



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

CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE (*Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* y *Clarisia racemosa*), MEDIANTE TINCIONES; PROCEDENTES DEL PARQUE BOTÁNICO REGIONAL SUCÚA UBICADO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL

LEMA SAIGUA ESTRELLA ROCIO

RIOBAMBA – ECUADOR

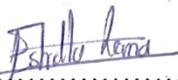
2018

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Estrella Rocio Lema Saigua, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 23 de abril del 2018



.....
Estrella Rocio Lema Saigua
060540379-9

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo es de propiedad intelectual de la autora y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH

DEDICATORIA

“Ábrele el camino a la prudencia, pues ella te ensalzará y te llenará de honores cuando la estreches entre tus brazos” (Proverbios 4:8)

Al Creador, Cristo nuestro señor, mi ángel de la guarda, DIOS.

A la entrega, dedicación, amor por sus hijos y ejemplo de mujer, MI MADRE, María

Al carácter, apoyo y fidelidad con su familia, MI PADRE, Jorge

A la complicidad, entre risas, miedos y triunfos, MIS HERMANOS, Evelin, Gisela y Alexander.

A la amistad, cariño y apoyo incondicional brindado. MAESTROS

Estrella

AGRADECIMIENTO

“Pon tu alegría en el Señor, él hará lo que desea tu corazón” (Salmo 37:4)

Amor, fe y esperanza.

Yo te saludo y celebró tu Nombre, pues has ejecutado tus maravillosos proyectos, que fueron meditados durante mucho tiempo y que son auténticos y verdaderos ahora, Dios de mi corazón, gracias.

Por verme crecer y hacerme la mujer que he llegado hacer en el recorrer del sendero de la vida entre lágrimas y alegrías, seres amados, gracias.

Efímeros son nuestros momentos compartidos, pero grandes nuestros recuerdos, Amigos(as), gracias.

Por sus conocimientos compartidos, quienes me incentivaron en muchos sentidos a seguir adelante y sin su apoyo el presente trabajo no hubiera sido posible, Ing. Eduardo Salazar e Ing. Carlos Carpio, gracias.

Un Dios le pague por su paciencia y conocimientos brindados, Ing. Ana Cunachi, gracias.

Orgullo en mi corazón al haber recorrido sus aulas del saber, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo y Escuela de Ingeniería Forestal, gracias.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
LISTA DE TABLAS	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE ANEXOS.....	iii
I. TÍTULO: CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE (<i>Trophis caucana</i> , <i>Maclura tinctoria</i> , <i>Rollinia dolichopetala</i> y <i>Clarisia racemosa</i>), MEDIANTE TINCIONES; PROCEDENTES DEL PARQUE BOTÁNICO REGIONAL SUCÚA UBICADO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.	1
II.-INTRODUCCIÓN	1
A. JUSTIFICACIÓN.....	2
B. OBJETIVOS	3
1. Objetivo General.....	3
2. Objetivos Específicos	3
C. HIPÓTESIS	3
1. Hipótesis nula – H0.....	3
2. Hipótesis alternativa –H1.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
A. APROVECHAMIENTO FORESTAL E INDUSTRIAS MADERERAS EN EL ECUADOR	4
B. TINCIONES GENERALES	6
C. DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA	7
D. ANATOMÍA DE LA MADERA.....	10
E. ESTRUCTURA ANATÓMICA.....	10
1. Partes de una sección transversal	11
2. Planos en los que se estudia la madera.....	12
3. Características organolépticas o macroscópicas	12

4. Características anatómicas o microscópicas	16
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.	19
1. Localización	19
2. Ubicación geográfica	19
3. Condiciones climatológicas	19
4. Clasificación Ecológica.....	19
B. MATERIALES Y EQUIPOS	19
1. Materiales de oficina	19
2. Materiales de laboratorio.....	20
3. Materiales informáticos.....	20
C. METODOLOGÍA.....	20
1.1 Preparación de tintes.....	20
2.1 Análisis de las características macroscópicas.....	21
2.2 Análisis de las características microscópicas	22
V. RESULTADOS.....	25
A. DETERMINACIÓN DE COLORANTES	25
B. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS.....	27
C. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS.....	36
D. ANÁLISIS DE POROS	55
VI. DISCUSIÓN.....	62
VII. CONCLUSIONES	66
VIII. RECOMENDACIONES.....	67
IX.RESUMEN.....	65
X. SUMMARY.....	69
XI. BIBLIOGRAFÍA	70
XII. ANEXOS.....	78

LISTA DE TABLAS

N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
Tabla 1.	Categoría de densidades (g/cm ³).....	16
Tabla 2.	Características en la sección transversal en función a los tintes analizados....	25
Tabla 3.	Características en la sección tangencial en función a los tintes analizados....	26
Tabla 4.	Características en la sección radial en función a los tintes analizados.	26
Tabla 5.	Características macroscópicas de las especies estudiadas.	35
Tabla 6.	Ablandamiento de la madera, ciclos por hora, tamaño 2x2x2.....	36
Tabla 7.	Morfologías de los poros registrados en las cuatro especies.	54
Tabla 8.	Cantidad total de poros y porcentaje por tipo de poro en cada una de las especies estudiadas.	55
Tabla 9.	Análisis de las medidas de los tipos de poros.....	56
Tabla 10.	Descripción de poros de acuerdo con IAWA (1989).....	57
Tabla 11.	Análisis de la varianza para el total de poros (μm) de las especies estudiadas.	58
Tabla 12.	Prueba Kruskal-Wallis para los diámetros (μm) de poros solitarios.	58
Tabla 13.	Prueba Kruskal-Wallis para la longitud de los largos (μm) de poros solitarios.	59
Tabla 14.	Prueba Kruskal-Wallis para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 2.....	59
Tabla 15 .	Análisis de la varianza para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 3.....	60
Tabla 16.	Cálculo de la densidad de las cuatro especies estudiadas.....	61

LISTA DE FIGURAS

N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
Figura 1.	<i>Trophis caucana</i> (cauchillo).....	28
Figura 2.	<i>Clarisia racemosa</i> (pitiuca).....	30
Figura 3.	<i>Maclura tinctoria</i> (lailapo).....	32
Figura 4.	<i>Rollinia dolichopetala</i> (sacha).	34
Figura 5.	Corte en la sección transversal de <i>Trophis caucana</i> (cauchillo).	38
Figura 6.	Corte en la sección tangencial de <i>Trophis caucana</i> (cauchillo).	39
Figura 7.	Corte en la sección radial de <i>Trophis caucana</i> (cauchillo).	40
Figura 8.	Corte en la sección transversal de <i>Clarisia racemosa</i> (pitiuca).	43
Figura 9.	Corte en la sección tangencial de <i>Clarisia racemosa</i> (pitiuca).	44
Figura 10.	Corte en la sección radial de <i>Clarisia racemosa</i> (pitiuca).	45
Figura 11.	Corte en la sección transversal de <i>Maclura tinctoria</i> (lailapo).	47
Figura 12.	Corte en la sección tangencial de <i>Maclura tinctoria</i> (lailapo).	48
Figura 13.	Corte en la sección radial de <i>Maclura tinctoria</i> (lailapo).	49
Figura 14.	Corte en la sección transversal de <i>Rollinia dolichopetala</i> (sacha).....	51
Figura 15.	Corte en la sección tangencial de <i>Rollinia dolichopetala</i> (sacha).....	52
Figura 16.	Corte en la sección radial de <i>Rollinia dolichopetala</i> (sacha).	53

LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	Pág.
Anexo 1.	Total de poros en las cuatro especies estudiadas.	79
Anexo 2.	Análisis de medias de repeticiones del grupo de poros solitarios, múltiplos de 2 y 3 en base a sus diámetros y largos en <i>Trophis caucana</i>	79
Anexo 3.	Análisis de medias de repeticiones del grupo de poros solitarios, múltiplos de 2 y 3 en base a sus diámetros y largos en <i>Maclura tinctoria</i>	79
Anexo 4.	Análisis de medias de repeticiones del grupo de poros solitarios, múltiplos de 2 y 3 en base a sus diámetros y largos en <i>Clarisia racemosa</i>	80
Anexo 5.	Análisis de medias de repeticiones del grupo de poros solitarios, múltiplos de 2 y 3 en base a sus diámetros y largos en <i>Rollinia dolichopetala</i>	80
Anexo 6.	Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para el total de poros (μm) de las especies estudiadas.	80
Anexo 7.	Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para los diámetros (μm) de poros solitarios.	80
Anexo 8.	Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para la longitud de los largos (μm) de poros solitarios.	81
Anexo 9.	Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 2.	81
Anexo 10.	Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 3.	81
Anexo 11.	Prueba de Kruskal-Wallis para los diámetros (μm) de poros solitarios.	81
Anexo 12.	Prueba de Kruskal-Wallis para la longitud de los largos (μm) de poros solitarios.	81
Anexo 13.	Prueba de Kruskal-Wallis para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 2.	82
Anexo 14.	Análisis de la varianza para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 3.	82
Anexo 15.	Base de datos <i>Trophis caucana</i>	82
Anexo 16.	Base de datos <i>Clarisia racemosa</i>	85
Anexo 17.	Base de datos <i>Maclura tinctoria</i>	90
Anexo 18.	Base de datos <i>Rollinia dolichopetala</i>	94

Anexo 19. Corte en la sección transversal de <i>Clarisia racemosa</i> con verde brillante (4x)	99
Anexo 20. Corte en la sección transversal de <i>Clarisia racemosa</i> con azul brillante (4x)	99
Anexo 21. Corte en la sección transversal de <i>Clarisia racemosa</i> con verde malaquita (10x).....	99
Anexo 22. Corte en la sección transversal de <i>Trophis caucana</i> con safranina (4x).....	99
Anexo 23. Corte en la sección transversal de <i>Trophis caucana</i> con azul brillante (4x)...	99
Anexo 24. Corte en la sección transversal de <i>Trophis caucana</i> con verde malaquita (4x)	99
Anexo 25. Corte en la sección de <i>Maclura tinctoria</i> transversal con verde brillante (4x).....	100
Anexo 26. Corte en la sección de <i>Maclura tinctoria</i> transversal con safranina (4x). ..	100
Anexo 27. Corte en la sección transversal de <i>Maclura tinctoria</i> con verde malaquita (10x).....	100
Anexo 28. Corte en la sección transversal de <i>Rollinia dolichopetala</i> con azul brillante (4x).....	100
Anexo 29. Corte en la sección transversal de <i>Rollinia dolichopetala</i> con verde brillante (10x).....	100
Anexo 30. Muestras de <i>Clarisia racemosa</i> , <i>Trophis caucana</i> , <i>Rollinia dolichopetala</i> y <i>Maclura tinctoria</i>	101
Anexo 31. Corte en los cubos de madera 2x2x2 cm.	101
Anexo 32. Cubos de madera 2x2x2 cm y probetas 2 cm espesor x 5 cm ancho x 15 cm largo.	101
Anexo 33. Determinación de color de madera en la Tabla de Munsell.....	102
Anexo 34. Filtración con papel filtro de los diferentes tintes.....	102
Anexo 35. Preparación de las soluciones de verde malaquita, azul brillante, verde brillante y safranina.	102
Anexo 36. Muestras de las especies en agua destilada.....	103
Anexo 37. Muestras ablandadas de las especies.....	103
Anexo 38. Corte de las muestras en el micrótopo.	103
Anexo 39. Preparación de las placas en los cuatro tintes.	104
Anexo 40. Análisis de las placas en el microscopio con cámara An Scope.....	104

Anexo 41. Software Toup View (x64).	104
Anexo 42. Medición del volumen de agua absorbido de cada cubo de madera.	105
Anexo 43. Medición del peso de los cubos de madera.	105

I. TÍTULO: CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE (*Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* y *Clarisia racemosa*), MEDIANTE TINCIONES; PROCEDENTES DEL PARQUE BOTÁNICO REGIONAL SUCÚA UBICADO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

II. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el deterioro que presentan actualmente las áreas boscosas como consecuencia de acciones antrópicas y la explotación excesiva de madera de diferentes especies ha traído como resultado la desaparición de las más valiosas, generando presión sobre otras especies que antes no se consideraban importantes; que a su vez constituyen materia prima del proceso industrial primario y secundario (Lozano & Pineda, 2015)

La información obtenida de una caracterización dendrológica y anatómica de especies forestales juega un papel muy importante como una herramienta fundamental para el conocimiento y diferenciación de los materiales leñosos en distintas especies arbóreas tanto en el campo ecológico, educativo o industrial. A nivel industrial el Ministerio del Ambiente Ecuatoriano (MAE) supervisa las etapas primarias de producción, tenencia, aprovechamiento y comercialización de materias primas forestales (MAE, 2014).

En el Ecuador actualmente no se cuenta con una información detallada de muchas especies forestales tanto dendrológica como anatómicamente, sea por falta de interés o equipamiento de laboratorios especializados, por ello no se le otorga una importancia comercial ni ecológica a las maderas sean estas condicionadas o no, siendo el caso de *Maclura tinctoria* y *Clarisia racemosa* que son especies condicionadas (Corporación de Estudios y Publicaciones, 2017); además en base a la anatomía de la madera existen frecuentes problemas en la industria, por ejemplo cuando se pierde la identificación exacta de las trozas se alega fraude en envíos de madera en los cuales pueden ir especies distintas a las solicitadas o cuando ya está elaborado el artículo y se alega que no es fabricado con la madera anunciada (Acosta, 1967).

A. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio tiene como finalidad aportar con información consistente y verídica sobre macro y micro características de las diferentes maderas; para un aprovechamiento forestal, por los cuales los trabajos más relevantes sobre temas vinculados están dedicados a describir los usos internos y flujos comerciales de la madera (Wunder, 1996), así como las dinámicas de las cadenas productivas de la madera con una perspectiva nacional (MAE, 2011); también como material bibliográfico del interés científico para futuras investigaciones.

La investigación se realizará en el laboratorio de Ciencias biológicas de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH utilizando el método de tinciones, con el objetivo de teñir células para conseguir una observación deseada a nivel microscópico en cortes radiales, tangenciales y transversales de la madera.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo General

- Caracterizar anatómicamente *Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* y *Clarisia racemosa*, mediante tinciones; procedentes del Parque Botánico Regional Sucúa ubicado en la Provincia de Morona Santiago.

2. Objetivos Específicos

- Evaluar cuatro tinciones en las especies en estudio para una caracterización anatómica.
- Identificar características macro y microscópicas de *Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* y *Clarisia racemosa*.

C. HIPÓTESIS

1. Hipótesis nula – H0

Las características microscópicas son similares en las especies forestales en estudio mediante tinciones; procedentes del Parque Botánico Regional Sucúa ubicado en la Provincia de Morona Santiago.

2. Hipótesis alternativa –H1

Algunas de las cuatro especies forestales presentan características microscópicas diferentes mediante tinciones; procedentes del Parque Botánico Regional Sucúa ubicado en la Provincia de Morona Santiago.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. APROVECHAMIENTO FORESTAL E INDUSTRIAS MADERERAS EN EL ECUADOR

1. Aprovechamiento Forestal

El aprovechamiento maderero es la preparación de los troncos en un bosque o plantación de acuerdo con las necesidades del usuario y la entrega de estos al consumidor. Comprende la corta de árboles, la reparación de los troncos, su extracción y transporte a larga distancia hasta el consumidor o los centros de elaboración. Los términos *aprovechamiento forestal, aprovechamiento maderero o saca suelen utilizarse como sinónimos* (Quichuela , 2015).

El Ministerio del Ambiente del Ecuador a través de la Dirección Nacional Forestal (DNF) es la institución encargada de regular el manejo y aprovechamiento de los bosques naturales y plantaciones forestales en el país, autorizado en las 23 direcciones provinciales que a su vez, cuentan con oficinas técnicas para la gestión forestal, suficiente infraestructura y capacidad técnica para atender las necesidades, solicitudes del sector y para la aprobación eficiente de los programas de aprovechamiento forestal; por ello desde el año 2009 se cuenta con el Sistema de Administración Forestal (SAF), una herramienta informática de apoyo en los procesos de revisión, aprobación, seguimiento y control de los planes y programas de aprovechamiento forestal, así como del control de la movilización de madera por los puestos fijos y unidades móviles (MAE, 2011).

a. Explotación tradicional

En este tipo de operación, la mano de obra es el aporte o insumo principal; con la ayuda de herramientas forestales manuales de buena calidad y mantenidas adecuadamente, desarrolladas para los distintos tipos de trabajo forestal, se puede lograr unos resultados bastante buenos en las operaciones de aprovechamiento de la madera; en lo que se refiere al transporte de trozas, se han desarrollado métodos tradicionales muy especializados en diversas partes del mundo; algunos de ellos todavía se practican, especialmente donde la mano de obra es todavía más barata que el empleo de maquinaria (Quichuela , 2015).

b. Explotación mecanizada

En la mayoría de los países industrializados se aplican técnicas altamente mecanizadas, debido al alto coste de la mano de obra y a la necesidad de garantizar un abastecimiento sostenido de gran cantidad de trozas para las industrias forestales establecidas y para los

mercados consumidores (Quichuela , 2015). En los países desarrollados, en zonas de topografía suave, la mecanización de las operaciones de aprovechamiento a gran escala ha avanzado tanto que una sola máquina realiza actualmente las distintas tareas de corte, desrame, tronzado y descortezado. Sin embargo, en terrenos difíciles y muy accidentados o con fuertes pendientes todavía se necesita una serie de varias máquinas para la producción de trozas; es frecuente emplear la siguiente secuencia de técnicas: motosierras para el apeo, cables-grúa para la extracción de árboles y el transporte a borde de carretera, tractores arrastradores para transportar los arboles al cargadero, donde se emplea una procesadora finalmente para desramar, tronzar y descortezar los árboles (Ortiz, 1995).

2. Industrias madereras en el Ecuador

Uno de los principales sectores de la economía nacional lo constituye la industria de la madera la cual contribuye a la economía “a través de la generación de empleo y las actividades vinculadas a este aspecto como son los pagos de sueldos y salarios, los aportes a la seguridad social, la generación de divisas por las exportaciones, esta es la que más impuesto a la renta genera después del petróleo” (Peralta, 2009).

Por su situación geográfica y diversidad de climas, Ecuador es un paraíso forestal, con disponibilidad de tierras aptas y ubicación estratégica en relación a mercados demandantes como Estados Unidos y Japón; su producción de madera es de aproximadamente 421.000 TM y está concentrada principalmente en variedades como madera fina, madera regular, madera para construcción, de pallets (estibas) y otros; en promedio por cada hectárea se siembran 2 500 árboles; la producción de cada metro cúbico de madera puede costar hasta USD 60 (Superintendencia de Bancos, 2017).

Las industrias en el Ecuador se clasifican de acuerdo al grado de transformación de la madera, en industrias primarias, aquellas que utilizan directamente la madera para la construcción, de tal o cual artículo, y que proviene directamente del bosque o plantación (Ej. Novopan Ecuador, Aglomerados Cotopaxi, entre otros), y en industrias secundarias, aquellas que utilizan como materia prima la madera aserrada o los tableros (Ej. Mueblerías, carpinterías, entre otros); por su tamaño, en empresas grandes (Ej. Colineal), medianas y pequeñas (Ej. Artesanos de la madera) (convers. Pers. Eduardo Cevallos 2016).

“En 2016 había registradas 116 empresas dedicadas a la silvicultura y extracción de madera y las mayores empresas por su nivel de ventas fueron las medianas empresas” (Superintendencia de Bancos, 2017).

De bosques naturales como de plantaciones forestales además del aprovechamiento de la madera, siendo que es un material multiuso por sus propiedades físicas y químicas, entre las que resaltan por sobre otros materiales su maleabilidad, belleza, calidez y durabilidad, además resaltan otras propiedades como resistencia y flexión de la madera que hacen de este material una excelente elección para múltiples usos, otra característica que sobresale en el campo maderero es el acceso a una variada gama de productos para la madera debido a la oferta de insumos que mejoran las características innatas de la misma haciendo más llamativa su apariencia, durabilidad en exteriores y la versatilidad de dimensiones (La madera, 2018); incluye la extracción y recolección de productos forestales silvestres distintos de la madera, por tal motivo de las actividades silvícolas aplicadas se obtienen productos que requieren poca transformación, como leña, carbón vegetal, astillas de madera y troncos para su utilización en bruto (para pastas, artesanías, etcétera) (Superintendencia de Bancos, 2017).

B. TINCIONES GENERALES

Según Megías, Molist, Pombal (2018) mencionan lo siguiente:

La mayoría de los tejidos, son incoloros y por ello necesitamos teñirlos para observar sus características morfológicas con el microscopio óptico; ello se consigue con el uso los colorantes, sustancias coloreadas que son capaces de unirse de manera más o menos específica a estructuras del tejido aportándoles color. Se utilizan normalmente para teñir a las células y componentes tisulares que van a ser observados con el microscopio óptico y por ello se realizan habitualmente sobre secciones de tejido, siendo las más utilizadas las secciones obtenidas a partir de inclusiones en parafina u obtenidas en el criostato. Los colorantes son los elementos principales de las tinciones generales.

La molécula de un colorante tiene normalmente dos componentes importantes: uno que aporta el color, denominado cromógeno, y otro que posibilita la unión a elementos del tejido denominado auxocromo; según la naturaleza química del cromóforo hay varios tipos de colorantes: nitrosos, ozoicos, derivados de la antroquinona, derivados de la acridina, derivados de iminas quinónicas, derivados de diferrilmetano y triferrilmetano, derivados del xanteno y derivados de las talocianinas; según la naturaleza química del radical auxocromo los colorantes se clasifican en:

Básicos: son sales en las que la base, normalmente una amina, aporta el color, mientras que la parte ácida es incolora. Ejemplos de colorantes básicos son la tionina, safranina, azul de toluidina, el azul de metileno o la hematoxilina.

Ácidos: son sales con el anión coloreado y la base incolora. Ejemplos de colorantes ácidos son la fucsina ácida, verde rápido, naranja G o la eosina.

Colorantes mordientes: son aquellos que se usan en combinación con sales metálicas, que actúan como mordiente. Estas sales se pueden emplear junto con el colorante, antes o después. Por ejemplo, la hematoxilina férrica de Heidenhain.

Neutros: poseen una porción ácida y otra básica, ambas con capacidad para aportar color. Por ejemplo, el eosinato de azul de metileno.

Indiferentes o hidrofóbicos: realmente no se unen a elementos de los tejidos por afinidad química sino porque se disuelven en ellos. Por ejemplo, el colorante sudán se disuelve en los lípidos y por tanto teñirá a las gotas de lípidos, especialmente en los adipocitos.

C. DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA

FAMILIA MORACEAE

Árboles, arbustos, rara vez hierbas, dioicos o monoicos, terrestres, perennifolios o caducifolios, con látex blanco, pardo, amarillento o translúcido; esta familia cuenta con 37 géneros y cerca de 1050-1100 especies en el mundo (González-Castañeda & Ibarra-Manríquez, 2012); y con 127 especies en Ecuador (Jorgensen & León-Yáñez, 1999).

1. *Trophis caucana*

Especie inventariada e identificada con el nombre común cauchillo (Salinas, 2017)

Árboles de 5m hasta de 35 m de altura y de 5 a 20 cm de diámetro a veces arbustos; tronco ramificado a baja altura o a partir de la base; corteza exterior amarillenta y con lenticelas negras; ramitas terminales pubescentes y ásperas al tacto; el desprendimiento de cualquier parte de la planta produce el flujo de un exudado lechoso; de hojas simples y alternas, asimétricas y ásperas al tacto, de 8 a 25 cm de largo y de 3 a 9 cm de ancho, oblanceoladas o elípticas, con ápice acuminado, bordes dentados y base aguda; estípulas deciduas; pecíolos cilíndricos de 0,3 a 0,8 cm de largo; flores verdes o anaranjadas; frutos globosos de 0,3 a 0,5 cm de diámetro, verdes, tornándose rojos o anaranjados al madurar, la especie es dioica; generalmente su madera es empleada para postes de cercas (Peréz, 2007). Se

encuentra distribuido en las provincias de Morona Santiago, Napo y Pastaza (Herbario de la Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, 2017).

2. *Maclura tinctoria*

Especie inventariada e identificada con el nombre común Lailapo y nombre quichua Chiap (Salinas, 2017).

Árbol de 5 a 20 m de alto; tronco con espinas; corteza exterior amarillenta y lenticelada; de ramitas terminales a veces con espinas; exudado lechoso; sus hojas son simples y alternas, de 4 a 13 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho, elípticas a oblongas, con ápice acuminado, bordes dentados y base desigual; la inflorescencia con estípulas persistentes o deciduas; en cuanto a sus flores y frutos, florece y fructifica de mayo a octubre; flores estaminadas en espigas axilares o pistiladas en cabezuelas globulares; frutos agregados y globosos, de 1 a 2 cm de diámetro, verdes, tornándose amarillentos al madurar (Smithsonian Tropical Research Institute, s.f.).

Se encuentra en las provincias de Bolívar, Esmeraldas, Loja, Los Ríos, Manabí, Morona Santiago, Napo, Pichincha y Zamora Chinchipe. Crece entre 0-2 000 msnm (Jorgensen & León-Yáñez, 1999).

Madera de excelente calidad para muchos propósitos: construcción pesada, embarcaciones (cubiertas y armazones de barcos de mediano calado), muebles, mangos para herramientas, cuchillos e implementos agrícolas, carrocerías, decoración de interiores, durmientes, postes, puertas, pontones de puentes, pilotes, chapa, duela, parquet, pisos interiores y exteriores, armazones y ruedas de carretas, viviendas rurales, ebanistería fina (Kingsolver, s.f). Las partes maderables producen maclurina, que es un colorante amarillo que se utiliza para teñir fibras textiles; la corteza verde o seca y el exudado lechoso del árbol tienen propiedades medicinales para dolor de huesos, dolor de muelas, también es diurético; los frutos son comestibles para humanos y animales. En el bosque facilita sombra para el ganado, debido a su follaje (especies forestales) (Aguirre, 2012).

3. *Clarisia racemosa*

Especie inventariada e identificada con el nombre común Pitiuca y nombre quichua Pitiuk (Salinas, 2017).

Árbol de hasta 22 m de altura, raíces tablares pequeñas, característica especial es la presencia de raíces superficiales color rojo-anaranjado que se prolongan sobre el suelo;

corteza externa color marrón ferruginoso-anaranjado, con lenticelas grandes, sobresalientes, redondas y dispersas sobre el fuste; corteza interna color cremoso; secreción de látex blanco abundante y pegajoso, sin sabor y coagula después del corte; hojas simples, alternas, oblongas, de 4,5 a 11 cm de longitud y de 1,8 a 4 cm de ancho; flores femeninas en racimos de 6 a 16 cm de longitud, las masculinas en racimos de espigas, de 4 a 10 cm de longitud y de 3 a 5 mm de diámetro; fruto drupa carnosa de 1,5 a 2 cm de longitud, ovoides o globosos, color rojo a amarillento, con una semilla elipsoide (Aguirre, Loja, Solano, & Aguirre, 2015). Árboles dioicos (Cardona-Peña, Fuentes, & Cayola, 2005).

Árbol nativo de la Costa, Andes y Amazonía ecuatoriana, crece en las provincias de: Esmeraldas, Los Ríos, Morona Santiago, Napo, Pastaza, Pichincha, Sucumbíos, Zamora Chinchipe; entre 0-1500 msnm (Jorgensen y León-Yáñez, 1999).

Es una madera de buena calidad, pero tiene una limitante que es la presencia de granos de sílice, lo cual dificulta su trabajabilidad, además se puede encontrar tñlides en sus vasos (Aguirre, Loja, Solano, & Aguirre, 2015).

La madera puede ser empleada como estructuras, vigas y columnas, pisos, durmientes, largueros de puentes, carpintería de interior y exterior; además en construcciones navales, canoas, plantillas de botes y piezas que deben estar inmersas en el agua, pues resiste largamente sin podrirse; también en carrocerías, mobiliario, entarimado, revestimientos, chapas decorativas y laminado; las maderas con poco grano entrecruzado, de primera categoría, podrán utilizarse para realizar chapas decorativas, muebles, carpintería de interiores y exteriores; y las maderas de segunda categoría podrán utilizarse para construcciones pesadas en general de madera, parihuelas, carrocerías y estructuras (Oshiro, 2016).

FAMILIA ANNONACEAE

Son árboles, arbustos, raramente subarbustos o trepadoras, a veces con xilopodio, aromáticos, con indumento de pelos simples, estrellados o escamosos (Agustín & Hernández, 2011). Comprende 80 géneros y 850 especies de árboles, a menudo aromáticos de las regiones tropicales y pocas especies de regiones templadas en el Ecuador (Aguirre, Merino, & Gutierrez, 2006).

4. *Rollinia dolichopetala*

Especie inventariada e identificada con el nombre común sapan y nombre quichua yunkua (Salinas, 2017).

Un árbol endémico de Ecuador, donde se distribuye ampliamente en la región amazónica, conocido desde 32 colecciones, incluidas varias del Parque Nacional Yasuní y el Parque Nacional Sumaco-Napo Galeras, también podría ocurrir en hábitats similares dentro del Parque Nacional Podocarpus; las amenazas son la deforestación, la minería, los asentamientos humanos, la construcción de carreteras y las concesiones petroleras; por el año 1997, la especie fue catalogada como Rara y la destrucción del hábitat es la única amenaza conocida para la especie (Muriel & Pitman, 2003).

Árbol de 6 a 20 m de altura, ramas flageliformes y nudosas, hojas blancuzcas en el envés, simples, alternas, sin estipulas, dísticas con ápice acuminado y base obtuso, flores verdes solitarias, frutos verdes amarillentos y semillas numerosas; presenta perianto crema (Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017).

El fuste se utiliza como larguero para la construcción de los techos de las casas, a nivel del suelo sirve para la absorción de carbono y fijación de nitrógeno (Costecam, 2013).

D. ANATOMÍA DE LA MADERA

La Anatomía de madera es la rama de la Biología que estudia el xilema, leño o madera con el fin de conocerlo para darle un uso correcto, determinar especies, predecir usos adecuados, prever el comportamiento del leño en los diferentes procesos industriales y además de evaluar la aptitud tecnológica de la madera (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2005).

E. ESTRUCTURA ANATÓMICA

Las características microscópicas es la parte maderable de un árbol y cumple tres funciones: conducción del agua, almacenamiento de sustancias de reservas y resistencia mecánica. Para cumplir estas funciones se distingue en la madera tres tipos de tejidos: conducción (tejido vascular), almacenamiento (tejido parenquimático) y resistencia (tejido fibroso); la estructura, el tamaño y la forma de los tejidos son diferentes en casi todas las especies maderables, ósea que cada especie tiene un sello de estructura propia y característico (Arostegui, 1976).

1. Partes de una sección transversal

a) Corteza

Está formada por todos los tejidos del tronco que se encuentran por fuera del cilindro de madera, constituida por una parte externa, muerta, llamada corteza externa o ritidoma y una parte interna, corteza interna o floema, tejido vascular especializado en la conducción de savia elaborada; esta tiene una gran importancia en la identificación de árboles en pie y el estudio de su estructura contribuye significativamente en la diferenciación de especies semejantes, además protege a los vegetales contra el desecamiento, ataques fúngicos, fuego, además de la función de almacenamiento y conducción de nutrientes (Burger & Richter, 1991; Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2005).

b) Cambium vascular

Definido como la capa de células en activa división que origina xilema y floema, este meristema se divide periclinalmente en dos direcciones y dispuestas en filas radiales. Este término es preferentemente empleado para los dos meristemas laterales: cambium vascular y cambium suberoso o felógeno (Baas, Wheeler, & Gasson, 1989); a nivel de plantas vasculares produce xilema secundario, floema secundario y parénquima, generalmente en hileras radiales, consistente en una capa de células iniciales y sus derivadas indiferenciadas (Vásquez & Ramírez, 2011).

c) Xilema y duramen

El xilema o madera es la parte de la sección transversal; en las coníferas, erróneamente denominadas maderas de fibra larga, el 90 a 95% de su madera o xilema, está constituido por traqueidas axiales, que cumplen funciones de resistencia mecánica, conducción de agua y sales minerales mientras que el 5% aproximadamente es la mezcla variable de células de parénquima axial y radial; a diferencia con las latifoliadas no encontramos en su conformación vasos ni fibras, estas son más evolucionadas, por ende encontramos una más compleja y variable mezcla de tejidos que facilitan la diferenciación entre especies y su descripción macroscópica y microscópica; distribuidas del 20 al 80% del xilema son responsables de la sustentación del árbol, el porcentaje restante lo encontramos distribuido entre los elementos vasculares denominados vasos o poros en el plano transversal (X) (Vásquez & Ramírez, 2011).

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, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2005);

denominado capas internas de la madera, sin células vivas y en el cual el material de reserva (almidón), constituido en sustancias del duramen; la causa fisiológica de la formación del duramen es el envejecimiento del árbol (Baas, Wheeler, & Gasson, 1989).

d) Médula

En una sección transversal, la médula tiene forma poligonal o estrellada, que corresponde a la zona por la que se produce el crecimiento en altura por el meristemo apical de la planta; alrededor de la médula se van originando progresivamente los anillos de crecimiento (Gracia, s.f.).

e) Anillos de crecimiento

En zonas de clima templado, regularmente los anillos de crecimiento representan un incremento anual del árbol, cada año se forma un anillo, razón por la que son llamados anillos anuales, la cual determinan la edad del árbol; por ello un análisis de los anillos de crecimiento, nos indica si el árbol tuvo un crecimiento rápido (anillos bien espaciados), o lento (pequeño espacio entre anillos); o aquellos años que han sido desfavorables para la planta (espesores menores), o más beneficiosos (espesores mayores) (Gimenez, Moglia, Hernandez & Gerez, 2005).

2. Planos en los que se estudia la madera

Según (Vásquez & Ramírez, 2011), manifiestan que las células que componen la madera se disponen y organizan en diferentes direcciones, lo que cambia su aspecto y en algunos casos, ayuda a mejorar su observación; en cuanto a un estudio, una investigación o un trabajo con madera debe considerar las siguientes direcciones o planos de corte:

- Plano transversal, también conocido como plano "X", es aquel perpendicular al eje del árbol.
- Plano longitudinal radial o plano "R", orientado en dirección paralela al eje del árbol, siguiendo la orientación de los radios y cortando perpendicularmente a los anillos de crecimiento.
- Plano longitudinal tangencial o plano "T", también orientado en dirección paralela al eje del árbol, tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular a los radios.

3. Características organolépticas o macroscópicas

Según Arostegui (1975) menciona que, para estudiar la estructura macroscópica y microscópica de la madera, debido a su gran heterogeneidad se establecen tres planos o secciones que son la transversal, la radial y la tangencial; también Arostegui (1982)

menciona que la estructura macroscópica corresponde a las características de los tejidos diferentes de la madera observados a simple vista o con lupa de 10x.

a) Color

Existen dos razones básicas por las que aparecen cambios de color en las maderas, una se debe a la absorción 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, a nivel macroscópico en maderas latifoliadas, al parénquima se observa como un tejido claro formado por células cuya función principal es almacenar sustancias, para lo que cuentan con paredes celulares delgadas y lúmenes amplios, las fibras se reconocen como un tejido oscuro, especializadas en dar resistencia mecánica por lo que presentan paredes celulares muy gruesas; en las maderas 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; en cuanto a 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 (Vásquez & Ramírez, 2011).

Según Valderrama (1993) considera categorías de coloraciones, que se pueden percibir cuando la madera está en condición húmeda y seca al aire, así la albura y duramen como blanco, amarillo, crema, rojo, rojo rosáceo, pardo claro, pardo oscuro; la decoloración dada por hongos, presencia de oxidación, entre otras; en cuanto a la zona de transición entre albura y duramen, no cambia o cambia gradualmente o cambia abruptamente.

b) Olor y sabor

Estas características están íntimamente ligadas, causadas por la presencia de sustancias volátiles que generalmente se encuentran en mayores concentraciones en el duramen. Debido a esta volatilidad, tienden a disminuir en la superficie de la madera expuesta y pueden realizarse raspando, cortando o humedeciendo un poco la pieza para una mejor percepción (Vásquez & Ramírez, 2011).

c) Lustre o brillo

Es una característica distintiva de algunos grupos de maderas, producida por el reflejo de la luz incidente, siendo el plano longitudinal-radial el más relumbrante 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, siendo de importancia, el

orden estético y aunque puede ayudar, no es preciso en la identificación y diferenciación de las especies forestales (Vásquez & Ramírez, 2011); mientras que Tuset & Duran (1979) afirman que el lustre depende de la capacidad de la pared celular de reflejar la luz; en general, las caras radiales dan mejor lustre que las tangenciales.

d) Grano

Característica observable en los planos longitudinales radial y tangencial, es producida por la disposición que tienen los elementos axiales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.) con respecto al eje del árbol o a la arista de la pieza aserrada. Esta característica se produce tanto por el proceso de crecimiento como por el aserrado de la madera, por ello se consideran las siguientes características; *Recto*, este tipo es considerado el normal, presentando la dirección de los elementos paralela al eje del árbol o a la arista de la pieza aserrada; *Entrecruzado*, cuando los elementos axiales forman un arreglo irregular en dirección transversal. Produce un veteado y brillo muy atrayente y decorativo en el plano longitudinal tangencial, cuando la madera ha sido pulida. A partir del rajado de la pieza, es posible observar más claramente la orientación del diferente elemento leñoso; *Ondulado o crespo*, cuando los elementos axiales forman un arreglo irregular y sinuoso (ondulado) en dirección longitudinal, con un brillo característico que ocasiona un bellissimo efecto decorativo; *Oblicuo, diagonal o inclinado*, ocasionado durante el aserrío de las piezas de madera, muestra los elementos del leño en ángulo agudo con respecto al eje de la misma, no siendo posible en este caso, ubicar correctamente los tres planos de corte en la madera (Burger & Richter, 1991).

e) Textura y Veteado

Según Vásquez & Ramírez (2011) mencionan que, en las especies latifoliadas, la textura es el efecto producido por las dimensiones, distribución y porcentaje de los diversos elementos del leño, principalmente por el diámetro de los vasos, la abundancia de parénquima y ancho de los radios; este debe ser observada en el plano transversal (X) de la pieza, aunque los otros planos complementan su determinación y se clasifica en tres tipos:

Gruesa. Cuando la madera posee elementos constitutivos grandes, poros visibles a simple vista; parénquima abundante y visible a simple vista; radios anchos; tejido fibroso escaso.

Media. Elementos constitutivos medianos, poros difícilmente observables a simple vista; parénquima visible o invisible a simple vista; radios medios y abundancia regular del tejido fibroso.

Fina. Elementos constitutivos pequeños y distribuidos en forma difusa, poros no observables a simple vista; parénquima invisible a simple vista o escaso; radios finos y abundante tejido fibroso. Da como resultado una superficie homogénea y uniforme.

Según Vásquez & Ramírez (2011), en cuanto al veteado mencionan que es una característica producida por las figuras que se originan en los planos longitudinales radial y tangencial luego de ser pulidos, dada la manera como se observan los diferentes elementos del xilema o madera y se clasifica como:

Veteado suave o no acentuado. Cuando los elementos de la madera son poco evidentes, y las superficies longitudinales se presentan muy homogéneas, sin ningún elemento demasiado vistoso.

Veteado acentuado a muy acentuado. Cuando los elementos constitutivos de la madera son grandes y notorios, las diferencias de color muy notable, los anillos de crecimiento muy marcados. Da como resultado la formación de varios tipos:

- Líneas paralelas. Se observan en el plano longitudinal radial (LR) y son causadas por la presencia de características anatómicas como poros en bandas tangenciales, parénquima en bandas anchas y porosidad circular o semicircular, principalmente; en coníferas se presenta cuando los anillos de crecimiento poseen límite abrupto.

- Arcos superpuestos. Se observan en el plano longitudinal tangencial (LT) dispuestos uno sobre el otro. Su presencia se debe a las mismas características anatómicas descritas en el caso anterior.

- Satinado. Se observa en el plano longitudinal radial (LR), por el brillo que producen los radios.

- Jaspeado. Se observa en el plano longitudinal tangencial (LT), cuando los radios se muestran como un montón de líneas pequeñas, muy juntas, que resaltan la apariencia de la madera.

- Líneas vasculares. Se observan en ambos planos longitudinales, cuando estos elementos son muy notorios y acentúan la apariencia de la madera, sobresaliendo con relación a otras estructuras.

f. Densidad

Comprendiendo que la densidad es una propiedad física de la madera, llega a considerarse como una importante característica en la construcción, con el conocimiento de dicha característica se llegaría a utilizar de mejor manera el material leñoso.

Determinación de la densidad

En Ecuador la determinación de la densidad en maderas está estandarizada por la norma (INEN, 2015), aquella en donde se toma en consideración el volumen y la masa de la madera considerando los espacios porosos (macro y microporos), la utilización de probetas cúbicas de 20 mm de lado, secadas al aire libre con las caras limpias y pulidas; y la determinación de la masa y el volumen, la masa se determina con una balanza analítica de 0,01 gramos de precisión y para la medición del volumen mediante el método de desplazamiento de fluidos para posteriormente aplicar la formula respectiva.

Tabla 1. Categoría de densidades (g/cm³).

Muy livianas (menor de 0,250)
Semi-livianas (0,350 – 0,500)
Medias (0,500 – 0,650)
Semi-pesadas (0,650 – 0,800)
Pesadas (0,800 – 1,000)
Muy pesadas (1,000 o mayor)

Nota: Tomado de (Spavento, Keil & Monteoliva, 2008).

4. Características anatómicas o microscópicas

a. Poros

Según Gimenez, Moglia, Hernandez & Gerez (2005) mencionan que en la sección transversal, los vasos reciben el nombre de POROS, y su distribución, disposición, abundancia, tamaño y agrupamiento son características importantes en la identificación de especies, calidad de la madera (peso específico, densidad) y también en el secado e impregnación por tratamientos preventivos.

Los poros se clasifican en:

- **Solitarios:** - Múltiples radiales
- **Múltiples:** - Múltiples tangenciales, - Múltiples diagonales y - Múltiples racemiformes

b. Análisis de poros

Según IAWA (1989) mencionan que para un análisis de características cuantitativas de maderas duras (latifoliadas) de aplicabilidad general (p. Ej., Poros frecuencia, diámetro de la luz del vaso tangencial, longitud del elemento del vaso, etc.), incluyen amplias categorías para facilitar el uso al identificar incógnitas, así como también descriptores cuantitativos (media, rango, desviación estándar) al construir una base de datos, números de muestras, así como el número de mediciones o conteos hechos por muestra ser

grabado, permiten diferentes programas de computadora el almacenamiento de diferentes cantidades de información (por ejemplo, todas las mediciones, o solo los medios, rangos y desviaciones estándar), y usan diferentes algoritmos para emparejar características cuantitativas. Este trabajo publicado no recomienda un particular programa o un método particular para el almacenamiento y recuperación de datos cuantitativos, pero proporciona orientación metodológica sobre cómo obtener datos antes mencionados.

c. Parénquima

Según Gimenez, Moglia, Hernandez & Gerez (2005) manifiestan que el parénquima axial desempeña la función de almacenamiento en el leño y normalmente en mayor proporción en las Latifoliadas que en Coníferas; sus células se destacan de las demás por presentar paredes delgadas, no lignificadas, puntuaciones simples y por su forma rectangular y fusiforme en los planos longitudinales; la distribución del parénquima xilemático o axial muestra tipos intermedios y la relación espacial de los vasos, como se observa en cortes transversales pero sirve para su división en dos tipos principales:

Parénquima Apotraqueal: en agregados, bandas marginal y difuso.

Parénquima Paratraqueal: escaso, unilateral, vasicéntrico, aliforme y confluyente.

d. Radios

Según Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez (2005), los radios de las latifoliadas tienen la misma función que los de las Coníferas: almacenamiento y conducción transversal de las sustancias nutritivas. Estas presentan gran variedad en forma, tamaño y número de células y por este motivo, junto con el parénquima axial (vertical) es uno de los elementos más eficaces en la diferenciación de maderas de Latifoliadas; los radios pueden ser:

Homogéneos: uni o multiseriados.

Heterogéneos: uni o multiseriados.

e. Inclusiones en los vasos

Según Vásquez & Ramírez (2011) mencionan que a escala macroscópica es posible percibir algunos brillos e identificar la presencia de diversas sustancias o estructuras que se encuentran taponando parcial o totalmente los vasos y otros elementos de la madera, llegando a ser muy características de algunas especies; su presencia puede ayudar a establecer importantes diferencias entre las maderas, sin que se constituyan en una característica diagnóstica importante en todos los casos, pero en muchas oportunidades

no es posible asegurar con mucha certeza la naturaleza de estos contenidos, a no ser que se tengan conocimientos previos de la madera entre los mismos podemos mencionar:

Tilosis o tñlde. No es propiamente una sustancia si no la penetración de la pared de una célula de parénquima axial o radial en el lumen de un vaso a través de la pared de este, obstruyéndolo parcial o totalmente y dando la apariencia de una red brillante en su interior.

Gomas o resinas. Son sustancias orgánicas conformadas por una gama de compuestos químicos, generalmente de color rojo, aunque también pueden ser amarillas, marrones o castañas.

Exudados. Segregación o producción de látex de diferentes consistencias (pegajoso, áspero, aguado) y colores (blanco, amarillo, crema, rojo, transparente, etc.)

Sílice. Compuesto inorgánico, presente en algunas maderas y que afecta el filo de las herramientas de corte. Su presencia da un brillo muy característico.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.

1. Localización

El Parque Botánico Regional Sucúa se localiza en la provincia de Morona Santiago, cantón Sucúa, con una extensión de 27,5 Ha de bosque.

2. Ubicación geográfica

Región Húmedo Tropical.

Coordenadas Geográficas: Latitud 2°28'12.38"S y Longitud 78° 9'23,61"O

Coordenadas proyectadas: UTM Zona 17S, Datum WGS 84 X= 816242 Y =9726639

Altitud: 948 m.s.n.m.

(Salinas, 2017).

3. Condiciones climatológicas

Temperatura máxima: 22 °C

Temperatura media: 19 °C

Temperatura mínima: 16 °C

Humedad relativa: 87,4 %

Precipitación promedio anual: 2261mm.

INAMHI (2015) (como se citó en Salinas, 2017).

4. Clasificación Ecológica

En la región amazónica se distinguen cuatro grandes tipos de vegetación: los bosques de tierra firme (incluye Cordilleras Amazónicas), los bosques inundables por ríos de origen amazónico y andino, los bosques inundados localmente llamados moretales y los bosques en sistemas lacustres-riparios de aguas negras (MAE, 2013).

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales de oficina

Libreta de apuntes, lupa, estilete, cámara fotográfica, Laptop HP, impresora, hojas de papel bond, carpetas.

2. Materiales de laboratorio

Envases de vidrio, tintes (safranina, verde brillante, azul brillante, verde malaquita), alcohol etílico al 70%, agua destilada, pipetas de 10 mL y 5mL, probetas de 250 mL, placas porta objetos, papel aluminio, papel absorbente, marcador de vidrio, cajas Petri, pinza de metal, guantes quirúrgicos, calculadora, autoclave (Caprones, Japón), balanza analítica (Mettler Toledo, Alemania), micrótopo (Spencer 820, Alemania), tabla de Munsell y microscopio (Quilmes motic, China) con cámara An Scope incorporada al software TopView 3,7 (pixel size 3,2 x 3,2 μm).

3. Materiales informáticos

Microsoft office, software de control de cámara Toupe View (x64).

C. METODOLOGÍA

1. Evaluar cuatro tinciones en las especies en estudio para una caracterización anatómica.

1.1 Preparación de tintes

Según (Millipore Corporation, 2017a, Millipore Corporation 2017b, Millipore Corporation 2017c, Millipore Corporation 2017d; Negroni, Guelfand, & Perrone, 2011) recomiendan la preparación para cada tinte al 100%, pero se preparó al 50% y 25% como se detalla a continuación:

Azul brillante al 100%

- Azul brillante 25 mg (12,5mg al 50%)
- Alcohol 95% 12,5 ml (6,75 ml al 50%)
- Ácido fosfórico 25ml (12,5ml al 50%)
- Agua destilada 62,5 ml (31,25ml al 50%)

Verde brillante al 100%

- Verde brillante 1 mg (0,5 mg al 50%)
- Agua destilada 100ml (50 ml al 50%)

Verde malaquita al 100%

- Verde malaquita 1 mg (0,5 mg al 50%)

- Agua destilada 100ml (50 ml al 50%)

Safranina al 100%

- Safranina 10 ml (2,5 ml al 25%)
- Agua destilada 90 ml (22,5 ml al 25%)

Si el tinte presenta alta concentración en su solución, se diluye a 1:1 con agua destilada por un minuto, tal fue el caso del tinte verde brillante.

a. Una vez realizadas las respectivas soluciones se filtraron por las grumosidades de los tintes con papel filtro, así, safranina, verde brillante y azul brillante se filtró una sola vez, mientras que a verde malaquita se le filtró dos veces.

b. Posterior se preparó placas con los cuatro tintes en cada uno de los cortes, un total de 12 placas en cada especie.

c. Se observó las variables categorizadas o cualitativas y se las catalogó en: si se observa (1) o no se observa (0) las respectivas características encontradas en las secciones transversales, radiales y tangenciales, de esta manera se seleccionó el mejor tinte.

2. Identificar características macro y microscópicas de *Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* y *Clarisia racemosa*.

2.1 Análisis de las características macroscópicas

2.1.1 Dimensión de las muestras.

En la observación de características macroscópicas, según la norma COPANT 458 (como se citó en Salvador, 2010) en el que señala que el tamaño de la muestra dependerá del grado de precisión que se desee lograr en los diferentes ensayos, por el cual se obtuvo probetas con dimensiones de 2 cm espesor x 5 cm ancho x 15 cm largo (COPANT 458, 1972), para *Trophis caucana* se contó con una muestra de rama de diámetro aproximado de 7 cm para *Maclura tinctoria*, *Clarisia racemosa* y *Rollinia dolichopetala* se contó con muestras de tronco de diámetros aproximados entre 10 y 12 cm, por el cual se obtuvo entre una a tres probetas; para el análisis de las características microscópicas, del resto de las muestras, luego de haber obtenido las probetas se cortó en cubos de 2*2*2 cm (COPANT 458, 1972).

2.1.2 Observación de características macroscópicas

- Para describir características a simple vista (organolépticas), color de la albura y color del duramen se utilizó la tabla de Munsell.
- Para brillo o lustre se las catalogó en: alto, medio o bajo
- Textura, se las catalogó en: fina, media o gruesa
- Veteado, se las catalogó en: arcos superpuestos, jaspeados satinados o en bandas paralelas
- Olor, se las catalogó olfato en: aromático, agradable, dulce, fragante, astringente
- Sabor, se las catalogó en: dulce, agradable o desagradable, picante, agrio, amargo.

2.2 Análisis de las características microscópicas

Se realizó el proceso de ablandamiento a los trozos cúbicos de la siguiente manera:

- a. Se introdujo las maderas colocadas en envases de vidrio con agua destilada y sellados con papel aluminio, en el autoclave a una presión de 1,2 Kg/cm² ó 11,61 atm, a una temperatura 121°C por ciclos con periodos de una (maderas más blandas) a tres horas (maderas de mayor grado de dureza).
- b. Posteriormente se cortó láminas correspondientes a las tres secciones: transversal, tangencial y radial con el micrótopo rotatorio a 0,3 micras.
- c. Se depositó las láminas obtenidas en las cajas Petri con sus etiquetas correspondientes.
- d. Se realizó la preparación de las soluciones para cada tinte, safranina al 2,5%; de verde brillante al 5 %; verde malaquita al 5% y azul brillante al 2,5 %.
- e. Se realizó la tinción de las respectivas láminas con una inmersión de 5 min para safranina y azul brillante y de forma inmediata para verde brillante y verde malaquita
- f. Luego se ubicó las láminas preparadas en un portaobjeto con su respectivo cubreobjetos con ayuda de la pinza de metal y para sellar las placas se utilizó cinta adhesiva.
- g. Finalmente se observó en el microscopio, las secciones radiales y tangenciales con los aumentos 10x y 40x, y en la sección transversal con el aumento de 10x, se tomaron fotografías de las imágenes observadas con la cámara An Scope incorporada al software TopView 3,7 instalada en el microscopio.

2.3 Análisis de poros

a. Para la medición de los poros, se preparó tres placas tinturadas y una sin tinturar por especie, para los cuales en cada una se procedió a tomar medidas de diámetros y longitudes de poros.

b. Se procedió a contar en 32 campos ópticos observados en el microscopio, todos los poros, entre solitarios y múltiples encontrados en el área de la muestra en la placa.

c. Los datos de medición se lo realizaron del 50% del total de poros encontrados en toda el área de la muestra en la placa, 400 mm², con un lente ocular micrométrico instalado en el microscopio, así dependiendo de la morfología o forma del poro lo clasificamos de la siguiente manera:

- Poros solitarios: diámetros (circulares) o largos y anchos (elípticos, ovalados)
- Poros múltiples de dos y tres poros: largos y anchos (elípticos, ovalados)
- Poros múltiples racemiformes: largo y ancho de cada poro presente.

La morfología o forma de los poros fueron designados de manera subjetiva relacionándolas en base a las formas geométricas más comunes para una mejor orientación y comprensión de los resultados.

d. Se tomó las respectivas fotografías la cámara An Scope incorporada al software TopView 3,7 instalada en el microscopio.

e. Para describir las variables inter-específicas de cada especie, a los datos se los examinaron por medidas de resumen y se evaluó a su respectivo testigo; para verificar la normalidad se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks. Una vez comprobada la normalidad se aplicó un ANOVA, y para comprobar las diferencias entre los tratamientos se aplicó la prueba de TUKEY 5%. Cuando los datos no fueron normales se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis.

f. Para la nomenclatura de los caracteres microscópicos se presenta de acuerdo con (IAWA, 1989). El valor con respecto a los poros se procedió a dar en número por milímetro cuadrado (mm²); diámetros y las dimensiones de elementos constitutivos en micrómetros (µm). Abundancia de poros/mm²: ≤ 5 = muy escasos, 5 a 20 = escasos, 20 a 40 = moderados, 40 a 100 = numerosos, ≥ 100 = muy numerosos. Diámetro de vasos (µm): ≤ 50 = muy pequeños, 50 a 100 = pequeños, 100 a 200 = medianos, ≥ de 200 = muy grandes.

2.4 Determinación de la densidad

- a. Se procedió a pesar individualmente en una balanza analítica de 0,01 gramos de precisión, dos trozos cúbicos cortados a 2 cm de arista por cada especie, además se determinó un volumen de agua inicial 175mL para cada calculo con la ayuda de una probeta.
- b. Se introdujo cada trozo cúbico en el volumen de agua inicial individualmente.
- c. Una vez precipitados los trozos cúbicos en su volumen de agua inicial respectivo, se procedió a pesar nuevamente y a medir el volumen de agua restante.
- d. Producto de las sustracciones finales e iniciales respectivas de masas y volúmenes, se aplicó la fórmula de la densidad.

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

d = densidad
m = masa
v = volumen

V. RESULTADOS

➤ Evaluar cuatro tinciones en las especies en estudio para una caracterización anatómica.

A. DETERMINACIÓN DE COLORANTES

Codificación:

Sf= Safranina

Ab= Azul brillante

Vm= Verde malaquita

Vb= Verde brillante

Tabla 2. Características en la sección transversal en función a los tintes analizados.

Características	<i>Trophis caucana</i>				<i>Maclura tinctoria</i>				<i>Rollinia dolichopetala</i>				<i>Clarisia racemosa</i>			
	Sf	Ab	Vm	Vb	Sf	Ab	Vm	Vb	Sf	Ab	Vm	Vb	Sf	Ab	Vm	Vb
Poros	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Parénquima	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
Porosidad	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
Radios	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tíldes	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Total	3	2	1	4	4	5	3	2	4	3	4	3	5	1	2	2

Elaborado por: Lema, E. 2018

En la tabla 2 para el corte transversal se describe la cantidad de características observadas en las especies en estudio, catalogadas entre si (1) y no (0), en las cuales se seleccionó la mejor puntuación, para *Trophis caucana* el mejor el tinte fue verde brillante, para *Maclura tinctoria* fue el tinte azul brillante, para *Clarisia racemosa* fue el tinte safranina, y para *Rollinia dolichopetala* fueron los tintes de safranina y verde malaquita.

Tabla 3. Características en la sección tangencial en función a los tintes analizados.

Características	<i>Trophis caucana</i>				<i>Maclura tinctoria</i>				<i>Rollinia dolichopetala</i>				<i>Clarisia racemosa</i>			
	<u>Sf</u>	Ab	Vm	Vb	<u>Sf</u>	Ab	Vm	Vb	<u>Sf</u>	Ab	Vm	Vb	<u>Sf</u>	Ab	Vm	Vb
Vasos	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
Puntuaciones	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Fibras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
Radios	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tíldes	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Total	4	3	3	2	4	3	2	3	4	2	2	2	5	2	2	3

Elaborado por: Lema, E. 2018

En la tabla 3 para el corte tangencial se describe la cantidad de características observadas en las especies en estudio, catalogadas entre si (1) y no (0), en las cuales se selección la mejor puntuación, describiendo para todas las especies en estudio el mejor tinte fue safranina.

Tabla 4. Características en la sección radial en función a los tintes analizados.

Características	<i>Trophis caucana</i>				<i>Maclura tinctoria</i>				<i>Rollinia dolichopetala</i>				<i>Clarisia racemosa</i>			
	<u>Sf</u>	Ab	Vm	Vb	<u>Sf</u>	<u>Ab</u>	Vm	Vb	<u>Sf</u>	Ab	Vm	Vb	<u>Sf</u>	Ab	Vm	Vb
Vasos	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
Fibras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Radios	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Tíldes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	3	2	2	2	2	3	2	2	3	2	1	2	3	2	2	2

Elaborado por: Lema, E. 2018

En la tabla 4 para el corte radial se describe características observadas en las especies en estudio, catalogadas entre si (1) no (0), en las cuales se selección la mejor puntuación, así para *Trophis caucana*, *Rollinia dolichopetala* y *Clarisia racemosa* el mejor tinte fue safranina y para *Maclura tinctoria* fue el tinte azul brillante.

- **Identificar características macro y microscópicas de *Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* y *Clarisia racemosa*.**

B. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS

1. *Trophis caucana* (Fig. 1)

Familia: Moraceae

Nombre común: Cauchillo, conocido en la provincia de Morona Santiago.

Características macroscópicas (Fig. 1. a-e)

La madera presenta una corteza lisa algo agrietada de color verduzca y lenticelada; según la tabla de Munsell, el color de la albura en fresco fue marrón pálido 2,5 Y 8/2 y en seco fue muy marrón pálido 10 YR 7/3, el color del duramen en fresco fue blanquecino 2,5 Y 8/1 y en seco fue amarillento claro 10 Y 7/2, de brillo o lustre mediano, grano recto a inclinado, textura media, vetado jaspeado, olor en seco fue ausente o no distintivo y en fresco fue aromático ligeramente a rosas, su sabor en seco fue ausente o no distintivo y en fresco fue levemente amargo.



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 1. *Trophis caucana* (cauchillo). **a.** Corteza. **b.** Corte transversal. **c.** Corte radial, grano recto a inclinado. **d.** Corte tangencial, veteado satinado

2. *Clarisia racemosa* (Fig. 2)

Familia: Moraceae

Nombre común: Pitiuca, conocido en la provincia de Morona Santiago.

Nombre quichua: Pitiuk

Características macroscópicas (Fig. 2. a-d)

El árbol presenta una corteza lisa de color grisáceo a verduzco, con diminutas lenticelas; según la tabla de Munsell, en cuanto a su madera el color de la albura en fresco y seco fueron marrón pálido 2,5Y 7/3, el color del duramen en fresco y seco fueron amarillento 2,5Y 7/8, su brillo o lustre de medio a alto, grano recto-entrecruzado, textura media, vetado en arcos superpuestos, olor en fresco fue astringente ligeramente a mentol y en seco fue ausente o no distintivo, su sabor en fresco fue ligeramente dulce a caña de maíz y en seco fue ausente o no distintivo.



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 2. *Clarisia racemosa* (Pitiuca). **a.** Corteza. **b.** Corte transversal. **c.** Corte radial. **d.** Corte tangencial, veteado en arcos superpuestos y grano recto.

3. *Maclura tinctoria* (Fig. 3)

Familia: Moraceae

Nombre común: Lailapo, conocido en la provincia de Morona Santiago.

Nombre quichua: Chiap

Características macroscópicas (Fig. 3. a-d)

El árbol presenta una corteza pardo grisácea con numerosas lenticelas rojizas algo agrietada; según la tabla de Munsell, el color de la albura en fresco fue blanquecino 2,5 Y 8/1 y en seco fue amarillento claro 2,5 Y 8/2, el color del duramen en fresco fue blanquecino 2,5 Y 8/1 y en seco fue amarillento claro 2,5 Y 8/3, su brillo o lustre medio a alto, grano recto-inclinado, textura fina, veteado en arcos superpuestos, su olor en fresco fue ligeramente agradable a sábila y en seco fue ausente o no distintivo, su sabor en fresco fue ligeramente dulce con tendencias a ácido y en seco fue ausente o no distintivo.



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 3. *Maclura tinctoria* (Lailapo). **a.** Corteza. **b.** Corte transversal. **c.** Corte radial. **d.** Corte tangencial.

4. *Rollinia dolichopetala* (Fig. 4)

Familia: Anonaceae

Nombre común: Sacha, conocido en la provincia de Morona Santiago.

Nombre quichua: Yunkua

Características macroscópicas (Fig. 4. a-e)

El árbol presenta una corteza lisa algo agrietada de color grisáceo; según la tabla de Munsell, en cuanto a su madera el color de la albura en fresco fue muy amarillento claro 10Y 8/4 y en seco fue marrón amarillento 10Y 5/4, el color del duramen en fresco fue marrón amarillento 10Y 5/4 y en seco fue amarillento claro 10Y 6/4, de brillo o lustre medio, grano recto-inclinado, textura gruesa, vetado jaspeado, el olor fresco fue agradable ligeramente a claudia en seco ausente o no distintivo, sabor en fresco y seco fueron ausentes o no distintivos.



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 4. *Rollinia dolichopetala* (sacha). **a.** Corteza. **b.** Corte transversal. **c.** Corte radial. **d.** Corte tangencial grano recto y veteado jaspeado.

Tabla 5. Características macroscópicas de las especies estudiadas.

Características	<i>Trophis caucana</i>	<i>Clarisia racemosa</i>	<i>Maclura tinctoria</i>	<i>Rollinia dolichopetala</i>
Color albura				
Fresco	Marrón pálido	Marrón pálido	Blanquecino	Muy amarillento claro
Seco	Muy marón pálido	Marrón pálido	Amarillento claro	Marrón amarillento
Color duramen				
Fresco	Blanquecino	Amarillento	Blanquecino	Marrón amarillento
Seco	Amarillento claro	Amarillento	Amarillento claro	Amarillento claro
Brillo o lustre	Medio	Medio a alto	Medio a alto	Medio
Grano	Recto a inclinado	Recto-entrecruzado	Recto-inclinado	Grano recto-inclinado
Textura	Media	Media	Fina	Gruesa
veteado	Jaspeado	Arcos superpuestos	Arcos superpuestos	Jaspeado
Olor en seco	Ausente o indistintivo	Ausente o indistintivo	Ausente o indistintivo	Ausente o indistintivo
Olor en fresco	Aromático ligeramente a rosas	Astringente ligeramente a mentol	Ligeramente agradable a sábila	Agradable ligeramente a claudia
Sabor en seco	Ausente o indistintivo	Ausente o indistintivo	Ausente o indistintivo	Ausente o indistintivo
Sabor en fresco	Levemente amargo.	Ligeramente dulce a caña de maíz	Ligeramente dulce con tendencias a ácido	Ausente o indistintivo

C. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

1. Ablandamiento de las muestras

Tabla 6. Ablandamiento de la madera, ciclos por hora, tamaño 2x2x2.

Especies	Ciclo 1		Ciclo 2		Ciclo 3	
	Volumen (mL)	Peso (g)	Volumen (mL)	Peso (g)	Volumen (mL)	Peso (g)
<i>Trophis caucana</i>	250	26,9	250	1,45	100	-1
<i>Rollinia dolichopetala</i>	250	43,11	300	-0,53	-	-
<i>Clarisia racemosa</i>	250	19,63	250	6,44	100	-0,61
<i>Maclura tinctoria</i>	250	20,36	250	6,78	100	-1,04

Elaborado por: Lema, E. 2018

En la tabla 6 se describe los ciclos de ablandamiento que se aplicó a las maderas de las especies estudiadas de acuerdo a la dureza presentada en cada una de ellas; *Trophis caucana* fue sometida tres ciclos por hora cada una, en donde los volúmenes de agua destilada para los dos primeros ciclos fueron 250 mL y para el tercer ciclo fue 100 mL; *Rollinia dolichopetala* fue sometida a dos ablandamientos, en donde para el primer ciclo el volumen de agua destilada aplicada fue de 250 mL, y para el segundo fue de 300 mL; *Clarisia racemosa* y *Maclura tinctoria* fueron sometidas a tres ablandamientos, en donde los volúmenes de agua destilada para los dos primeros ciclos fueron 250 mL y para el tercer ciclo fue 100 mL.

2. Trophis caucana

Sección transversal (Fig. 5. a-f)

En las características que se aprecian en el plano o sección transversal con tinte verde brillante la morfología de sus poros son en una proporción de ovalados, circulares, elípticos, irregulares y ovalados irregulares, predominando los ovalados con un 28,64% (Tabla. 7.) en cuanto al tipo de agrupamiento de los poros, predominan los poros solitarios en forma lineal, es decir en dirección de los radios, seguidamente se observa poros múltiples de 2 y poros múltiples de 3 radiales; su porosidad es difusa y de radios no estratificados.

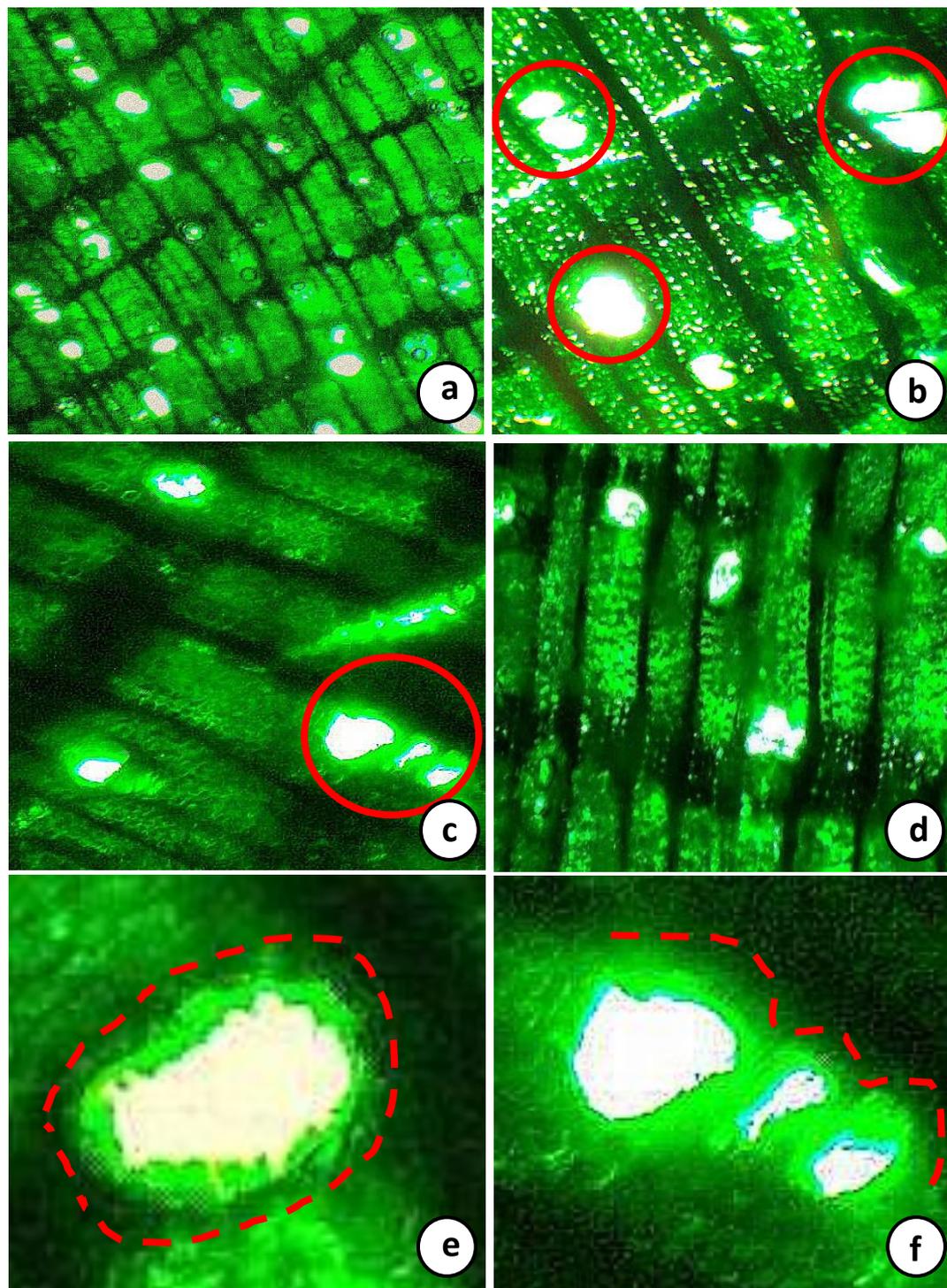
El parénquima, siendo el más abundante el parénquima axial en bandas, en menos proporción paratraqueal vasicéntrico, seguido del parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente, uniéndose a otro poro.

Sección tangencial (Fig. 6. g-j)

En el corte tangencial con tinte de safranina, se visualiza fibras rectas y septadas en estas últimas los septos consisten en una lámina media con pared primaria a cada lado, interrumpida por numerosos plasmodesmos lo cual les dan su apariencia, también se aprecia los radios con células envolventes. En los elementos de los vasos las punteaduras son de tipo alternas, además parénquima radial uniseriado.

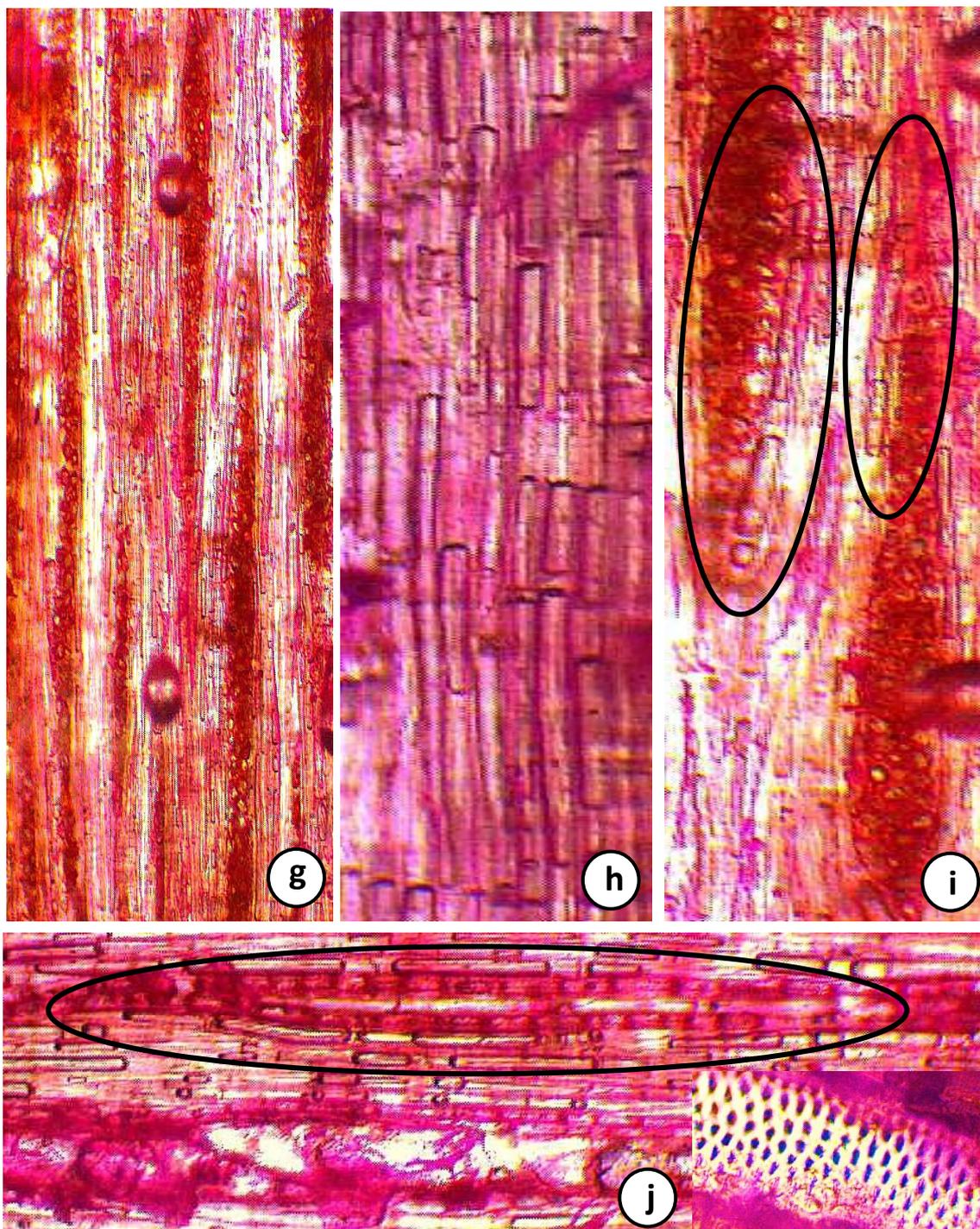
Sección radial (Fig. 7. k-n)

Se visualiza el corte radial con safranina, radios uniseriados, multiseriados y con células envolventes además radios parenquimáticos y campos de cruzamiento.



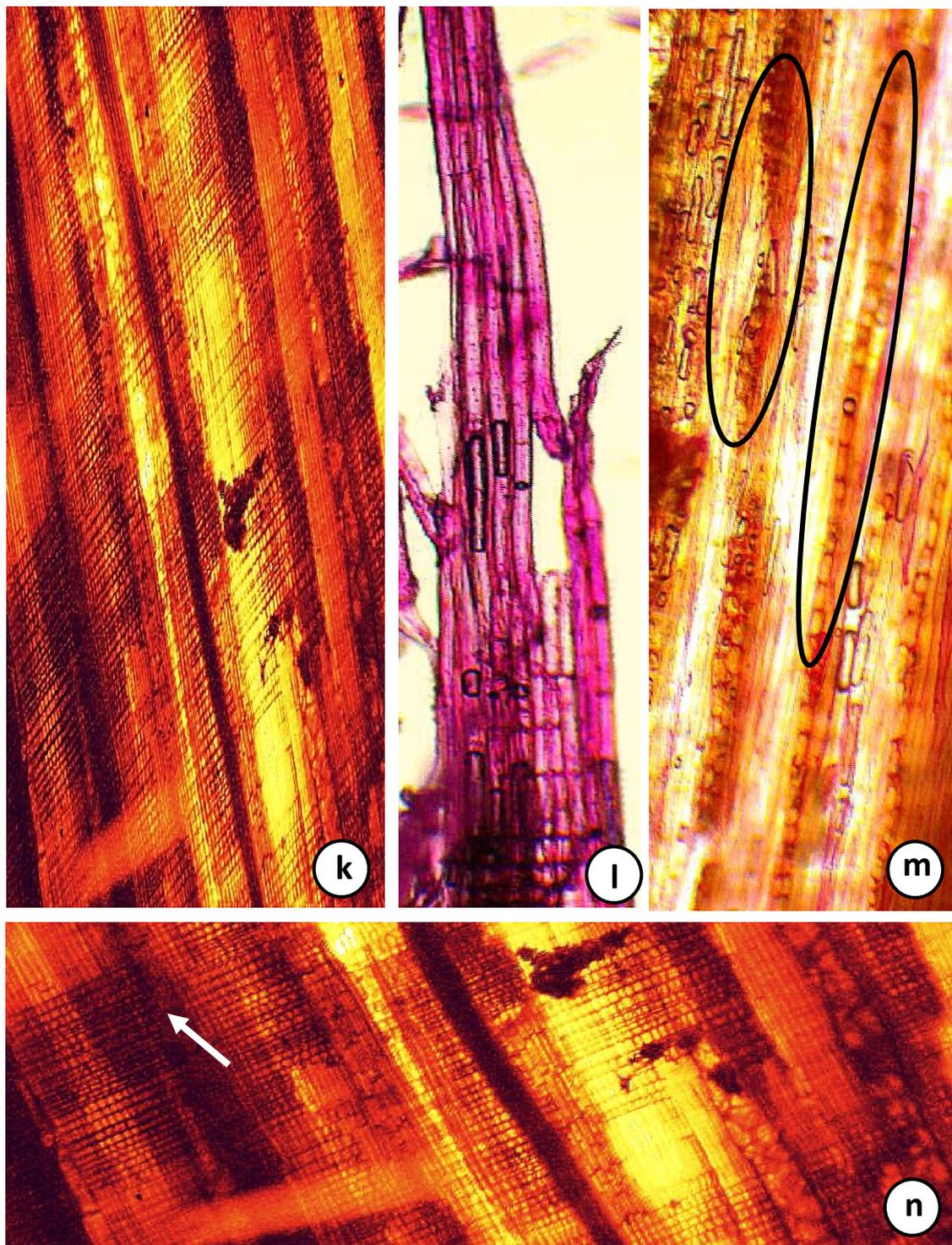
Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 5. Corte en la sección transversal de *Trophis caucana* (cauchillo). **a.** Con verde brillante en lente de 4x. **b.** Poros múltiples radiales de 2 ovalados y poro solitario circular irregular (10x). **c.** Poros múltiples radiales de 3 ovalados irregulares (10x). **d.** Parénquima apotraqueal en bandas. **e.** Parénquima paratraqueal vasicéntrico ovalados. **f.** Parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente ovalados irregulares.



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 6. Corte en la sección tangencial de *Trophis caucana* (cauchillo). **g.** Con safranina en lente 10x. **h.** Fibras septadas en corte tangencial (10x). **i.** Radios de células envolventes. **j.** Radio uniseriado (10x); en miembro del vaso punteaduras intervasculares alternas (40x).



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 7. Corte en la sección radial de *Trophis caucana* (cauchillo). **k.** Con safranina en lente de 10x. **l.** Fibras septadas corte radial (10x). **m.** Radios uniseriados, multiseriados y con células envolventes. **n.** Radios parenquimáticos y campos de cruzamiento.

F. Clarisia racemosa

Sección transversal (Fig. 8. a-h)

Se aprecian las características en la sección o plano transversal con tinte de safranina, predominando entonces los poros solitarios dirección de los radios, con una morfología de ovalados, circulares, circulares irregulares, predominado los ovalados con un 56,88% (Tabla 7.), consecutivamente poros múltiples radiales de 2 en sentido radiales, tangenciales y diagonales y de 3 poros, en menor proporción poros múltiples racemiformes. Madera de porosidad difusa, radios sin estratificación.

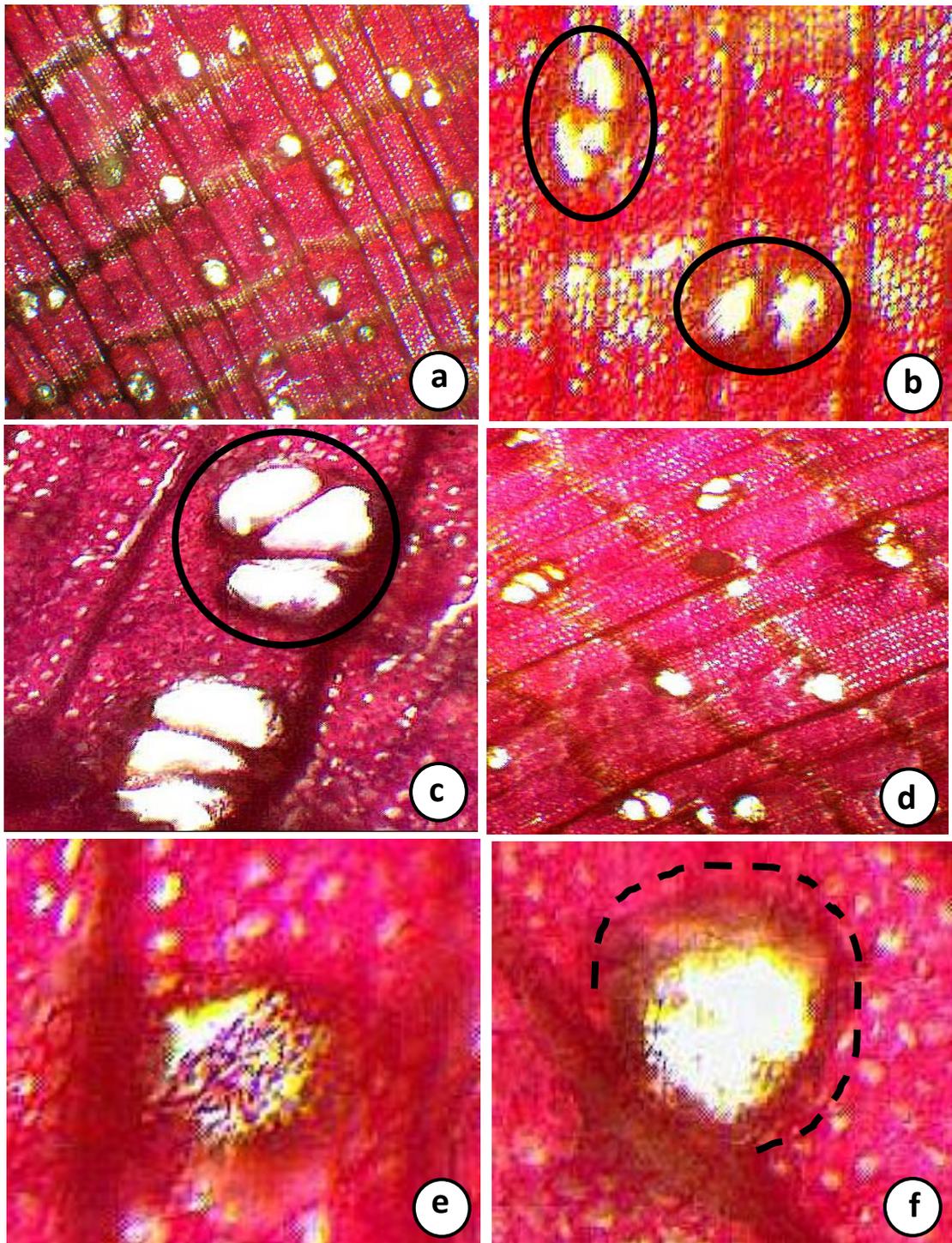
En cuanto al parénquima se visualiza, siendo el más abundante el parénquima axial en bandas, presencia de tílides, elemento diagnóstico para el reconocimiento y la identificación de maderas, en menor proporción paratraqueal vasicéntrico, seguido del parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente, uniéndose a otro poro y paratraqueal aliforme en forma de alas finas.

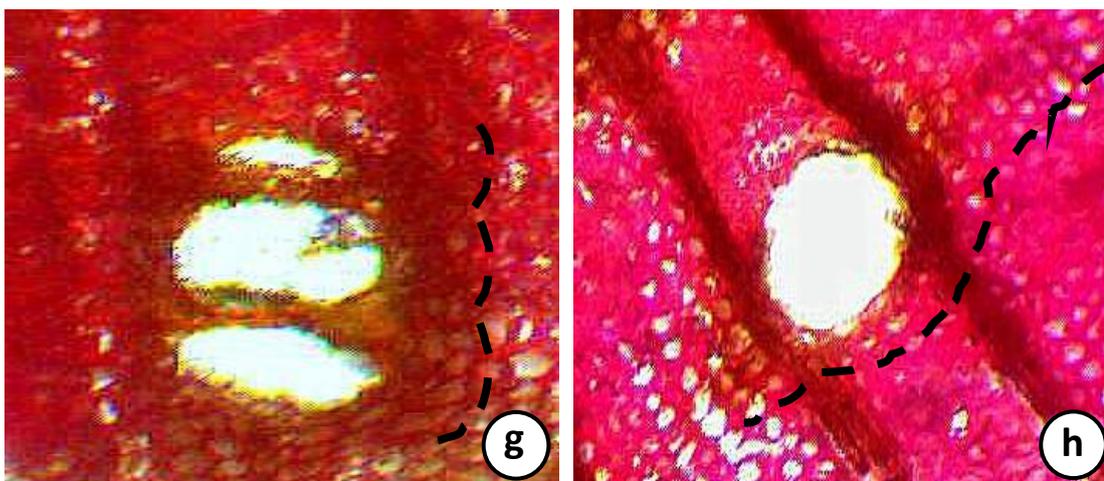
Sección tangencial (Fig. 9. i-k)

En el corte de la sección tangencial con el tinte safranina, se visualiza las fibras no septadas. En los elementos de los vasos las punteaduras intervasculares son de tipo opuestas, además se distingue parénquima radial multiseriado.

Sección radial (Fig. 10. l-n)

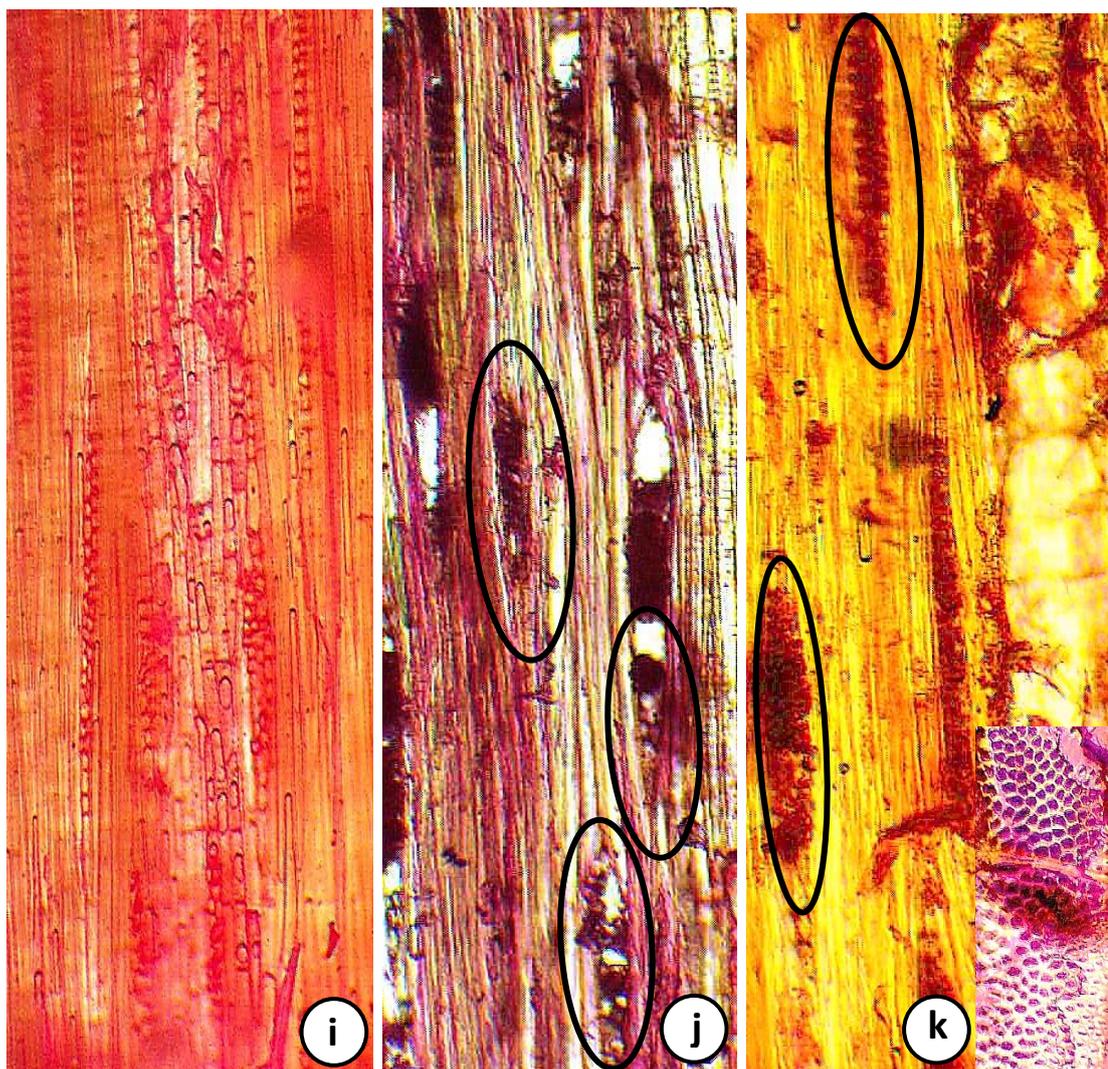
Se aprecia las características del plano radial el tinte safranina, se observa fibras no septadas, radios parenquimáticos, campos de cruzamiento, también se aprecian radios multiseriados.





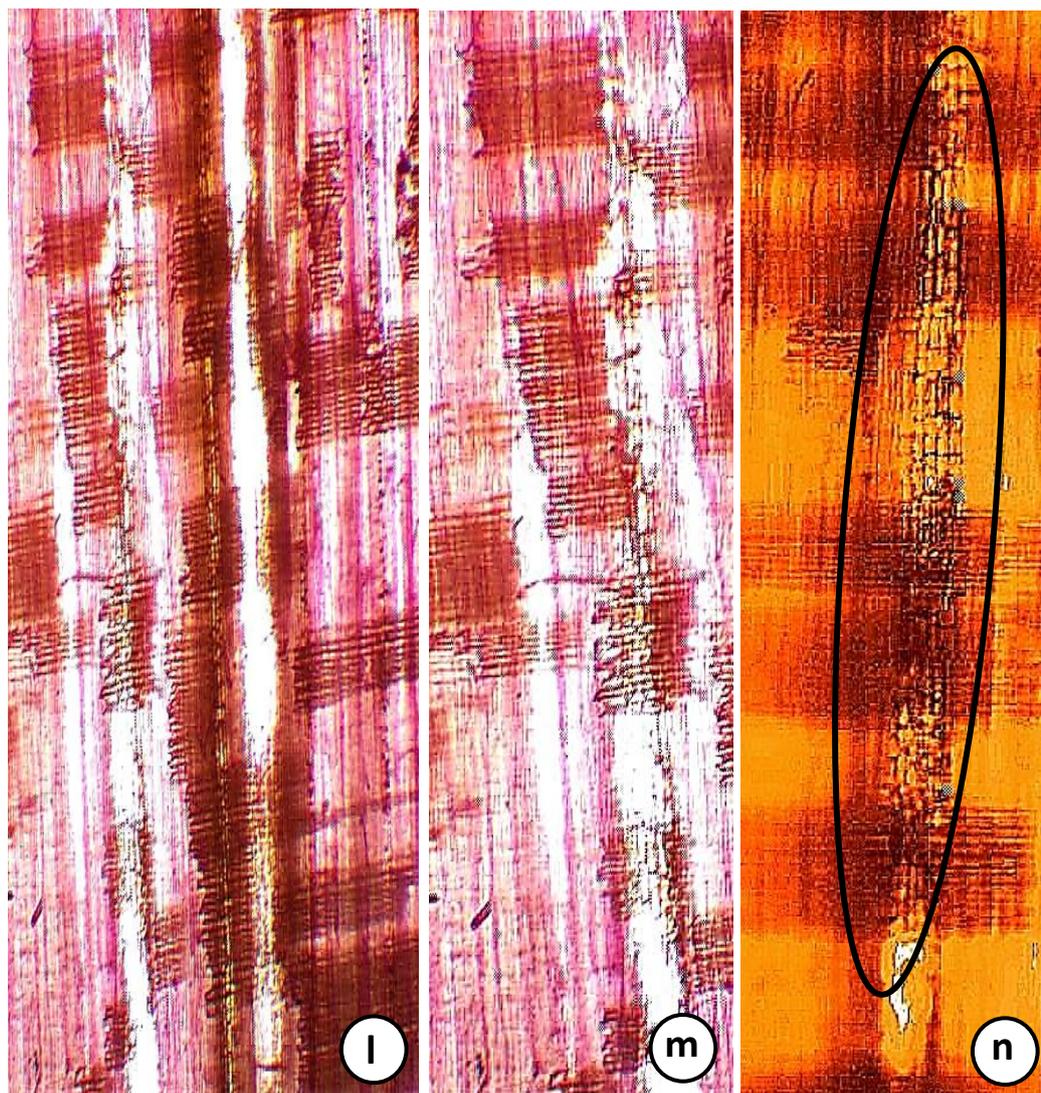
Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 8. Corte en la sección transversal de *Clarisia racemosa* (pitiuca). **a.** Con safranina en lente de 4x. **b.** Poros múltiples radiales de 2 radiales y tangenciales (4x). **c.** Poros múltiples radiales y racemiformes de 3, forma ovalados (10x). **d.** Parénquima axial en bandas **e.** Presencia de tílides. **f.** Parénquima paratraqueal vasicéntrico, forma del poro circular irregular. **g.** Parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente, forma de los poros ovalados. **h.** Parénquima paratraqueal aliforme en forma de alas finas, forma del poro ovalado.



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 9. Corte en la sección tangencial de *Clarisia racemosa* (pitiuca). **i.** Con safranina en lente de 10x. **j.** Fibras no septadas en corte tangencial (10x), radios de células envolventes y presencia de sílice. **k.** Radios multiseriados (10x); punteaduras intervasculares opuestas (40x)



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 10. Corte en la sección radial de *Clarisia racemosa* (pitiuca). **l.** Con safranina en lente de 10x. **m.** Fibras no septadas corte radial (10x). **n.** Radios multiseriados

G. Maclura tinctoria

Sección transversal (Fig. 11. a-f)

Las características en la sección transversal con tinte azul brillante se visualizan poros solitarios en su mayoría en dirección de los radios también se encuentra en sentido diagonal y tangencial; sus morfologías fueron ovalados, circulares, elípticos, circulares irregulares, predominado los ovalados con un 64,67% (Tabla 7.), consecutivamente poros múltiples radiales de 2 y 3 en sentido radiales, tangenciales y diagonales; porosidad difusa, radios visibles a simple vista, sin estratificación.

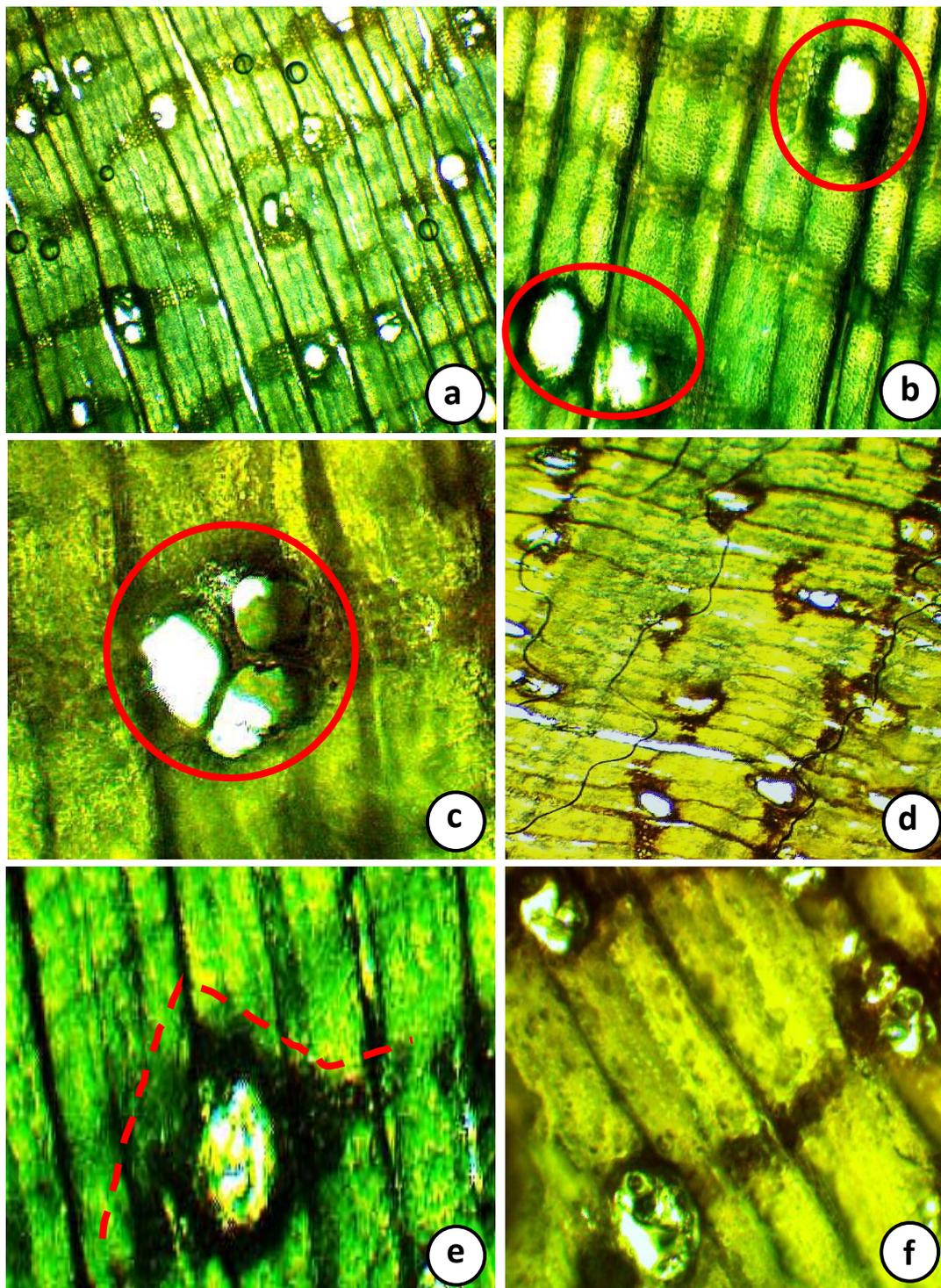
En cuanto al parénquima se visualiza un parénquima paratraqueal aliforme confluyente, en menos proporción parénquima aliforme de ala corta en forma de romboide en algunos poros y presencia de tálides.

Sección tangencial (Fig. 12. g-i)

En el corte de la sección tangencial con el tinte safranina, se visualiza las fibras no septadas. En los elementos de los vasos las punteaduras intervasculares son de tipo alternas.

Sección radial (Fig. 13. j-k)

Se observan las características del plano radial con el tinte azul brillante, se denota fibras no septadas, radios parenquimáticos.



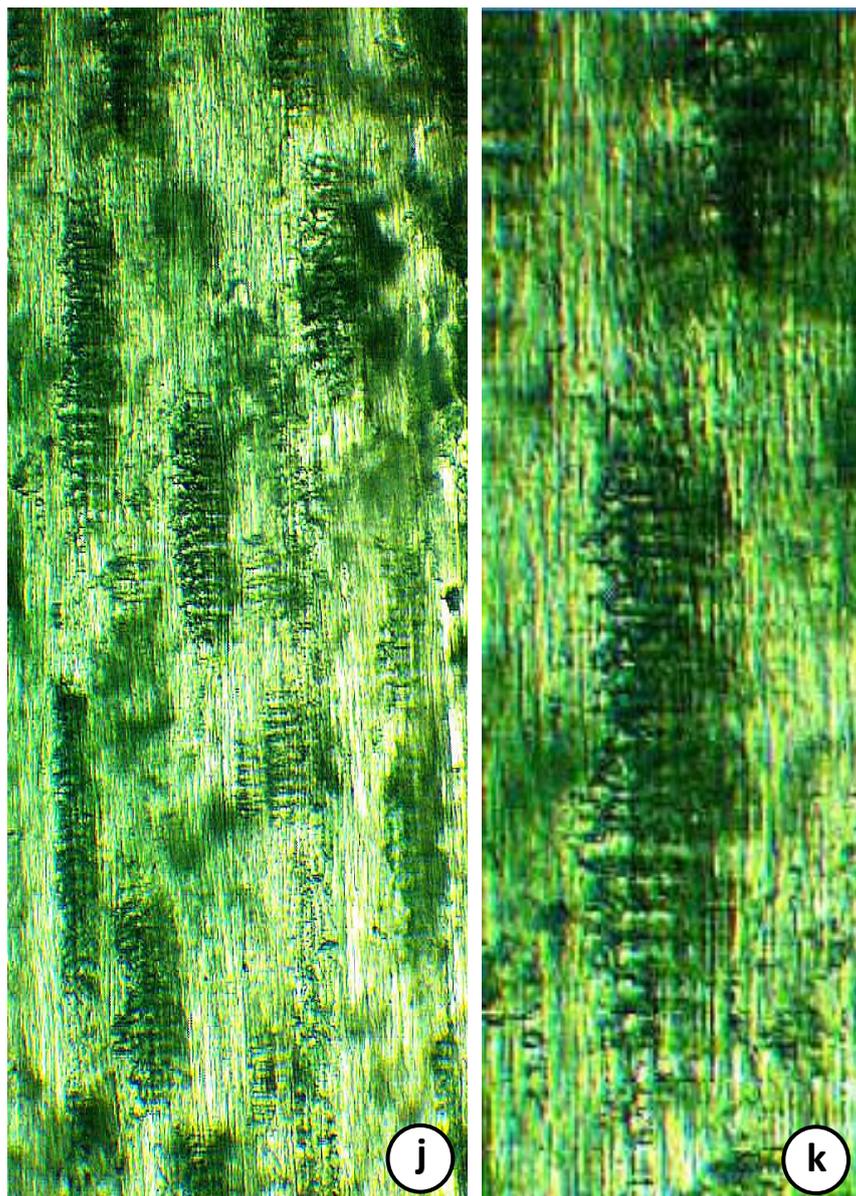
Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 11. Corte en la sección transversal de *Maclura tinctoria* (lailapo). **a.** Con azul brillante en lente de 4x. **b.** Poros múltiples radiales de 2 radiales y diagonales ovalados (10x). **c.** Poros múltiples racemiformes de 3 ovalados (10x). **d.** Parénquima vasicéntrico aliforme confluyente. **e.** En menos proporción parénquima aliforme de ala corta en forma romboidal. **f.** Presencia de tílides.



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 12. Corte en la sección tangencial de *Maclura tinctoria* (lailapo). **g.** Con safranina en lente de 10x. **h.** Fibras no septadas en corte tangencial (40x), radios de células envolventes y presencia de tílides. **i.** Lumen del vaso (10x), punteaduras intervasculares alternas (40x).



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 13. Corte en la sección radial de *Maclura tinctoria* (lailapo). **j.** Con azul brillante en lente de 10x. **k.** Fibras no septadas en corte radial (10x).

H. Rollinia dolichopetala

Sección transversal (Fig. 14. a-d)

Se aprecian las características en la sección transversal con tinte de safranina, así sus poros solitarios en su mayoría; su morfología, son ovalados, circulares, elípticos, circulares irregulares, predominado los ovalados con un 53,87% (Tabla. 7.), consecutivamente poros múltiples radiales de 2 y 3 en sentido radiales, tangenciales y diagonales, de porosidad difusa, radios visibles a simple vista, sin estratificación.

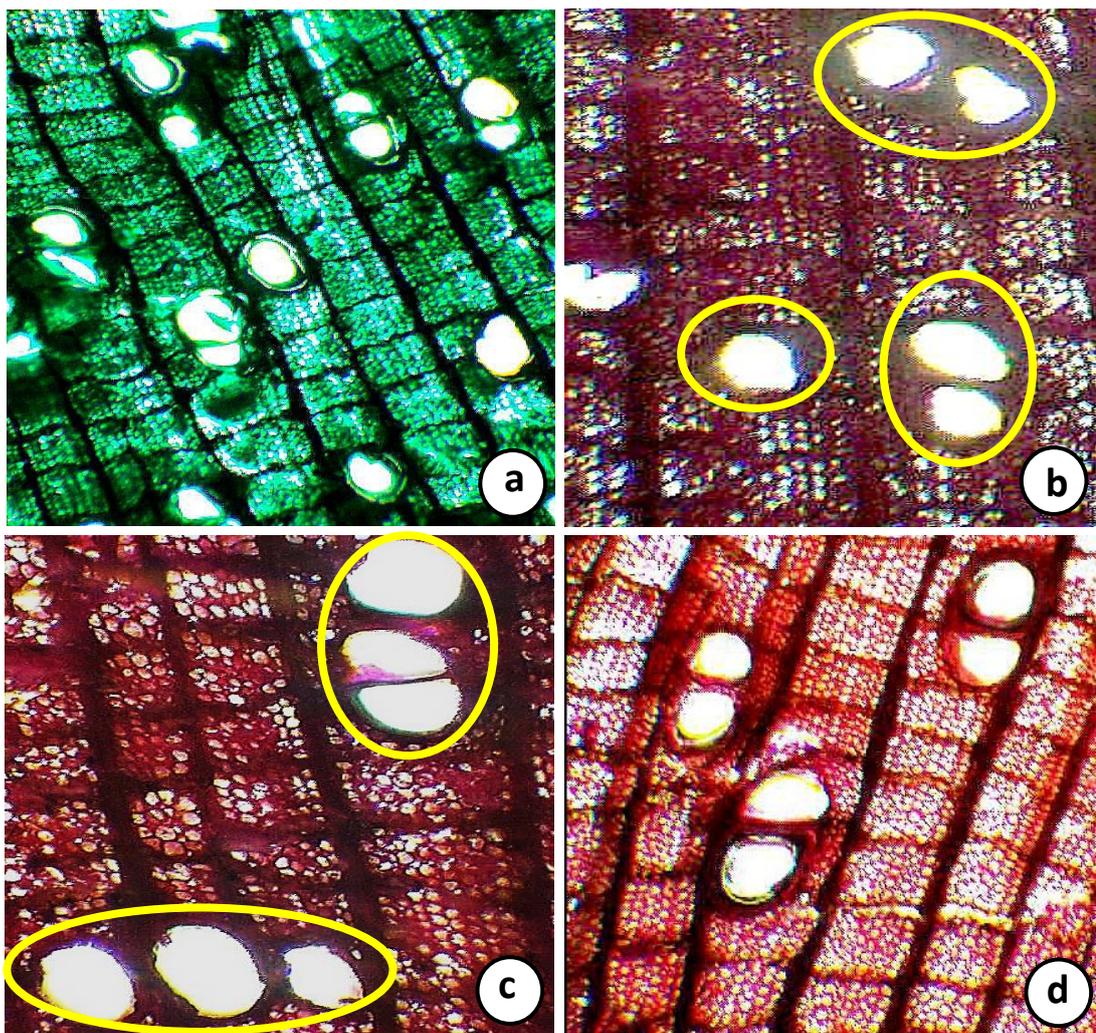
En cuanto al parénquima se visualiza, siendo el más abundante el parénquima apotraqueal en líneas, como resultado de parénquima aliforme de ala delgada y corta, que confluye de manera continua, además la presencia de parénquima paratraqueal vasicéntrico y confluyente.

Sección tangencial (Fig. 15. e-g)

En el corte de la sección tangencial con el tinte safranina, se observa fibras septadas. En los elementos de los vasos las punteaduras intervasculares son de tipo opuestas, además se distingue parénquima radial multiseriado.

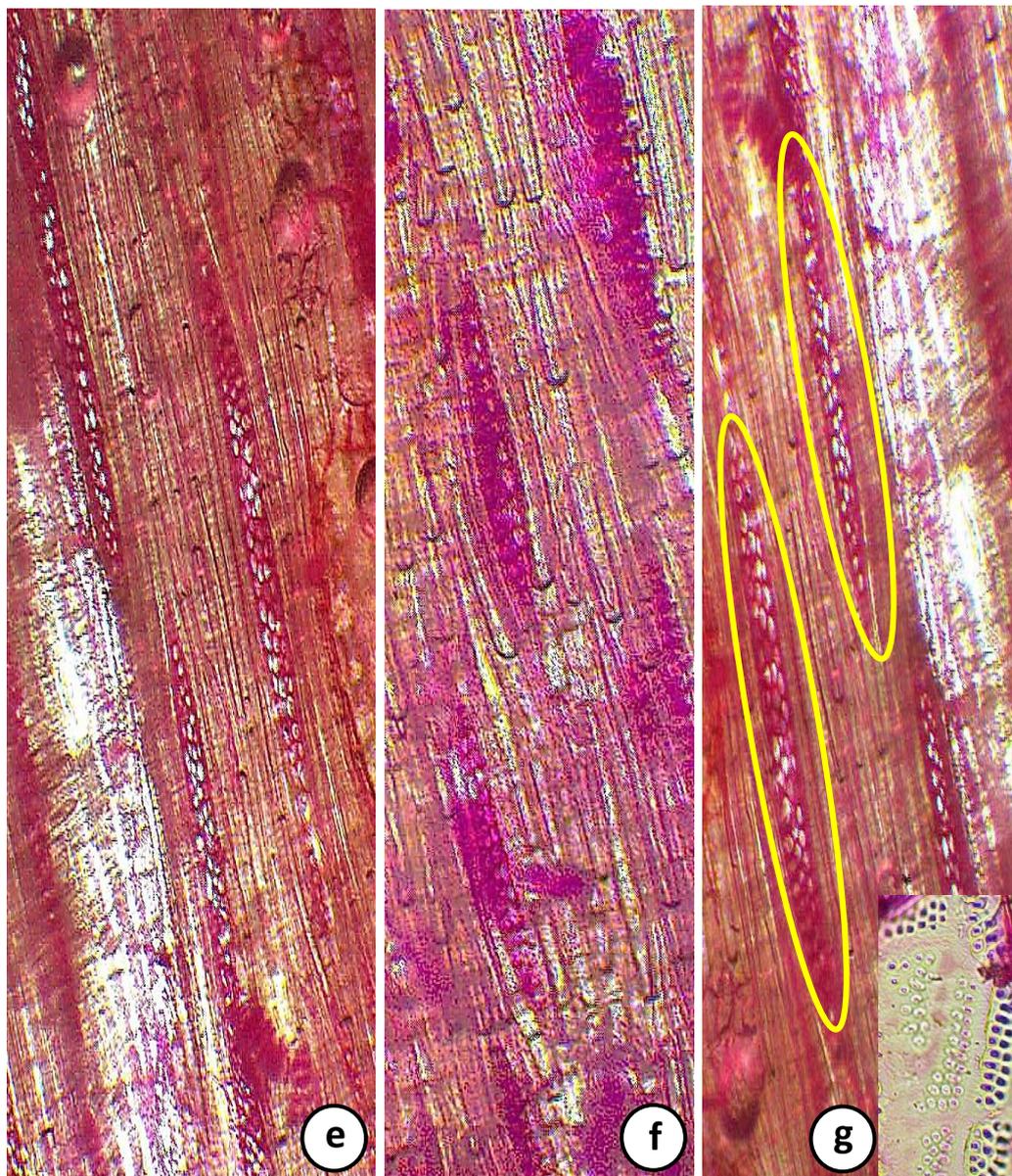
Sección radial (Fig. 16. h-j)

De las características del plano radial con el tinte de safranina, se observa fibras septadas, radios parenquimáticos, campos de cruzamiento, también se aprecian radios uniseriados.



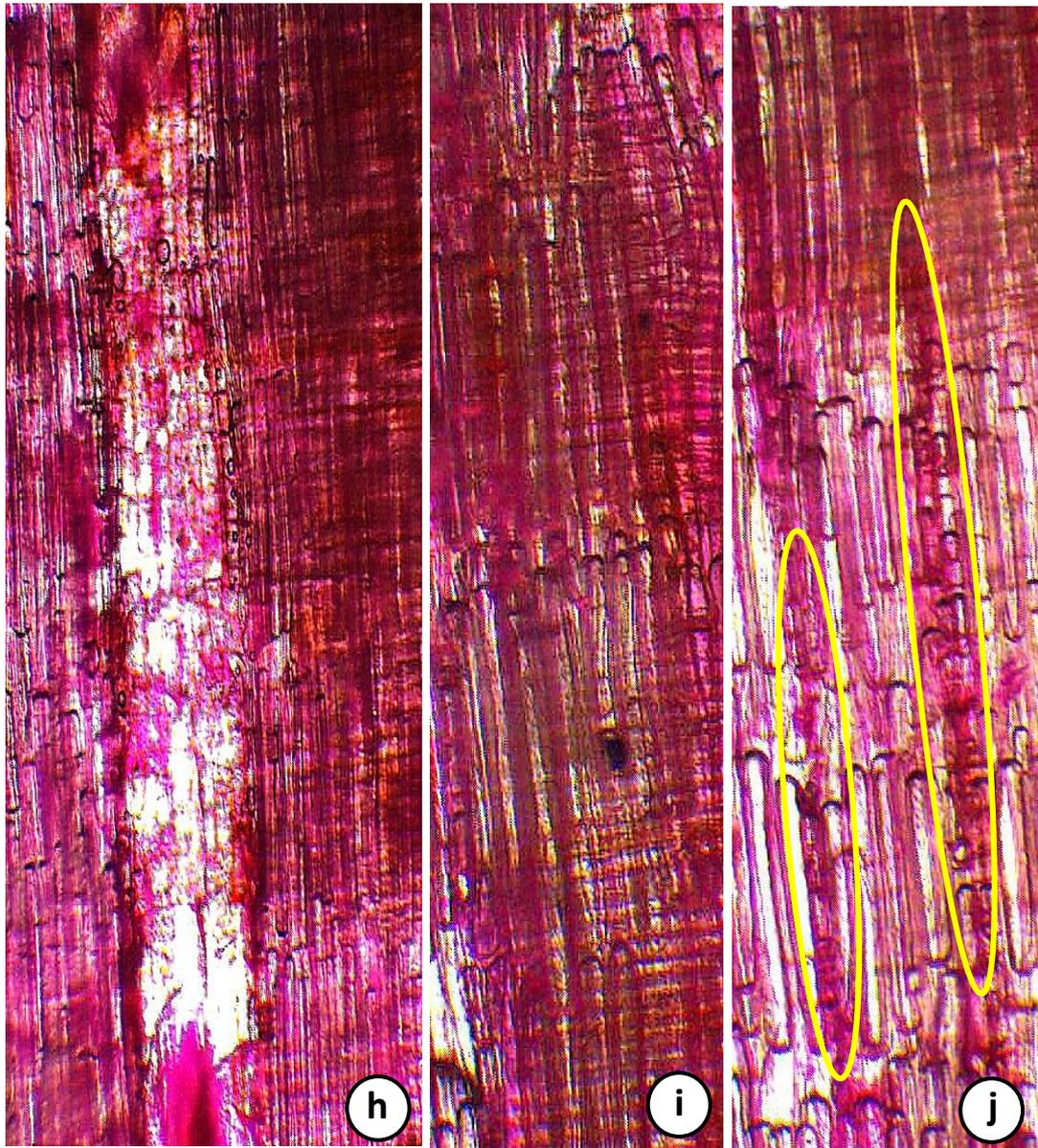
Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 14. Corte en la sección transversal de *Rollinia dolichopetala* (sacha). **a.** Con verde malaquita en lente de 4x. **b.** Poros múltiples radiales de 2 radiales y diagonales ovalados, poros solitarios circular irregulares (10x) con safranina. **c.** Poros múltiples radiales y tangenciales de 3 ovalados (10x). **d.** Parénquima apotraqueal en líneas, presencia de parénquima paratraqueal vasicéntrico y confluyente.



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 15. Corte en la sección tangencial de *Rollinia dolichopetala* (sacha). **e.** Con safranina en lente de 10x. **f.** Fibras septadas en corte tangencial (10x) y radios de células envolventes. **g.** Radios multiseriados (10x); punteaduras intervasculares alternas (40x).



Elaborado por: Lema, E. 2018

Figura 16. Corte en la sección radial de *Rollinia dolichopetala* (sacha). **h.** Con safranina en lente de 10x. **i.** Fibras septadas corte radial (10x). **j.** Radios uniseriados

Tabla 7. Morfologías de los poros registrados en las cuatro especies.

Morfologías	<i>Trophis caucana</i>		<i>Clarisia racemosa</i>		<i>Maclura tinctoria</i>		<i>Rollinia dolichopetala</i>	
	Total de poros	%	Total de poros	%	Total de poros	%	Total de poros	%
Circulares	185	41,39	24	7,34	66	17,93	74	19,73
Circular-irregulares	22	4,92	28	8,56	12	3,26	51	13,60
Elípticos	104	23,27	68	20,80	29	7,88	48	12,80
Ovalados	128	28,64	186	56,88	238	64,67	202	53,87
Ovalado - irregulares	8	1,79	21	6,42	23	6,25	-	-
Total	447	100	327	100	368	100	375	100

Elaborado por: Lema, E. 2018

En la tabla 7 se detalla la diferentes morfologías sobre los poros medidos en las especies en estudio, así para *Trophis caucana* predominan ovalados con un 28,64% y en menor proporción ovalados irregulares con un 1,79%; *Clarisia racemosa* predominando ovalados con un 56,88% y en menor proporción ovalados irregulares 6,42%; *Maclura tinctoria* predominando ovalados con un 64,67%, y en menor proporción circulares irregulares 3,26%, *Rollinia dolichopetala* predominando ovalados con un 53,87% y en menor proporción elípticos con un 12,80%.

D. ANÁLISIS DE POROS

1. Cantidad de poros

Tabla 8. Cantidad total de poros y porcentaje por tipo de poro en cada una de las especies estudiadas.

	<i>Trophis caucana</i>	<i>Maclura tinctoria</i>	<i>Clarisia racemosa</i>	<i>Rollinia dolichopetala</i>
Total, poros/400mm ²	297	245	218	251
Total, poros/mm ²	1	1	1	1
%poros solitarios	78,5	72,25	76,86	77,69
%poros múltiples 2	15,45	22,28	17,09	19,52
%poros múltiples 3	6,04	4,14	3,32	1,2
% poros múltiples racemiformes	-	1,34	0,94	1,6

Elaborado por: Lema, E. 2018

En la tabla 8 en cuanto al total de poros, *Trophis caucana* presentó una mayor cantidad de poros, 297 por 400mm², seguido por *Rollinia dolichopetala* con 251 poros/400mm² y *Maclura tinctoria* con 245 poros/400mm² y con una menor cantidad de poros *Clarisia racemosa*, 218 poros/400mm²; según IAWA (1989), el área media de poros por mm² para cada especie estudiadas son muy escasos; el mayor porcentaje de poros se concentran en el grupo de los poros solitarios dentro de los cuales *Trophis caucana* presentó un mayor porcentaje de poros con un 78,50% mientras que el menor porcentaje fue en *Maclura tinctoria* con un 72,25%; en el grupo de poros múltiples de 2, *Maclura tinctoria* se presenta con un mayor porcentaje, 22,28%, mientras que el menor porcentaje presenta *Trophis caucana*, 15,54%; en el grupo de poros múltiples de 3 *Trophis caucana* presenta un mayor porcentaje, 6,04%, mientras que el menor porcentaje presenta *Rollinia dolichopetala* con 1,2%; en el grupo de poros múltiples racemiformes, *Trophis caucana* no se evidenció este tipo de poro, pero *Rollinia dolichopetala* presenta un mayor porcentaje, 1,60%, mientras que el menor porcentaje presenta *Clarisia racemosa* con 0,94%.

Tabla 9. Análisis de las medidas de los tipos de poros.

Variables	<i>Trophis caucana</i>				<i>Maclura tinctoria</i>				<i>Clarisia racemosa</i>				<i>Rollinia dolichopetala</i>			
	Promedio	Valor mínimo	Valor máximo	DE	Promedio	Valor mínimo	Valor máximo	DE	Promedio	Valor mínimo	Valor máximo	DE	Promedio	Valor mínimo	Valor máximo	DE
Poros solitarios (μm)																
Diámetro	92,57	50	150	21,18	108,57	50	160	26,2	101,91	60	170	19,3	131,55	80	220	26,44
Largo	123,42	60	210	27,09	151,19	90	270	32,13	123,87	50	200	24,3	166,99	100	250	28,72
Ancho	78,76	40	140	20,61	96,32	40	190	22,88	75,1	30	120	20,35	107,94	10	180	22,91
Poros múltiples de 2 (μm)																
Largo	158,41	80	290	36,2	238,66	140	250	60,32	165,5	70	270	42,6	256,3	140	420	52,32
Ancho 1	96,96	50	150	22,58	108,41	40	190	37,96	107	50	170	27,51	131,78	70	210	29,27
Ancho 2	93,48	50	160	23,88	104,51	40	270	33,56	105,17	50	170	27,52	126,44	60	190	28,98
Poros múltiples de 3 (μm)																
Largo	211,07	130	300	40,58	338	220	440	77,39	215,38	150	320	46,84	295	240	340	47,96
Ancho 1	99,64	50	150	23,01	98,67	30	160	35,02	106,92	50	180	30,66	125	100	140	19,15
Ancho 2	99,64	30	140	29,12	101,33	50	150	33,99	99,23	60	140	24,31	120	80	150	29,44
Ancho 3	90,36	40	150	29,63	108	40	160	34,06	93,08	40	160	30,11	127	70	200	56,2
Poros múltiples racemiformes (μm)																
Largo 1	-	-	-	-	116	70	150	28,81	116,67	110	130	11,55	145	110	220	40,37
Ancho 1	-	-	-	-	76	30	100	30,5	86,67	60	100	23,09	88,33	60	110	18,35
Largo 2	-	-	-	-	104	80	120	15,17	106,67	80	120	23,09	115	100	130	16,43
Ancho 2	-	-	-	-	68	30	100	28,64	66,67	50	90	20,82	88,33	40	170	46,22
Largo 3	-	-	-	-	84	60	130	27,93	76,67	50	120	37,86	110	80	130	20,98
Ancho 3	-	-	-	-	50	30	100	28,28	53,33	50	60	5,77	86,67	40	120	29,44

Elaborado por: Lema, E. 2018

En base a sus medias, en la tabla 9 se describe las variables anatómicas. En el grupo de los poros solitarios se consideró la medición dos grupos de poros, diámetros y largos*anchos; en cuanto al diámetro de poros, *Rollinia dolichopetala* presentó una mayor media (131,55 μm), y tomando en cuenta las categorías establecidas por IAWA (1989) se las considerada como medianos debido a que está ubicada en la categoría (100-200 μm), mientras que *Trophis caucana* presentó la media menor (92,57 μm); de diámetros pequeños por estar dentro de la categoría (50-100) μm , y en los rangos medios *Maclura tinctoria* y *Clarisia racemosa* con medias de 108,57 μm y 101,91 μm respectivamente, considerándolas de diámetros medianos; en el mismo grupo de poros solitarios, se considera la media de la longitud de poros, la especie *Rollinia dolichopetala*, presentó una longitud mayor en el largo de sus poros (166,99 μm), mientras que *Trophis caucana* presentó una longitud menor en el largo de sus poros y en rangos medios *Clarisia racemosa* y *Maclura tinctoria* con 123,87 μm y 151,19 μm respectivamente. En el grupo de los poros múltiples de 2 ; *Rollinia dolichopetala*, presentó una longitud mayor en el largo de sus poros (256,3 μm), mientras que *Trophis caucana* presentó una longitud menor en el largo de sus poros (158, 41 μm), mientras que en rangos medios *Clarisia racemosa* y *Maclura tinctoria* con 165,5 μm y 238,66 μm respectivamente En el grupo de los poros múltiplos de 3; *Maclura tinctoria* presentó una longitud mayor en el largo de sus poros (338 μm), mientras que *Trophis caucana* presentó una longitud menor en el largo de sus poros (211,07 μm); en rangos medios *Clarisia racemosa* y *Rollinia dolichopetala* con 215,38 μm y 295 μm respectivamente En el grupo de los poros múltiples racemiformes, la especie *Trophis caucana* no presentó medidas para el grupo de poros múltiplos racemiformes, siendo *Rollinia dolichopetala* la que presentó una longitud mayor en el largo de sus poros (145 μm), mientras que *Maclura tinctoria* presentó una longitud menor en el largo de sus poros (116 μm), en rangos medios *Clarisia racemosa* con 116,67 μm , todos y cada una de las medias de la longitud de los largos de los poros con sus respectivas medias de sus anchos.

Tabla 10. Descripción de poros de acuerdo con IAWA (1989).

	<i>Trophis caucana</i>	<i>Maclura tinctoria</i>	<i>Clarisia racemosa</i>	<i>Rollinia dolichopetala</i>
Abundancia de poros/ mm^2	Muy escasos	Muy escasos	Muy escasos	Muy escasos
Diámetros de poros	Pequeños	Medianos	Medianos	Medianos

Elaborado por: Lema, E. 2018

En la tabla 10 en cuanto a la descripción de poros en la sección transversal, la abundancia de estos en las cuatro especies estudiadas se presentó como pocos poros/mm²; referente a diámetros contemplados dentro del grupo de poros solitarios, *Trophis caucana* presenta poros con diámetros pequeños; *Maclura tinctoria*, *Clarisia racemosa* y *Rollinia dolichopetala* poseen poros con diámetros medianos.

Tabla 11. Análisis de la varianza para el total de poros (μm) de las especies estudiadas.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Total poros	12	0,42	0,20	16,20

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9763,67	3	3254,56	1,94	0,2018
ESPECIES	9763,67	3	3254,56	1,94	0,2018
Error	13424,00	8	1678,00		
Total	23187,67	11			

Elaborado por: Lema, E. 2018

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 6) indica que los datos son normales ($p > 0,05$), por ende se realizó la prueba de Análisis de la varianza, cuyos resultados indican que no hay diferencias significativas en el total de poros de las especies estudiadas. (Tabla 11).

Tabla 12. Prueba Kruskal-Wallis para los diámetros (μm) de poros solitarios.

Especies	Medianas	
<i>T. caucana</i>	90,00	A
<i>C. racemosa</i>	100,00	B
<i>M. tinctoria</i>	110,00	B
<i>R. dolichopetala</i>	130,00	C

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

Elaborado por: Lema, E. 2018

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 7) indica que los datos no son normales ($p < 0,05$), por ende se realizó la prueba Kruskal-Wallis, cuyos resultados indican que los diámetros de poros solitarios fueron altamente significativos entre las

especies estudiadas, por tanto, las especies presentaron diferencias estadísticas en cuanto a sus medianas, donde *Trophis caucana* presentó una mediana de 90 μm mientras que *Rollinia dolichopetala* presentó 130 μm , por lo que fueron completamente diferentes y se presentaron similitudes entre *Clarisia racemosa* con una mediana de 100 μm y *Maclura tinctoria* con una mediana de 110 μm (Tabla 12).

Tabla 13. Prueba Kruskal-Wallis para la longitud de los largos (μm) de poros solitarios.

<u>Especies</u>	<u>Medianas</u>	
<i>T. caucana</i>	120,00	A
<i>C. racemosa</i>	120,00	A
<i>M. tinctoria</i>	150,00	B
<i>R. dolichopetala</i>	160,00	C

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

Elaborado por: Lema, E. 2018

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 8) indica que los datos no son normales ($p < 0,05$), por ende se realizó la prueba Kruskal-Wallis, cuyos resultados indican que la longitud de poros solitarios fue altamente significativa entre las especies estudiadas, por tanto, las especies presentaron diferencias estadísticas en cuanto a sus medianas, donde *Maclura tinctoria* presentó una mediana de 150 μm y *Rollinia dolichopetala* una mediana de 160 μm , por lo que fueron completamente diferentes y se presentaron similitudes entre *Clarisia racemosa* con una mediana de 120 μm y *Trophis caucana* con una mediana de 120 μm (Tabla 13).

Tabla 14. Prueba Kruskal-Wallis para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 2.

<u>Especies</u>	<u>Medianas</u>	
<i>T. caucana</i>	150,00	A
<i>C. racemosa</i>	150,00	A
<i>M. tinctoria</i>	230,00	B
<i>R. dolichopetala</i>	250,00	B

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

Elaborado por: Lema, E. 2018

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 9) indica que los datos no son normales ($p < 0,05$), por ende se realizó la prueba Kruskal-Wallis, cuyos resultados indican que la longitud de poros múltiples de 2 fue altamente significativa entre las especies estudiadas, por tanto, las especies presentaron cierta similitud estadísticamente en cuanto a sus medianas, *Trophis caucana* con 150 μm y *Clarisia racemosa* con 150 μm , frente a la similitud entre *Rollinia dolichopetala* con 230,00 μm y *Maclura tinctoria* con 250,00 μm (Tabla 14).

Tabla 15 . Análisis de la varianza para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 3.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=65,88717

Error: 2884,4810 gl: 56

ESPECIES	Medias	n	E.E.	
<i>T. caucana</i>	211,07	28	10,15	A
<i>C. racemosa</i>	215,38	13	14,90	A
<i>R. dolichopetala</i>	295,00	4	26,85	B
<i>M. tinctoria</i>	338,00	15	13,87	B

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

Elaborado por: Lema, E. 2018

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 10) indica que los datos son normales ($p > 0,05$), por ende se realizó la prueba de Análisis de la varianza, cuyos resultados indican que en el grupo de poros múltiples de 3, la longitud de los poros fue altamente significativa entre las especies estudiadas, las especies presentaron cierta similitud estadísticamente en cuanto a sus medias, *Trophis caucana* con 211, 07 μm y *Clarisia racemosa* con 215,38 μm , *Rollinia dolichopetala* con 295 μm y *Maclura tinctoria* con 338 μm (Tabla 15).

2. Determinación de la densidad

Tabla 16. Cálculo de la densidad de las cuatro especies estudiadas.

	Masa (g)			Volumen (cm ³)			$\rho=m/v$ (g/cm ³)
	mo	mf	m	Vo	vf	V	
<i>Maclura tinctoria</i>	5,6	8,78	3,18	175	171	4	0,80
<i>Clarisia racemosa</i>	4,42	8,12	3,7	175	167	8	0,46
<i>Trophis caucana</i>	5,1	7,9	2,8	175	164,5	10,5	0,27
<i>Rollinia dolichopetala</i>	2,66	7,19	4,53	175	135,5	39,5	0,11

Elaborado por: Lema, E. 2018

En la tabla 16 en cuanto al resultado de la densidad tenemos que la especie *Maclura tinctoria* es la especie más densa con un valor de 0,80 g/cm³, en donde se lo puede clasificar como madera semi pesada seguido por *Clarisia racemosa* con un valor de 0,46 g/cm³, *Trophis caucana* con valor de 0,27 g/cm³ y finalmente *Rollinia dolichopetala* quien obtuvo el valor más bajo, de 0,11 g/cm³ catalogada como una madera muy liviana, asignaciones según (Spavento, Keil, & Monteoliva, 2008).

VI. DISCUSIÓN

Investigaciones realizadas con respecto a las especies estudiadas según (León, 2015; Moya, Gómez, & Rivero, 2007; León, 2007), mencionan el uso del tinte de safranina en sus metodologías para la observación de estructuras microscópicas de las cuales se evidencia que sus respectivos resultados de observaciones fueron exitosas, frente a los resultados en el presente trabajo en el que se describe que además de ser el tinte de safranina el mayor utilizado fue el mejor calificado frente a los otros tres tintes, posiblemente reaccionó porque las especies por ser materiales leñosos en sus estructuras poseen presencia de lignina, en el cual, el tinte reacciona ante esta, tincionando sus paredes celulares secundarias (Megías, Molist, & Pombal, 2018), en menos selección aunque muy importantes también se tincionaron con los tintes azul brillante, verde brillante y verde malaquita, posiblemente este dado por que los tintes cumplen cada uno con la función de ser previsible en cuanto a qué estructuras van a teñir considerando su naturaleza química, además tamaño de la molécula y su capacidad para formar agregados son a veces importantes por la diferente capacidad de penetración en el tejido vegetal (Megías, Molist, & Pombal, 2018)

Trophis caucana

En el presente estudio a nivel de las características macroscópicas se encontró que *Trophis caucana* siendo que es un arbusto comparte ciertas similitudes con otra investigación realizada en *Trophis racemosa* por León (2012), puesto que principalmente pertenecen al mismo género, la textura es mediana y el grano es recto a inclinado, ambas especies no presentan ni olor ni sabor característicos en estado seco, a diferencia de *Trophis caucana* que presentó olores y sabores característicos en estado fresco, aromático ligeramente a rosas y levemente amargo respectivamente, además del brillo mediano; madera de densidad muy liviana frente a la madera de *Trophis racemosa* de densidad moderadamente dura y pesada, probablemente esta diferencia este dado por el tipo de condiciones ambientales y edáficas al que están expuestas las especies, *Trophis caucana* está ubicada en bosque tropical de la provincia de Morona Santiago, a una °T 19, precipitación de 2261mm (INAMHI, 2015), con texturas de suelo que van desde limo arenoso, limosos y arcillosos (Aucapiña, 2015), mientras que *Trophis racemosa* dicese que se encuentra en relictos boscosos sobre llanos occidentales manifestado en la investigación de (León, 2012); bajo condiciones de precipitación de 1473 mm, 27,1 °C

y texturas de suelo desde finas a muy pesadas (Cuello, Aymard & Stergios, 1989), además las maderas livianas por lo general presenta muchos espacios porosos o vacíos (Escobar, Rodríguez, & Correa, s.f) y la especie estudiada presentó la mayor la cantidad de poros, 279 encontrados por 400 mm^2 , frente a *Maclura tinctoria* con 245, *Clarisia racemosa* con 218 y *Rollinia dolichopetala* con 251 poros, especies que conforman la misma familia. En referencia a las características microscópicas realizadas, en ambos ejemplares se encontró semejanzas en el corte transversal, *Trophis caucana* presentó porosidad difusa, morfología ovalada sobresaliente, presencia de poros solitarios en su gran mayoría, seguido de múltiples de 2 y 3 radiales, parénquima axial en bandas, en menor proporción paratraqueal vasicéntrico, seguido del parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente, resultados similares con otra investigación realizada en *Trophis racemosa* por (León, 2015). De acuerdo con los datos extraídos de la metodología, se describe el número de poros/mm² en muy escasos y de diámetros medianos, frente a los resultados de León (2015) quien cataloga que la especie *Trophis racemosa* presenta poros con diámetros pequeños, posiblemente el tamaño de los poros varía dependiendo del tipo de especie y de vegetación del que procedan (Quintanar, Angeles, & Zavala, 2009).

Clarisia racemosa

A nivel de las características macroscópicas en *Clarisia racemosa* presentó una marcada diferencia entre albura y duramen, en estado seco varía entre marrón pálido a amarillento, su brillo o lustre de medio a alto, grano recto-entrecruzado, textura media, vetado en arcos superpuestos, estas características similares encontradas en (Confederación Peruana de la madera, 2008); aunque *Clarisia racemosa* presentó características extras diferentes, olor en fresco astringente ligeramente a mentol y en seco fue ausente o indistintivo, agradable su sabor en fresco ligeramente dulce a caña de maíz y en seco ausente o no distintivo. Su madera presentó una densidad $0,46 \text{ g/cm}^3$, semi-liviana, frente a los rangos de densidad $0,55\text{-}0,70 \text{ g/cm}^3$ descritos en (MAE & FAO, 2014), probablemente su variabilidad este dada por el cambio de condiciones edáficas, hidrológicas del lugar de donde procedan las especies, como lo menciona Ingaramo, Paz, & Dugo (2003) que los valores que puede tomar la densidad aparente depende de muchos factores, van desde la textura, contenido de materia orgánica hasta el manejo que se le da al suelo.

En referencia a las características microscópicas observadas, en el corte transversal, de porosidad difusa, morfología ovalada sobresaliente, presencia de poros solitarios en su

gran mayoría, seguido por múltiples radiales de 2 y de 3 poros, en sentido radiales, tangenciales y diagonales, en menos proporción poros múltiples racemiformes, parénquima axial en bandas, en menos proporción paratraqueal vasicéntrico, seguido del parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente, paratraqueal aliforme en forma de alas finas y presencia de tílides, resultados similares fueron encontrados en la investigación que menciona (Moya, Gómez, & Rivero, 2007); de acuerdo con los datos extraídos de la metodología, se describe el número de poros/mm² en muy escasos y tamaño de diámetros medianos, resultados semejantes encontrados en (MAE & FAO, 2014).

Maclura tinctoria

A nivel de las características macroscópicas en *Maclura tinctoria* según Loreiro & Braga, (1979) (como se citó en Cárdenas, 2007) el color de la albura en fresco blanquecino y en seco amarillento claro mientras que el color del duramen en fresco blanquecino y en seco amarillento claro, el cambio del color varía significativamente en esta especie de fresco a seco cuando la madera está expuesta prolongadamente al ambiente. Su brillo o lustre medio a alto, grano recto-inclinado, textura fina, vetado en arcos superpuestos; características afirmadas por (OFI-CATIE, s.f); su olor en fresco ligeramente agradable a sábila y en seco ausente o no distintivo, de sabor en fresco ligeramente dulce con tendencias a ácido y en seco ausente o no distintivo, aunque en la misma especie su olor y sabor son ausentes en seco (Loreiro & Braga, 1979). Su madera presentó una densidad de 0,80 g/cm³ una madera semi-dura, afirmada por (MAE & FAO, 2014).

En referencia a las características microscópicas realizadas, en el corte transversal, de porosidad difusa, radios visibles a simple vista, sin estratificación, morfología ovalada sobresaliente, presencia de poros solitarios en su gran mayoría, consecutivamente poros múltiples radiales de 2 y 3 en sentido radiales, tangenciales y diagonales, parénquima paratraqueal aliforme confluyente, en menos proporción parénquima aliforme de ala corta en forma de romboide en algunos poros y presencia de tílides; además se describe el número de poros/mm² en muy escasos y de diámetros medianos, datos relacionados en la descripción (MAE & FAO, 2014).

Rollinia dolichopetala

Rollinia dolichopetala es una especie endémica catalogada en estado de conservación casi amenazada y peligro crítico (Valencia, Pitman, León Yanez, & Jorgensen, 2000); de color de albura en fresco muy amarillento claro y en seco marrón amarillento mientras que el

color del duramen en fresco marrón amarillento y en seco fue amarillento claro, de brillo o lustre medio, grano recto-inclinado, textura gruesa, veteado jaspeado, el olor fresco fue agradable, ligeramente a claudia en seco ausente o no distintivo, sabor en fresco y seco fueron ausentes o no distintivos. Su madera catalogada como muy liviana con densidad de $0,11 \text{ g/cm}^3$.

A nivel de las características microscópicas se encontró que *Rollinia dolichopetala* comparte ciertas similitudes con otra investigación realizada en *Rollinia mucosa* por León (2007) puesto que principalmente pertenecen al mismo género, presenta una porosidad difusa, sin estratificación, morfología ovalada sobresaliente, presencia de poros solitarios en su gran mayoría, consecutivamente poros múltiples radiales de 2 y 3 en sentido radiales, tangenciales y diagonales, parénquima apotraqueal en líneas. De acuerdo con los datos extraídos de la metodología, se describe el número de poros/mm² en muy escasos y de diámetros medianos, frente a los resultados encontrados en León (2007) quien cataloga que la especie *Rollinia mucosa* presenta el número de poros/mm² como escasos, posiblemente el número de los poros/mm² varía dependiendo del tipo de especie y de vegetación del que procedan (Quintanar, Angeles, & Zavala, 2009), además el número de poros/mm² disminuye a menor edad en la que se encuentra el árbol (Gimenez, Ríos, & Moglia, 2000), en la presente investigación no se estimó edades al respecto.

Estadísticamente el total de poros de cada especie estudiada, contabilizadas en un área de 400mm^2 , no presentaron variaciones significativas con respecto a sus medias; en cuanto a diámetros y longitud de poros en cada grupo de poros varían, posiblemente estas diferencias estén dadas a nivel específico, partiendo del análisis en conjunto de trabajos previos sobre este tema, en cuanto a vasos, diámetros, longitud de los elementos vasculares, entre otros, por lo que es posible considerar que estos caracteres están influenciados por el ambiente del que proceden (Woodcock, 1994; Wodzicki, 2001; León W. , 2005; Montaña, Camargo, Grether, & Perez, 2011).

VII. CONCLUSIONES

1. En la determinación del mejor tinte existió una gran variabilidad, en corte transversal, para *Clarisia racemosa* fue safranina, para *Rollinia dolichopetala* reaccionó ante safranina y verde malaquita, para *Trophis caucana* fue verde brillante y para *Maclura tinctoria* fue azul brillante; en corte tangencial el tinte de safranina fue el mejor para todas las especies estudiadas; en corte radial, para *Clarisia racemosa*, *Trophis caucana* y *Rollinia dolichopetala* fue safranina, mientras que para *Maclura tinctoria* fue el tinte azul brillante.
2. En el presente estudio las características microscópicas u organolépticas descritas en las cuatro especies en estudio difieren tanto en el color de la albura, color del duramen, textura, grano, veteado, brillo, olor y sabor en estado fresco.
3. En el estudio de las características anatómicas; a nivel de género las cuatro especies estudiadas presentaron el mismo número de poros/mm² catalogadas como muy escasos, a nivel de especie, en cuanto al diámetro de poros para *Maclura tinctoria*, *Clarisia racemosa* y *Rollinia dolichopetala* fueron medianos, a diferencia de *Trophis caucana* que presentó un diámetro pequeño de poros.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta el tiempo de tincionamiento de los tintes en las placas, debido a la concentración que presentaron las soluciones.
2. Para evitar posibles presencias de hongos en las maderas, ponerlas en una cámara de flujo con luz ultravioleta por alrededor de 20 min.
3. Actualizar y complementar la información con un estudio de propiedades físicas y mecánicas de la madera con la finalidad de proporcionar al sector forestal una base tecnológica completa que posibilite un aprovechamiento más rentable de estas especies.
4. Realizar un taller dirigido los madereros y artesanos de la madera con fin de dar a conocer la información obtenida o recomendar los posibles usos de las maderas estudiadas.
5. Realizar un estudio fenológico de las especies estudiadas, para de esa manera potencializar posibles proyectos sobre planes de reforestaciones.

IX. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar cuatro tintes e identificar características macroscópicas y microscópicas de *Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* y *Clarisia racemosa* procedentes del Parque Botánico Regional Sucúa, ubicado en la Provincia de Morona Santiago; donde se obtuvieron las muestras provenientes de un inventario florístico realizadas por Salinas (2017). Para la descripción de las características macroscópicas de las maderas, se obtuvieron muestras, las cuales se utilizaron para la determinación de características como color de la albura y duramen, textura, lustre, vetado, grano, sabor, olor y densidad. Además, se obtuvo cubos de 2cm de arista y se estableció una técnica mejorada al trabajo realizada por Baños (2017) para el análisis de las características microscópicas de las maderas, añadiendo a ésta, las tinciones con safranina al 2,5%, de verde brillante al 5 %, verde malaquita al 5% y azul brillante al 2,5 %. Una vez montadas las placas se realizó la observación en el microscopio y se evaluó, el mejor tinte mediante descripción cualitativa, morfología de poros, número y tamaño de los poros mediante el conteo por campos ópticos. Determinando que las especies son distintas en cuanto a características macroscópicas tanto en color de la albura, color del duramen, textura, grano, vetado, brillo, olor y sabor en estado fresco; en cuanto a las características microscópicas las especies son análogas en cuanto al número de poros/mm², pero distintas en el tamaño de sus poros. El mejor tinte en los tres cortes para *Clarisia racemosa* fue safranina; para *Rollinia dolichopetala* en corte transversal fueron safranina y verde malaquita mientras que en corte tangencial y radial fue safranina; para *Maclura tinctoria* en corte transversal y radial fue azul brillante y en corte tangencial fue safranina; para *Trophis caucana* en corte transversal fue verde brillante, mientras que en corte tangencial y radial fue safranina.

Palabras clave: CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE LAS MADERAS - CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE LAS MADERAS - TINTES PARA MADERA.



X. SUMMARY

Abstract

This research proposes evaluating: four dyes and identifying macroscopic and microscopic characteristics of *Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* and *Clarisia racemosa* coming from the Regional Botanical Sucua Park, located in the Morona Santiago Province, where samples from a floristic inventory made by Salinas (20179) were obtained. For the description of the determination of characteristic such as color of the sapwood and heartwood, texture, lustre, veining, grain, taste, smell, and density. In addition cubes of 2 cm of Edge were obtained and an improving technique was established to the work done by Baños (2017) for the analysis of the microscopic characteristics of the woods, adding to the, safranin stains at 2.5%, bring Green at 5% and bring blue at 2.5%. Once the plates were assembled, the observation was made under the microscope and the best dye was evaluated by qualitative description, pore morphology, number and size of the pores by counting by optical fields. Determining that the species are different in terms of macroscopic characteristics both in color of the sapwood, heartwood color, texture, grain, veining, brightness, smell and taste in fresh state; as for the microscopic characteristics, the species are similar in terms of the numbers of pores/mm², but different in the their pores size. The best dye in the three cuts for *Clarisia racemosa* was safranin: for *Rollinia dolichopetala* in transverse cut were safranin and Green malachite whereas in tangential and radial cut was safranin; for *Maclura tinctoria* in transverse and radial cut was bringt blue and in tangential cut was safranin; for *Trophis caucana* in trasnverse cut was bringt green, while in tangential and radial cut was safranin.

Key words: MACROSCOPIC CHARACTERISTICS OF THE WOODS–
MICROSCOPIC CHARACTERISTICS OF THE WOODS – WOODEN DYES



XI. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, I. (1967). *Descripción anatómica, propiedades físicas y algunos usos de la madera*. (Tesis de maestría). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba.
- Aguirre, Z. (2002). Árboles austro ecuatorianos poco conocidos. En Z. Aguirre, J. Madsen, E. Cotton, & B. H., *Botánica austroecuatorialiana* (págs. 351-374). Loja - Ecuador: UTPL.
- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador*. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Quito: MAE/FAO
- Aguirre, Z., Loja, À., Solano, C., & Aguirre, N. (2015). *Especies forestales más aprovechadas del Sur del Ecuador*. Universidad Nacional de Loja. Loja
- Aguirre, Z., Merino, B., & Gutierrez, M. (2006). *Principales familias de árboles, arbustos y hierbas del sur del Ecuador*. Herbario LOJA No. 12. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador.
- Agustín, J., & Hernández, L. (2011). *Biología, diversidad, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de Annonaceae en México*. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Arostegui, A. (1975). Estudio Tecnológico de madera del Perú. Lima- Perú.
- Arostegui, A. (1976). Estudio Tecnológico de madera del Perú. Lima - Perú.
- Arostegui, A. (1982). *Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de la madera peruana*. Documento de Trabajo N° 02. Proyecto PN-UD/FAD/PER/81/002. Lima - Perú.
- Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA). (1989). List of microscopic features for hardwood identification with an appendix on non-anatomical information. *Bulletín n. s.* 10(3). The Netherlands. 113 p.
- Aucapiña, F. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquiade Punpuentsa*. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de <http://app.sni.gob.ec/sni->

link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1460027140001_PDOT_PUNP_2015_16-05-2015_16-23-14.pdf

Baas, P., Wheeler, E., & Gasson, P. (1989). List of Microscopy features for Hardwood Identification. *IAWA Committee*. IAWA. p. 322.

Baños, K. (2017). *Identificación y descripción de las características anatómicas de la madera de Prunus serotina (capulí), procedente de tres provincias: Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

Burger, L., & Richter, H. (1991). *Anatomia da Madeira*. São Paulo: Nobel.

Cárdenas, A. (2007). *Estudio preliminar anatómico de diez especies forestales procedentes de Iquitos - Loreto*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

Cardona-Peña, Fuentes, A., & Cayola, L. (2005). Las moráceas de la región de Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia, Vol. 40(3)*, 212-264.

CARE, M. D. (2012). *Plan de manejo actualizado y priorizado del bosque protector Kutukú Shaimi, 2012-2017*. Macas.

Confederación Peruana de la Madera. (2008). *Compendio de información técnica de 32 especies forestales*. Recuperado el 11 de abril de 2012, de <http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/125.pdf>

Comisión Panamericana de Normas Técnicas. (1972). Madera: método de determinación del peso específico aparente-métodos de ensayo. Recuperado el 12 de abril de 2018, de <http://materiales.azc.uam.mx/eam/Labsolidos/5NormasCopant.pdf>

Corporación de Estudios y Publicaciones. (2017). *Legislación forestal*. Quito-Ecuador: Talleres de la Corporación de Estudios y Publicaciones .

Costecam. (2013). *Ampliación y mejoramiento de la vía Cochapamba-Iberia*. Recuperado el 11 de abril de 2018, de <https://maezuay.files.wordpress.com/2014/05/eia-anillo-vial-del-sur-ampliacion-y-mejoramiento-de-la-via-cochapamba-iberia.pdf>

- Cuello, N., Aymard, G., & Stergios, B. (1989). *Observaciones sobre la vegetación de un sector de la cuenca media del Rio Portuguesa, estado portuguesa, Venezuela. Biollania*, 163-192. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/RioPortuguesaBiollania61989.pdf>
- Ecuador Estratégico y Costecam. (2013). *Ampliación y mejoramiento de la vía Cochapamba-Iberia*. Recuperado el 11 de abril de 2018, de <https://maezuay.files.wordpress.com/2014/05/eia-anillo-vial-del-sur-ampliacion-y-mejoramiento-de-la-via-cochapamba-iberia.pdf>
- Escobar, O., Rodriguez, J., & Correa, J. (s.f). *Conceptos basicos sobre la resistencia de las maderas*. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de http://elsemillero.net/pdf/madera_tres.pdf
- García, J. (2006). *Especies forestales. Útiles del bosque petrificado de Puyango*. Loja, H. Consejo Provincial de Loja. Mancomunidad del BPP. Ecuador.
- Gimenez, A., Ríos, N., & Moglia, J. (2000). Relación albura-duramen en tres especies arbóreas de la Región Chaqueña Seca. *Quebracho*, 8: 56-63.
- Gimenez, M., Moglia, G., Hernandez, P., & Gerez, R. (2005). *Anatomía de la madera*. Universidad Nacional de Santiago del Estereo. Santiago del Estereo.
- González-Castañeda, N., & Ibarra-Manríquez, G. (2012). *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Recuperado el 11 de Abril de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/269104914_Flora_del_Valle_de_Tehuacan-Cuicatlan_Rhodophyta
- Gracia, C. (s.f.). *Ecología forestal: estructura, funcionamiento y producción de las masas forestales*. Recuperado el 01 de Octubre de 2017, de http://www.ub.edu/ecologia/carlos.gracia/PublicacionesPDF/La_madera.pdf.
- Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (2017). *Rollinia dolichopetala*. Riobamba.
- Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (2017). *Trophis caucana*. Riobamba.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). *CPE (Código de la práctica ecuatoriano) INEN-NEC-SE-MD 26-7*. Recuperado el 12 de abril de 2018, de

http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/cpe_inen-nec-se-md-26-7.pdf

Instituto Forestal de Oxford & Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (s.f). *Maclura tinctoria* (L.) Steud. En Arboles de centroamérica (págs. 689-692). Brasil.

Ingaramo, O., Paz, A., & Dugo, M. (2003). *Evaluación de la densidad aparente en diferentes sistemas de laboreos de suelo, en el NO de la Península Ibérica*. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2003/comunicaciones/05-Agrarias/A-032.pdf>

Jorgensen, P., & León-Yáñez, S. (1999). *Catalogue of the Vascular Plants of northwest South America*. The University Press Of Chicago.

Kingsolver, B. (s.f). *Especies nativas en el proyecto ganadería colombiana sostenible*. Recuperado el 21 de marzo de 2018, de http://elti.fesprojects.net/2011Corridors1Colombia/sp_nativas_en_gcs_-_zc.pdf

La madera. (2018). *Características y variedades*. Mas.ec. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de <http://comprar.mas.ec/la-madera-caracteristicas-variedades/>

León, W. (2005). Anatomía ecológica del xilema secundario de un bosque seco tropical de Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, 28(2), 257-274. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0084-59062005000200006&lng=es&nrm=iso. ISSN 0084-5906.

León, W. (2007). Anatomía xilemática de 26 especies de la familia annonaceae en Venezuela. *Revista forestal venezolana*.

León, W. (2012). Anatomía de la madera de 69 especies de la Reserva Forestal Caparo. *Revista forestal venezolana*, Vol 56(2), 167-195.

León, W. (2015). Anatomía de la madera de 25 especies de la familia moraceae en Venezuela. *Ernstia*, 97-134.

Loreiro, A., & Braga, P. (1979). *Madeiras do Municipio de Aripuana e suas utilidades (Mato Grosso)*. Acta Amazónica, Aripuana, BR.

- Lozano, D., & Pineda, Y. (2015). *Descripción anatómica y no anatómica de la madera de cuatro especies procedentes del Bajo Calima, Buenaventura*. (Tesis de grado). Universidad de Tolima, Tolima-Colombia.
- Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (2018). Colorante safranina. Atlas de Histología Vegetal y Animal. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de <https://mmegias.webs.uvigo.es/6-tecnicas/protocolos/s-colorante-safranina.php>
- Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (2018). *Tinciones generales*. Atlas de histología vegetal y animal. Recuperado el 2018 de abril de 12, de <https://mmegias.webs.uvigo.es/6-tecnicas/5-general.php>
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2011). *Aprovechamiento de recursos forestales en el Ecuador (Período 2010) y procesos de Infracciones y Decomisos*. Quito.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2011). *Supervisión y verificación de los recursos forestales en Ecuador*. Recuperado el 11 de Abril de 2018, de http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-97.pdf
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2014). *Plan Nacional de restauración forestal 2014-2017*. Recuperado el 11 de abril de 2018, de <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/images/articulos/archivos/amrPlanRF.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales*. Quito: MAE
- Millipore Corporation. (2017a). *Azul de cresilo brillante en solución*. Ficha técnica. Recuperado el 14 de abril de 2018, de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/101384s.pdf>
- Millipore Corporation. (2017b). *Verde de malaquita oxalato*. Recuperado el 14 de abril de 2018, de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/115942s.pdf>
- Millipore Corporation.. (2017c). *Verde brillante (hidrógeno sulfato)*. Recuperado el 14 de abril de 2018, de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/101374s%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/101374s%20(3).pdf)

- Millipore Corporation. (2017d). *Safranina O*. Recuperado el 14 de abril de 2018, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/115948s%20(1).pdf
- Montaño, S., Camargo, S., Grether, R., & De la Perez, C. (2011). La madera en función del ambiente: un análisis ecoanatómico. *Elementos Ciencia y Cultura*, 18(83): 19-24.
- Moya, R., Gómez, M., & Rivero, J. (2007). Clave de identificación macroscópica para 22 especies maderables de Bolivia. *Revista forestal venezolana*, pp. 179-193.
- Munsell. (2009). *Soil-Color Charts*. Estados Unidos.
- Muriel, P., & Pitman, N. (2003). *Rollinia dolichopetala*. Recuperado el 11 de abril de 2018, de The IUCN Red List of Threatened Species 2003: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2003.RLTS.T42829A10756983.en>
- Negroni, R., Guelfand, L., & Perrone, M. (2011). *Manual de medios y reactivos del laboratorio de micología*. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires_Red de Micología, Buenos Aires.
- Ortiz, L. (1995). *Manual de gestión y aprovechamientos forestales de la madera*. Pontevedra.
- Oshiro, M. (2016). *Ficha estándar de familia del catálogo de bienes, servicios y obras del MEF*. Ficha estándar. Recuperado el 21 de marzo de 2018, de https://www.mef.gob.pe/contenidos/doc_siga/catalogo/ctlogo_familias_madera_cumala.pdf
- Peralta, N. (2009). *La industria maderera nacional, incidencia tributaria en su proceso productivo y de comercialización hasta el año 2009*. (Tesis de grado), Universidad Andina Simón Bolívar. Quito.
- Peréz, R. (2007). *Arboles, arbustos y palmas de Panamá*. Recuperado el 11 de Abril de 2018, de <http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?leng=spanish&specid=8589>
- Quichuela, D. (2015). *Aprovechamiento forestal semi-mecanizado de madera de Pinus Radiata D. Don (Pino) en plantaciones de la empresa Novopan del Ecuador S.A. en la parroquia Cebadas, Cantón Guamate Provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

- Quintanar, A., Angeles, G., & Zavala, J. (2009). Anatomía, índices físicos e hidráulicos de la madera de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. *Madera bosques*. pp. 71-91.
- Salinas, R. (2017). *Elaboración de un inventario florístico del Parque Regional Botánico Súcuca, ubicado en el cantón Súcuca, Provincia de Chimborazo*. (Prácticas pre-profesionales). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Salvador, M. (2010). *Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales*. Protocolo de campo. Asociación para la investigación y desarrollo Integral-AIDER, Pucallpa-Peru.
- Smithsonian Tropical Research Institute. (s.f.). *Arboles del Parque Nacional Sarigua y las Áreas Secas de los Alrededores*. Recuperado el 11 de Abril de 2018, de <http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/sarigua/species/68>
- Spavento, E., Keil, G., & Monteoliva, S. (2008). *Propiedades físicas de la madera*. Curso de Xilotecología. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/1689/mod_resource/content/0/Propiedades_Fisicas_2008.pdf
- Superintendencia de Bancos. (2017). *Explotación de viveros forestales y madera en pie*. Recuperado el 20 de marzo de 2017, de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/10/Ficha-Sectorial-Viveros-y-Madera-en-Pie.pdf>
- Tuset, R., & Duran, F. (1979). *Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización*. Monteideo - Uruguay: Agropecuaria hemisferio sur S.R.L.
- Valderrama, H. (1993). Características Tecnológicas y uso Industrial de Nuevas especies forestales de la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*, V: 5. N° S-2, P. 73-93.
- Valencia, R., Pitman, N., León Yanez, S., & Jorgensen, P. (2000). *Libro Rojo de Las Plantas Endémicas del Ecuador*. (2ª. ed.). Publicaciones del Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.
- Vásquez, M., & Ramírez, M. (2011). *Curso de anatomía e identificación de maderas*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Wodzicki, T. (2001). Natural factors affecting wood structure. *Wood Science and Technology*, 35: 5-26.

Woodcock, D. (1994). Occurrence of woods with a gradation in vessel diameter across the ring. *The International Association of Wood Anatomists* , 15: 377-385.

Wunder, S. (1996). *Los Caminos de la Madera. Una investigación de los usos domésticos y comerciales de los productos de la madera y su relación con el proceso de deforestación.* Recuperado el 11 de Abril de 2018, de <https://books.google.com.ec/books?id=fjvWBQAAQBAJ&pg=PA1&lpg=PA1&dq=para+un+aprovechamiento+forestal,+por+los+cuales+los+trabajos+m%C3%A1s+relevantes+sobre+temas+vinculados+est%C3%A1n+dedicados+a+describir+los+usos+internos+y+flujos+comerciales+de+la+made>

XII. ANEXOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS BOTÁNICOS

Ápice acuminado: con márgenes rectos y convexos que terminan en ángulo menos de 45 grados.

Caducifolio: (planta) que pierde sus hojas cada año

Diocas: son plantas unisexuales, cada individuo tiene su sexo

Estípula: pequeña espiga, típica de las Poaceae.

Flor estaminada: que se caracteriza por tener los es (Agustín & Hernández, 2011) también muy largos, delgados y llamativos

Hoja elíptica: en forma de elipse, redondeado o curvado y más ancho en la parte central.

Hoja oblonga: longitud: redondeada, más ancha en la base de la hoja.

Lenticela: es una protuberancia del tronco y ramas de los árboles que se ve a simple vista y que tiene un orificio lenticular; se utiliza para el intercambio de gases en sustitución de los estomas y no de los lisosomas de la epidermis ya desaparecida.

Monoicas: la planta tiene tanto flores masculinas como femeninas. Ambos tipos de flores se encuentran en la misma planta y su polinización es regularmente por el viento

Perianto: conjunto de las hojas florales que forman la envoltura de la flor.

Perennifolio: (árbol, planta, arbusto) que conserva su follaje todo el año.

Pubescente: (botánica) cualquier órgano vegetal (hoja, fruto) que presenta su superficie vellosa, cubierta de pelos finos y suaves.

Ritidoma: conjunto de tejidos muertos del tallo de las plantas leñosas que forma la parte exterior de la corteza que se resquebraja y se desprende.

Traqueida: es un tipo de célula conductora del xilema, por donde circula la savia bruta.

Anexo 1. Total de poros en las cuatro especies estudiadas.

	Análisis del 50 % de poros/placa/400mm ²					Total poros/placa/400mm ²
	Repeticiones	Poros Solitarios	Poros múltiples_2	Poros múltiples_3	Poros múltiples racemiformes	
<i>Trophis caucana</i>	R0	94	17	2	0	224
	R1	94	31	12	0	272
	R2	119	22	9	0	300
	R3	137	16	7	0	320
<i>Maclura tinctoria</i>	R0	42	36	3	3	168
	R1	53	26	4	2	170
	R2	102	35	7	2	292
	R3	111	21	4	1	274
<i>Clarisia racemosa</i>	R0	96	16	1	2	232
	R1	82	23	4	1	220
	R2	87	21	6	1	230
	R3	82	16	3	1	204
<i>Rollinia dolichopetala</i>	R0	103	19	1	0	248
	R1	117	24	1	2	288
	R2	100	25	2	1	256
	R3	75	24	1	3	208

Anexo 2. Análisis de medias de repeticiones del grupo de poros solitarios, múltiplos de 2 y 3 en base a sus diámetros y largos en *Trophis caucana*.

		<i>Trophis caucana</i>							
		R0		R1		R2		R3	
		No	\bar{x}	No	\bar{x}	No	\bar{x}	No	\bar{x}
Poros solitarios (μm)	Diámetro	11	110	64	96,56	78	85,13	49	99,18
	Largo	83	126,5	31	111,61	42	112,14	47	123,8
Poros múltiplos de 2 (μm)	Largo	17	161,8	31	175,48	24	141,67	14	149,3
Poros múltiplos de 3 (μm)	Largo	2	180	12	230,83	9	203,33	7	187,1

Anexo 3. Análisis de medias de repeticiones del grupo de poros solitarios, múltiplos de 2 y 3 en base a sus diámetros y largos en *Maclura tinctoria*.

		<i>Maclura tinctoria</i>							
		R0		R1		R2		R3	
		No	\bar{x}	No	\bar{x}	No	\bar{x}	No	\bar{x}
Poros solitarios (μm)	Diámetro	6	88,33	22	92,73	18	119,44	32	114,06
	Largo	36	132,2	31	135,81	83	155,06	79	153,16
Poros múltiplos de 2 (μm)	Largo	36	210,6	26	206,15	35	248,57	21	262,38
Poros múltiplos de 3 (μm)	Largo	3	300	4	277,5	7	384,29	4	317,5

Anexo 4. Análisis de medias de repeticiones del grupo de poros solitarios, múltiplos de 2 y 3 en base a sus diámetros y largos en *Clarisia racemosa*.

		<i>Clarisia racemosa</i>							
		<i>R0</i>		<i>R1</i>		<i>R2</i>		<i>R3</i>	
		No	\bar{x}	No	\bar{x}	No	\bar{x}	No	\bar{x}
Poros solitarios (μm)	Diámetro	21	126,67	11	93,64	18	111,11	18	97,8
	Largo	75	151,2	71	123,52	69	125,36	64	123
Poros múltiplos de 2 (μm)	Largo	16	235,63	23	166,09	21	163,81	16	167
Poros múltiplos de 3 (μm)	Largo	1	390	4	195	6	210	3	253

Anexo 5. Análisis de medias de repeticiones del grupo de poros solitarios, múltiplos de 2 y 3 en base a sus diámetros y largos en *Rollinia dolichopetala*.

		<i>Rollinia dolichopetala</i>							
		<i>R0</i>		<i>R1</i>		<i>R2</i>		<i>R3</i>	
		No	\bar{x}	No	\bar{x}	No	\bar{x}	No	\bar{x}
Poros solitarios (μm)	Diámetro	16	132,5	41	130	31	118,7	24	139
	Largo	87	143,5	90	168,1	68	154,6	51	182
Poros múltiplos de 2 (μm)	Largo	19	256,8	24	235,8	25	254	24	279
Poros múltiplos de 3 (μm)	Largo	1	200	1	330	2	255	1	340

Anexo 6. Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para el total de poros (μm) de las especies estudiadas.

Variable	N	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Total poros	12	0,00	34,93	0,94	0,6665

Anexo 7. Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para los diámetros (μm) de poros solitarios.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Diámetro	372	0,00	22,86	0,98	0,0090

Anexo 8. Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para la longitud de los largos (μm) de poros solitarios

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Largo	767	0,00	28,15	0,98	<0,0001

Anexo 9. Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 2.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Largo	284	0,00	49,31	0,97	0,0002

Anexo 10. Prueba de normalidad de Shapiro Wilks para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 3.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Largo	60	0,00	52,32	0,96	0,2433

Anexo 11. Prueba de Kruskal-Wallis para los diámetros (μm) de poros solitarios.

Variable	ESPECIES	N	Medias	D.E.	H	P
Diámetro	<i>T. caucana</i>	191	92,57	21,18	99,00	<0,0001
Diámetro	<i>M. tinctoria</i>	63	108,57	26,20		
Diámetro	<i>C. racemosa</i>	47	101,91	19,30		
Diámetro	<i>R. dolichopetala</i>	71	131,55	26,44		

Anexo 12. Prueba de Kruskal-Wallis para la longitud de los largos (μm) de poros solitarios.

Variable	ESPECIES	N	Medias	D.E.	H	P
Largo	<i>T. caucana</i>	161	123,42	27,09	247,08	<0,0001
Largo	<i>M. tinctoria</i>	193	151,19	32,13		
Largo	<i>C. racemosa</i>	204	123,87	24,30		
Largo	<i>R. dolichopetala</i>	209	166,99	28,72		

Anexo 13. Prueba de Kruskal-Wallis para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 2.

Variable	ESPECIES	N	Medias	D.E.	H	P
Largo	<i>T. caucana</i>	69	158,41	36,20	138,61	<0,0001
Largo	<i>M. tinctoria</i>	82	238,66	60,32		
Largo	<i>C. racemosa</i>	60	165,50	42,60		
Largo	<i>R. dolichopetala</i>	73	256,30	52,32		

Anexo 14. Análisis de la varianza para la longitud de los largos (μm) de poros múltiples de 3.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo	60	0,53	0,50	21,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	182242,40	3	60747,47	21,06	<0,0001
ESPECIES	182242,40	3	60747,47	21,06	<0,0001
Error	161530,93	56	2884,48		
Total	343773,33	59			

Anexo 15. Base de datos *Trophis caucana*.

Poros solitarios					Poros Múltiples_2				Poros Múltiples_3				
Repetici ones	Diám etro	Repetici ones	larg o 1	anch o1	Repetici ones	larg o2	anch o 1	anch o 2	Repetici ones	larg o3	anch o 1	anch o 2	anch o 3
R0	100	R0	130	60	R0	150	80	50	R0	140	100	80	100
R0	120	R0	130	110	R0	160	110	90	R0	220	220	130	100
R0	90	R0	110	80	R0	150	100	110	R1	210	210	80	90
R0	90	R0	120	80	R0	150	140	70	R1	220	220	50	50
R0	130	R0	130	70	R0	160	120	80	R1	230	230	80	60
R0	120	R0	100	70	R0	160	140	110	R1	220	220	110	90
R0	110	R0	110	70	R0	140	80	80	R1	230	230	120	110
R0	100	R0	70	50	R0	200	60	40	R1	200	200	120	120
R0	130	R0	100	90	R0	140	100	60	R1	220	220	120	100
R0	120	R0	110	80	R0	170	60	70	R1	260	260	140	120
R0	100	R0	180	60	R0	130	70	60	R1	200	200	120	110
R1	70	R0	120	80	R0	170	120	110	R1	240	240	130	110
R1	100	R0	100	40	R0	180	90	130	R1	250	250	110	120
R1	100	R0	90	70	R0	210	120	130	R1	290	290	120	80
R1	110	R0	110	50	R0	160	110	140	R2	170	170	60	60
R1	80	R0	140	100	R0	180	100	90	R2	210	210	70	60
R1	90	R0	150	90	R0	140	90	80	R2	200	200	30	40
R1	110	R0	90	50	R1	130	110	100	R2	130	130	70	80
R1	110	R0	180	90	R1	120	100	100	R2	200	200	100	70
R1	60	R0	120	80	R1	180	130	130	R2	250	250	140	110
R1	60	R0	90	70	R1	130	100	80	R2	170	170	70	90
R1	70	R0	130	110	R1	150	70	90	R2	300	300	80	110

R1	110	R0	120	70	R1	110	70	70	R2	200	200	90	110
R1	130	R0	140	70	R1	180	130	130	R3	180	180	90	50
R1	60	R0	120	70	R1	170	70	90	R3	150	150	110	60
R1	140	R0	160	80	R1	190	90	80	R3	160	160	100	40
R1	80	R0	140	80	R1	150	100	90	R3	200	200	140	150
R1	110	R0	140	110	R1	190	80	110	R3	260	260	110	120
R1	70	R0	100	60	R1	180	130	120	R3	200	200	140	130
R1	60	R0	140	100	R1	290	150	160	R3	160	160	90	90
R1	70	R0	160	120	R1	190	110	120					
R1	130	R0	120	80	R1	220	110	100					
R1	110	R0	140	90	R1	200	120	110					
R1	100	R0	120	100	R1	160	120	120					
R1	130	R0	100	70	R1	200	130	100					
R1	110	R0	140	110	R1	140	100	110					
R1	120	R0	130	70	R1	170	70	50					
R1	120	R0	120	100	R1	200	120	120					
R1	100	R0	120	90	R1	200	100	80					
R1	100	R0	100	90	R1	150	60	80					
R1	100	R0	120	90	R1	170	120	120					
R1	150	R0	150	70	R1	170	80	60					
R1	120	R0	100	60	R1	190	110	80					
R1	120	R0	110	80	R1	170	130	120					
R1	80	R0	130	90	R1	170	100	110					
R1	90	R0	90	60	R1	180	90	70					
R1	110	R0	150	110	R1	150	90	80					
R1	100	R0	150	70	R1	240	110	80					
R1	100	R0	140	70	R2	130	60	60					
R1	110	R0	120	80	R2	150	100	90					
R1	140	R0	80	60	R2	150	60	60					
R1	100	R0	120	40	R2	120	50	70					
R1	70	R0	120	100	R2	120	80	70					
R1	120	R0	140	60	R2	170	70	80					
R1	80	R0	110	70	R2	150	80	60					
R1	80	R0	130	100	R2	130	80	90					
R1	80	R0	140	100	R2	120	100	100					
R1	100	R0	110	60	R2	160	120	110					
R1	90	R0	150	90	R2	150	100	80					
R1	110	R0	130	60	R2	150	90	120					
R1	80	R0	160	100	R2	200	100	110					
R1	90	R0	140	120	R2	110	70	70					
R1	120	R0	130	120	R2	110	70	70					
R1	110	R0	170	60	R2	120	100	90					
R1	60	R0	160	100	R2	150	50	50					
R1	70	R0	90	70	R2	150	60	70					
R1	120	R0	150	80	R2	150	100	100					
R1	100	R0	140	70	R2	170	80	80					
R1	80	R0	100	80	R2	130	70	60					
R1	90	R0	120	90	R2	140	80	70					
R1	60	R0	120	100	R3	140	90	90					
R1	100	R0	130	90	R3	80	110	110					
R1	90	R0	130	60	R2	150	90	80					
R1	80	R0	150	90	R3	120	100	110					
R1	70	R0	100	110	R3	130	130	100					
R2	90	R0	150	100	R3	200	100	90					
R2	60	R0	110	90	R3	110	90	70					
R2	70	R0	100	70	R2	120	90	110					
R2	70	R0	110	80	R3	130	100	90					
R2	80	R0	140	110	R3	150	110	110					
R2	100	R0	180	100	R3	190	110	150					
R2	100	R0	170	100	R3	140	130	100					
R2	80	R0	140	90	R3	190	130	140					
R2	60	R1	100	60	R3	240	120	100					
R2	50	R1	120	70	R3	120	110	60					
R2	90	R1	100	50	R3	150	110	120					

R2	70	R1	100	60
R2	50	R1	100	70
R2	90	R1	100	60
R2	70	R1	80	130
R2	100	R1	80	60
R2	90	R1	90	50
R2	120	R1	100	60
R2	90	R1	100	80
R2	70	R1	130	100
R2	70	R1	100	70
R2	90	R1	100	70
R2	70	R1	120	60
R2	60	R1	100	50
R2	100	R1	100	70
R2	90	R1	100	60
R2	90	R1	130	100
R2	90	R1	120	80
R2	110	R1	180	50
R2	70	R1	130	70
R2	80	R1	120	80
R2	130	R1	160	70
R2	100	R1	100	60
R2	50	R1	120	80
R2	100	R1	120	70
R2	110	R1	120	70
R2	120	R1	110	70
R2	100	R1	110	70
R2	60	R1	120	110
R2	60	R2	110	50
R2	90	R2	110	70
R2	90	R2	90	60
R2	80	R2	110	60
R2	90	R2	120	90
R2	80	R2	100	60
R2	90	R2	90	50
R2	60	R2	130	50
R2	90	R2	110	60
R2	100	R2	140	80
R2	70	R2	100	50
R2	120	R2	100	50
R2	110	R2	120	90
R2	70	R2	150	110
R2	100	R2	140	90
R2	100	R2	150	70
R2	110	R2	130	70
R2	110	R2	110	90
R2	110	R2	110	70
R2	90	R2	110	70
R2	70	R2	130	100
R2	90	R2	100	70
R2	100	R2	160	110
R2	80	R2	110	70
R2	60	R2	120	90
R2	80	R2	60	50
R2	80	R2	110	60
R2	60	R2	110	70
R2	70	R2	100	70
R2	80	R2	90	60
R2	100	R2	100	60
R2	70	R2	110	60
R2	90	R2	90	50
R2	80	R2	90	40
R2	60	R2	110	60
R2	80	R2	90	60

R2	90	R2	130	90
R2	110	R2	100	70
R2	80	R2	120	90
R3	100	R2	100	50
R3	90	R2	100	70
R3	110	R2	150	100
R3	90	R3	110	90
R3	50	R3	120	80
R3	80	R3	80	60
R3	100	R3	100	70
R3	60	R3	110	80
R3	110	R3	80	60
R3	120	R3	100	80
R3	110	R3	110	60
R3	100	R3	110	90
R3	90	R3	100	90
R3	90	R3	100	60
R3	110	R3	100	110
R3	110	R3	130	120
R3	100	R3	120	90
R3	110	R3	130	110
R3	80	R3	110	90
R3	80	R3	120	110
R3	100	R3	120	50
R3	90	R3	140	100
R3	130	R3	130	90
R3	110	R3	140	100
R3	130	R3	150	110
R3	120	R3	140	100
R3	110	R3	110	70
R3	110	R3	140	100
R3	100	R3	120	110
R3	60	R3	110	70
R3	60	R3	120	70
R3	110	R3	120	60
R3	90	R3	150	120
R3	70	R3	180	140
R3	120	R3	160	110
R3	100	R3	130	80
R3	100	R3	130	90
R3	130	R3	160	80
R3	120	R3	160	90
R3	120	R3	160	80
R3	140	R3	140	80
R3	100	R3	100	50
R3	100	R3	110	60
R3	70	R3	80	60
R3	100	R3	110	60
R3	120	R3	150	80
R3	110	R3	180	140
R3	60	R3	110	70
R3	90	R3	100	60
		R3	140	100

Anexo 16. Base de datos *Clarisia racemosa*.

Repeticiones	Poros solitarios				Poros múltiples 2				Poros múltiples 3				Poros múltiples racemiformes							
	Diámetro	Repeticiones	largo	ancho	Repeticiones	largo	ancho 1	ancho 2	Repeticiones	largo	ancho 1	ancho 2	ancho 3	Repeticiones	largo	ancho 1	largo	ancho 2	largo	ancho 3
R0	130	R0	120	170	R0	320	120	90	R0	390	140	200	170	R0	150	90	210	90	110	100
R0	110	R0	140	110	R0	230	160	120	R1	150	100	100	70	R0	110	90	150	100	130	120

R3	100	R0	170	100	R3	140	80	100
R3	100	R0	140	100	R3	130	90	90
		R0	170	110	R3	220	120	100
		R0	180	130	R3	140	80	80
		R0	240	140	R3	130	110	120
		R0	150	90	R3	150	80	150
		R0	140	90	R3	150	90	100
		R0	140	100	R3	210	140	70
		R0	140	100	R3	200	50	110
		R1	170	80	R3	230	150	120
		R1	130	100				
		R1	140	100				
		R1	150	40				
		R1	110	90				
		R1	90	50				
		R1	50	40				
		R1	130	100				
		R1	130	60				
		R1	110	50				
		R1	120	100				
		R1	150	100				
		R1	120	60				
		R1	130	110				
		R1	120	90				
		R1	120	110				
		R1	160	70				
		R1	120	90				
		R1	110	50				
		R1	130	100				
		R1	120	80				
		R1	150	70				
		R1	150	120				
		R1	110	50				
		R1	100	70				
		R1	140	100				
		R1	130	100				
		R1	150	120				
		R1	160	120				
		R1	140	60				
		R1	130	100				
		R1	140	90				
		R1	100	50				
		R1	100	70				
		R1	90	50				
		R1	100	40				
		R1	140	70				
		R1	130	40				
		R1	110	40				
		R1	140	50				
		R1	80	40				
		R1	150	90				
		R1	140	80				
		R1	120	100				
		R1	120	70				
		R1	110	60				
		R1	120	50				
		R1	100	60				
		R1	100	80				
		R1	120	90				
		R1	120	50				
		R1	110	80				
		R1	100	90				
		R1	110	70				
		R1	150	120				

R1	120	90
R1	190	100
R1	120	80
R1	170	80
R1	130	80
R1	160	100
R1	130	80
R1	100	70
R1	120	80
R1	100	70
R1	100	80
R1	110	50
R1	130	70
R1	120	70
R1	100	60
R1	100	60
R2	100	90
R2	90	80
R2	130	100
R2	140	110
R2	120	100
R2	150	100
R2	130	100
R2	130	100
R2	120	100
R2	90	60
R2	90	80
R2	110	100
R2	100	70
R2	120	70
R2	110	70
R2	100	50
R2	100	50
R2	110	60
R2	130	110
R2	110	90
R2	100	80
R2	110	60
R2	120	50
R2	110	60
R2	120	70
R2	120	50
R2	170	70
R2	150	80
R2	130	50
R2	100	50
R2	150	100
R2	130	70
R2	130	40
R2	120	80
R2	150	90
R2	130	80
R2	150	80
R2	120	90
R2	140	90
R2	130	40
R2	150	60
R2	160	90
R2	160	80
R2	150	60
R2	140	80
R2	110	50
R2	190	70
R2	120	50

R2	200	90
R2	130	100
R2	110	80
R2	150	60
R2	120	80
R2	80	50
R2	160	110
R2	130	60
R2	180	90
R2	140	100
R2	160	80
R2	130	100
R2	110	90
R2	100	80
R2	110	60
R2	90	30
R2	80	50
R2	110	60
R2	110	70
R2	90	80
R2	120	80
R3	150	90
R3	100	60
R3	120	100
R3	150	90
R3	120	80
R3	100	70
R3	100	60
R3	150	70
R3	110	70
R3	150	60
R3	110	80
R3	140	110
R3	140	80
R3	150	80
R3	90	60
R3	190	90
R3	130	80
R3	180	100
R3	130	90
R3	130	50
R3	130	60
R3	100	50
R3	100	60
R3	150	60
R3	120	70
R3	160	100
R3	110	40
R3	110	70
R3	100	50
R3	100	80
R3	110	60
R3	170	110
R3	100	50
R3	140	90
R3	120	80
R3	150	100
R3	150	80
R3	70	50
R3	150	110
R3	140	90
R3	160	90
R3	100	50
R3	140	60

R2	160	R0	110	50	R0	180	70	70
R2	110	R0	130	100	R0	220	110	120
R2	140	R1	190	140	R1	250	100	70
R2	140	R1	100	80	R1	220	110	110
R2	140	R1	140	90	R1	200	90	50
R2	120	R1	150	120	R1	220	90	80
R2	100	R1	120	100	R1	190	70	50
R2	100	R1	100	50	R1	230	100	80
R2	150	R1	110	80	R1	180	80	80
R2	130	R1	200	150	R1	240	90	80
R2	110	R1	130	90	R1	240	50	60
R2	120	R1	160	100	R1	160	50	40
R3	100	R1	180	90	R1	180	60	60
R3	130	R1	120	60	R1	160	80	60
R3	130	R1	110	60	R1	200	180	150
R3	180	R1	100	50	R1	220	180	190
R3	120	R1	150	100	R1	230	90	130
R3	80	R1	120	70	R1	200	110	80
R3	80	R1	110	80	R1	200	40	100
R3	60	R1	90	70	R1	210	80	100
R3	120	R1	90	50	R1	200	90	90
R3	100	R1	140	100	R1	240	100	110
R3	130	R1	140	70	R1	150	100	100
R3	110	R1	200	100	R1	230	50	90
R3	100	R1	130	80	R1	150	90	60
R3	70	R1	100	60	R1	220	90	110
R3	70	R1	140	80	R1	230	70	80
R3	110	R1	150	80	R1	210	70	110
R3	120	R1	150	120	R2	250	120	150
R3	100	R1	140	90	R2	220	110	80
R3	110	R1	180	80	R2	310	100	110
R3	140	R1	120	70	R2	250	80	70
R3	140	R1	150	110	R2	190	100	130
R3	150	R2	140	100	R2	300	180	180
R3	100	R2	150	90	R2	300	140	120
R3	140	R2	150	100	R2	220	60	120
R3	140	R2	110	70	R2	240	150	100
R3	100	R2	130	100	R2	200	140	150
R3	90	R2	180	130	R2	260	160	90
R3	150	R2	170	130	R2	200	120	140
R3	90	R2	130	70	R2	200	70	140
R3	150	R2	160	110	R2	200	120	100
R3	140	R2	150	100	R2	200	100	130
R3	100	R2	130	80	R2	300	140	160
		R2	130	90	R2	330	170	100
		R2	130	110	R2	300	140	80
		R2	160	110	R2	240	50	110
		R2	130	90	R2	400	170	140
		R2	130	100	R2	330	170	110
		R2	150	110	R2	280	130	70
		R2	130	90	R2	200	120	110
		R2	160	100	R2	150	70	50
		R2	140	90	R2	250	100	90
		R2	150	120	R2	270	90	160
		R2	120	110	R2	140	50	70
		R2	150	90	R2	260	120	90
		R2	150	100	R2	180	110	120
		R2	180	80	R2	240	170	100
		R2	200	130	R2	180	90	110
		R2	180	110	R2	220	110	100
		R2	240	140	R2	300	90	120
		R2	140	90	R2	260	120	90
		R2	170	100	R2	330	150	170
		R2	110	90	R3	250	70	80

R2	160	110	R3	300	100	90
R2	130	110	R3	240	110	140
R2	160	100	R3	200	160	40
R2	130	100	R3	210	110	140
R2	120	90	R3	160	90	120
R2	180	50	R3	160	90	100
R2	150	100	R3	300	70	130
R2	160	110	R3	490	120	80
R2	130	110	R3	310	90	40
R2	150	90	R3	290	120	150
R2	120	90	R3	250	100	80
R2	160	110	R3	300	140	100
R2	220	140	R3	170	100	120
R2	100	80	R3	300	150	120
R2	220	190	R3	300	100	130
R2	170	120	R3	310	250	150
R2	170	80	R3	200	100	80
R2	140	100	R3	200	140	130
R2	180	100	R3	350	160	150
R2	170	120	R3	220	100	120
R2	170	110				
R2	170	120				
R2	140	130				
R2	200	120				
R2	180	60				
R2	160	110				
R2	110	50				
R2	190	100				
R2	220	70				
R2	160	100				
R2	130	90				
R2	180	110				
R2	180	110				
R2	180	90				
R2	170	70				
R2	210	100				
R2	140	110				
R2	130	60				
R2	160	110				
R2	120	110				
R2	110	70				
R2	130	100				
R2	130	80				
R2	160	110				
R2	140	100				
R2	160	130				
R2	170	140				
R2	120	80				
R2	190	100				
R2	120	100				
R2	150	100				
R2	220	130				
R3	120	90				
R3	210	140				
R3	150	90				
R3	140	90				
R3	170	100				
R3	130	100				
R3	170	70				
R3	90	70				
R3	140	90				
R3	100	50				
R3	130	60				
R3	160	110				

R3	200	80
R3	180	110
R3	160	90
R3	120	80
R3	160	70
R3	120	90
R3	160	110
R3	110	80
R3	170	110
R3	170	70
R3	150	130
R3	120	90
R3	220	100
R3	170	120
R3	130	120
R3	190	130
R3	100	80
R3	160	90
R3	170	90
R3	170	100
R3	170	70
R3	180	110
R3	140	120
R3	100	90
R3	150	130
R3	200	100
R3	150	70
R3	190	80
R3	180	100
R3	150	70
R3	190	90
R3	140	100
R3	270	100
R3	100	80
R3	140	90
R3	110	90
R3	110	80
R3	150	90
R3	130	90
R3	160	110
R3	90	40
R3	90	70
R3	160	100
R3	110	80
R3	140	110
R3	160	100
R3	150	60
R3	140	80
R3	120	90
R3	150	80
R3	200	130
R3	200	110
R3	180	60
R3	160	80
R3	220	110
R3	150	90
R3	170	120
R3	180	160
R3	180	150
R3	140	120
R3	150	120
R3	140	110
R3	170	120
R3	150	100

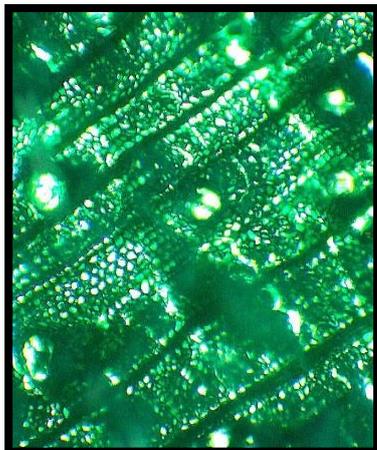
R1	120	R0	150	90	R2	200	120	80
R1	130	R0	180	100	R2	250	160	190
R1	110	R0	130	60	R2	260	100	130
R1	120	R0	150	100	R2	230	210	160
R1	160	R0	160	80	R2	310	120	160
R2	130	R0	150	130	R2	200	100	110
R2	120	R0	150	130	R2	260	150	130
R2	90	R0	110	80	R2	310	140	140
R2	100	R0	160	110	R2	330	120	170
R2	150	R0	130	100	R2	240	150	150
R2	110	R0	140	70	R2	320	120	150
R2	110	R0	120	70	R2	250	150	130
R2	100	R0	130	100	R2	230	110	140
R2	150	R0	120	60	R2	180	100	80
R2	150	R0	120	110	R2	150	100	60
R2	140	R0	110	70	R2	260	110	150
R2	100	R0	140	90	R3	260	210	190
R2	110	R0	150	90	R3	320	200	130
R2	120	R0	160	70	R3	220	130	120
R2	100	R0	130	80	R3	310	150	120
R2	120	R0	150	100	R3	280	120	110
R2	120	R0	190	80	R3	280	110	60
R2	120	R0	120	90	R3	240	110	80
R2	90	R0	130	90	R3	200	100	80
R2	120	R0	120	80	R3	200	110	110
R2	120	R0	160	100	R3	300	160	120
R2	110	R0	160	60	R3	300	140	110
R2	130	R0	150	60	R3	260	160	150
R2	90	R0	120	80	R3	290	160	140
R2	180	R0	140	40	R3	310	110	100
R2	130	R0	110	70	R3	420	150	110
R2	150	R0	110	50	R3	260	170	140
R2	100	R0	170	120	R3	340	130	140
R2	140	R0	200	140	R3	260	130	130
R2	100	R0	160	70	R3	320	140	150
R2	80	R1	160	120	R3	270	100	110
R3	110	R1	140	70	R3	320	130	130
R3	160	R1	160	100	R3	250	160	160
R3	150	R1	140	90	R3	230	140	120
R3	120	R1	150	110	R3	260	170	160
R3	130	R1	140	100				
R3	120	R1	150	70				
R3	220	R1	170	120				
R3	150	R1	170	110				
R3	130	R1	200	130				
R3	160	R1	180	120				
R3	190	R1	200	90				
R3	200	R1	130	100				
R3	160	R1	180	120				
R3	90	R1	200	110				
R3	120	R1	200	110				
R3	130	R1	190	80				
R3	100	R1	150	100				
R3	100	R1	150	120				
R3	140	R1	130	110				
R3	120	R1	150	120				
R3	150	R1	150	120				
R3	100	R1	140	110				
R3	170	R1	120	100				
R3	120	R1	140	80				
		R1	150	80				
		R1	130	70				
		R1	150	90				
		R1	160	120				

R1	200	130
R1	170	120
R1	160	100
R1	150	120
R1	200	120
R1	170	110
R1	200	90
R1	180	100
R1	190	80
R1	190	110
R1	190	100
R1	200	130
R1	150	100
R1	130	100
R1	150	100
R1	150	100
R1	150	120
R1	200	130
R1	190	10
R1	130	110
R1	150	110
R1	210	140
R1	170	110
R1	210	130
R1	180	120
R1	200	90
R1	170	80
R1	100	80
R1	150	120
R1	200	130
R1	170	100
R1	180	110
R1	160	110
R1	160	110
R1	150	120
R1	160	130
R1	190	120
R1	160	120
R1	160	110
R1	210	130
R1	210	120
R1	180	110
R1	160	130
R1	160	60
R1	160	110
R1	160	130
R1	190	110
R1	180	140
R1	200	110
R1	210	150
R1	120	70
R1	190	110
R1	200	100
R1	200	100
R1	150	80
R1	160	120
R1	160	140
R1	180	140
R1	170	120
R1	150	110
R1	170	100
R2	130	100
R2	140	60
R2	130	60

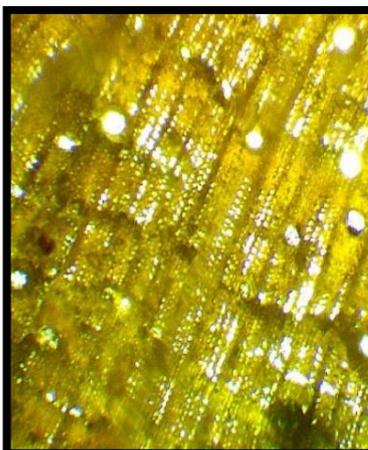
R2	170	130
R2	150	90
R2	160	110
R2	120	80
R2	120	90
R2	140	90
R2	100	70
R2	150	100
R2	130	80
R2	140	90
R2	130	90
R2	140	110
R2	140	110
R2	110	60
R2	150	110
R2	140	100
R2	120	80
R2	120	80
R2	150	120
R2	150	80
R2	130	90
R2	170	120
R2	200	120
R2	170	120
R2	160	110
R2	180	100
R2	190	140
R2	170	120
R2	120	100
R2	160	110
R2	140	100
R2	140	100
R2	170	110
R2	160	100
R2	170	100
R2	200	160
R2	140	100
R2	150	80
R2	170	120
R2	160	110
R2	170	120
R2	190	100
R2	160	130
R2	190	140
R2	230	150
R2	180	130
R2	200	120
R2	140	90
R2	150	100
R2	200	120
R2	150	100
R2	200	70
R2	150	120
R2	160	100
R2	150	100
R2	140	100
R2	140	70
R2	150	100
R2	170	110
R2	130	80
R2	140	110
R2	150	110
R2	200	140
R2	150	100

R2	140	130
R3	150	100
R3	170	80
R3	220	100
R3	210	120
R3	240	130
R3	160	120
R3	150	110
R3	220	170
R3	200	140
R3	170	120
R3	180	110
R3	170	130
R3	140	90
R3	180	100
R3	150	120
R3	150	100
R3	160	130
R3	180	110
R3	170	120
R3	170	90
R3	160	120
R3	160	120
R3	170	110
R3	150	130
R3	180	130
R3	240	140
R3	200	130
R3	230	170
R3	170	130
R3	170	120
R3	190	10
R3	200	140
R3	210	180
R3	250	140
R3	230	90
R3	220	120
R3	210	110
R3	240	150
R3	190	120
R3	150	80
R3	220	100
R3	200	100
R3	160	90
R3	130	100
R3	150	100
R3	180	110
R3	170	110
R3	110	80
R3	150	80
R3	150	110

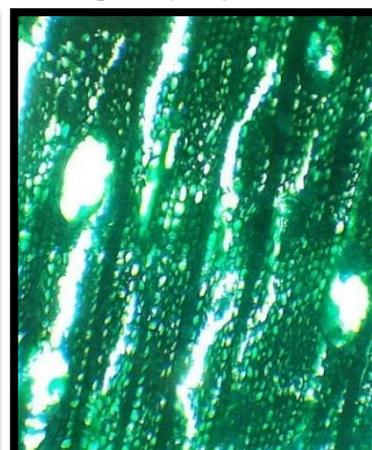
Anexo 19. Corte en la sección transversal de *Clarisia racemosa* con verde brillante (4x).



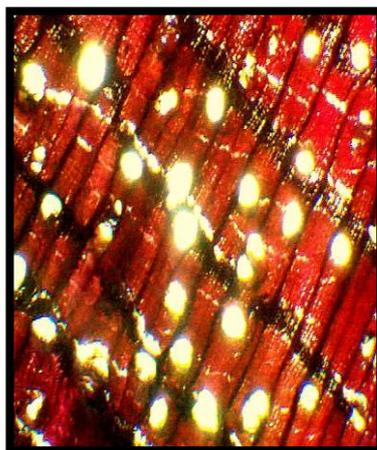
Anexo 20. Corte en la sección transversal de *Clarisia racemosa* con azul brillante (4x).



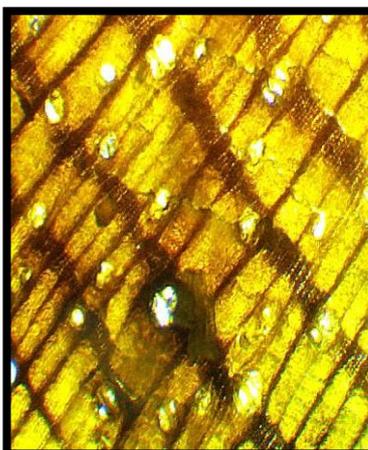
Anexo 21. Corte en la sección transversal de *Clarisia racemosa* verde malaquita (10x).



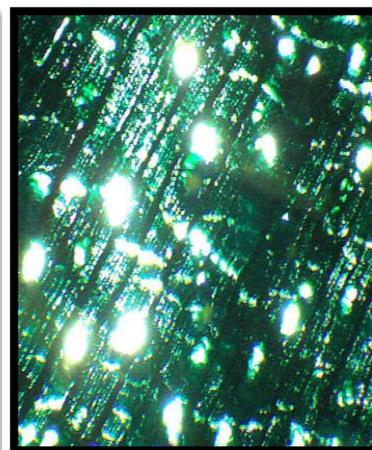
Anexo 22. Corte en la sección transversal de *Trophis caucana* con safranina (4x).



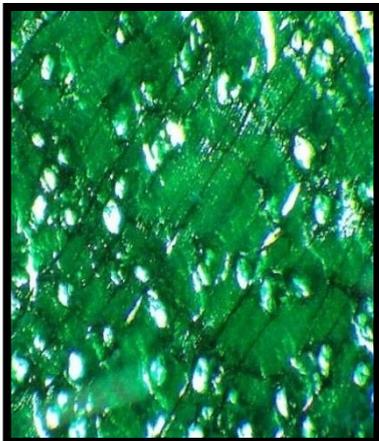
Anexo 23. Corte en la sección transversal de *Trophis caucana* con azul brillante (4x).



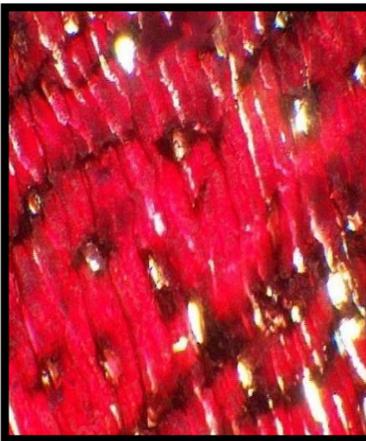
Anexo 24. Corte en la sección transversal de *Trophis caucana* con verde malaquita (4x).



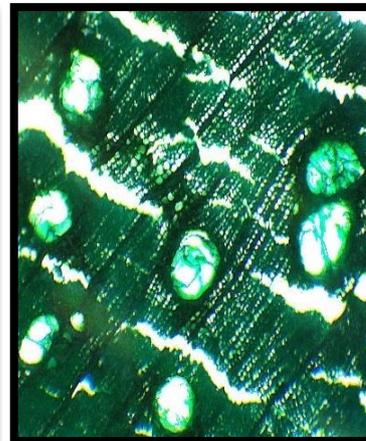
Anexo 25. Corte en la sección de *Maclura tinctoria* transversal con verde brillante (4x).



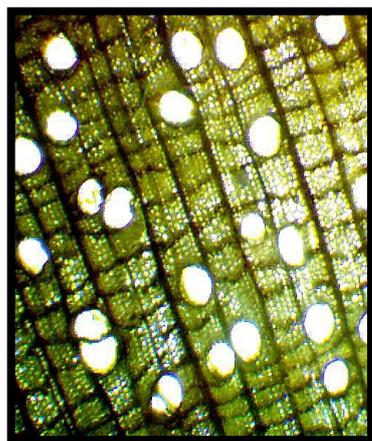
Anexo 26. Corte en la sección de *Maclura tinctoria* transversal con safranina (4x).



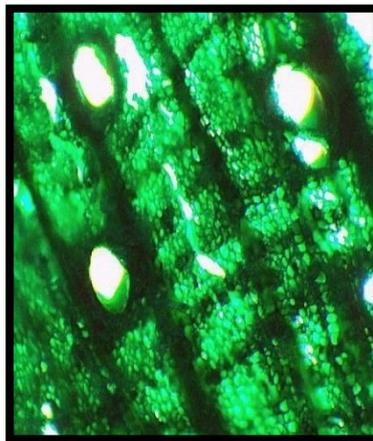
Anexo 27. Corte en la sección transversal de *Maclura tinctoria* con verde malaquita (10x).



Anexo 28. Corte en la sección transversal de *Rollinia dolichopetala* con azul brillante (4x).



Anexo 29. Corte en la sección transversal de *Rollinia dolichopetala* con verde brillante (10x).



Anexo 30. Muestras de *Clarisia racemosa*, *Trophis caucana*, *Rollinia dolichopetala* y *Maclura tinctoria*.



Anexo 31. Corte en los cubos de madera 2x2x2 cm.



Anexo 32. Cubos de madera 2x2x2 cm y probetas 2 cm espesor x 5 cm ancho x 15 cm largo.



Anexo 33. Determinación de color de madera en la Tabla de Munsell.



Anexo 34. Filtración con papel filtro de los diferentes tintes.



Anexo 35. Preparación de las soluciones de Verde malaquita, azul brillante, verde brillante y safranina.



Anexo 36. Muestras de las especies en agua destilada.



Anexo 37. Muestras ablandadas de las especies.



Anexo 38. Corte de las muestras en el micrótopo.



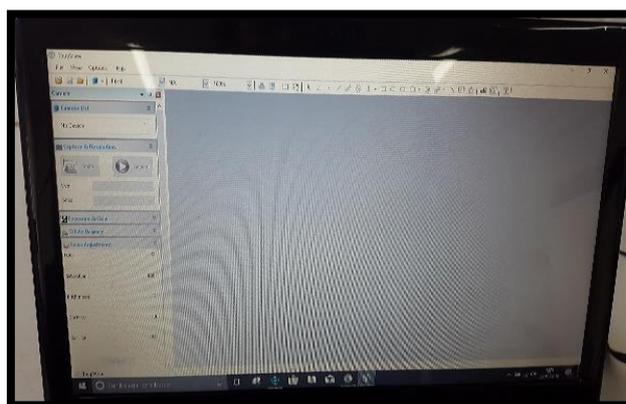
Anexo 39. Preparación de las placas en los cuatro tintes.



Anexo 40. Análisis de las placas en el microscopio con cámara An Scope.



Anexo 41. Software Toup View (x64).



Anexo 43. Medición del peso de los cubos de madera.



Anexo 42. Medición del volumen de agua absorbido de cada cubo de madera.

