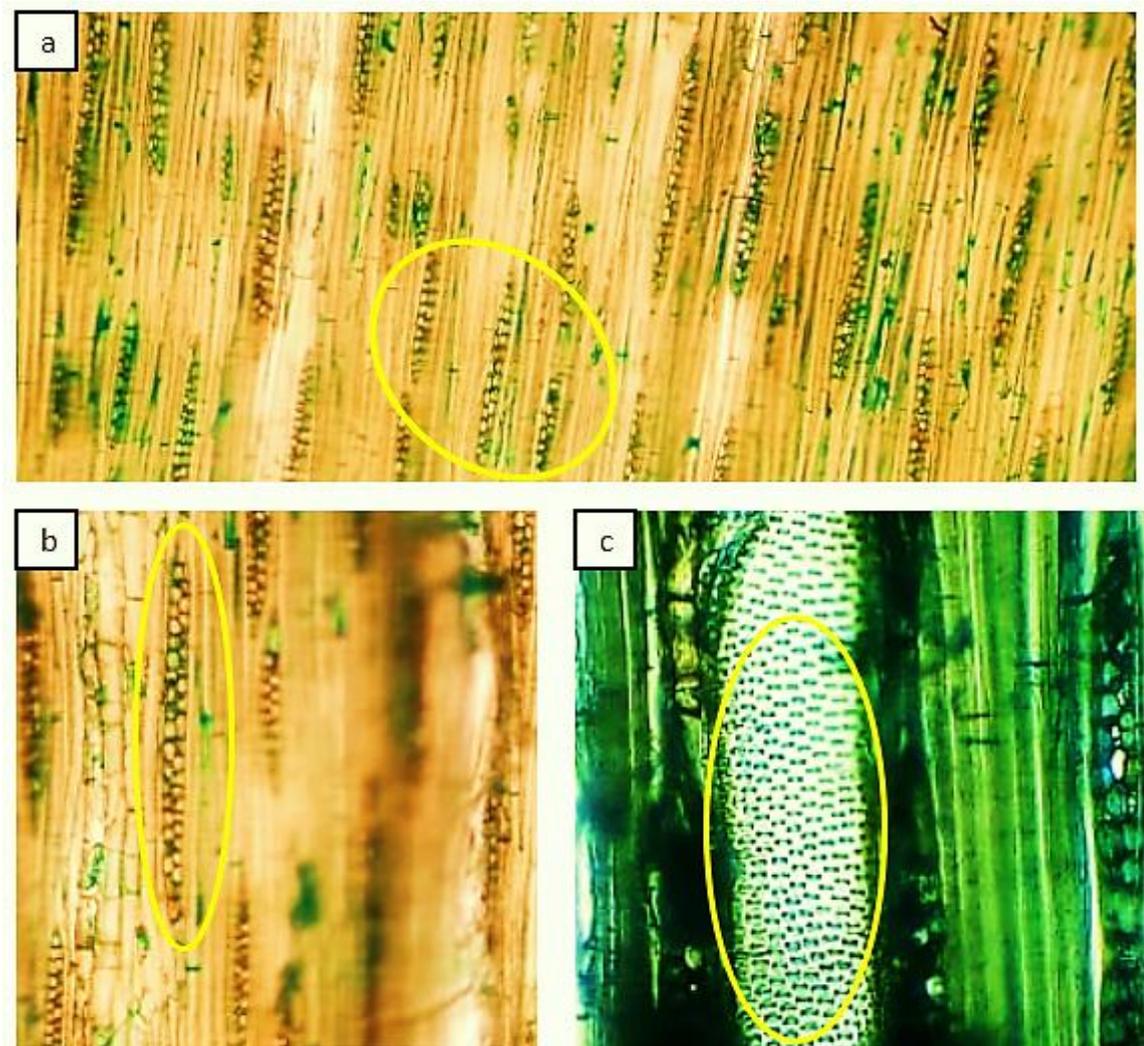


Figura 31-3: Plano de la sección tangencial de *Nectandra membranacea* (Canelo), **a.** Presencia de radios biseriados y multiseriados (10x). **b.** Radios multiseriados con células envolventes y fibras septadas (10x). **c.** Punteaduras en el vaso de forma redonda opuestas (10x).

Realizado por: Grefa S. 2021

Plano radial

En la figura 32-3 con Astra Blue, en el corte radial se logra observar la presencia de radios heterocelulares. Se encuentran células parenquimáticas con fibras septadas, en la podemos observar claramente una parte del vaso con punteaduras múltiples.

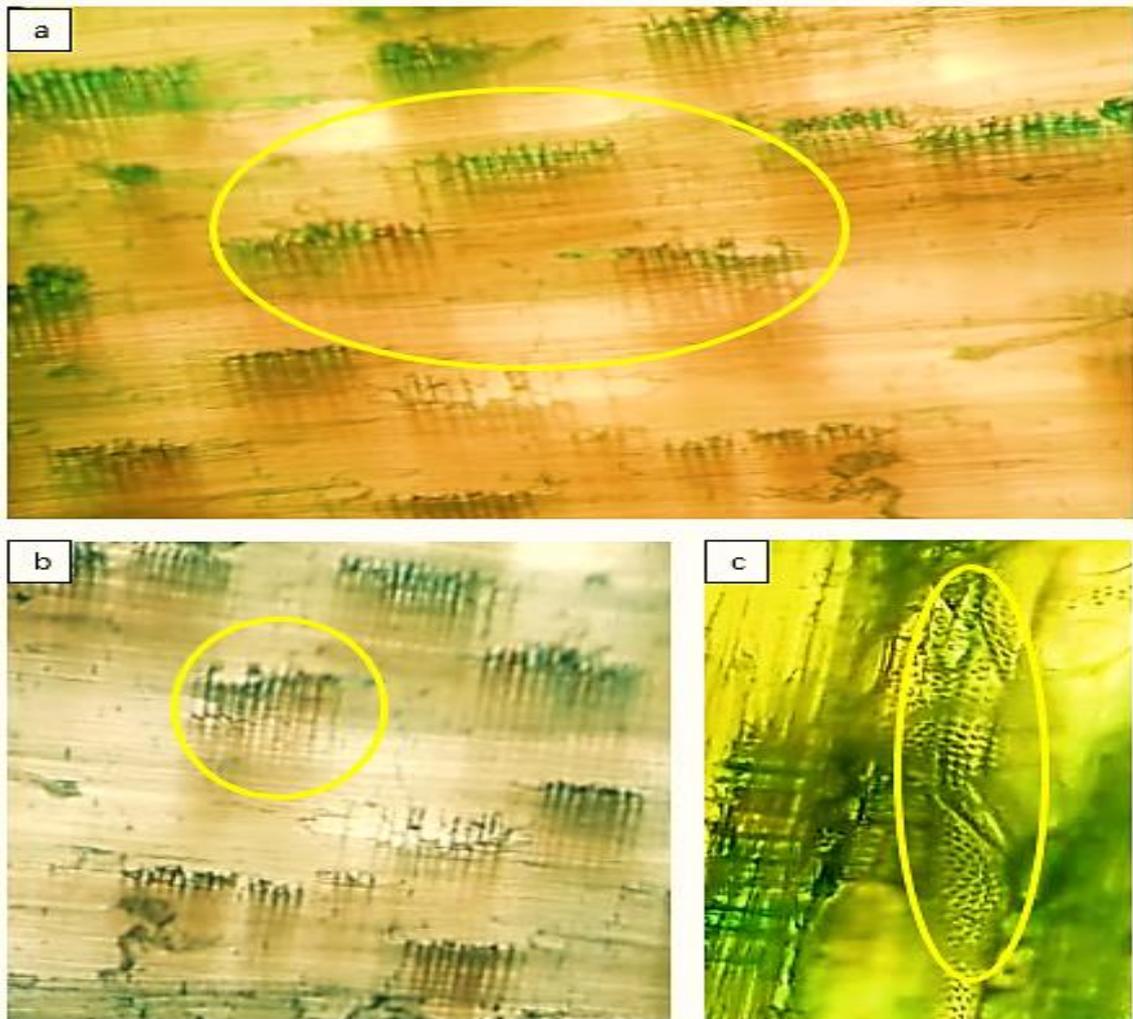


Figura 32-3: Plano de la sección radial de *Nectandra membranaceae* (Canelo), **a.** radios heterocelulares (10x). **b.** Células parenquimáticas con fibras no septadas (10x). **c.** Punteaduras en el vaso; (10x).

Realizado por: Grefa S. 2021

e. *Protium fimbriatum* (Copal)

Plano transversal.

En la figura 33-3 se logra observar con Astra blue, se logra apreciar poros visibles a simple vista de tamaño pequeños en su gran mayoría son poros solitarios, escasos poros múltiples de dos y tres, el tamaño de los poros son medianos se encuentran en disposición difusa sin patrón definido con porosidad difusa. Presenta parénquima paratraqueal vasicéntrico, radios gruesos visibles a simple vista y fibras con paredes medianas. Se observan poros con presencia de tílido obstruyendo su cavidad.



Figura 33-3: Plano de la sección transversal de *Protium fimbriatum* (Copal) **a.** Poros solitarios y múltiples de 2-3 (10x). **b.** Parénquima paratraqueal unilateral vasicéntrico, radios y fibras (10x). **c.** Tílido (10x).

Realizado por: Grefa, S. 2021

Plano tangencial

En la figura 34-3 en el corte tangencial con Astra blue, se logra visualizar los radios multiseriados estratificados, también se encuentran placas de perforación múltiple reticulada, como también se pudo evidenciar radios con células envolventes con fibras septadas y puntuaciones intervasculares ovadas opuestas en sus paredes.

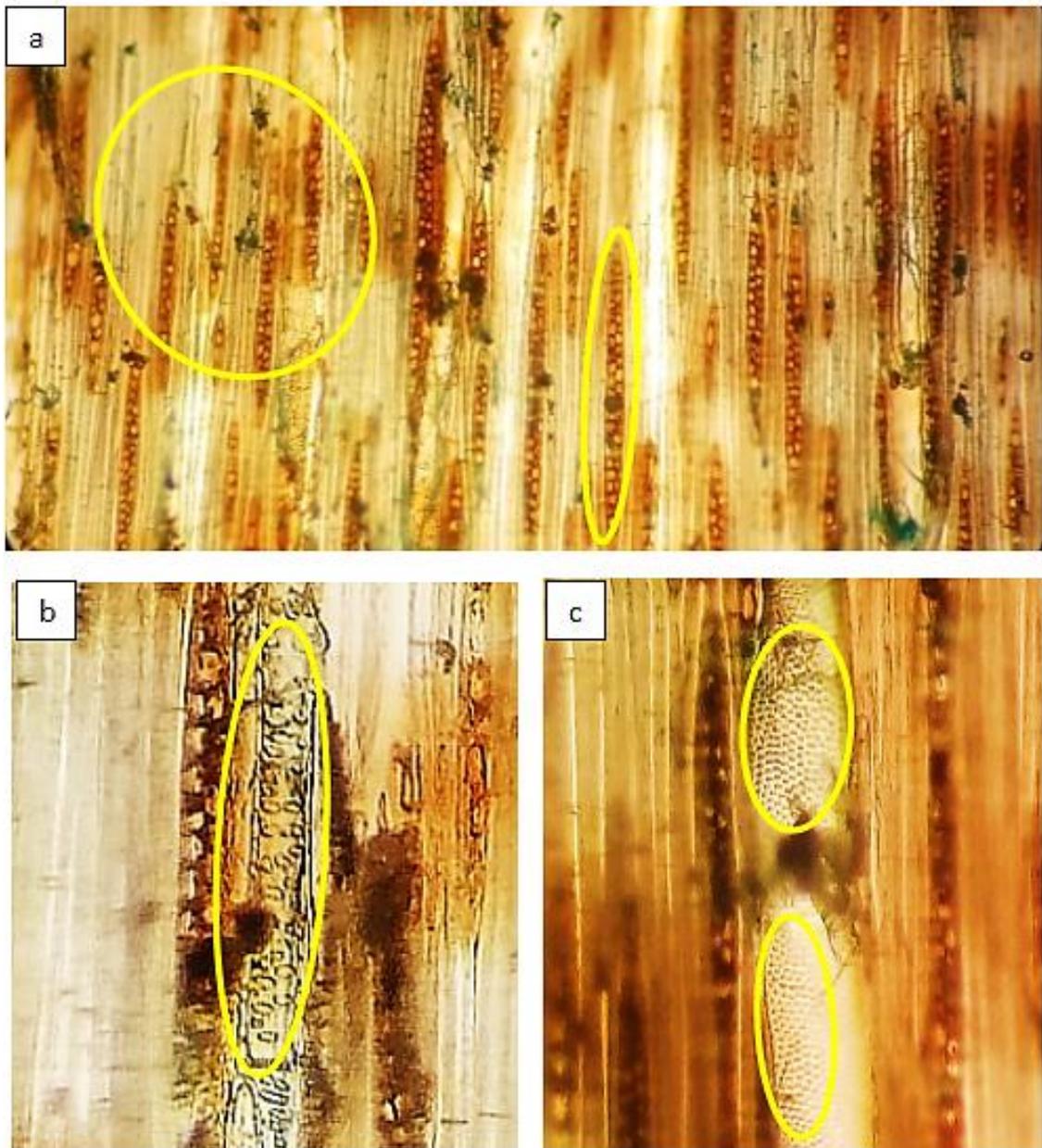


Figura 34-3: Plano de la sección tangencial de *Protium fimbriatum* (Copal). **a.** Radios multiseriados estratificados (10x). **b.** Placas de perforación múltiple reticulada (10x). **c.** Radios con células envolventes (10x). **d.** Puntuaciones intervasculares (10x).

Elaborado por: Grefa, S. 2021

Plano radial

En la figura 35-3 con Astra blue se consigue observar radios multiseriados homogéneos con cristales prismáticos y células parenquimáticas bien definidas con fibras no septadas alargadas y con la presencia de células procumbentes al radio erecto marginal, con paredes divisorias por fibras no septadas alargadas

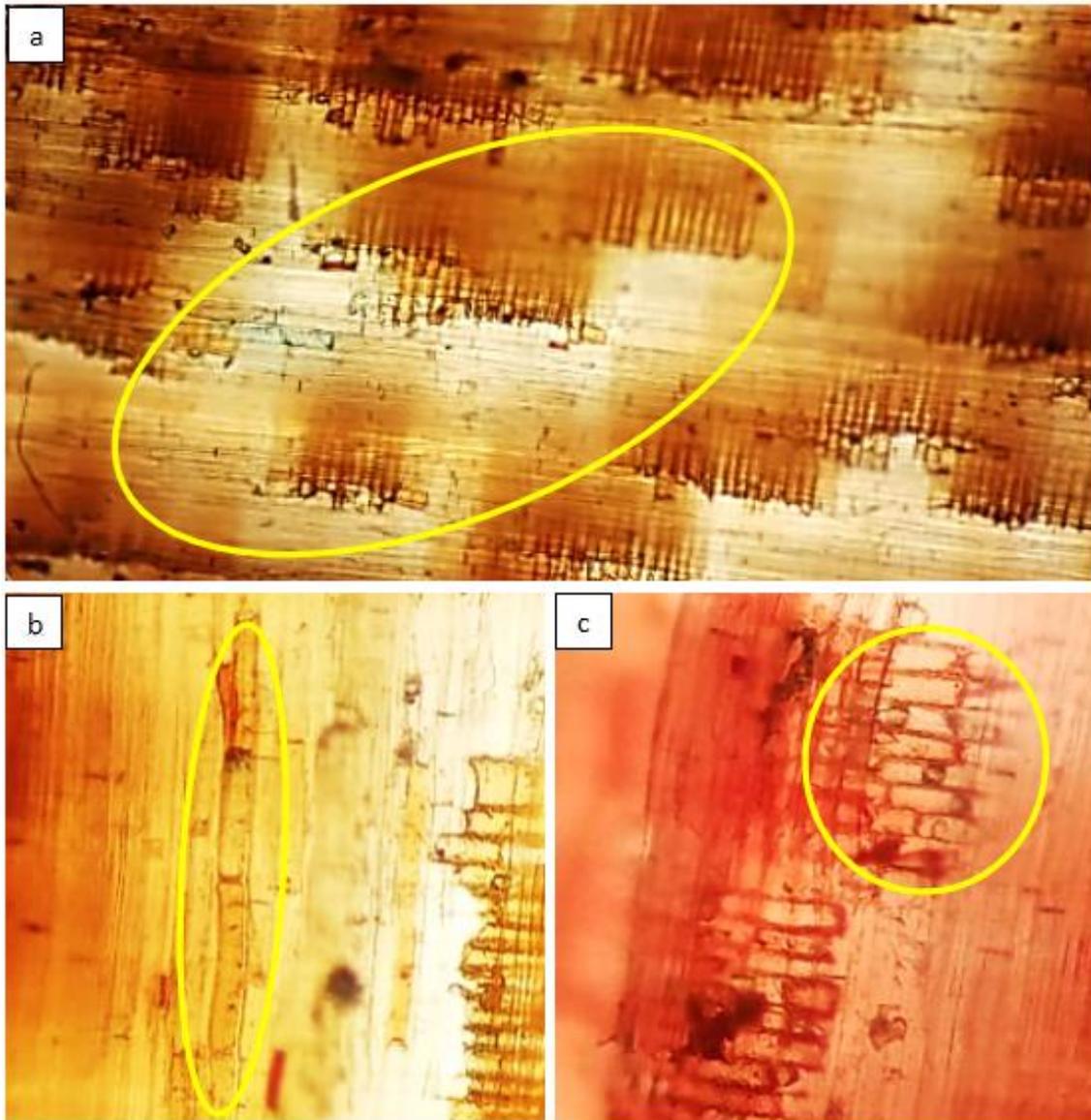


Figura 35-3: Plano de la sección radial de *Protium fimbriatum* (Copal). **a.** Radios multiseriado (10x). **b.** Células parenquimáticas con fibras no septadas (10x). **c.** Células procumbentes al radio (10 x).

Elaborado por: Grefa, S. 2021

Tabla 9-3. Resumen de las características anatómicas de las cinco especies en estudio

Características	<i>Brunellia acostae</i>	<i>Croton lechleri</i>	<i>Myroxylon balsamum</i>	<i>Nectandra membranaceae</i>	<i>Protium fimbriatum</i>
Poros	Solitarios, múltiple de 2 y escasos múltiple de 3 (Figura 22-3)	Solitarios, múltiple de 2,3 en menor cantidad y muy escasos de 5 (Figura 25-3)	Solitarios, múltiple de 2, en menor cantidad de 3 y muy escasos de 4,5 (Figura 28-3)	Solitarios, múltiples de 2 en menor cantidad y escasos de 3 (Figura 31-3)	Solitarios, múltiple de 2 en menor cantidad y muy escasos de 3,4 (Figura 34-3)
Tamaño poros solitarios	Medianos	Grandes	Pequeños	Medianos	Pequeños
Tamaño poros múltiples	Medianos	Grandes	Pequeños	Medianos	Pequeños
Parénquima	Paratraqueal vasicéntrico	Paratraqueal en líneas	Paratraqueal vasicéntrico	Paratraqueal unilateral vasicéntrico	Paratraqueal vasicéntrico
Porosidad	Difusa	Difusa	Difusa	Difusa	Difusa
Disposición	Radial	Sin patrón definido	Radial	Radial	Sin patrón definido

Realizado por: Grefa S. 2021

Las características anatómicas: poros, tamaño, parénquima, porosidad y disposición se pudo observar en el microscopio con el lente óptico de 4x y 10x de cada una de las cinco especies estudiadas se puede apreciar que los poros solitarios son lo que abundan en su mayoría seguidos de poros múltiples de dos seguidos de escasos múltiples de tres y cuatro, con respecto al tamaño se encuentran entre medianos y pequeños en su gran mayoría.

3.1.3.1. Densidad

Tabla 10-3. Densidad en seco de las cinco especies estudiadas

Especie	Masa (g)	Volumen (cm³)	Densidad (g/cm³)
<i>Brunellia acostae</i>	4,42	8,82	0,50
<i>Croton lechleri</i>	3,82	9,26	0,41
<i>Myroxylon balsamum</i>	7,1	7,22	0,98
<i>Nectandra membranaceae</i>	5,19	9,26	0,56
<i>Protium fimbriatum</i>	5,16	9,26	0,55

Realizado por: Grefa S. 2021

En la Tabla 10-3 se presentan los valores de la densidad se logró apreciar que mientras más pequeños y mayor cantidad de poros se encuentran presentes en la madera, demuestra una densidad mayor como en *Myroxylon balsamum* con 0,98 g/cm³ y viceversa si presenta poros más grandes y en menor cantidad la madera obtiene una densidad menor como *Croton lechleri* con 0,41 g/cm³.

3.1.3.2. Potencial de hidrogeno (pH)

Tabla 11-3. Potencial de hidrogeno (pH) de las cinco especies estudiadas

Especie	pH
<i>Brunellia acostae</i>	6,88
<i>Croton lechleri</i>	6,07
<i>Myroxylon balsamum</i>	5,25
<i>Nectandra membranaceae</i>	5,75
<i>Protium fimbriatum</i>	6,91

Realizado por: Grefa S. 2021

El potencial de hidrogeno varía de acuerdo a las características y composición de cada especie en este caso se obtuvo diferente pH en cada especie en este caso en *Myroxylon balsamum* (Bálsamo), *Nectandra membranaceae* (Canelo) se obtuvo un pH ácido y en cuanto a *Croton lechleri* (Sangre de drago), *Brunellia acostae* (Omiti), *Protium fimbriatum* (Copal) se obtuvo un pH casi neutro.

3.1.3.3. Cantidad de poros

Tabla 12-3. Cantidad de poros encontrados en las cinco especies en estudio

Especies	Solitarios	múltiplos de 2	múltiplos de 3	múltiplos de 4	múltiplos de 5	Total	Tamaño
<i>Brunellia acostae</i> (Omiti)	756	387	27	9	---	1179	Medianos
<i>Croton lechleri</i> (Sangre de drago)	297	63	36	45	---	441	Grandes
<i>Myroxylon balsamum</i> (Bálsamo)	630	576	270	72	9	1557	Pequeños
<i>Nectandra membranaceae</i> (Canelo)	1080	153	27	---	---	1260	Medianos
<i>Protium fimbriatum</i> (Copal)	2034	90	36	9	---	2169	Pequeños

Realizado por: Grefa S. 2021

Se observa el número total de poros de las tres repeticiones por cada placa tanto en poros solitarios como en los múltiples (Tabla 12-3). La especie que presenta mayor cantidad de poros como podemos apreciar es *Myroxylon balsamum* (Bálsamo) y la especie que posee menor cantidad de poros es *Croton lechleri* (Sangre de drago) por tal motivo se puede clasificar de acuerdo a la cantidad de poros que presenta como: grandes, medianos y pequeños según el grado de observación en el microscopio con el lente óptico de 10x.

3.1.3.4. Análisis estadístico

Con el programa estadístico InfoStat, seleccionamos los datos de los poros solitarios y múltiples, y a continuación se efectuó el análisis de varianza para comprobar si existen diferencias significativas en los datos de los poros solitarios y múltiples. Se realizó la prueba de Normalidad de (Shapiro-Wilks modificado) que es la inferencia basada en una muestra y se verificó la normalidad de los datos ya que si estos siguen una distribución normal de $p > 0,05$ se puede realizar la prueba para comprobar los datos de cada especie con la prueba de Tukey.

- **Cantidad de poros solitarios**

Tabla 13-3. Número de los poros solitarios de las cinco especies estudiadas prueba de (Kruskal Wallis)

Especies	Medidas			
<i>Croton lechleri</i>	2,00	A		
<i>Myroxylon balsamum</i>	5,00	A	B	
<i>Brunellia acostae</i>	8,00	A	B	C
<i>Nectandra membranaceae</i>	11,83		B	C
<i>Protium fimbriatum</i>	13,17			C

Realizado por: Grefa S. 2021

Se realizó una prueba no paramétrica prueba de Kruskal Wallis donde se observa el número de poros por especies y se evidencia que existen tres categorías (A, B y C), donde *Croton lechleri* (Sangre de drago), *Myroxylon balsamum* (Bálsamo) y *Brunellia acostae* (Omiti) se ubican en la misma categoría (A), mientras que *Myroxylon balsamun* (Bálsamo), *Brunellia acostae* (Omiti) y *Nectandra membranaceae* (Canelo) comparten la segunda categoría (B), y por otro lado *Brunellia acostae* (Omiti), *Nectandra membranaceae* (Canelo) y *Protium fimbriatum* (Copal) se ubican en la categoría (C), cuando las especies se encuentran en una misma categoría no presentan diferencias significativas. Sin embargo si son diferentes entre las tres categorías si existen diferencias significativas entre las muestras (Tabla 13-3). Se realizó una prueba no paramétrica y cómo se puede observar que es menor a 0,05, significa que se rechaza la hipótesis nula y acepto hipótesis alternante ya que existen diferencias significativas entre las muestras.

- **Cantidad de poros múltiples de dos.**

Tabla 14-3. Número de los poros múltiples de dos de las cinco especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)

Especie	Medias	n	E.E.		
<i>Myroxylon balsamun</i>	609	3	19,12	A	
<i>Brunellia acostae</i>	408	3	19,12		B
<i>Nectandra membranaceae</i>	165	3	19,12		C
<i>Protium fimbriatum</i>	132	3	19,12		C D
<i>Croton lechleri</i>	57	3	19,12		D

Realizado por: Grefa S. 2021

De acuerdo a la prueba de Tukey, el número de poros múltiples de dos presentan cuatro categorías (A, B, C y D), donde *Myroxylon balsamum* (Bálsamo) y *Brunellia acostae* (Omiti) pertenecen a una sola categoría (A) y (B) respectivamente, mientras que *Nectandra membranaceae* (Canelo) y *Protium fimbriatum* (Copal) comparten la misma categoría (C); por otro lado *Nectandra membranaceae* (Canelo) y *Protium fimbriatum* (Copal) comparte las misma categoría (C) y por ultimo *Croton lechleri* (Sangre de drago) se encuentra en una sola categoría (D), cuando las especies se encuentran en una misma categoría no presentan diferencias significativas. Sin embargo si son diferentes entre las cuatro categorías si existen diferencias significativas entre las muestras (Tabla14-3).

- **Cantidad de poros múltiples de tres**

Tabla 15-3. Número de los poros múltiples de tres de las cinco especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)

Especie	Medias	n	E.E.	
<i>Myroxylon balsamum</i>	204	3	17,29	A
<i>Protium fimbriatum</i>	51	3	17,29	B
<i>Nectandra membranaceae</i>	45	3	17,29	B
<i>Brunellia acostae</i>	33	3	17,29	B
<i>Croton lecheri</i>	24	3	17,29	B

Realizado por: Grefa S. 2021

De acuerdo a la prueba de Tukey, el número de poros múltiples de dos presentan dos categorías (A y B), donde *Myroxylon balsamum* (Bálsamo) pertenece a una sola categoría (A) mientras que *Brunellia acostae* (Omiti), *Nectandra membranaceae* (Canelo), *Protium fimbriatum*) y *Croton lechleri* (Sangre de drago) comparten la misma categoría (B), cuando las especies se encuentran en una misma categoría no presentan diferencias significativas. Sin embargo si son diferentes entre las dos categorías si existen diferencias significativas entre las muestras (Tabla15-3).

- **Para el cumplimiento del tercer objetivo: Evaluar que tinción permite una mejor observación de las características anatómicas para cada especie forestal en estudio.**

3.1.4. Calidad de imágenes

Brunellia acostae

Tabla 16-3. Evaluación de las tinciones de *Brunellia acostae*

Tintes	Bueno	Regular	Total
Safranina	0,67	0,33	1
Astra blue	1	0	1
Safranina +Astra blue	1	0	1
Total	0,89	0,11	1

Realizado por: Grefa S. 2021

Para esta especie Astra blue y Safranina + Astra blue fueron los mejores tintes con un nivel de muy bueno ya que tuvo una media de 1,00 en la sección transversal, donde se puede apreciar las estructuras claramente y en cuanto a safranina que presenta una media de 0,67 se puede observar las estructuras con un nivel bueno (Tabla 16-3).

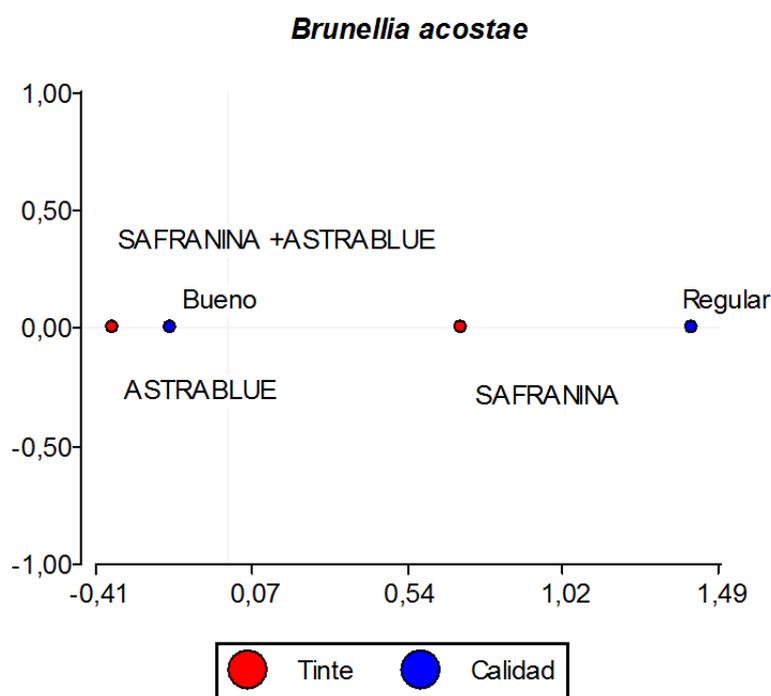


Figura 36-3: Calidad de imagen de *Brunellia acostae* (Omiti). Tinte simbolizado por el círculo de color rojo y calidad simbolizado por el círculo de color azul.

Realizado por: Grefa S. 2021

Croton lechleri

Tabla 17-3. Evaluación de las tinciones en *Croton lechleri*

Tintes	Bueno	Muy bueno	Total
Safranina	1	0	1
Astra blue	0,33	0,67	1
Safranina +Astra blue	0,33	0,67	1
Total	0,56	0,44	1

Realizado por: Grefa S. 2021

Para esta especie Safranina fue el mejor tinte con un nivel de muy bueno ya que tuvo una media de 1,00 en la sección transversal, donde se poder apreciar las estructuras claramente y en cuanto a los dos tintes restantes presenta una media de 0,33 donde se observan las estructuras con un nivel bueno (Tabla 17-3).

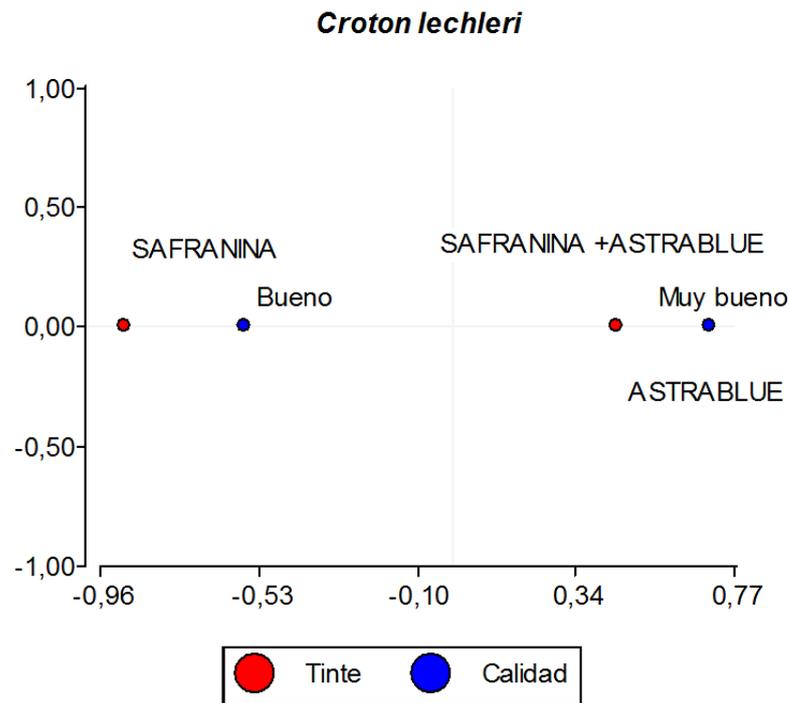


Figura 37-3: Calidad de imagen de *Croton lechleri* (Sangre de drago). Tinte simbolizado por el círculo de color rojo y calidad simbolizado por el círculo de color azul.

Realizado por: Grefa S. 2021

Myroxylon balsamum

Tabla 18-3. Evaluación de las tinciones en *Myroxylon balsamum*

Tintes	Muy bueno	Bueno	Total
Safranina	1	0	1
Astra Blue	0,33	0,67	1
Safranina +Astra Blue	0,33	0,67	1
Total	0,56	0,44	1

Realizado por: Grefa S. 2021

El mejor tinte para esta especie fue safranina muy bueno con una media de 1,00 en el corte transversal, donde se puede apreciar claramente las estructuras, en cuanto a Astra blue y Safranina + Astra blue tienen una media de 0,33 donde se puede observar las estructuras con un nivel no bueno (Tabla 18-3).

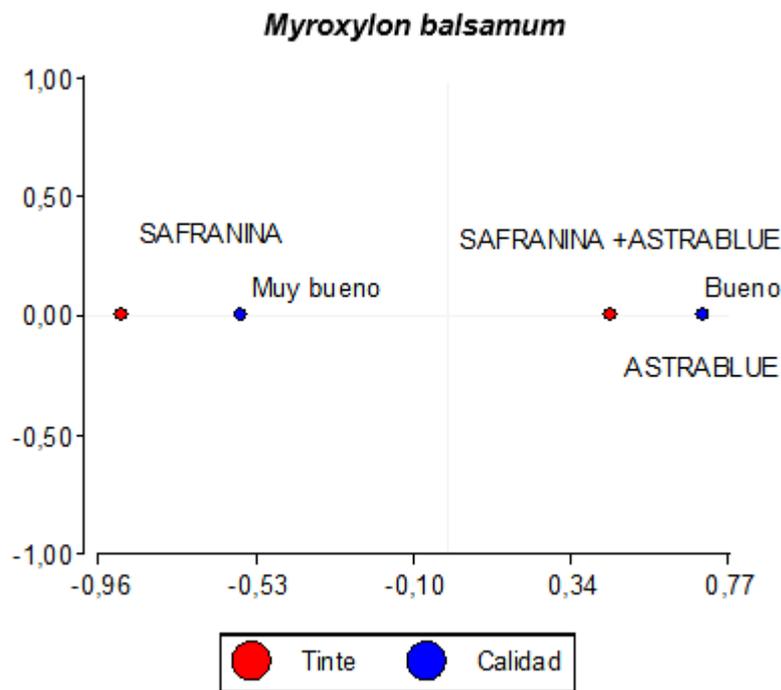


Figura 38-3: Calidad de imagen de *Myroxylon balsamum* (Bálsamo). Tinte simbolizado por el círculo de color rojo y calidad simbolizado por el círculo de color azul.

Realizado por: Grefa S. 2021

Nectandra membranaceae

Tabla 19-3. Evaluación de las tinciones en *Nectandra membrnaceae*

Tintes	Muy bueno	Bueno	Total
Safranina	0,33	0,67	1
Astra blue	1	0	1
Safranina +Astra blue	0,33	0,67	1
Total	0,56	0,44	1

Realizado por: Grefa S. 2021

Para esta especie Astra blue fue el mejor tinte con un nivel de muy bueno ya que tuvo una media de 1,00 en la sección transversal, donde se poder apreciar las estructuras claramente y en cuanto a los dos tintes restantes presenta una media de 0,33 donde se observan las estructuras con un nivel bueno (Tabla 19-3).

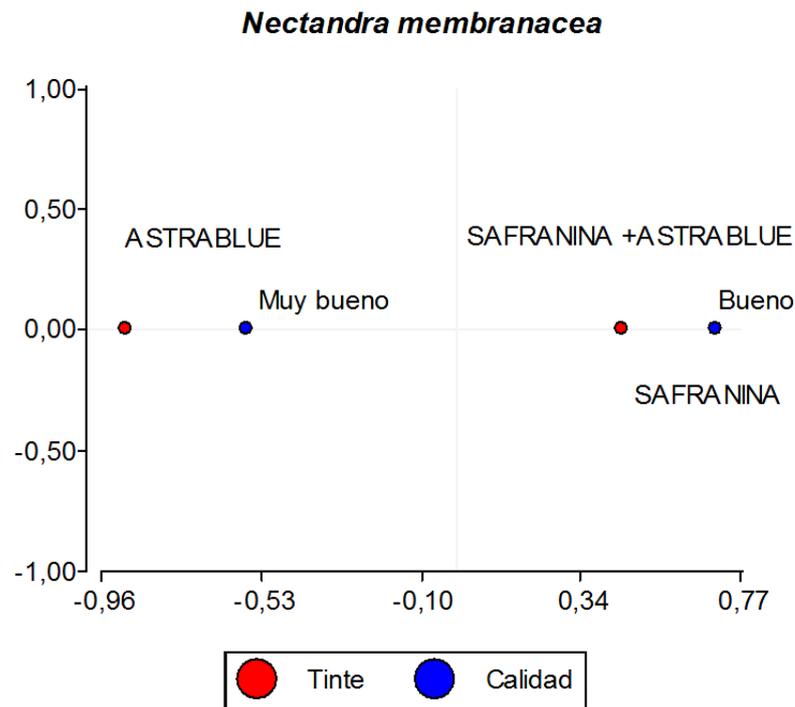


Figura 39-3: Calidad de imagen de *Nectandra membrnaceae* (Canelo). Tinte simbolizado por el círculo de color rojo y calidad simbolizado por el círculo de color azul.

Realizado por: Grefa S. 2021

Protium fimbriatum

Tabla 20-3. Evaluación de las tinciones en *Protium fimbriatum* (Copal).

Tintes	Muy bueno	Bueno	Total
Safranina	0,67	0,33	1
Astra Blue	1	0	1
Safranina +Astra Blue	0,67	0,33	1
Total	0,78	0,22	1

Realizado por: Grefa S. 2021

Para esta especie Astra blue fue el mejor tinte con un nivel de muy bueno ya que tuvo una media de 1,00 en la sección transversal, donde se poder apreciar las estructuras claramente y en cuanto a los dos tintes restantes presentan una media de 0,67 donde se observan las estructuras con un nivel bueno (Tabla 20-3).

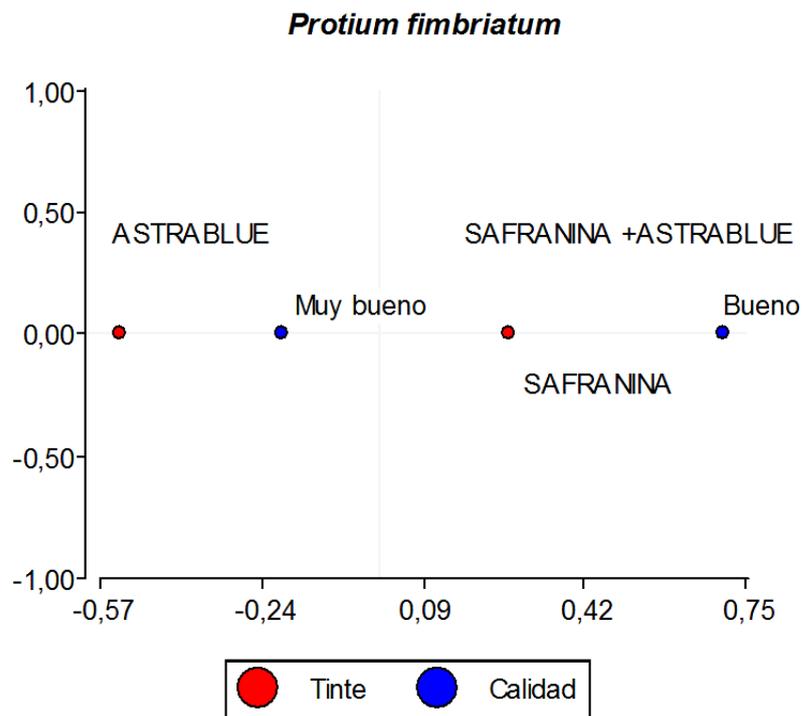


Figura 40-3: Calidad de imagen de *Protium fimbriatum* (Copal). Tinte simbolizado por el círculo de color rojo y calidad simbolizado por el círculo de color azul.

Realizado por: Grefa S. 2021

3.1.5. Discusión

En la presente investigación de identificación de las especies *Myroxylon balsamum* presenta similitud con la mencionada en el estudio de INIAP (2012) que describen dendrológicamente a la familia Fabaceae, estudiadas en la provincia de Napo. Según Mamani (2015) en su investigación realizada en el distrito y provincia Tambopata de la región Madre de Dios en Perú manifiesta que *Miroxylon balsamum* presentan características similares en cuanto a sus hojas, flores y semillas esto nos demuestra que el lugar de procedencia de las especies no interfiere en la características dendrógicas.

De acuerdo a las características organolépticas se encontró que *Protium fimbriatum* en relación al color, son diferentes lo resultados obtenidos en este estudio por lo cual se discrepa con el estudio realizado León (2020), a cerca de la Familia Burseraceae en la cual menciona que la madera de la albura es de color amarillo pálido (10YR 8/4) y duramen rosado (7.5YR 7/4), transición abrupta entre albura y duramen con grano recto ha entrecruzado y una textura fina, este tipo de variaciones pueden ocurrir cuando la especie se encuentra en diferentes condiciones climáticas o por su localización geográfica.

Con respecto a las características organolépticas de la madera se encontró en *Nectandra membranaceae* en relación al color, son diferentes lo resultados obtenidos en este estudio ya que según Gonzales (2016) de acuerdo la tabla de Munsell tienen un color (2.5 Y 8/6 amarillo y 2.5 Y 8/4 amarillo pálido) sin transición entre albura y duramen, olor y sabor indistintos, textura fina, grano inclinado a entrecruzado por lo cual se discrepa con el estudio realizado en la familia Lauraceae esta diferencia puede pasar por la localización y entornos ambientales en la que se desarrolle la especie.

Según Gonzales (2016) en su investigación realizada en Perú menciona que de acuerdo a las características anatómicas de la madera de *Nectandra membranaceae* presenta poros visibles a simple vista, solitarios redondeados y múltiples radiales, porosidad difusa, disposición sin patrón definido, parénquima paratraqueal y radios medianos visibles con lupa, muestra similitud a los resultados obtenidos en el presente estudio esto puede pasar por los entornos ambientales en los que se encuentra la especie que pueden ser similares.

Los resultados obtenidos de *Brunellia acostae* sobre las características anatómicas, concuerda con los resultados obtenidos por León (2020) en cuanto a su porosidad se encuentran difusa con poros solitarios sin patrón definido con depósitos de tálides presentes y punteaduras intervacuolares opuestas. Mientras que Acosta (1967) en su estudio realizado a la familia Brunelliaceae, detalla

que el color de la madera con respecto a la albura es de color rosado claro y su duramen gris castaño; con una transición gradual de albura a duramen, y en cuanto al parénquima está ausente por lo que presenta similitud en todas las estructuras anatómicas encontradas en la presente investigación.

Según León (2020) con respecto a la familia Euphorbiaceae menciona que el color de su madera es de color marrón amarillento claro (10YR 6/4) a marrón muy claro (10YR 7/4), sin transición entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre bajo. Grano recto. Textura fina. Presenta una porosidad difusa con poros sin patrón definido con poros solitarios y múltiples radiales de 2-6, algunos arracimados por lo que se concuerda con la investigación realizada.

En el presente estudio realizado se puede observar que las cinco especies estudiadas muestran una estructura anatómica bastante uniforme entre sí en algunas especies puede ser una característica principal para su respectiva identificación por lo cual se concuerda con los resultados obtenidos por León (2020) en el cual menciona que una de las características primordiales para la identificación de la madera es el parénquima.

Según León (2008) manifiesta que el uso del tinte safranina en su metodología para la observación de las estructuras anatómicas fueron resultados excelentes, probablemente es posible este resultado por los componentes que tiene la safranina. Safranina es un colorante biológico que es apto para combinarse con elementos celulares, ya que se usa para diferenciar una estructura celular previamente teñida con otro colorante, como colorante de contraste se puede utilizar en distintas técnicas histológicas según Aguirre (2012). Por lo cual se discrepa con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación probablemente sea por el tiempo al momento de realizar el tinturado.

CONCLUSIONES

La identificación dendrológica que se realizó de las cinco especies en estudio, en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ha permitido obtener la información requerida para el estudio del orden, familia, género y especie a las que pertenecen. Sin embargo, se puede destacar que la familia y género de las especies en estudio tienen sus propias características anatómicas y organolépticas.

En cuanto a las características anatómicas el parénquima está presente en todas las especies en ya que esta viene a ser una de las características primordiales para la identificación de la madera. Los poros de 4 especies presentan una porosidad difusa siendo esta una de las características más evidentes que se encuentran y de acuerdo a su disposición el 60 % presento disposición radial mientras que el 40% de las especies no mostró ningún tipo de patrón en la distribución de poros. Así mismo, uno de los elementos que ayuda a caracterizar a la mayoría de las especies es que contengan sustancias como tálides en los poros.

En la densidad se logró apreciar que mientras más pequeños y mayor cantidad de poros están presentes en la madera, esta demuestra una densidad mayor como en *Myroxylon balsamum* y viceversa si presenta poros más grandes y en menor cantidad la madera obtiene una densidad menor como *Croton lechleri*.

En cuanto a las tinciones con respecto a las características anatómicas las tres tinciones son efectivas pero con la que se logró una mejor observación de las estructuras fue Astra blue, en todas las especies tanto como en el plano transversal, tangencial y radial; donde se pudo apreciar cada una de las estructuras propias de su especie.

RECOMENDACIONES

Profundizar los estudios a nivel de especie, género o por grupo de familias botánicas, con la finalidad de obtener material necesario para realizar una correcta identificación tanto de las especies como para la clasificación de la madera.

Con el fin de hacer un uso adecuado de las especies de madera que se encuentran en la parte oriental del Ecuador y brindar información veraz y efectiva al sector forestal, se debería complementar futuras investigaciones relacionadas con la caracterización anatómica de la madera.

Realizar estudios anatómicos utilizando otros tipos de tintes o diferentes tiempos al realizar el tinturado, con la finalidad de conocer si las especies difieren en cuanto a su estructura anatómica.

Para *Brunelia acostae* se recomienda utilizar otro tipo de tinte o diferentes concentraciones ya que con las realizadas en este estudio no pudo observar el parénquima una de las estructuras primordiales para la identificación de la madera.

GLOSARIO

La albura: Es la parte activa del xilema, que en el árbol vivo, contiene células vivas y material de reserva (Gimenez et al. 2005: p 8-69).

El duramen: Es leño biológicamente inactivo, con funciones de sostén que ocupa la porción del tronco entre la médula y la albura, generalmente de estructura más compacta y de coloración más oscura que la albura (Gimenez et al. 2005: p 8-69).

Vasos: Se forman a partir de hileras verticales de células. Su función es la de transporte de líquidos en el vegetal (Gimenez et al. 2005: p 8-69).

Radios: Los radios de las Latifoliadas tienen la misma función que los de las Coníferas: almacenamiento y conducción transversal de las sustancias nutritivas. Presentan gran variedad en forma, tamaño y número de células que los componen (Gimenez et al. 2005: p 8-69).

Radios Heterogéneos: están formados por más de un tipo de células: procumbentes, cuadradas o verticales, en diversas combinaciones (Gimenez et al. 2005: p 8-69).

Radios Homogéneos: formados por un único tipo de células, normalmente se refiere el término homogéneo a radios cuyo tejido está formado apenas por células horizontales o procumbentes en sección radial (Gimenez et al. 2005: p 8-69).

Punteaduras intervasculares: Estas puntuaciones hacen el intercambio de líquidos de vaso a vaso y por eso se llaman (Gimenez et al. 2005: p 8-69).

Fibras: Son células existentes solamente en Latifoliadas, constituyendo el mayor porcentaje de su leño y con función única de sustentación (Gimenez et al. 2005: p 8-69).

Fibras septadas: En algunas especies, antes de la muerte de las fibras, surgen paredes transversales dividiendo su interior en compartimentos. Estas fibras, donde el lumen está dividido en septos, reciben el nombre de fibras septadas (Gimenez et al. 2005: p 8-69).

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, I. Instituto Inteamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA . *Descripción anatómica, propiedades físicas y algunos usos de 25 maderas de Costa Rica*. 1967. [En línea] Octubre de 1967. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9860e/A9860e.pdf>.

AGILA, SH. et.al. Diversidad de plantas, estructura de la comunidad y biomasa aérea en un páramo del sur del Ecuador. [ed.] Universidad Nacional de Loja. 2, Loja : Napoleón López, 2018, Bosques Latitud Cero, Vol. 8, págs. 1-15.

AGUILAR, J. & GUZOWSKI, E. Materiales y materias primas. [aut. libro] Ministerio de Educación. [ed.] Instituto Nacional de Educación Tecnológica. *Madera*. Buenos Aires : Saavedra, 2011, 3, págs. 1-27.

AGUIRRE, H. [ed.] Investigación en discapacidad. 83-85, Mexico : Colorante safranina O. Instituto Nacional de Rehabilitación, 2012, Vol. 2. 1.

BARAÑAO, J. et.al. Manual para la identificación de maderas. [aut. libro] Universidad Nacional de Lujan. *Producción Vegetal IV Dasonomía*. Buenos Aires : Departamento de Tecnología, 2008, págs. 1-58.

CARANQUI, J. Guia de especímenes para herbario. *Herbario Politecnica Chimborazo (CHEP)*. [En línea] 2015. http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/504/1/Manual_Procedimiento_Herbario1.pdf.

CLOQUELL, V., CONTRERAS, W. & OWEN, M. *La madera y los productos forestales en sistemas estructurales*. [ed.] España Universidad Politécnica de Valencia. Primera. Madrid : Taller de publicaciones de la facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, ULA, 2005. págs. 7-201.

COPANT. Comisión Panamericana de Normas y Técnicas. *Maderas método de determinación del peso específico aparente*. [En línea] 1972. [Citado el: 26 de noviembre de 2020.] <http://materiales.azc.uam.mx/eam/Labsolidos/5NormasCopant.pdf>.

CRIVELLARO, A. & SCHWEINGRUBER, F. *Atlas of Wood, Bark and Pith Anatomy of Eastern Mediterranean Trees and Shrubs*. Berlín : Springer, 2013. págs. 1-573.

FEIJOO, C., D, RAMÓN, D., & PUCHA, D. Universidad Nacional de Loja. *Guía para cortes anatómicos de la madera*. Loja, Ecuador : EDILOJA, 2019. págs. 9-44.

GIMENEZ, A., MOGLIA, J. & HERNANDEZ, P. *Anatomía de la madera*. [ed.] Universidad Nacional de Santiago de Estero. Segunda. Buenos Aires : Facultad de Ciencias Forestales, 2005. págs. 1-88. 978-1676.

GONZALES, E. *Identificación organoléptica y macroscópica de las maderas comerciales*. [ed.] Proyecto SNIP. 1. Lima : CITEmadera, 2008. págs. 5-44. Vol. 1. 10609.

GONZALES, I. Atlas de madera de Selva Central. [En línea] 2016. <https://fdocuments.ec/document/atlas-de-maderas-selva-central.html>.

IAWA. *IAWA list of microscopic bark features*. [En línea] 2016. [Citado el: 26 de noviembre de 2020.] <https://www.iawa-website.org/>.

INIAP. Balsamo spp. Especie de uso múltiple del bosque seco del Ecuador. [En línea] 2012. [Citado el: 01 de 02 de 2021.] <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2061/1/iniaplsbt152.pdf>.

LEÓN, H. Anatomía de la madera de 130 especies de Venezuela. [ed.] Universidad de Los Andes. 2, Merida : Facultad de Ciencias y Ambientales. 2020. Pittieria, Vol. Especial. 2244 8888. págs.63,101,171.

LEÓN, H. Anatomía de madera en 31 especies de la subfamilia mimosoideae (leguminosae) en Venezuela. 1. Merida : Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias y Ambientales. 2008. Vol. 11.

LEON, W. & ESPINOZA, N. *Anatomía de la madera*. [ed.] Universidad de Los Andes. 1. Merida : Consejo de Desarrollo Científico, 2001. págs. 6-510. 980-11-0504-6.

MAE. *Sistema Nacional de Control Forestal*. Quito : s.n., 2013. págs. 1-45, Proyecto.

MAMANI, J. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. *Cracterización macroscópica y microscópica de especies maderables en cuatro aserraderos de Tambopata-*

Madre de Dios. [En línea] 2015. file:///C:/Users/DELL/Documents/A-TESIS%20SINDI/REFERENCIAS%20TESIS/253t20150042.pdf.

MEJÍA, E. & PACHECO, P. CIFOR. *Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana.* [En línea] Pro-formal. 2013. [Citado el: 24 de noviembre de 2020.] http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-97.pdf.

MORENO, E. 2, Venezuela : *Acta botánica Venezuelica.* 2007. Redalyc, Vol. 30, págs. 2-14. 0084-5906.

ORDÓÑEZ, J. et.al. [ed.] *Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional en Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.* especial, Mexico : Universidad Nacional Autónoma de México, 2015, Scielo, Vol. 21, págs. 1-50. 77-126.

PDOT. Plan de desarrollo territorial del GAD. Loreto , 2015. págs. 11-324, PDOT Loreto 2015 - 2035.

RÜDIGER, A. Determinacion del pH en diversas especies de los renovales de la provincia de Valdivia. [ed.] Facultad de Ingenieria Forestal. 1, Valdivia : Univerdidad Austral de Chile, 1975, Bosques, Vol. 1, pág. 2. 2.

VALLEJO, P. & J., ZAMBRANO. *Fisica Vectorial.* Densidad. Octava. s.l. : RODIN, 2011. pág. 180.

VÁZQUEZ, A. & RAMÍREZ, A. Curso de antatomía e identificación de la madera. [ed.] Departamento de Ciencias Forestales. Medellin : Universidad Nacional de Colombia, 12 de 2011, Universidad Nacional de Colombia, págs. 3-66.

VÁZQUEZ, C. et.al. Reduca. [ed.] Universidad Complutense. *Técnicas básicas de Microbiología.* Madrid : Facultad de Ciencias Biológicas., 2010. Vol. 3, 5, págs. 1-24. 1989-3620.