



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

CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE *Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia*, *Triplaris americana*, MEDIANTE TINCIONES, PROCEDENTES DEL PARQUE BOTÁNICO SUCUA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

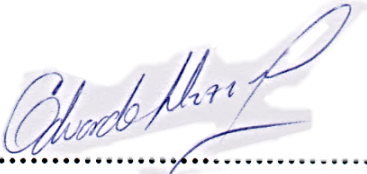
PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE
INGENIERA FORESTAL

ERICA YESENIA LLERENA YUNGAN

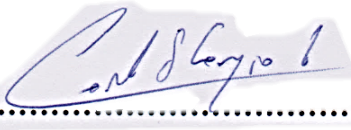
HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado: **CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE *Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia*, *Triplaris americana*, MEDIANTE TINCIONES, PROCEDENTES DEL PARQUE BOTÁNICO SUCÚA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO**, de responsabilidad de la Srta. Erica Yesenia Llerena Yungan, ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

1. 
.....
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda
DIRECTOR

21 - 05 - 2018
.....
Fecha

2. 
.....
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba
ASESOR

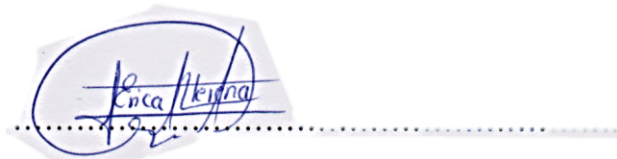
21 - 05 - 2018.
.....
Fecha

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Erica Yesenia Llerena Yungan declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados de este 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, 24 de mayo de 2018



Erica Yesenia Llerena Yungan

060582622-1

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo es de propiedad intelectual de la autora y de la escuela de ingeniería forestal de la ESPOCH

DEDICATORIA

En el transcurso de mi carrera, cada día al despertar muchos sentimientos me invadían, a veces el cansancio la nostalgia, la tristeza y la alegría; aprendí de todos quienes me brindaron palabras de ánimo, de perseverancia, el no desmayar ante nada. Quiero dedicar el presente trabajo a mi madre Norma quien ha sido mi motor, mi guía, a mi padre Silverio que día a día con su lucha me regala lecciones diarias de vida. A mi hermano Jefferson que desde mis inicios siempre me brindó su compañía y apoyo incondicional, a mi hermana Margot que desde el cielo cuida de mí. A ti Santiago mi esposo mi gran amor a tí que siempre acompañaste cada rabietta, cada berrinche, cada enojo y cada alegría; me brindaste una sonrisa y un abrazo sincero cuando más lo necesite, a ti por ser mi inspiración. Y en especial a mi hijo Dominick que es la razón de seguir adelante sin rendirme, el ser más tierno y sublime que me impulsa a levantarme cada día siendo una persona que quiere dar lo mejor de sí misma sin mirar atrás todo por ustedes quienes han sido la luz en mi camino.... LOS AMO...

AGRADECIMIENTO

Con profunda nostalgia al culminar esta gran etapa de mi vida, tengo que agradecer en primer lugar:

A mi Dios por haberme brindado salud, vida, guiándome para alcanzar este gran triunfo y darme a unos maravillosos padres, que con sus aciertos y traspiés forjaron en mí una mujer que va en busca de sus sueños, que al caer tiene que aprender a levantarse aprendiendo de sus errores.

A cada persona que me supo brindar apoyo, amistad, confianza y su respeto. A cada maestro que día a día comparten sus conocimientos para la formación de nuevos profesionales en esta noble institución.

En especial a mi director y amigo Ing. Eduardo Salazar, Al Ing. Carlos Carpio, miembro de tesis y admirable guía.

A la Ing. Ana Cunachi una excelente amiga y profesional, Al Ing. Rigoberto Mancheno por sus conocimientos y paciencia impartida.

Gratitudes para todos ustedes con su apoyo desinteresado logré alcanzar este maravilloso logro.

Erica Llerena

ÍNDICE

Lista de tablas	iv
Lista de figuras.....	v
Lista de anexos.....	vi
I. CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE <i>Ilex guayusa</i> , <i>Dacryodes peruviana</i> , <i>Terminalia amazonia</i> , <i>Triplaris americana</i> , MEDIANTE TINCIONES, PROCEDENTES DEL PARQUE BOTÁNICO SUCÚA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. OBJETIVOS	4
1. General.....	4
2. Específicos	4
V. HIPÓTESIS	5
1. Hipótesis nula	5
2. Hipótesis alternativa	5
VI. REVISIÓN DE LITERATURA	6
1. DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA	6
A. FAMILIA AQUIFOLIACEAE.....	6
<i>Ilex guayusa</i>	7
Usos.....	8
B. FAMILIA BURSERACEAE.....	9
<i>Dacryodes peruviana</i>	10
Usos.....	10
C. FAMILIA COMBRETACEAE	11
<i>Terminalia amazonia</i>	12
Usos.....	13
D. FAMILIA POLYGONACEAE	13

<i>Triplaris americana</i>	13
Usos.....	14
2. LA ANATOMÍA DE LA MADERA	15
3. ESTRUCTURA ANATÓMICA.....	16
1. Partes de una sección transversal.....	16
2. Planos de estudio de la madera	18
4. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	18
a. Color	18
b. Olor	19
c. Lustre o brillo.....	19
d. Grano	19
e. Textura	20
f. Veteado	20
g. Poros o vaso	21
h. Parénquima	21
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	22
1. Localización.....	22
2. Ubicación geográfica	22
3. Condiciones climatológicas	22
4. Clasificación Ecológica	22
5. Materiales de laboratorio	22
6. Materiales de oficina.....	23
7. Materiales informáticos	23
VIII. METODOLOGÍA.....	24
IX. RESULTADOS	33
X. DISCUSIÓN	53
XI. CONCLUSIONES	57

XII. RECOMENDACIONES.....	58
XIII. RESUMEN	59
XIV. SUMMARY	60
XV. BIBLIOGRAFÍA	61
XVI. ANEXOS	71

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Ciclos de ablandamiento de especies en estudio	24
Tabla 2. Características anatómicas observadas con los cuatro tintes en corte transversal de las cuatro especies estudiadas.	33
Tabla 3. Características anatómicas observadas con los cuatro tintes en corte radial de las cuatro especies estudiadas.	34
Tabla 4. Características anatómicas observadas con los cuatro tintes en corte tangencial de las cuatro especies estudiadas.	35
Tabla 5. Ficha de características macroscópicas de <i>Ilex guayusa</i>	36
Tabla 6. Ficha de características macroscópicas de <i>Dacryodes peruviana</i>	37
Tabla 7. Ficha de características macroscópicas de <i>Terminalia amazonia</i>	38
Tabla 8. Ficha de características macroscópicas de <i>Triplaris americana</i>	39
Tabla 9. Propiedades macroscópicas de las muestras en estudio.....	40
Tabla 10. Características microscópicas de las especies en estudio.	41
Tabla 11. Características de las especies en estudio.	49
Tabla 12. Promedio de los perímetros (um) de poros solitarios de las 4 especies.....	49
Tabla 13. Promedio de los perímetros (um) de los poros múltiples de dos de las cuatro especies estudiadas.	50
Tabla 14. Promedio de los perímetros (um) de poros múltiples de tres de las cuatro especies estudiadas.	50
Tabla 15. Densidad de poros solitarios de las cuatro especies estudiadas.	51
Tabla 16. Densidad de poros múltiples de dos de las cuatro especies estudiadas.	51
Tabla 17. Análisis de la Varianza, densidad de los poros múltiples de 3 de las cuatro especies estudiadas (SC tipo III).....	51

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Asistente de calibración del programa Motic Images.	30
Figura 2. Tabla de calibración del programa del programa Motic Images.....	30
Figura 3. Módulo de imagen en vivo.....	31
Figura 4. Opción capturar imagen.	31
Figura 5. Opción abrir imagen para exportar a inicio del programa Motic.....	31
Figura 6. Exportación de imágenes desde carpeta guardada.	31
Figura 7. Opciones para medir.....	32
Figura 8. Opción lupa, para medir con mayor precisión.	32
Figura 9. Tabla de mediciones desplegada después de realizar mediciones.	32
Figura 10. Identificación de color en <i>Ilex guayusa</i> mediante tabla Munsell.....	36
Figura 11. Características microscópicas de las especies en estudio.....	42
Figura 12. Corte transversal de <i>Ilex guayusa</i>	43
Figura 13. Corte radial de <i>Ilex guayusa</i>	43
Figura 14. Corte tangencial de <i>Ilex guayusa</i>	44
Figura 15. Corte transversal de <i>Dacryodes peruviana</i>	44
Figura 16. Corte radial de <i>Dacryodes peruviana</i>	45
Figura 17. Corte tangencial de <i>Dacryodes peruviana</i>	45
Figura 18. Corte Transversal de <i>Terminalia amazonia</i>	46
Figura 19. Corte radial de <i>Terminalia amazonia</i>	46
Figura 20. Corte tangencial de <i>Terminalia amazonia</i>	47
Figura 21. Corte transversal de <i>Triplaris americana</i>	47
Figura 22. Corte radial de <i>Triplaris americana</i>	48
Figura 23. Corte tangencial de <i>Triplaris americana</i>	48

Lista de anexos

	Pág.
Anexo 1. Cortes tangenciales de la madera de las 4 especies forestales en estudio.....	71
Anexo 2. Cubos de 2*2*2 para ablandar sumergidos en 250 mL de las 4 sp	71
Anexo 3. Equipos para desarrollar la investigación..	71
Anexo 4. Poros múltiples de 3 <i>Ilex guayusa</i> , safranina, 40x.....	72
Anexo 5. Fibras de paredes medianas <i>Dacryodes peruviana</i> ,10x.	72
Anexo 6. Fibras de paredes delgadas de <i>Ilex guayusa</i> , 10x.	72
Anexo 7. Fibras de paredes gruesas <i>Triplaris americana</i> ,10x.	72
Anexo 8. Fibras de paredes gruesas <i>Terminalia amazonia</i> ,10x	72
Anexo 9. <i>Terminalia amazonia</i> poros con tílides.....	72
Anexo 10. Análisis de la Varianza poros solitarios (SC tipo III).	73
Anexo 11. Análisis de la Varianza poros múltiples de 2 (SC tipo III).	73
Anexo 12. Análisis de la Varianza poros múltiples de 3 (SC tipo III)	73
Anexo 13. Análisis de la Varianza poros solitarios (SC tipo III).	73
Anexo 14. Análisis de la Varianza múltiples de 2 (SC tipo III).	74
Anexo 15. Análisis de la Varianza poros múltiples de 3 (SC tipo III)	74
Anexo 16. Promedio de perímetros de Poros solitarios de las especies en estudio.....	74
Anexo 17. Promedios de perímetros de múltiples de dos de las especies en estudio....	75
Anexo 18. Promedios de perímetros de múltiples de tres de las especies en estudio. ..	75
Anexo 19. Densidad de poros por placa solitarios de las especies en estudio	76
Anexo 20. Densidad de poros múltiples de dos por placa y especies en estudio	77
Anexo 21. Densidad de poros múltiples de tres por placa y especies en estudio	77

I. CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE *Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia*, *Triplaris americana*, MEDIANTE TINCIONES, PROCEDENTES DEL PARQUE BOTÁNICO SUCÚA, UBICADO EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO

II. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es considerado como un país diverso, y dentro de él observamos que prevalece la gran variedad de especies forestales, lo que proporcionan un envidiable potencial para desarrollar una gran variedad de productos relacionados a la madera; sin embargo, las industrias apetece por la extracción de especies que rigen el mercado actual, de manera que se deja de lado a las restantes por no contar con estudios que permitan conocer sus bondades y/o usos (Estrella, Monosalvas, Mariaca, & Ribadeneira, 2005).

El estudio anatómico de las especies maderables se ha considerado importante por ser establecido como punto de partida para una correcta identificación de especies, lo cual ha sido necesario no solo en el contexto comercial y legal, sino también para que se realice un adecuado procesamiento industrial (Kollmann, 1959). De igual manera, con esta investigación se podrá comprender y predecir el comportamiento microscópico, lo que a su vez es fundamental para un aprovechamiento más amplio de nuestro diverso y poco estudiado recurso forestal y el consecuente desarrollo de la industria de la madera.

La guayusa (*Ilex guayusa*) perteneciente a la familia Aquifoliaceae es considerada una planta nativa de la amazonia ecuatoriana, A esta planta se la encuentra en la provincia de Morona Santiago, Pastaza, Napo, Sucumbíos, Zamora Chinchipe (Garden, 1999). Según (Chankuap, 2014) (Ecuaforestar, 2017) mencionan que la guayusa ha sido utilizada de generación en generación en los rituales indígenas, además manifiestan que la guayusa “posee aminoácidos que son esenciales”. Su contenido en cafeína y teobromina ayuda a reducir el estado de cansancio tanto físico como mental al igual que el estrés; en la provincia de Morona Santiago su identificación es por el nombre shuar wais.

El copal (*Dacryodes peruviana*) perteneciente a la familia Burseraceae, la misma que proporciona su uso como planta medicinal para curar algunos malestares siendo una

práctica muy común en muchos países, a más de proporcionar su uso de resinas sirve como pegante y aromático. (Muñeton, 2009).

En la provincia de Morona Santiago el copal dentro de las comunidades es conocido por el nombre shuar kunchai.

El yumbingue (*Terminalia amazonia*) perteneciente a la familia Combretaceae es una especie que ha generado mucho interés por su excelente adaptabilidad a condiciones difíciles, como alturas o planicies costera y potencial de crecimiento, esto la convierte en una especie clave para programas de reforestación según (Montero & Kanninen, 2005). En la provincia de Morona Santiago el yumbingue dentro de las comunidades es conocido por el nombre shuar yumpink.

Fernán Sánchez (*Triplaris americana*) pertenece a la familia Polygonaceae conocida vulgarmente como tangarana colorada, santo palo, palo hormiga por desarrollarse como un árbol mirmecófilo de casi 16 metros de altura, considerado una especie endémica de América crece a los 350 msnm (Inocente, Fuertes, Jurado, Mondragón, & Taype, 2010). En la provincia de Morona Santiago Fernán Sánchez dentro de las comunidades es conocido por el nombre shuar unkuya.

III. JUSTIFICACIÓN

El Ecuador actualmente posee escasa información detallada y confiable acerca de las características macroscópicas y microscópicas de la madera de *Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia*, *Triplaris americana*. La información difundida es demasiado limitada por ello se ignora las propiedades y características microscópicas que poseen cada una de estas especies, que a su vez por el desconocimiento se presta una mínima importancia en el campo industrial, ecológico e investigativo.

Al ser un impedimento realizar estos estudios por economizar costos se convierte en una inalcanzable y fastidiosa prueba dentro del sector industrial que a su vez buscan facilidad sin generar gastos que consideran innecesarios, basándose únicamente en conocimientos ancestrales y seguir con la vieja monotonía del área industrial, y no por el crecimiento investigativo, teniendo en cuenta que dentro del bosque día a día se van perdiendo grandes cantidades de especies forestales a tal punto de alcanzar un estado de veda por el uso excesivo de las mismas especies, las mismas que son apetecidas por el mercado en la actualidad sin realizar un correcto aprovechamiento o industrialización.

El presente trabajo pretende aportar con información detallada de las características organolépticas de las 4 especies forestales con fines educativos e informativos que serán de utilidad para el sector público y privado; a su vez proporcionar nuevas especies al sector productivo industrial mostrando un abanico de opciones para su industrialización.

Para obtener información se probará 4 tipos de colorantes los mismos que ayudarán a tinturar las células de un color que permitirá la mejor observación de estructuras microscópicas como: poros, parénquima, fibras, vasos, radios entre otros, de cada una de las especies; y a su vez evaluar su alto valor económico catalogándola como una madera pesada o liviana a través de su densidad, esto ayudará al correcto uso en la industria de estas especies sacando beneficio de cada una de ellas.

IV. OBJETIVOS

1. General

Caracterizar anatómicamente *Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia*, *Triplaris americana*, mediante tinciones, procedentes del parque botánico regional Sucúa, ubicado en la provincia de Morona Santiago

2. Específicos

- Analizar los tipos de tinciones y determinar cuál presenta mejores resultados.
- Detallar y comparar las características microscópicas y macroscópicas de la madera de 4 especies forestales.

V. HIPÓTESIS

1. Hipótesis nula

Las características microscópicas no son similares en las cuatro especies forestales en estudio mediante tinciones; procedentes del Parque Botánico Regional Sucúa ubicado en la Provincia de Morona Santiago

2. Hipótesis alternativa

Alguna de las cuatro especies forestales presenta características microscópicas similares mediante tinciones; procedentes del Parque Botánico Regional Sucúa ubicado en la Provincia de Morona Santiago.

VI. REVISIÓN DE LITERATURA

1. DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA

A. FAMILIA AQUIFOLIACEAE

Según Mendoza, Merino, & Gutiérrez (2013) describen a esta familia como arbustos y árboles andinos que se encuentran en la zona: premontanos y amazónicos presenta 4 géneros y 420 especies.

Son plantas dioicas; sus hojas son opuestas alternas ,simples, coriáceas con bordes espinosos, aserrados crenulados o enteros, presenta pequeñas estipulas, generalmente son caducas; Flores pequeñas actinomorfas, perfectas e imperfectas, están dispuestas en cimas o fascículos, raramente solitarias, posee un perianto formando sépalos de 4 a 6 más o menos soldados en la base, con pétalos libres de 4 a 6 cortamente soldados en su base, sus estambres están alternando con los pétalos, el gineceo posee un ovario supero con carpelos y lóculos en un numero de 4 a 6, posee un estigma sésil grande conspicuo 4 a 6 lobado; el fruto es una baya con un endocarpo leñoso rodeando la semilla y exocarpo generalmente de color rojo o también negro llamativo; sus semillas poseen abundante endosperma al ser un embrión recto se puede encontrar varias semillas (Gonzales & Raisman, 2013).

Distribución geográfica: Surgen principalmente en los Trópicos, pero se extienden a regiones templadas (América, África). Hay sólo 2 especies en Europa, una en Australia, una en África y las demás ocurren en América (mayormente en Sudamérica) (Judd, Campbell, Kellog, Stevens, & Donoghue, 2008) .

Hábitat: En América tropical las especies de *Ilex* se encuentran en bosques (perturbados o primarios) de tierras bajas y montanos, hasta 4000 metros de elevación en los Andes. La familia es usualmente encontrada en hábitats húmedos (Manen, Boulter, & Naciri Graven, 2002).

Ilex guayusa

Según Radice & Vidari (2010) es un árbol perenne nativo de la región amazónica, donde es silvestre, pero también se lo puede encontrar en ciertos lugares subtropicales de la región andina en estado cultivado.

Según Rättsch (2005) la guayusa es conocida de diferente denominación como: aguayusa, guañusa, guayupa, guayúsa, guayusa, huayusa, Kopíniak (Záparo), wais (Shuar), wayus (Achuar), wayusa, weisa (Jíbaro). Dentro de la provincia de Morona Santiago es registrada con el nombre castellano de guayusa, puede llegar a medir 20 metros de altura (Jorgensen & Leon-Yanez, 1999); (Ecuaforestar, 2017) cataloga a *Ilex guayusa* como un árbol de lento crecimiento, y afirma que sus hojas contienen cafeína y otros alcaloides.

Su tronco es de corteza blanca de textura lisa y sus hojas son coriáceas dentadas, es una planta dioica, su flor posee una corola de color blanco; el número de estambres es igual al de los pétalos y su fruto es una baya verde en forma de globo de aproximadamente un centímetro de ancho (Caranqui & Humanante, 2012).

Hojas. - son coriáceas, verde oscuro, enteras, oblongo-elípticas, simples, alternas sin estípulas, coriáceas, dentadas, sin pubescencias en el haz y envés, ápice acuminado, base aguda, 15-21 cm de largo, 5- 7,5 cm de ancho, pecíolo corto de 1 cm de largo.

Flor. - Posee una corola blanco-verdosa con pétalos obtusos, estambres que se asemejan con igual número de pétalos, anteras oblongas

Fruto. - Es una baya globosa de casi 1 cm de ancho y verde.

(García Barriga, 1992).

Distribución

Guayusa se encuentra distribuido desde el sur de Colombia hasta el norte de Perú, en Ecuador está presente en las provincias de Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona-Santiago, Zamora Chinchipe, Loja, Pichincha y Tungurahua; en Colombia se ha encontrado en los Departamentos de Nariño y Putumayo; y en el Perú se han encontrado al norte de la región amazónica y en los departamentos de Amazonas, Cajamarca y Piura (Dueñas, Jarrett, Cumimins, & Logan , 2016).

Usos

En el Ecuador sector Amazónico, *Ilex guayusa* es conocida como la planta más importante en cuanto a uso medicinal además de ser cosechada por varios grupos étnicos como los Kichwas; que al despertar en la mañana su rutina inicia con la reunión frente a una fogata u hoguera a beber el extracto (té) de guayusa en recipientes llamados pilches (Innerhofer & Bernhardt, 2011).

Antiguamente la guayusa era utilizada como un energizante para mantener despiertos a los indígenas cuando iniciaban los conflictos entre grupos indígenas (Lewis, Kennelly, Bass, Wedner, & Fast, 1991). La utilidad de la guayusa ha pasado tras generaciones inclusive a los misioneros italianos que a falta de medicamentos utilizaban la guayusa para mejorar varios casos de problemas estomacales, relajante, hasta promover la fertilidad; La guayusa es una planta de la cual las hojas se secan y se elabora con ellas un té al que se le atribuye las siguientes propiedades: estimulante nervioso y muscular, digestivo, expectorante y reductor del nivel de glucosa en sangre (Tene, & otros, 2007).

La cafeína que las personas ingieren al beber este té se siente estimulada y con falta de apetito además contiene teobromina, un estimulante que generalmente se encuentra en el chocolate, y L-teanina, un ácido glutámico análogo que se encuentra en el té verde que ha demostrado reducir la fatiga física y mental, y combatir el estrés (Chankuap, 2014) (Torres, 2012).

Cofán y Secoya son otros grupos étnicos, pero su uso no es influyente, el pueblo Cofán usa guayusa como aditivo a los espíritus durante los festivales, mientras que Secoya se informa de que el uso del té guayusa para el tratamiento de dolores corporales (García & Cobos, 2016)

En los últimos años se ha convertido en una importante fuente de ingresos para los indígenas amazónicos, su comercialización con la fundación RUNATARPUNA genera ingresos directos por su venta de \$ 0,35 por libra e ingresos adicionales como premio por el comercio justo equivalente al 15% de todas las compras de guayusa (García & Cobos, 2016).

B. FAMILIA BURSERACEAE

Esta familia es poseedora de aproximadamente 20 géneros y más o menos 600 especies que se distribuyen dentro de las regiones tropicales del mundo, y a la vez con mayor intensidad de diversidad dentro de América, las burseráceas son importantes por la gran utilidad de sus resinas (copal) y los aceites esenciales que producen que son tradicionalmente usadas en ceremonias religiosas cosmetología (Garcia, 2013).

Según Rzedowski & Guevara (1992) catalogan a esta familia como especies arbóreas o arbustivas que reservan resina y a menudo aceites esenciales; posee hojas alternas compuestas imparipinnadas rara vez bipinnadas presenta una pequeña hendidura longitudinal en el raquis de la hoja; sus flores son pequeñas generalmente perfectas con el cáliz de 3-5 sépalos, la corola comprendida de 5 pétalos rara vez se encuentran libres o en pocos casos unido formando un tubo, por lo general las flores femeninas son estériles (aparentan hermafroditismo) estambres en igual número o doble al de los pétalos, acompañado de un ovario supero; el fruto es una drupa o capsula con un pericarpio habitualmente carnosos; semillas sin endospermo, embrión curvo comúnmente. Todas las partes de la planta exudan una resina muy olorosa (incienso).

Presenta un fuste recto y corteza lisa con resina olorosa, permite la fácil identificación de los árboles de esta familia. Estas plantas se caracterizan generalmente por ser identificados como arboles de bajo-medio en cuanto a tamaño, presentan una estructura muy ramificada con una altura aproximada de 5 a 20 metros su corteza varía en cuanto se refiere a tonalidad de gris, amarilla, a roja todo independiente de la especie, pocos presentan una corteza exfoliante siendo un árbol caducifolio en temporada seca; florece a inicio del invierno (Bonfil, Mendoza, & Ulloa, 2007).

A pesar de que la gran mayoría de especies burseraceae producen resina, son pocas las que la producen en cantidad suficiente para su colección. Si bien es cierto los árboles exudan resina de manera natural como consecuencia de la ruptura de la corteza por el crecimiento del fuste, o por daños mecánicos naturales, y en algunos casos por ataques de insectos (Araujo & Zenteno, 2006).

Dacryodes peruviana

Es un árbol de la familia de las burseráceas, que crecen en los bosques húmedos de Colombia Perú y Ecuador. En el Ecuador crece en las provincias de Carchi, Esmeraldas Napo, Pichincha, Sucumbíos desde los 200 a 1600 m.s.n.m aprox. En el Ecuador está distribuida sobre la cuenca del Amazonas, con 18 metros de altura y 40 centímetros de diámetro. Su tronco es recto con canales irregulares. Corteza externa pardo oscura grisácea aparentando un color crema pálido con placas grandes y anchas desprendibles que dejan al descubierto lenticelas irregulares (Padoch & Denevan, 1988) (Matute & otros, 2009).

Su corteza interna de color crema posee una resina transparente un tanto pegajosa acompañada de un penetrante olor mentolado.

Hojas. - Compuestas, imparipinnadas alternas, sin estipulas, de 23-40 cm de largo y raquis alado en la base, márgenes enteros, ápice acuminado, base redondeada a obtusa, haz verde oscuro, envés verde claro, nerviación conspicua en él envés.

Flor. - Bisexuales. Inflorescencia en panícula

Fruto. - Es una drupa ovoide ligeramente aplanada de color negro brillante, en promedio mide 3,3 cm de largo, 2-4 cm de diámetro y 1,24 cm de espesor, pericarpio delgado 0,4 cm de grosor, contiene 1 semilla (Padoch & Denevan, 1988).

El fructificación se inicia a los 15 años de plantación y se concentra en los meses de enero y febrero. El fruto es perecible a temperatura ambiente, tres o cuatro días después de la cosecha el fruto se deteriora. En ambiente húmedo, puede conservarse 1 semana, por el sabor y aroma se asume que contienen ácidos grasos y aceites esenciales (Alvarez, Cabrera, & Carrion , 2011)

Usos

Fruto

El epicarpio y mesocarpio del fruto maduro son comestible. Se consumen, previo ablandamiento del fruto, sometiendo a remojo en agua caliente durante 15-30 minutos. El sabor es agradable, ligeramente resinoso, es aromático y cremoso. Se ha observado, que el mesocarpio del fruto maduro tiene propiedades dispersantes sobre suspensión de almidón. La fauna silvestre, se alimenta del fruto (Alvarez, Cabrera, & Carrion , 2011).

El fruto y semillas es alimento de guantas, guatusas y aves como el “pájaro toro” (*Cephalopterus penduliger*), tucanes (*Ramphastos* sp.) y tucanes (*Aulacorhynchus* sp.) (Muñoz & Ceron, 2015).

Madera

Es una madera considerada fina, muy comercial. La resina es un barniz natural (Muñoz & Ceron, 2015).

Según Padoch & Denevan (1988) La madera se utiliza en construcciones rurales, carpintería sencilla y como leña; tiene potencial de uso en cajonería.

El uso medicinal de *Dacryodes peruviana*, se encuentra en el látex que emerge de su tronco, el mismo que se aplica para la cura de inflamaciones en las venas (varices), además sus hojas preparadas en infusión ayudan a tratar problemas respiratorios (asma) (Padoch & Denevan, 1988).

C. FAMILIA COMBRETACEAE

Según Mendoza, Merino, & Gutierrez (2013) clasifican a esta familia con amplia distribución, que comprende 17 géneros con 650 especies de bejucos, arbustos y árboles, en América Tropical existen aproximadamente 100 especies de árboles en 6 géneros.

Se los describe como árboles o arbustos, su corteza suele desprenderse a manera de escamas; sus hojas presentadas en forma dispuesta verticiladas o alternas están frecuentemente agrupadas en el extremo de las ramas, son simples enteras pinnatinervadas con varias estipulas minúsculas, aunque a veces se ausentan; Flores actinomorfas dispuestas en espigas, racimos o umbelas su perianto está conformado por 4-5-8 sépalos libres o unidos incluso forma un hipanto, pétalos 4-5-8 libres o se ausentan, los estambres se encuentran en un numero doble al de los pétalos y sus anteras son versátiles, el gineceo posee un ovario ínfero de 2-3 carpelos con 2-5 óvulos de placentación apical; Fruto generalmente sámaras o drupas con 2-5 alas son monospermadas por aborto (no hay desarrollo completo); La semilla presenta cotiledones con formas variadas y carecen de endosperma (Gonzalez, 2013).

Su polinización entomófila, para lo cual la planta ofrece como una recompensa primaria el polen de sus flores que son de llamativos colores. Se encuentran distribuidas en cada región tropical y cálida del planeta (Mabberley, 1993).

Terminalia amazonia

Es común en laderas húmedas y planicies de los bosques. Se encuentra distribuida generalmente en altitudes desde los 40 a 1200 msnm, con precipitaciones de 2500 a 3000 mm y temperaturas superiores a 28°C. Crece bien en colinas y planicies costeras, en suelos rojos o amarillos (Camacho, 1981).

Es una especie arbórea monoica que alcanza alturas de hasta 70 m en los bosques amazónicos y centroamericanos y un diámetro de 1 a 3 m. El fuste es bastante recto, asimétrico y con frecuencia acanalado en el tercio basal, con gambas delgadas. Al inicio las ramas crecen horizontal y progresivamente, el ápice asume la posición vertical (Ruso & Sandi, 1996) (Camacho, 1981).

La corteza es delgada (1 cm de espesor), de color pardo grisáceo o amarillo grisáceo en el exterior y amarillo verdoso o pardo-amarillento en el interior, de textura fibrosa y sabor amargo. Las hojas son simples de tamaño pequeño (8 – 9 cm de largo), de color verde oscuro, brillantes en el haz y verde claro y opaco en el envés; las inflorescencias son racimos con numerosas flores producidas en febrero, de color amarillo, se originan en las axilas de los numerosos tallos cortos arrosados (Benitez & Montesillos, 1988).

Los frutos son secos, pequeños, de unos 2 cm de ancho, muy abundantes y en forma de mariposa con 2 alas grandes y 2 pequeñas, la parte central pubescente, de color amarillo a dorado (Mendez & Abdelnour, 2014).

Sus semillas se encuentran dentro de una cavidad levemente circundada por el endocarpo fibroso a más de ello cubierta de color amarillo su temporada de recolección de semillas varía en cuanto a región (Camacho, 1981) (Mendez & Abdelnour, 2014).

Usos

Es una especie muy apetecible por su excelente adaptabilidad en cuanto a suelo están ampliamente plantadas en el País (Montagnini & Porras, 1998) .Por sus características, *Terminalia amazonia* se usa en construcción pesada en general, pisos, muebles y gabinetes de primera clase, armazones de barcos, elementos estructurales para puentes y durmientes para vías de ferrocarril, contrachapado y chapas decorativas. Se recomienda para mangos de herramientas, encofrados, puentes, pilotes, tarimas, pisos industriales, chapa, parquet, barriles y puertas (Gonzales & Raisman, 2013).

D. FAMILIA POLYGONACEAE

Según Mendoza, Merino, & Gutierrez (2013) esta familia comprende 32 géneros y 800 especies de hierbas, arbustos y árboles. En su mayoría crecen en la zona templada norte y pocas especies en la zona tropical.

Son considerados como plantas leñosas o herbáceas erguidas o volubles estas pueden ser anuales o perennes presentan tallo cilíndrico a veces huecos (*Ruprechtia* y *Triplaris*), comúnmente con nudos engrosados; Sus hojas son alternas arrestadas, simples enteras con un peciolo a menudo dilatado en su base; Fruto un aquenio triangular rodeado por el cáliz aumentadas a veces con alas vistosas; Flores pequeñas unisexuales o bisexuales perfectas pero por falta de desarrollo abortan y se vuelven imperfectas polígamas actinomorfas, solitarias en fascículos cimas o racimos, sus estambres de 6-9 períginos libres o connados anteras bitecas de dehiscencia longitudinal, versátiles, su gineceo posee un ovario supero comprimido carpelos de 2-4,estigmas captados, lobulados; La semilla posee un endospermo harinoso abundante (Raisman & Gonzalez, 2013).

Triplaris americana

Triplaris americana conocido vulgarmente como tangarana colorada, santo palo, cumbi, palo de hormiga, se lo considera como un árbol mirmecofilo (vive en asociación con hormigas) de casi 16 m de altura; Es una especie endémica de América; crece en países como Panamá, Guyana, Guyana Francesa, Surinam, Venezuela, Brasil, Bolivia, Colombia, Perú y Ecuador (Inocente, Fuertes, Jurado, Mondragón, & Taype, 2010)

Árbol dioico de 10-20 m de altura (en nuestras latitudes crece poco), con la corteza lisa, grisácea. Yemas glabras, raramente pubescentes, de color castaño, estriadas. Estípulas de 10-12 cm de largo. Hojas compuestas alternas, de ovadas a oblongas, de 15-40 x 7-20 cm, con la base redondeada o aguda, ligeramente atenuada, el margen entero y el ápice abruptamente acuminado. Son de textura cactácea, de color verde oscuro, glabras, a veces hirsutas en los nervios del envés; nerviación con 20-30 pares de nervios laterales. Pecíolo de 1-2,5(-4) cm, recto, acanalado, glabro o piloso. Inflorescencias con los ejes densamente gelatinosos, de color amarillo-castaño, formadas por espigas dispuestas en fascículos laxos. Flores masculinas con un perianto de 6 tépalos estrechamente ovados, de 2 x 1 mm. Estambres con los filamentos de unos 2 mm, ligeramente adnatos a los tépalos. Flores femeninas sobre un pedicelo de 2-5 mm de largo, con un perianto de 4-5 cm de largo, en la fructificación con 3 alas rojizas, de ápice redondeado. Ovario trígono. Estilos 3, de 3-4 mm de longitud (Sanchez , 2010).

Según Duagand (1960) el fruto de *Triplaris americana* es un aquenio con lóbulos en su interior más cortos que un aquenio, cubierto por tres alas grandes oblongas de color rosado-marrón cuando está aún fresco, vaina o legumbre con una constitución que encierra a cada semilla como cadena. Semillas presentan una forma triangular (similar a un triángulo isósceles), siendo la base de las semillas amplia con relación al ápice. La superficie de la testa es lisa, sin ninguna aspereza, presenta un color café grisáceo (Vinueza, 2012)

Ecología y distribución de la especie: Es muy común y se encuentra ampliamente distribuido en los bosques húmedos tropicales, incluyendo llanuras de ríos y bosques tropofíticos y secos. En el Ecuador esta especie se distribuye desde la provincia de Esmeraldas los ríos, Guayas, El Oro y Loja. Florece en septiembre y octubre y su fruto madura en octubre (Vinueza, 2012).

Usos

En la medicina tradicional peruana se utiliza la decocción o infusión de su corteza por vía oral para curar infecciones intestinales, fiebre, diarrea, dolor de muelas (Lastra , Rodriguez, & Ponce , 2000)

La madera tiene mediana densidad. Se usa para la fabricación de puertas, ventanas, entablados. También en agroforestería y para la protección de cuencas hídricas (Muñoz & Ceron, 2015).

Para construcción de viviendas, leña, chapas, parquet, carbón, aglomerados y en mueblería entre otros (Vinuesa, 2012).

Ornamental por la arquitectura de la planta, belleza y combinación de sus flores (Manual de flora, 2015).

2. LA ANATOMÍA DE LA MADERA

Según Coronel (1994) la madera es un producto orgánico natural heterogéneo, presentando las características de un material complejo y variable, constituida por diversas formas, con paredes de espesores variados y dispuestas diferentemente según las especies, pero siempre orientadas en las direcciones ortogonales o planos de corte: longitudinal, radial y tangencial. (Guindeo, Peraza, Palacios, & Garcia, 2003), coinciden en que la madera es un material heterogéneo, y a la vez mencionan que está formada por un conjunto de células especializadas en los tejidos que cumplen 3 funciones principales: la conducción de la savia, la transformación y almacenamiento de productos vitales y el sostén vegetal.

Según Gimenez, Mogila, Hernandez, & Gerez (2005) mencionan a la anatomía de la madera como una de las ramas que posee la Biología y que a su vez se encarga del estudio del xilema, leño o madera con el fin de: conocerlo y proporcionarle un uso adecuado, prever el comportamiento del leño en la industrialización de este y a su vez evaluar la aptitud tecnológica de la madera.

La madera es una sustancia fibrosa y celulosa, más conocida como un fragmento que con características solidas se ubica por debajo de la corteza de los árboles. Es el conjunto de varios elementos lignificados. En cuanto a su periodo de formación es por medio de tejido secundario producido por el cambium hacia el interior del mismo que la componen como la celulosa 50%, lignina 30%, resina, almidón, Taninos y azucres 20%, por lo cual es de fácil transformación y al ser utilizada la pulpa de la madera y ser tratada químicamente, se obtiene materia prima para la fabricación de papel, plásticos, trementina (Garcia, Espinoza, Rivas, Pedroza, & Valle, s.f).

3. ESTRUCTURA ANATÓMICA

1. Partes de una sección transversal

a) Corteza

Corteza se denomina a la parte más externa de los tallos es decir a la epidermis la misma que se encuentra hacia el lado externo del cambium vascular. En un árbol adulto se puede discrepar dos tejidos principales en la corteza como lo es el floema secundario y peridermis (Roht, 1969) (Gray, 2000). Esto permite diferenciar la porción externa llamada corteza muerta o ritidoma y la porción más interna conocida como corteza viva o floema secundario (Rollet, 1980).

Para la descripción de la corteza se toma en cuenta sus características externas como su consistencia color olor estructuras únicas como presencia de espinas secreción de sustancias, presencia de lenticelas de igual manera sus características internas como los radios espesor presencia de anillos de crecimiento (Lindforf, Parisca, & Rodriguez, 1985).

b) Cambium vascular

Entre la corteza interna y la madera se localiza una capa de una sola célula de ancho, que sólo puede verse al microscopio. Su importancia radica en que sus células meristemáticas generan nuevos tejidos celulares, entre ellos el xilema, originando de esta forma el incremento del diámetro en el tronco (crecimiento secundario) (Vasquez & Ramirez, 2011) (Leon & Espinoza, 2001) (Cortes, 1980).

c) Xilema o leño

Vigonte & Martinez (2006) mencionan que es la capa más interna, normalmente gruesa, en relación con las demás capas, cuyas funciones en el árbol son las de sostén del propio árbol y la de conducción de la savia sin elaborar. (Romera, 2016) expresa que la albura está formada por células vivas en su parte exterior y es el responsable del transporte de la savia bruta desde la raíz del árbol hasta las partes aéreas, además presenta un aspecto

blanquecino. Durante el crecimiento del árbol, las células interiores mueren y pasan a engrosar el duramen, cuyo aspecto es seco y duro y se encuentra formado por células muertas que están muy lignificadas.

Se caracteriza por la conducción de agua y sales minerales desde el suelo hacia las hojas y brindar sostén mecánico del árbol. Está formado por dos capas, con características opuestas (Romera, 2016).

d) Albura

Está constituido por tejido vivo, posee un mayor contenido de humedad, por tratarse de un tejido vivo, Tiene una menor resistencia mecánica, posee una menor resistencia al ataque biológico, principalmente de hongos e insectos; Las células poseen una membrana celular semipermeable, sus células poseen con lumen más grande que las células del duramen (García, & otros, 2001)

e) Duramen

Formado por tejido muerto, tiene menor contenido de humedad, por tratarse de un tejido muerto; Posee mayor resistencia mecánica, tiene mayor resistencia al ataque biológico (hongos, insectos); Sus células tienen una pared celular, las células tienen un lumen más pequeño que en la albura (Romera, 2016).

f) Médula

Es la porción central que se observa en la sección transversal del tallo, se la representa como el corazón de muchos tallos (Leon & Espinoza, 2001). Está constituida por células de naturaleza parenquimática, de paredes delgadas, y cumple función de almacenamiento de sustancias de reserva y se origina a partir del meristemo fundamental. Es un tejido permanente primario (Leon & Espinoza, 2001).

En 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 (García, 2006).

g) Anillos de crecimiento

Normalmente, en zonas de clima templado, los anillos de crecimiento representan un incremento anual que se marca en el tallo del árbol cada marca que bordea todo el tallo se conoce como anillo de crecimiento, razón por la que son llamados anillos anuales. Estos determinan la edad del árbol. Al realizar un estudio de los anillos de crecimiento, se demuestra si el árbol tuvo un crecimiento rápido (anillos bien definidos y espaciados), o lento (pequeño espacio entre anillos y no tan definidos); o aquellos años que han sido desfavorables para la planta (espesores menores), o más beneficiosos (espesores mayores) (Gimenez, Moglia, Hernandez, & Gerez, 2005)

2. Planos de estudio de la madera

Según Vasquez & Ramirez (2011) manifiestan que las células que componen la madera se disponen y se puede apreciar en diferentes direcciones, cambiando su aspecto y en ciertas ocasiones facilita su observación. En investigaciones con madera debe considerar los 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 (Barañaño, Penón, Craig, Cucciufu, & Flaco, 2008).

4. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

a. Color

De acuerdo con Cruz de Leon (2011), ostenta que la propiedad del color de la madera lo proporcionan sustancias químicas, especialmente las denominados extraíbles.

Persistentemente la albura presenta un color más claro que el del duramen. Existe además una gama amplia de colores en la madera desde los claros hasta los opacos u oscuros.

b. Olor

El olor es una propiedad que puede ser de gran utilidad al momento de identificación de especies. Todas las maderas presentan algún olor cuando se realiza la corta del árbol, sin embargo, son volátiles en su mayoría y muy pocas las que conservan ese olor característico cuando se secan, los olores son producidos por sustancias químicas que se encuentran internamente en el leño. Hay maderas que no presentan un olor determinado, pero otras que si presentan olores específicos y característicos lo que hace de la misma una especie única (CONAFOR, 2011).

c. Lustre o brillo

El lustre es una característica típica de ciertas especies, que se produce por el reflejo que causan los elementos que conforman los radios cuando estos son expuestos a la luz. Se clasifica de bajo, mediano o moderado ha elevado o intenso (Rios, 2015).

Para Kollmann (1959) el brillo de la madera tiene poca importancia en el campo industrial, pues se logra conseguir a tras del pulido y barnizado, según los requerimientos.

d. Grano

El grano se refiere a la dirección o alineación que desarrolló el leño en sus elementos componentes, este término “grano” suele utilizarse para describir el aspecto de la madera (Chamberlain, 1988).

Entre los diferentes tipos de grano tenemos los siguientes:

- Grano recto: considerado el normal, presenta la dirección de los elementos paralela al eje del árbol o al borde de la pieza aserrada.
- Grano entrecruzado: cuando los elementos axiales forman un arreglo irregular (dirección radial); el grano entrecruzado afecta la trabajabilidad de la madera y puede sufrir malformaciones durante el proceso de secado.

- Grano ondulado: en este tipo de grano, se presenta una figura similar a ondas u olas que le proporcionan un aspecto bastante llamativo a la pieza de madera.
- Grano irregular: los elementos se disponen de forma irregular, siendo este tipo de grano encontrado en ramificaciones del tronco, nudos, heridas.
- Grano inclinado: formando un cierto grado de inclinación con respecto al eje longitudinal del árbol la madera no tendrá resistencia mecánica y a la vez dificultad para trabajabilidad (Penon, Barañao, & Craig, 2008).

e. Textura

La propiedad textura tiene importancia en el acabado de la madera, pues es la característica dada por la distribución, proporción y tamaño relativo de los elementos leñosos (poros, parénquima y fibras), para mejorar su interpretación debe ser observada en la sección transversal de la madera.

Textura hace referencia al número y tamaño de cavidades las maderas con textura fina tienen células poco espaciadas, mientras que las maderas con textura gruesa presentan células relativamente más grandes. La diferencia de textura entre la madera temprana y la tardía resulta importante para el carpintero, ya que la madera temprana de menor peso es más fácil de cortar que la madera tardía más densa. Por lo general, las maderas con anillos de crecimiento de textura pareja son las más sencillas para trabajar y aplicar el acabado (Jackson & Day, 2012).

f. Veteado

El veteado es una característica que es proporcionada por la figura que se produce en la superficie longitudinal cepillada o pulida de la pieza, debido a la disposición de los elementos constitutivos del leño, en general de los vasos, radios leñosos, parénquima y los anillos de crecimiento, así como también por el tamaño y la abundancia de cada uno de ellos, depende de la sección de corte y del grano. En otros casos el veteado está ligado a varias anomalías o también al aprovechamiento de raíces o cuellos de los árboles (Penon, Barañao, & Craig, 2008).

Para Kollmann (1959) el veteado es muy apreciado en el campo de ebanistería, las irregularidades que presentan las especies ante su desarrollo logran una atracción y con ello una industrialización exitosa en la elaboración de chapas hechas desde el desenrollo.

g. Poros o vaso

Según Barañao, Penón, Craig, Cucciufu, & Flaco (2008) describen a un poro como una serie de elementos que varios asemejan a un tubo que se extiende desde las raíces hasta las ramas más pequeñas de los árboles a la vez poseen perforaciones y puntuaciones de tipo escaliformes, multiperforada, simple y reticulada.

h. Parénquima

Según Barañao, Penón, Craig, Cucciufu, & Flaco (2008) las células parenquimática son células vivas de reserva y cicatrización en forma poliédrica generalmente con capacidad de crecer y dividirse; mientras que (Guardia, Caballero, & Barriola, sf) al parénquima lo describen como células pequeñas de pared delgada y abundante contenido de protoplasmático los mismos que realizan las funciones de reserva de sustancias tales como agua, azúcares, almidón entre otros.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.

1. Localización

El Parque Botánico Regional Sucúa está ubicado en la provincia de Morona Santiago, cantón Sucúa, con una extensión de 27 Ha de masa boscosa.

2. Ubicación geográfica

Coordenadas Geográficas:

Latitud 2°28'12.38"S

Longitud 78° 9'23.61" S Región Húmedo Tropical.

Coordenadas proyectadas:

UTM Zona 17 Sur, Datum WGS 84 X= 816242 Y =9726639

Altitud: 995 m.s.n.m.

3. Condiciones climatológicas

Según INAMI (2016) y Ilesias, Santiana, & Chinchero (2012) mencionan las siguientes características climatológicas para Morona Santiago.

- Temperatura máxima: 22- 23 °C
- Temperatura media: 19 - 20 °C
- Temperatura mínima: 15- 18 °C
- Humedad relativa: 87.4 %
- Precipitación promedio anual: 2261mm anuales.

4. Clasificación Ecológica

Según MAE (2012) la clasificación de la zona de vida de este lugar corresponde a la formación ecológica de bosque siempreverde subandino del oeste de la Amazonía en altitudes que van desde los 400 hasta los 1660 m.s.n.m.

5. Materiales de laboratorio

- ✓ Envases de vidrio
- ✓ Botellas de plástico
- ✓ Colorantes (safranina, verde brillante, verde malaquita, azul brillante)

- ✓ Alcohol
- ✓ Agua destilada
- ✓ Cloro
- ✓ Pipetas y probetas de 10 y 5 mL
- ✓ Pera de goma para pipeta
- ✓ Placas porta objetos y cubre objetos
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Papel absorbente
- ✓ Marcador de vidrio
- ✓ Cajas Petri
- ✓ Pinza de metal
- ✓ Guantes quirúrgicos
- ✓ Calculadora
- ✓ Cámara de flujo laminar
- ✓ Autoclave
- ✓ Micrótopo rotatorio tipo Spencer
- ✓ Tabla de Munsell
- ✓ Microscopio óptico
- ✓ Cubos de 2*2*2*2 de cada especie.
- ✓ Lupa de 10x
- ✓ Estilete

6. Materiales de oficina

Computador, impresora, hojas de papel bond, perfil

7. Materiales informáticos

Microsoft office, Microsoft Excel, Infostat, Motic Images plus 2.0

VIII. METODOLOGÍA

A. Para el cumplimiento del primer objetivo: Analizar los tipos de tinciones y determinar cuál presenta mejores resultados.

1. Ablandamiento de las especies en el autoclave.

Los cubos se ablandaron dentro del autoclave (marca japonesa) a una temperatura de 121 °C y presión de 11,61 atm, por tiempo de 1 hora cada ciclo dependiendo de la densidad de la madera, se colocó en 4 envases de vidrio con agua destilada y sellados con papel aluminio, en cada ciclo se cambia el agua destilada por limpia (Tabla 1).

Tabla 1. Ciclos de ablandamiento de especies en estudio

Especie	Numero de Cubos (2x2x2x2)	Ciclos (1Hora) - Agua destilada (mL)
<i>Ilex guayusa</i>	8	3 ciclos – 250 mL
<i>Dacryodes peruviana</i>	8	3 ciclos – 250 mL
<i>Terminalia amazonia</i>	8	3 ciclos – 250 mL
<i>Triplaris americana</i>	8	3 ciclos – 250 mL

Elaborado por: Llerena. E,2018

2. Tabla de contingencia para selección de tinte.

Para la selección del mejor tinte se optó por elaborar una tabla de contingencia, en la cual se enlistó varias características propias de los cortes transversal (parénquima, poros, porosidad, radios, tílides), tangencial (Vasos, parénquima, fibras, Punteaduras, radios) y radial (Elementos del vaso, Fibras, parénquima, Punteaduras, traqueidas, vasos) de las cuatro especies en estudio, proporcionando una calificación de 0 en la característica que no se logró observar y 1 en las características que si se lograron observar con la aplicación de los cuatro tintes (safranina, verde malaquita, verde brillante, azul brillante) planteadas para cada corte, se efectuó una sumatoria y con ello se seleccionó al mejor tinte para la cada especie.

3. Preparación de Tintes

Azul brillante (Milipore Corporation, 2017)

Colorante azul brillante 25 mg

Alcohol 95% 12,5 mL

Ácido fosfórico 25 mL

Agua destilada 62,5 mL

Verde brillante (Milipore Corporation, 2017)

Colorante verde brillante 5 g

Agua destilada 100 mL

Verde Malaquita (Milipore Corporation, 2017)

Colorante verde malaquita 1g

Alcohol 95% 100 mL

Safranina (Milipore Corporation, 2017)

safranina 10 mL

Agua destilada 90 mL

Nota: Realizar un proceso de filtrado para la eliminación de impurezas de los tintes y haya una mejor impregnación en las láminas histológicas de madera.

Proceso de tinción

El proceso de tinción se realiza pasando las láminas por varios baños dispuestos en cajas petri. **Tinción:** Con los diferentes tintes se aplica de forma directa el tinte a la muestra hidratada previamente. **Lavado:** Se lo efectúa en agua para retirar el exceso de colorante en la muestra. Consiguientemente se realiza el montaje de la lámina histológica en la placa porta objetos sujeta con un cubreobjetos.

4. Preparación de las láminas histológicas

- Se cortó pequeños trozos cúbicos de aproximadamente 2x2x2 cm extraídos de cada una de las probetas.

- Se ablando las muestras en el autoclave mediante un proceso de alta presión y alta temperatura por varios ciclos.
- Se cortó láminas correspondientes a las tres secciones (transversal, tangencial y radial) con el micrótopo rotatorio (microtome Spencer “820”), con cortes de 0,3 micras.
- Se depositó de las láminas tangencial y longitudinal en las cajas Petri en agua destilada esto evitara deshidratación en los cortes tangencial y radial, el corte transversal al verse delicado se lo tiñe inmediatamente evitando deshidratación.
- Se sumergió las láminas de las especies cortadas por el micrótopo en safranina al 1,5 %, azul brillante al 2%, por un tiempo de 5 minutos. verde malaquita al 2% y verde brillante al 2,5% por su alta densidad se sumerge la muestra por 1 minuto.
- Se situó las láminas en un portaobjeto con ayuda de la pinza de metal.
- Se observó las secciones transversal, radial y tangencial en el microscopio (Quimis Motic, de marca China) con aumentos de 4x y 10x, finalmente se fotografiaron las imágenes requeridas con la cámara (Amscope FMAO50, de marca China).
- Se midió los poros utilizando únicamente lente 10x.

B. Para el cumplimiento del segundo objetivo: Detallar y comparar las características microscópicas y macroscópicas de la madera de 4 especies forestales.

Para las características macroscópicas se elaboró una tabla comparativa para detallar las características de las especies en estudio (*Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia* y *Triplaris americana*) consecutivamente se efectuaron las observaciones correspondientes de familia a la cual pertenece cada especie el género, características de la madera como densidad, color, textura, lustre, grano, veteado, olor y sabor.

Para las características microscópicas se realizó un cuadro de comparación de la sección transversal en el cual se detalla la porosidad, radios, tipo de poro y parénquima, si existe la facilidad de observar a simple vista sus poros y parénquima.

1. Metodología para el análisis estadístico.

El trabajo previo que se requirió para el desarrollo de un análisis estadístico se ubica principalmente en la construcción de una base de datos en el programa excel o directamente en el programa Infostat, se estudió los datos y se empleó una estadística descriptiva la misma que permite describir un conjunto de datos mediante medidas de resumen univariadas, mismo que concentra las variables que posteriormente fueron analizadas.

Se realizó una prueba de normalidad con Shapiro-Wilks el cual permite probar si la variable en estudio tiene distribución normal; Para realizar esta prueba elegir Menú ⇒ estadísticas ⇒ inferencia basada en una muestra ⇒ prueba de normalidad (Shapiro-Wilks); si los datos no presentan distribución normal se aplicará Kruskal Wallis.

Para analizar las diferencias entre los tratamientos se hizo la prueba de comparaciones múltiples de Conover.

2. Observación de características organolépticas

Se puntualizó características apreciables a simple vista (organolépticas) de la madera, se utilizó un estilete con él se realizó cortes pequeños y limpios en las muestras y con la ayuda de una lupa de aumento 10x se logró observar características propias de cada una de las especies en estudio tomando las referencias de (Leon & Espinoza de Pernia, 2001) (Vasquez & Ramirez, 2011).

Las características organolépticas son aquellas perceptibles por los órganos de los sentidos como:

- Característica olor y sabor: íntimamente ligados por la presencia o ausencia de sustancia que son volátiles al contacto con el ambiente y para reconocerlos nuevamente los asociamos a aromas y sabores conocidos (Barañao, Penón, Craig, Cucciufu, & Flaco, 2008) (Leon & Espinoza de Pernia, 2001)
- Característica color: La determinación de color se realizó en seco y húmedo mediante el sistema de notación Munsell, la notación define valores para los parámetros value (valor), Chorma (croma), hue (matiz) del color de la madera y la tabla de color Munsell asigna un color a una determinada clave.
- Característica lustre o brillo: Para identificar el lustre pasamos un fragmento de tela y lo aproximamos a la luz y definimos si el brillo es alto medio o bajo (IAWA, 1986).

- Característica grano: Esta característica se produce por el aserrado de la madera y puede ser como los describen (Guindeo, Peraza, Palacios, & Garcia, 2003) (IAWA, 1986).
- Característica textura: En la madera de textura gruesa los elementos son grandes y en la textura fina estos son muy pequeños (Baraño, Penón, Craig, Cucciufu, & Flaco, 2008).
- Característica referente a vetado: Esta característica es muy importante desde el punto de vista decorativo se lo clasifica con los estudios realizados por (IAWA, 1986) y (Baraño, Penón, Craig, Cucciufu, & Flaco, 2008).
- Distribución de poros: determinada por la disposición de los elementos del vaso presentes en la madera (Baraño, Penón, Craig, Cucciufu, & Flaco, 2008).
- Para la clasificación de poros en grandes medianos y pequeños se realizó un conteo de los poros de todo tipo en la placa completa de 2*2*2 aproximadamente (IAWA, 1986)

3. Calculo de densidad

Para el cálculo de la densidad se fundamentó en el principio de Arquímedes:

Se llenó con 200 mL de agua en 4 recipientes se introdujo en cada recipiente un cubo de 2*2*2 de una especie, previamente pesada en una balanza, se deja reposar hasta que el cubo descienda hasta la base del recipiente, sacamos los cubos y pesamos nuevamente de igual manera medimos el volumen perdido de agua.

$$Pe = \frac{p_0 - p_f}{v_0 - v_f}$$

p₀: masa inicial

p_f: masa final

v₀: volumen inicial

v_f: volumen final

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

m: masa

v: volumen

d: densidad

(Vallejo & Zambrano, 2002)

4. Acondicionamiento de las muestras

Se realizó un pre-secado de las muestras en la cámara de flujo laminar para evitar el ataque de hongos y trabajar en un ambiente esterilizado, en caso de existir la presencia de hongos se procede a realizar un lavado de las muestras contaminadas y no contaminadas de la siguiente manera:

- Sacar las muestras menos contaminadas.
- Hervir agua destilada (100 °C).
- Lavar las muestras con jabón líquido y esponja.
- Dejar las muestras en el agua hervida por 10min
- Llevar las muestras a la cámara de flujo laminar aplicando rayos uv por 10 min cada cara de la madera.

Estos rayos uv ayudan a neutralizar el desarrollo de los hongos y a su vez existe cambio de color en la madera brindándole una capa protectora contra hongos para conservar durante un periodo extendido de tiempo, envolviéndolo en papel toalla sin pelusa y papel aluminio en un lugar seco y con ventilación.

5. Análisis de imágenes

Para el análisis de las imágenes se utilizó el programa Motic Images Plus 2.0 ML (China Group Co., Ltd., China); El programa incluye una guía para su utilización la siguiente metodología está destinada a la medición de poros estableciendo como unidad de medida a micrómetros (*um*).

Para el análisis de las imágenes se procedió de la siguiente manera:

Guía de calibración para medición de los poros

La Guía de calibración proporciona tres métodos de calibración:

- Calibración con Círculo

- Calibración con cruz
- Calibración con reglas X e Y.

Seleccione la Guía de Calibración que mejor se ajuste a los poros, se mostrará la siguiente ventana (ver figura 1).

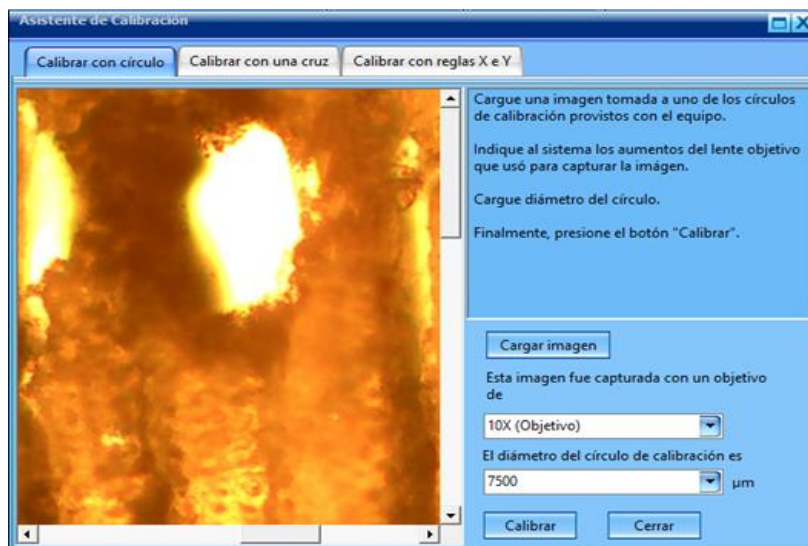


Figura 1: Asistente de calibración del programa Motic Images.

Fijar un lente para la medida de los poros ejemplo 10x trazamos el diámetro del círculo y calibramos (ver figura 2).

Nombre de la cali...	μm/Píxel (Eje X)	μm/Píxel (Eje Y)	Objetivo	Escala	Anch...	Alto ...
100X (Objetivo)	0,01	0,01	100	false	320	240
10X (Objetivo)	0,1	0,1	10	false	320	240
1X (Objetivo)			1	false	320	240
20X (Objetivo)	0,05	0,05	20	false	320	240
2X (Objetivo)	0,5	0,5	2	false	320	240
3X (Objetivo)	0,3333333	0,3333333	3	false	320	240
40X (Objetivo)	0,025	0,025	40	false	320	240
4X (Objetivo)	0,25	0,25	4	false	320	240
5X (Objetivo)	0,2	0,2	5	false	320	240
60X (Objetivo)	0,01666667	0,01666667	60	false	320	240
6X (Objetivo)	0,1666667	0,1666667	6	false	320	240
7X (Objetivo)	0,1428571	0,1428571	7	false	320	240

Nombre de la cali: 10X (Objetivo) Escala

Figura 2. Tabla de calibración del programa del programa Motic Images

Una vez realizada la calibración vamos a archivo seleccionamos capturar, en él nos aparece un módulo de imagen en vivo (ver figura 3).



Figura 3. Módulo de imagen en vivo.

Procedemos a pulsar la cámara ubicada en la parte superior derecha en la cual se nos desplegara la opción guardar, elegir el destino de guardado (ver figura 4).



Figura 4. Opción capturar imagen.

Volvemos al sitio de inicio del programa seleccionamos la opción archivo, abrir e inmediatamente se incorpora la imagen al programa (ver figura 5, 6).



Figura 5. Opción abrir imagen para exportar a inicio del programa Motic



Figura 6. Exportación de imágenes desde carpeta guardada.

Al tener la imagen deseada en la pantalla de inicio del programa Motic Images iniciamos con la opción medir, elegir la manera más adecuada para realizar una correcta medición (ver figura 7).



Figura 7. Opciones para medir.

Pulsamos la opción medir seleccionamos marcar área a mano alzada, ya que los poros de la madera son irregulares, para mejor precisión utilizamos una lupa que se ubica en una opción en la parte inferior izquierda esta nos ayudara a trazar el perímetro con menor error (ver figura 8).



Figura 8. Opción lupa, para medir con mayor precisión.

De la misma manera en la parte inferior izquierda encontraras la opción mediciones ahí seleccionamos la calibración con el lente a usar mientras se trace el perímetro encontraremos una tabla de mediciones la misma que es posible exportarla a un archivo Excel no editable (ver figura 9).

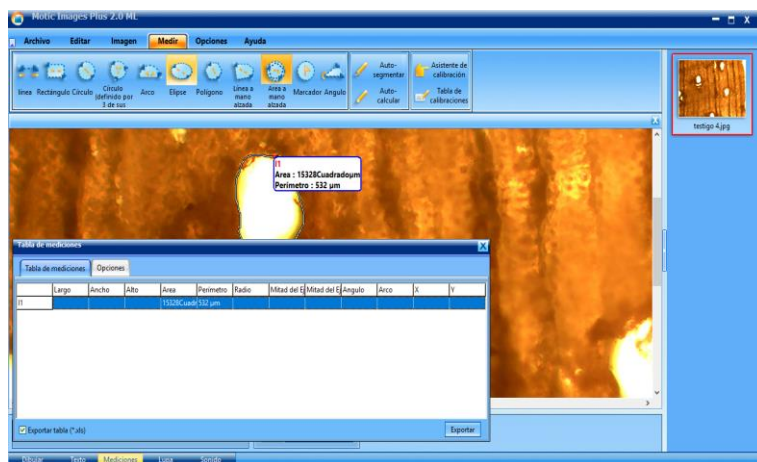


Figura 9. Tabla de mediciones desplegada después de realizar mediciones.

IX. RESULTADOS

A. Para el cumplimiento del primer objetivo: Analizar los tipos de tinciones y determinar cuál presenta mejores resultados.

1. Ablandamiento de las muestras de las diferentes especies en el autoclave.

El ablandamiento de las cuatro especies (*Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia*, *Triplaris americana*) tuvo una duración de 3 horas; Cada hora se representa como un ciclo, cada hora de ciclo se va reemplazando el agua destilada ocupada por agua destilada limpia.

Para parar los ciclos de ablandamiento la muestra de 2*2*2 debe estar suave y lo comprobamos realizando un leve corte con el micrótopo si lo realiza con facilidad y la lámina cortada está intacta y delgada se encuentra lista para obtener más laminas histológicas de los tres planos de la madera; si la madera no se encuentra en el estado antes mencionado se continuará ablandando durante los ciclos que sean necesarios.

2. Tipos de tinciones

Tabla 2. Características anatómicas observadas con los cuatro tintes en corte transversal de las cuatro especies estudiadas.

Características	<i>Ilex guayusa</i>				<i>Terminalia amazonia</i>				<i>Dacryodes peruviana</i>				<i>Triplaris americana</i>			
	Ab	Sf	Vb	Vm	Ab	Sf	Vb	Vm	Ab	Sf	Vb	Vm	Ab	Sf	Vb	Vm
Parénquima	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Poros	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1
Porosidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Radios	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1
Tíldes	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
Total	1	3	1	4	2	5	3	4	3	1	4	1	1	4	2	5

Ab= Azul brillante; Sf= safranina; Vb= verde brillante; Vm= verde malaquita

Elaborado por: Llerena. E, 2018

Para analizar las características en el plano transversal de cada especie; se obtuvo una aceptabilidad por cada tinte; *Ilex guayusa* y *Triplaris americana* tienen mayor afinidad con el tinte verde malaquita; *Dacryodes peruviana* tuvo afinidad con el tinte verde brillante, *Terminalia amazonia* presenta mayor afinidad con el tinte safranina, estos tintes seleccionados permiten la mejor observación de estructuras microscópicas en este corte (Tabla 2).

Tabla 3. Características anatómicas observadas con los cuatro tintes en corte radial de las cuatro especies estudiadas.

Características	<i>Ilex guayusa</i>				<i>Terminalia amazonia</i>				<i>Dacryodes peruviana</i>				<i>Triplaris americana</i>			
	Ab	Sf	Vb	Vm	Ab	Sf	Vb	Vm	Ab	Sf	Vb	Vm	Ab	Sf	Vb	Vm
Elm. del vaso	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
Fibras	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
Parénquima	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
Punteaduras	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
Traqueidas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Vasos	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
Total	0	2	0	5	0	5	0	3	2	2	5	1	2	5	3	4

Ab= Azul brillante; Sf= safranina; Vb= verde brillante; Vm= verde malaquita

Elaborado por: Llerena. E, 2018

Para la observación de las características en el corte radial se obtuvo una aceptabilidad alta por los colores verde malaquita en *Ilex guayusa*, Safranina en *Terminalia amazonia*, Verde brillante en *Dacryodes peruviana*, Safranina en *Triplaris americana* ya que presentaron mayor adaptabilidad y ayudaron a la observación más nítida de los elementos (Tabla 3).

Tabla 4. Características anatómicas observadas con los cuatro tintes en corte tangencial de las cuatro especies estudiadas.

Características	<i>Ilex guayusa</i>				<i>Terminalia amazonia</i>				<i>Dacryodes peruviana</i>				<i>Triplaris americana</i>			
	Ab	Sf	Vb	Vm	Ab	Sf	Vb	Vm	Ab	Sf	Vb	Vm	Ab	Sf	Vb	Vm
Vasos	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
Traqueidas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Parénquima	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
Fibras	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
Punteaduras	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
Radios	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Total	0	2	0	5	1	5	0	2	2	2	5	0	2	5	2	4

Ab= Azul brillante; Sf= safranina; Vb= verde brillante; Vm= verde malaquita

Elaborado por: Llerena. E, 2018

En el corte tangencial los tintes que permitieron observar la mayor cantidad de características anatómicas fueron: verde malaquita para *Ilex guayusa*, safranina para *Terminalia amazonia*, verde brillante para *Dacryodes peruviana*; y safranina para *Triplaris americana* (Tabla 4).

Nota: Al final de la preparación de cada tinte se pudo observar la densidad alta o baja de cada uno de ellos; sin embargo, el tinte con mayor densidad fue verde malaquita el mismo que requirió ser filtrado 2 veces para bajar su densidad.

B. Para el cumplimiento del segundo objetivo: Detallar y comparar las características microscópicas y macroscópicas de la madera de 4 especies forestales.

a. Características macroscópicas

En las características macroscópicas que se describen a continuación se encuentran las características de las cuatro especies *Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana*, *Terminalia*

amazonia, *Triplaris americana*, estas características externas están identificadas y resumidas en tablas descriptivas.

Tabla 5. Ficha de características macroscópicas de *Ilex guayusa*

FICHA DE IDENTIFICACIÓN		
CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN	
CORTEZA	verde oscuro, textura rugosa	
OLOR	caña de maíz	
SABOR	grasa vegetal	
LUSTRE	medio - bajo	
VETEADO	Satinado	
GRANO	Inclinado	
TEXTURA	Fina	
ALBURA	seco: 6/2 ligero grisáceo olivo (10Y-5GY)	húmedo: 6/2 grisáceo olivo (10Y-5GY). Ver figura 10
DURAMEN	seco: 6/2 ligero gris pardusco (10YR)	húmedo: 6/2 ligero gris pardusco (10YR)
DENSIDAD	0,79 gr/cm ³	

Elaborado por: Llerena. E, 2018

Figura 10. Identificación de color en *Ilex guayusa* mediante tabla Munsell



En la tabla 5 se detalla las características macroscópicas de la madera de *Ilex Guayusa*, su nombre común Guayusa pertenece al género *Ilex* de la familia Aquifoliaceae.

Tabla 6. Ficha de características macroscópicas de *Dacryodes peruviana*

FICHA DE IDENTIFICACIÓN		
CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN	
CORTEZA	café marrón, textura media, ligeramente áspera, posee lenticelas, corteza delgada.	
OLOR	ligero a mentol	
SABOR	ausente	
LUSTRE	medio	
VETEADO	arcos superpuestos	
GRANO	entrecruzado	
TEXTURA	media – fina	
ALBURA	seco: 7/3 marrón muy pálido (10YR)	húmedo: 8,5/2 marrón pálido (2,5Y).
DURAMEN	seco: 6/3 marrón pálido (10 YR)	húmedo: 8/2 amarillo pálido (10YR)
DENSIDAD	0,65 gr/cm ³	

Elaborado por: Llerena. E, 2018

En la tabla 6 se detalla las características macroscópicas de la madera de *Dacryodes peruviana*, nombre común copal pertenece al género *Dacryodes* de la familia Burseraceae.

Tabla 7. Ficha de características macroscópicas de *Terminalia amazonia*.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN	
CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
CORTEZA	marrón, textura ligeramente gruesa, presenta agrietamientos y leve desprendimiento de la corteza, corteza delgada.
OLOR	Fragante
SABOR	ligero amargo
LUSTRE	medio - alto
VETEADO	líneas vasculares
GRANO	recto
TEXTURA	media
ALBURA	seco: 8/6 amarillo (5Y) húmedo: 7/4 marrón muy pálido (10YR).
DURAMEN	seco: 6/4 marrón amarillento claro (10YR) húmedo: 6/4 marrón amarillento claro (10YR)
DENSIDAD	0,82 gr/cm ³

Elaborado por: Llerena. E.,2018

En la tabla 7 se detalla las características macroscópicas de la madera de *Terminalia amazonia*, nombre común Yumbingue, pertenece al género *Terminalia* de la familia Combretaceae

Tabla 8. Ficha de características macroscópicas de *Triplaris americana*.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN		
CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN	
CORTEZA	marrón verdoso, textura media, presenta lenticelas.	
OLOR	ausente	
SABOR	ausente	
LUSTRE	bajo	
VETEADO	jaspeado (salpicado)	
GRANO	entrecruzado	
TEXTURA	gruesa	
ALBURA	seco: 7/1 gris claro (2,5Y)	húmedo: 8/2 marrón muy pálido (10YR). Ver figura 11.
DURAMEN	seco: 6/1 gris (2,5Y)	húmedo: 5/3 marrón (10YR)
DENSIDAD	0,80 gr/cm ³	

Elaborado por: Llerena. E,2018

En la tabla 8 se detallan las características macroscópicas de la madera de *Triplaris americana*, nombre común Fernán Sánchez del género *Triplaris* de la familia Polygonaceae.

Comparación de las características anatómicas de la madera de las cuatro especies en estudio.

En la tabla 9 se detalla las características organolépticas de las muestras procedentes de las cuatro especies en estudio, en la misma evidencia que al ser especies de familias completamente diferentes presentan similitudes en cuanto a lustre medio entre *Ilex guayusa* y *Dacryodes peruviana* con lustre medio; en cuanto a corteza *Dacryodes peruviana* y *Triplaris americana* poseen una corteza de color marrón con textura media

y la presencia de lenticelas; en cuanto al grano poseen el mismo tipo entrecruzado *Dacryodes peruviana* y *Triplaris americana*.

Tabla 9. Propiedades macroscópicas de las muestras en estudio.

Características	Aquifoliaceae <i>Ilex guayusa</i> (guayusa)	Burseraceae <i>Dacryodes peruviana</i> (copal)	Combretaceae <i>Terminalia amazonia</i> (yumbingue)	Polygonaceae <i>Triplaris americana</i> (Fernán Sánchez)
Corteza	Verde oscuro, textura rugosa	Marrón, textura media, posee lenticelas	Marrón, texturas ligeramente gruesas agrietamientos.	Marrón verdoso, textura media, lenticelas.
Olor	Caña de maíz	Ligero a mentol	Fragante	Ausente
Sabor	Grasa vegetal	Ausente	Ligero amargo	Ausente
Lustre	Medio – bajo	Medio	Medio – alto	Bajo
Veteado	Satinado	Arcos superpuestos	Líneas vasculares	Jaspeado
Grano	Inclinado	Entrecruzado	Recto	Entrecruzado
Textura	Fina	Media – fina	Media	Gruesa
Albura	Ligero grisáceo olivo	Marrón muy pálido	Amarillo	Gris claro
Duramen	Ligero gris pardusco	Marrón pálido	Marrón amarillento claro	Gris
Densidad	0,79 gr/cm ³	0,65 gr/cm ³	0,82 gr/cm ³	0,80 gr/cm ³

Elaborado por: Llerena. E, 2018.

b. Comparación de las características microscópicas de las especies en estudio

Tabla 10. Características microscópicas de las especies en estudio.

Especies	Poros	Parénquima	Radio s	Distribución de poros
<i>Ilex guayusa</i> (guayusa)	Visibles con lupa de 10x Predominan: solitarios Escasos: múltiples radiales de 2,3,4.	Unilateral vasicéntrico	Visibles con aumento de 10x en microscopio muy finos	Difusa
<i>Dacryodes peruviana</i> (copal)	Visibles con lupa de 10x predominan: solitarios; escasos: múltiples radiales de 2-4.	No visible con lupa de 10x raro, poca similitud al paratraqueal vasicéntrico	Visibles con lupa de 10x	Difusa
<i>Terminalia amazonia</i> (yumbingue)	Pequeños visibles con lupa de 10x; predominan: solitarios; escasos: múltiples tangenciales.	Paratraqueal aliforme y confluyente con bandas finas y gruesas	Muy finos visibles a simple vista	Difusa
<i>Triplaris americana</i> (Fernán Sánchez)	Visibles a simple vista; predominan: múltiples de 2; escasos: solitarios, múltiples 3	Paratraqueal vasicéntrico	Visibles a simple vista	Difusa

Elaborado por: Llerena. E, 2018

La Tabla 10 hace referencia a la comparación de algunas características microscópicas de las especies estudiadas de la sección transversal, a pesar de que son especies diferentes poseen similitudes como lo hace *Dacryodes peruviana* y *Triplaris americana* con un parénquima paratraqueal vasicéntrico; como asimismo la igualdad en la porosidad difusa que todas las especies en estudio presentaron ver figura 11.

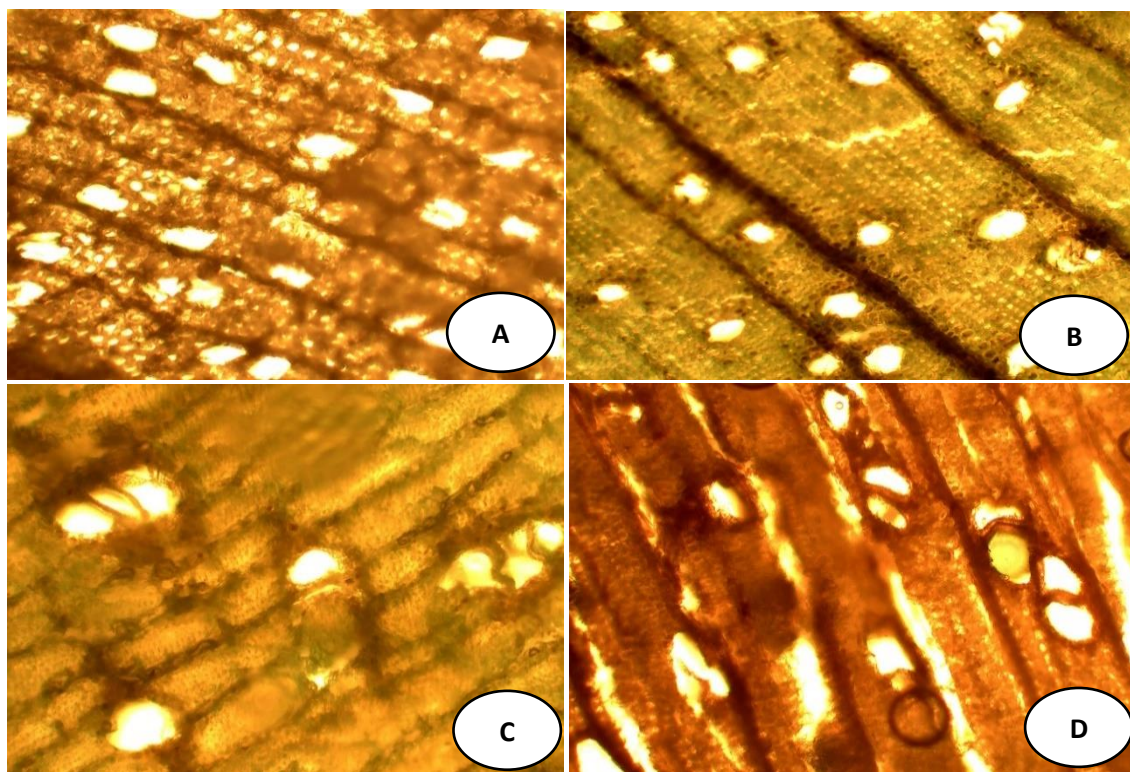


Figura 11. Características microscópicas de las especies en estudio. **A.** Poros solitarios de *Ilex guayusa*; Poros solitarios de *Dacryodes peruviana*; **C.** Poros solitarios y múltiples de *Terminalia amazonia*; **D.** Poro múltiple de 2 en *Triplaris americana*, 10x.

Características microscópicas de las especies en estudio.

a. *Ilex guayusa*

Sección transversal

En la figura 12 las características como los poros que son círculos irregulares, en cuanto al tipo de agrupamiento de los poros predominan los poros solitarios (Figura A), consecuentemente se observa la presencia de poros múltiples de 2 a 4, escasos múltiples radiales. En la (Figura B). se visualiza el parénquima de tipo unilateral vasicéntrico, el mismo que está bordeando parcialmente al poro.

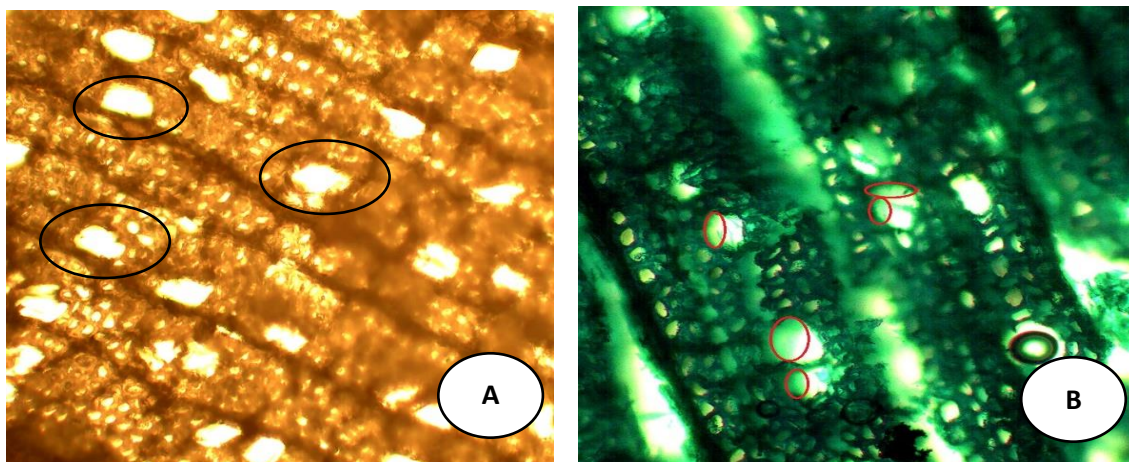


Figura 12. Corte transversal de *Ilex guayusa*. **A.** poros solitarios; **B.** parénquima unilateral vasocéntrico; 10x.

Sección radial

En la figura 13 Se aprecia un corte tangencial se visualiza las fibras rectas (figura A) su función la de brindar sostén al árbol; en los elementos del vaso (figura B) se aprecia los radios con células envolventes, se observa los radios los cuales no son perceptibles a simple vista, no son muy pronunciados.

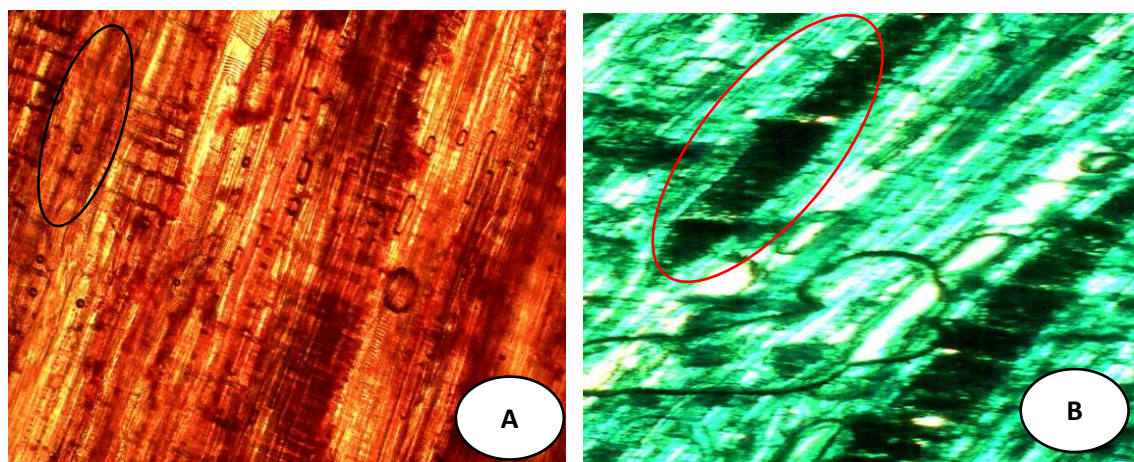


Figura 13. Corte radial de *Ilex guayusa*. **A** Fibras rectas; **B.** radio con células envolventes; 10x

Sección tangencial

En la figura 14 se observa los elementos del vaso que ayudan a la conducción de nutrientes dentro del árbol, Punteaduras de tipo escaliformes y fibras septadas por el corte las mismas que provienen de una serie de mitosis sucesivas que ocurre tras el alargamiento de las fibras que dan lugar a la formación de paredes divisoria incompletas.

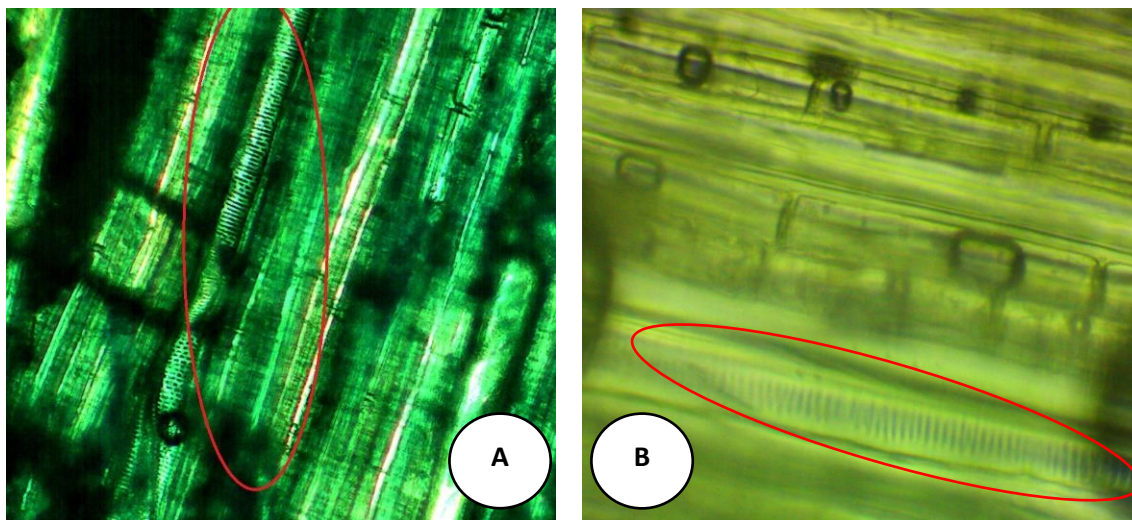


Figura 14. Corte tangencial de *Ilex guayusa*; Punteaduras escaliformes y fibras septadas, verde Brillante, 10x

b. *Dacryodes peruviana*

Sección transversal

En la figura 15 se observa las características del plano transversal predominando los poros solitarios (figura A), la forma de los poros es irregular semicircular, un parénquima raro se asemeja un poco al paratraqueal vasicéntrico que bordea al poro, posee una porosidad difusa ya que se encuentran dispersos, en la (figura B) se encuentra la presencia de tílides dentro del poro que bloquean el paso de luz y observar el perímetro completo del poro.

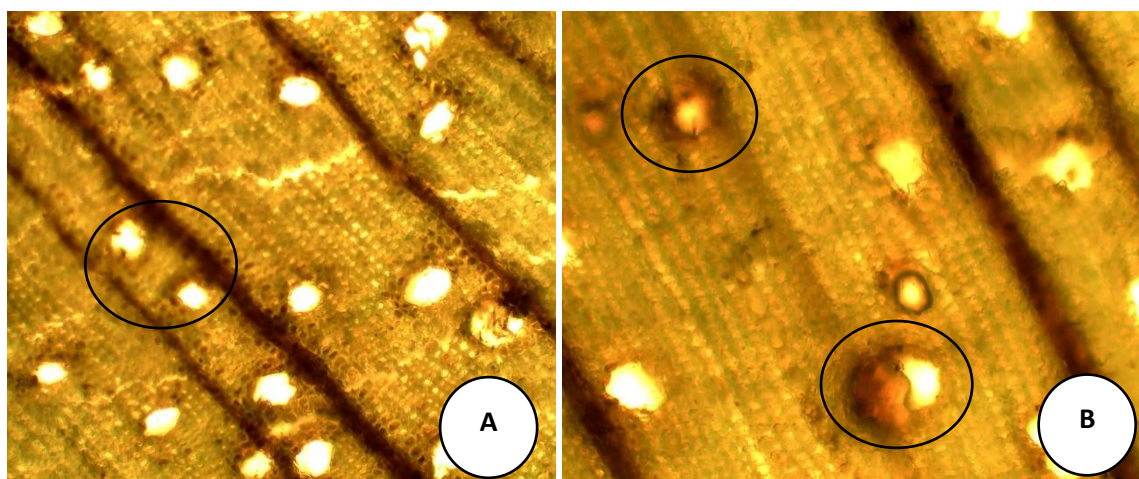


Figura 15. Corte transversal de *Dacryodes peruviana*. **A.** Poros solitarios, parénquima paratraqueal vasicéntrico incompleto; **B.** tílides; 10x.

Sección radial

En la Figura 16 se observa el corte del plano radial de la madera en la cual se nota la diferencia entre el leño temprano de la (figura A) que indica la presencia de mayor número de poros por el espacio entre cada uno de ellos y el leño tardío de la (figura B) que indica la presencia de menor número de poros y el bajo grado de espaciado entre ellos.

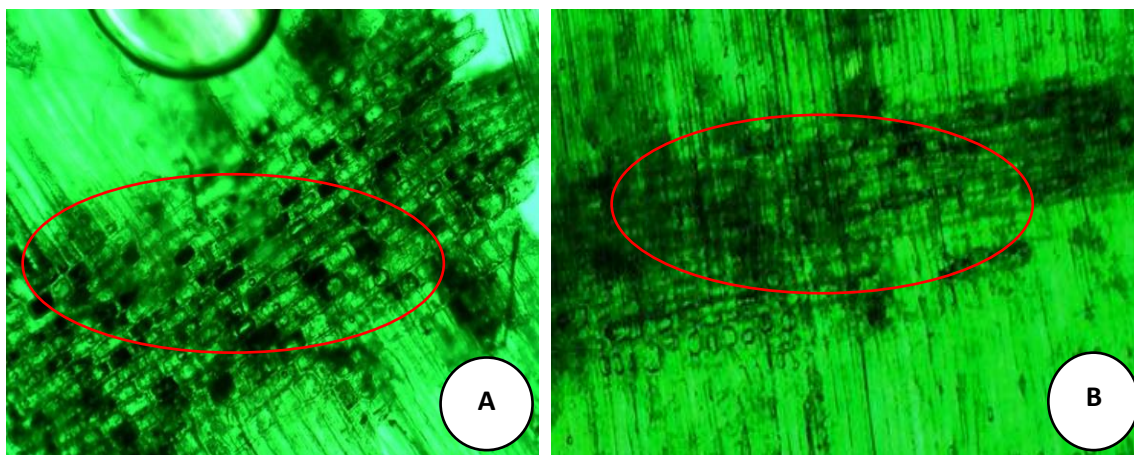


Figura 16. Corte radial de *Dacryodes peruviana*. **A.** leño temprano; **B.** leño tardío. 10x

Sección tangencial

En la figura 17 se observa el plano tangencial de la especie *Dacryodes peruviana* en la cual se observa los elementos del vaso se apreció punteaduras de tipo opuestas (Figura A) no tiene la aplicación de ningún tinte; como también se evidencio en la (Figura B) el radio con células envolventes, con la presencia de verde brillante, con un aumento de 10x.

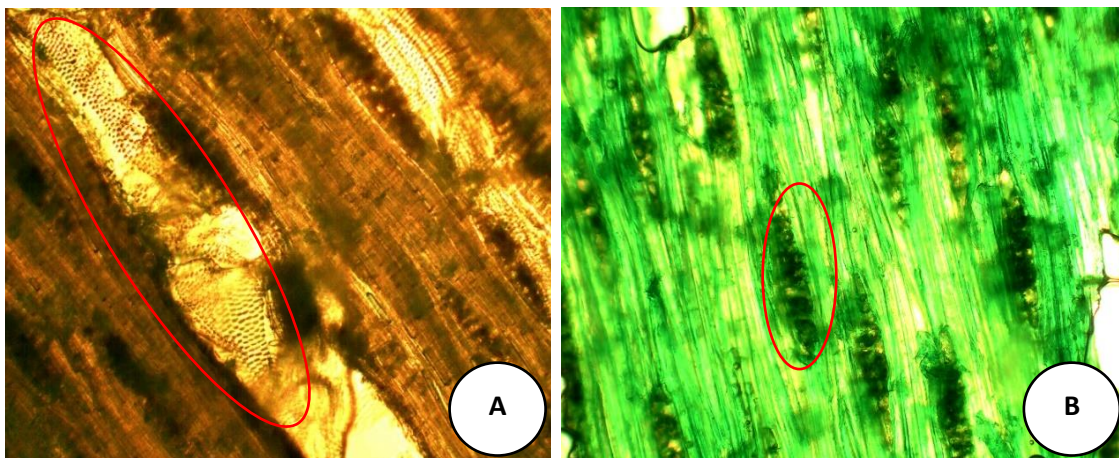


Figura 17. Corte tangencial de *Dacryodes peruviana*. **A.** Punteaduras opuestas; **B.** Células envolventes de los radios; 10x.

Sección transversal

En el plano trasversal de la figura 18 se observa la presencia de poros solitarios y poros múltiples de dos y tres donde predominan los solitarios (figura A), escasos los poros múltiples de 2-3, presentan una porosidad difusa, se aprecia el radio que a simple vista también se lo logra identificar, presentan tílides y depósitos de goma (figura B), la forma de los poros es irregular, en cuanto al parénquima es paratraqueal aliforme y confluyente con bandas finas y gruesas (figura C).

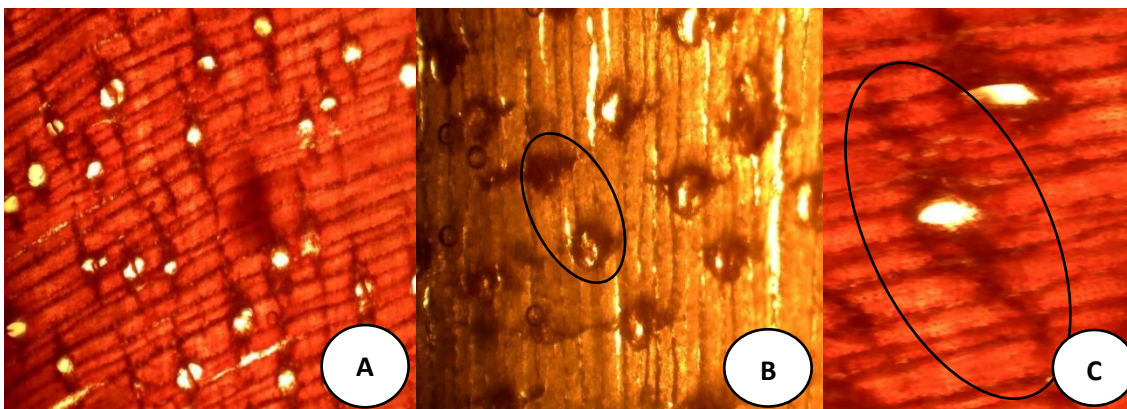


Figura 18. Corte Transversal de *Terminalia amazonia*. **A.** poros solitarios; **B.** Tílides **C.** Parénquima paratraqueal aliforme.

Sección radial

En el corte de la sección radial de la figura 19 se puede observar en la (figura A) la presencia de fibras las mismas que son rectas un poco onduladas las mismas que ocurren tras el alargamiento de las fibras formando paredes divisorias incompletas y en la (figura B) radios con células envolventes que a simple vista se observa detalladamente en la madera.

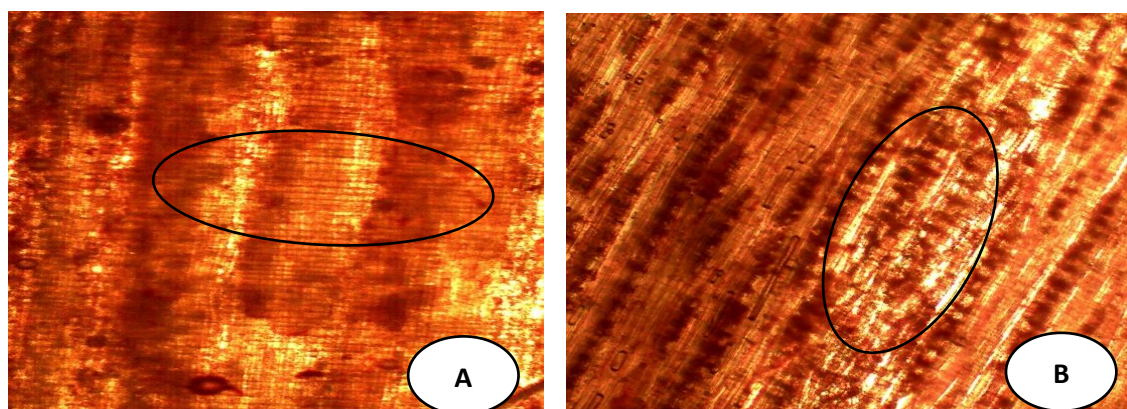


Figura 19. Corte radial de *Terminalia amazonia*. **A.** fibras; **B.** Radios con células envolventes.

Sección tangencial

En el plano tangencial de la figura 20 se visualiza la presencia de punteaduras de tipo ornadas, sin ningún tinte, en cuanto a los radios se los observa incluso a simple vista sin necesidad de lupa 10x se los observa de mejor manera con el tinte safranina, 10x.

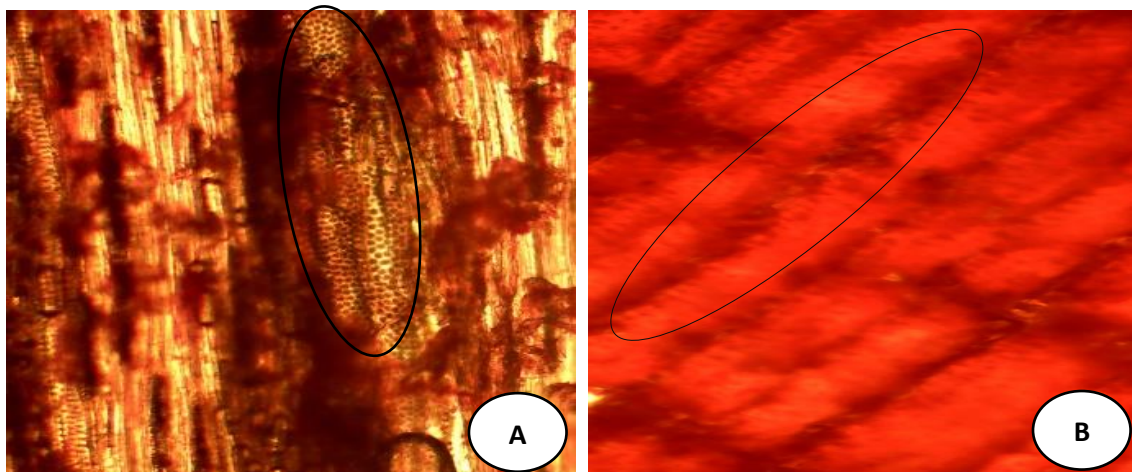


Figura 20. Corte tangencial de *Terminalia amazonia*. A. Punteaduras ornadas; B. radios.

d. *Triplaris americana*

Sección transversal

En el plano transversal de la figura 21 se observa la presencia de poros simples y múltiples de 2, siendo en su mayoría poros múltiples de 2, los poros presentan una forma irregular, en cuanto al parénquima presentan un parénquima paratraqueal vasicéntrico el mismo que bordea en su totalidad al poro, también se observa los radios que a simple vista se los puede identificar.

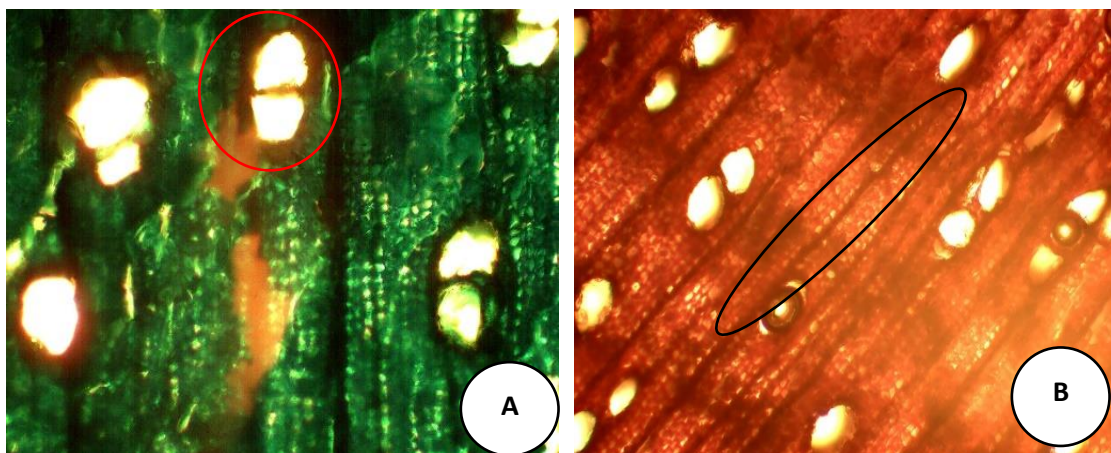


Figura 21. Corte transversal de *Triplaris americana*. Poros múltiples de dos, parénquima paratraqueal vasicéntrico; Radios.

Sección radial

Se observa un corte del plano radial en la figura 22 en la cual se observa el entrecruzamiento de los radios de *Triplaris americana* con el tinte verde malaquita, 10x, las fibras son rectas y septadas las mismas que provienen de una serie de mitosis sucesivas que ocurre tras el alargamiento de las fibras y dan lugar a la formación de paredes divisorias que son incompletas.

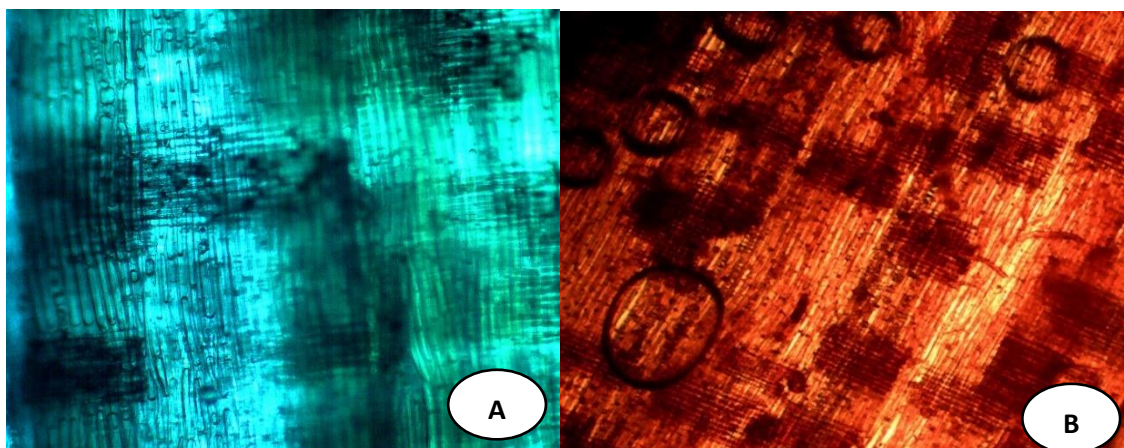


Figura 22. Corte radial de *Triplaris americana*. Radios, fibras septadas; 10x.

Sección tangencial

En el corte de la sección tangencial de la figura 23 se observa la presencia de los elementos del vaso, En cuanto a punteaduras son de tipo ornado, las fibras son rectas y septadas las mismas que provienen de una serie de mitosis sucesivas que ocurre tras el alargamiento de las fibras y dan lugar a la formación de paredes divisorias que son incompletas.

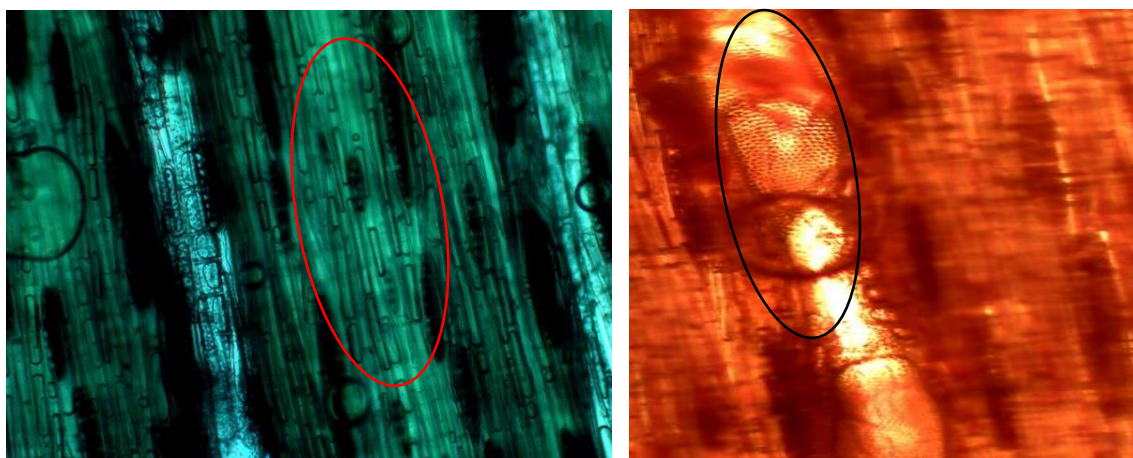


Figura 23. Corte tangencial de *Triplaris americana*; fibras rectas; verde malaquita; Punteaduras ornadas; safranina; 10x.

Tabla 11. Características de las especies en estudio.

Especies	solitario	mlt 2	mlt 3	mlt4	Total	Tamaño de poro
<i>Ilex guayusa</i> (Guayusa)	361	63	9	3	437	Pequeños
<i>Dacryodes peruviana</i> (copal)	528	8	2	0	537	Pequeños
<i>Terminalia amazonia</i> (yumbingue)	170	16	3	1	190	Grandes
<i>Triplaris americana</i> (Fernán Sánchez)	51	87	13	0	151	Pequeños

mlt: Múltiples

Elaborado por: Llerena. E,2018

Las especies poseen características que se pueden observar como: la presencia de poros, los mismos que podemos clasificar como grandes o pequeños según el grado de observación con ayuda de una lupa de 10x o con un microscopio se observa el número total de poros de las tres repeticiones por cada placa tanto poros solitarios como múltiples de 2-4; a su vez se diferencia la cantidad de poros contenidos en cada especie teniendo mayor cantidad de poros las especies *Ilex guayusa* y *Dacryodes peruviana*; y menor cantidad de poros las especies *Terminalia amazonia* y *Triplaris americana* (Tabla 11).

Tabla 12. Promedio de los perímetros (*um*) de poros solitarios de las cuatro especies estudiadas.

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
<i>Dacryodes peruviana</i>	284,33	3	24,32	A	
<i>Ilex guayusa</i>	387,67	3	24,32	A	B
<i>Triplaris americana</i>	466,00	3	24,32		B C
<i>Terminalia amazonia</i>	540,67	3	24,32		C

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

Al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en los poros simples de las diferentes especies ($p > 0,05$). Al realizar la prueba de comparaciones

múltiples se observa que se forman tres grupos: *Dacryodes peruviana* e *Ilex guayusa*; *Ilex guayusa* y *Triplaris americana*; *Triplaris americana* y *Terminalia amazonia*. *Dacryodes peruviana* y *Terminalia amazonia* son estadísticamente diferentes (Tabla 12).

Tabla 13. Promedio de los perímetros (*um*) de los poros múltiples de dos de las cuatro especies estudiadas.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
<i>Ilex guayusa</i>	469,33	3	22,96	A
<i>Dacryodes peruviana</i>	473,00	3	22,96	A
<i>Terminalia amazonia</i>	837,33	3	22,96	B
<i>Triplaris americana</i>	879,00	3	22,96	B

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

Al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en los poros múltiples de dos de las diferentes especies ($p > 0,05$). Al realizar la prueba de comparaciones múltiples se observan dos grupos: *Ilex guayusa* y *Dacryodes peruviana* que presentan un menor perímetro de los poros que; *Terminalia amazonia* y *Triplaris americana*. *Ilex guayusa* y *Triplaris americana* son estadísticamente diferentes (Tabla 13).

Tabla 14. Promedio de los perímetros (*um*) de poros múltiples de tres de las cuatro especies estudiadas.

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
<i>Dacryodes peruviana</i>	465,33	3	128,37	A	
<i>Ilex guayusa</i>	604,33	3	128,37	A	B
<i>Terminalia amazonia</i>	1077,00	3	128,37	B	C
<i>Triplaris americana</i>	1227,67	3	128,37		C

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

Al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en los poros múltiples de tres de las diferentes especies ($p > 0,05$). Al realizar la prueba de comparaciones múltiples se observan tres grupos: e *Ilex guayusa*; *Ilex guayusa* y;

Triplaris americana y *Terminalia amazonia*; *Dacryodes peruviana* y *Triplaris americana* son estadísticamente diferentes (Tabla 14).

Tabla 15. Densidad de poros solitarios de las cuatro especies estudiadas.

tratamientos	Medias	n	E.E.	
<i>Triplaris americana</i>	50,67	3	41,57	A
<i>Terminalia amazonia</i>	169,67	3	41,57	A
<i>Ilex guayusa</i>	361,00	3	41,57	B
<i>Dacryodes peruviana</i>	527,67	3	41,57	B

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

Al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en la densidad de poros solitarios de las diferentes especies. Al realizar la prueba de comparaciones múltiples se observan dos grupos: *Terminalia amazonia* y *Triplaris americana*; *Ilex guayusa* y *Dacryodes peruviana* son estadísticamente diferentes (Tabla 15).

Tabla 16. Densidad de poros múltiples de dos de las cuatro especies estudiadas.

tratamientos	Medias	n	E.E.	
<i>Dacryodes peruviana</i>	7,67	3	14,84	A
<i>Terminalia amazonia</i>	16,33	3	14,84	A
<i>Ilex guayusa</i>	63,00	3	14,84	A B
<i>Triplaris americana</i>	87,33	3	14,84	B

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

Al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis se encontraron diferencias significativas en la densidad de poros múltiples de dos de las diferentes especies. Al realizar la prueba de comparaciones múltiples se observan dos grupos: *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia* e *Ilex guayusa*; *Ilex guayusa* y *Triplaris americana*; *Dacryodes peruviana* y *Triplaris americana* son estadísticamente diferentes (Tabla 16).

Tabla 17. Análisis de la Varianza, densidad de los poros múltiples de 3 de las cuatro especies estudiadas (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	237,58	3	79,19	2,72	0,1144
tratamientos	237,58	3	79,19	2,72	0,1144
Error	232,67	8	29,08		
<u>Total</u>	<u>470,25</u>	<u>11</u>			

Al aplicar análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas en la densidad de poros múltiples de 3 de las diferentes especies es decir no son estadísticamente diferentes (Tabla 17).

X. DISCUSIÓN

El material estudiado, a pesar de ser especies de diferente familia, se caracterizó por mostrar una notable homogeneidad en ciertas características desglosadas a continuación:

Tintes

La aceptabilidad para cada tinte en esta investigación fue por los tintes verde malaquita para *Ilex guayusa* en los tres planos (tangencial, transversal y radial); verde brillante para *Dacryodes peruviana* en sus tres planos (tangencial, transversal y radial); safranina para *Terminalia amazonia* en sus tres planos (tangencial, transversal y radial); safranina para *Triplaris americana* en sus dos planos tangencial y radial para el plano transversal se optó por verde malaquita; en varios estudios de (Leon & Williams, 2007) (Williams & Leon, 2009) (Leon & Williams, 2009) (Williams & Leon, 2012) se encuentra información de características microscópicas de la madera utilizando únicamente el tinte safranina; al contrario de esta investigación que arroja mejores resultados aplicando variedad de tintes y se cree que su mejor afinidad puede ser por el estado juvenil, factor climático, entre otras características.

Características macroscópicas

De las cuatro especies estudiadas; según (Montero & Kanninen, 2005) y (Aguirre, Loja, Solano, & Aguirre, 2015) son de considerable aprovechamiento maderable *Terminalia amazonia* y *Triplaris americana*, mientras que (Andrade, 2016) y (Mosquera, 2015) presentan las especies *Dacryodes peruviana* e *Ilex guayusa* de escaso aprovechamiento maderable, pero considerable aprovechamiento en productos no maderables (resinas, gomas, hojas, fruto, flores) utilizando barniz natural, infusiones medicinales, perfumes, etc.

Con relación al color (Mendez & Abdelnour, 2014) son totalmente diferentes según la tabla Munsell: *Ilex guayusa* posee un color gris oliváceo, mientras que *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia* y *Triplaris americana* poseen un color marrón pálido y marrón amarillento en seco, cabe destacar que *Terminalia amazonia* presenta un color rosado al momento de corta que poco a poco va desapareciendo en cuanto la madera se seca al ambiente volviéndose amarillenta concordando con lo identificado por (Leon & Williams, 2007) y (Araya & Moya, 2013), a la vez recomiendan identificar el color de la

madera al momento de la corta y en seco, para comparar la transición de color de la madera; las tonalidades del color de la madera pueden variar al momento de identificar la muestra, estado juvenil de la madera y factores climáticos.

La determinación del vetado jaspeado y líneas vasculares que se aprecia en *Terminalia amazonia* y *Triplaris americana* son útiles en la industria para la elaboración de chapas decorativas, encofrados, parquet, aglomerados y mueblería; mientras que *Ilex guayusa* presenta un vetado satinado y *Dacryodes peruviana* presenta arcos superpuestos según la descripción de (Morvely, 2014) servirán para la elaboración de chapas decorativas y mueblería fina, la presencia del vetado no se encuentra tan notable ya que son especies cortadas en estado juvenil, es por ello que a la industria se recomienda talar las especies cuando se encuentren aptas para su corte he allí donde se obtiene mejores características físicas de la madera.

Con respecto al lustre o brillo las especies: *Dacryodes peruviana*, *Ilex guayusa* y *Triplaris americana* poseen brillo bajo a medio según los estudios de (Ugarte Oliva, 2009); siendo *Terminalia amazonia* una madera con lustre alto que lo favorecerá para la elaboración de piezas decorativas por su brillo natural; pero para (Kollmann, 1959) el brillo no tiene importancia significativa ya que al tallar o pulir las maderas adquirirán un alto brillo y de mayor atracción para el comprador, pero para esta investigación se demuestra que la madera de *Terminalia amazonia* no necesitará de un brillo artificial como un barniz u otros que den un aspecto artificial a la madera, quitándole su propiedad natural.

Para clasificar la madera nos basamos en la literatura de (IAWA, 1986) referente a la densidad que comprende: (0,65) a *Dacryodes peruviana* y se la cataloga como una madera moderadamente pesada; *Ilex guayusa* (0,79), *Terminalia amazonia* (0,82) y *Triplaris americana* (0,80) se las cataloga como maderas pesadas y duras concordando con los estudios de (Leon & Espinoza de Pernia, 2001) (Montero & Kanninen, 2005).

Según Pires, & otros (2015) *Triplaris americana* a más de ostentar alto aprovechamiento maderable, se concuerda a que esta especie vive en asociación con el orden Himenóptera de la familia apiade, la cual se resguarda en el fuste de esta especie; según el estado de madurez del árbol encontraremos mayor o menor cantidad de estos.

La presencia de sílice en *Triplaris americana* de color plateado brillante, podría provocar un desgaste en las herramientas de corte utilizadas en los procesos de industrialización de la materia prima según los estudios de (Rivera & Galiussi, 2015) y (Morvely, 2014).

Características microscópicas

Poros

Según la clasificación que establece (IAWA, 1986) las especies que presentan poros solitarios en abundancia son: *Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana* y *Terminalia amazonia*; mientras que *Triplaris americana* es una especie que presenta en abundancia poros múltiples radiales de dos.

A nivel microscópico, los elementos vasculares de *Dacryodes peruviana* e *Ilex guayusa* son medianos en perímetro, mientras que los de *Terminalia amazonia* y *Triplaris americana* son de perímetros grandes; La presencia de tálides en *Terminalia amazonia* y *Dacryodes peruviana* dificulta el paso de la luz y la observación completa de los perímetros completos de los poros. Además, todas las especies estudiadas presentan punteaduras intravasculares conforme lo indica (García, 2008).

Parénquima

A simple vista no es visible el parénquima ni con lupa de 10x en *Ilex guayusa* y *Dacryodes peruviana*; pero puesto al microscopio *Ilex guayusa* posee un parénquima unilateral vasicéntrico, *Triplaris americana* posee parénquima paratraqueal vasicéntrico acertando con la investigación de (Malavassi, 2003); *Terminalia amazonia* posee parénquima paratraqueal aliforme y confluyente con bandas finas y gruesas y se lo observa con facilidad con lupa de 10x esto coincide con las investigaciones de (Malavassi, 2003) y (Roth, 1969).

Respecto al parénquima de *Dacryodes peruviana* no se aprecia o es extremadamente raro poca similitud al parénquima paratraqueal vasicéntrico, coincidiendo con lo reportado por (Ter Welle, 1984).

Radios

Los radios en sección transversal son visibles a simple vista en: *Terminalia amazonia*, *Triplaris americana*; siendo necesario en *Dacryodes peruviana*, emplear una lupa de 10x para su visualización coincidiendo con la investigación de (Ter Welle, 1984) los radios son finos y no estratificados en; *Ilex guayusa* (Aquifoliaceae) no tiene relación con lo que afirma (Leon & Espinoza de Pernia, 2001) que hace referencia a radios anchos visibles a simple vista, más en la investigación realizada se puede atestiguar que son radios finos

que se dificultan para poderlos observar a simple vista y esto está con relación a la edad juvenil que presenta la especie *Ilex guayusa*.

Además, los radios son de tipo no estratificado en las cuatro especies estudiadas estos radios no se encuentran a una misma altura y tampoco siguen un orden, esta característica se afirma ser propia de las especies de clima tropical según lo indica (Agama, 2018).

Punteaduras

Las Punteaduras son las encargadas de mantener en contacto los vasos con los tipos de células; las punteaduras escaliformes están presentes en *Ilex guayusa* coincidiendo con la investigación de (Richter & Dallwitz, 2000) con el género *Ilex*; las punteaduras opuestas presentes en *Dacryodes peruviana*; Punteaduras ornadas que están presentes en *Terminalia amazonia* y *Triplaris americana* acertando con (Leon & Espinoza de Pernia, 2001).

Fibras

En cuanto a las fibras *Ilex guayusa* posee fibras con paredes delgadas; *Dacryodes peruviana* posee fibras de pared media; mientras que *Terminalia amazonia* y *Triplaris americana* poseen fibra de pared gruesa conforme lo indica (Leon & Espinoza de Pernia, 2001), esta característica podrá variar según el estado de la especie juvenil o en su madurez, nutrientes del suelo y factores climáticos del lugar.

XI. CONCLUSIONES

- No se establece un mismo color para observar las características microscópicas de los tres planos de la madera, sino que puede variar según las características.
- Los perímetros de los poros de *Ilex guayusa* (guayusa) y *Dacryodes peruviana* (copal) poseen poros pequeños y mayor densidad de solitarios; a diferencia de *Terminalia amazonia* (yumbingue) y *Triplaris americana* (Fernán Sánchez) poseen poros de considerable tamaño con baja densidad de estos por placa.
- *Dacryodes peruviana* (copal) y *Terminalia amazonia* son las especies en las que fue posible observar tñlides dentro de sus poros.
- Se puede determinar la textura con el tamaño de poros: mientras más grandes se presenten la textura será gruesa como en el caso de *Triplaris americana*; si los poros son medianos la textura de la madera será media como la de *Dacryodes peruviana* y *Terminalia amazonia*; si los poros son pequeños la textura de la madera será fina como el caso de *Ilex guayusa*.
- A nivel microscópico solo *Terminalia amazonia* posee parénquima aliforme y la presencia de poros de considerable tamaño siendo observados incluso a simple vista.
- *Terminalia amazonia* es la única especie que se encuentra dentro de la clasificación de especies de aprovechamiento condicionado en el artículo 038 de la ley forestal.

XII. RECOMENDACIONES

- Optar por otra variedad de tintes para la observación de las características microscópicas en la madera.
- Complementar la información con un estudio de las propiedades físicas, químicas (pH) y mecánicas de la madera (torsión, tensión, compresión) para definir si la madera es apta para su aprovechamiento industrial.
- Para realizar el corte transversal no hay necesidad de que el cubo de 2*2*2 se encuentre hidratado en su totalidad ya que la hidratación nos dificulta realizar el corte adecuadamente en la sección transversal.
- Realizar estudios anatómicos de las mismas especies ubicadas en otras zonas del país, con el objetivo de definir que caracteres son inherentes a las especies y cuales se relacionan con los factores externos determinados por la calidad de sitio.
- Realizar un estudio fenológico de *Terminalia amazonia* que está dentro del listado de especies de aprovechamiento condicionado lo que dificulta la corta de estos, para ello estudiar un ejemplar y propagar más ejemplares y con mejores características.
- Exponer un plan de reforestación con las especies que presentan fácil adaptabilidad como lo es *Terminalia amazonia* y *Triplaris americana*.

XIII. RESUMEN

La presente investigación propone caracterizar anatómicamente *Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia*, *Triplaris americana*, mediante tinciones, procedentes del parque botánico Sucúa, ubicado en la provincia de Morona Santiago; donde se obtuvieron muestras de cada especie. Las mismas que previamente ya habían sido identificadas en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para el estudio anatómico de la madera se dividió en dos partes macro y microscópica, para las características macroscópicas, las maderas fueron previamente secadas durante 25 días, se obtuvo muestras para xiloteca de 2*10*15 cm en donde identificamos: color, olor, sabor, poros, textura, lustre, veteado y grano; para las características microscópicas indistintamente se obtuvo cubos de 2*2*2 mismos que fueron ablandados en el autoclave a una presión de 11,61 atm y 121 °C dentro de envases de vidrio sellados con papel aluminio durante un tiempo determinado, posteriormente se realizó cortes de 0,3 um en un micrótopo de los cubos de madera identificando los planos tangencial, transversal y radial, estas muestras fueron colocadas en cajas petri donde se los hidrató en agua destilada esterilizada, luego se sumergió en los tintes Safranina al 1,15%, verde brillante 2,5%, verde malaquita 2%, azul brillante 2% cada uno por determinado tiempo, a su vez se determinó cual es el mejor tinte para observar las características microscópicas de la madera de cada especie, inmediatamente se procedió a medir y contabilizar los perímetros de los poros de cada especie.

Palabras clave: PARQUE BOTÁNICO, CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS, TINCIONES NATURALES.



XIV. SUMMARY

The present research proposes: anatomically characterize *Ilex guayusa*, *Dacryodes peruviana*, *Terminalia amazonia*, *Triplaris americana*, by means of stains; from the botanical park Sucúa, located in the province of Morona Santiago; where samples of each species were obtained. The ones that previously had already been identified in the herbarium of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. For the anatomical study, the wood was divided into two parts macro and microscopic, for the macroscopic characteristics, the woods were previously dried for 25 days, samples were obtained for xylotheque of 2 * 10 15 * cm where we identified: colour, smell, flavour, pores, texture, lustre, veined and grain; for the microscopic characteristics indistinctly, 2 * 2 * 2 cubes were obtained, which were softened in the autoclave at a pressure of 11.16 atm and 121 °C inside sealed glass containers with aluminium foil for a certain time, afterwards 0.3 *um* cuts of the wooden cubes were made in a microtome identifying the tangential, transverse and radial planes, these samples were placed in petri dishes where they were hydrated in sterile distilled water, then immersed in Safranina dyes at 1.15 %, bright green 2.5%, green malachite 2%, bright blue 2% each for a certain time, in addition it was determined which is the best dye to observe the microscopic characteristics of the wood of each species, immediately proceeded to measure and account for the perimeters of the pores of each species.

Keywords: Botanical Park, Anatomical Characterization, Natural Stains.



XV. BIBLIOGRAFÍA

- Agama, C. (2018). *Estructura microscópica de Latifoliadas*. Recuperado el 12 de marzo del 2018. Obtenido de http://www.academia.edu /28577490/ESTRUCTURA_MICROSCOPICA_DE_LATIFOLIADAS.
- Aguirre, Z., Loja, A., Solano, C., & Aguirre, N. (2015). *Especies forestales más aprovechadas en la región sur del Ecuador*. Universidad Nacional de Loja. Ecuador - Loja.
- Alvarez, G., Cabrera, E., & Carrion , C. (2011). *Diagnóstico de frutales nativos en la Región Loreto: Descripción Dendrológica*. Zamora Chinchipe-Ecuador: LQUITOS.
- Andrade, A. (2016). *Determinación de las propiedades físicas, composición química, evaluación de actividad biológica y antioxidante del aceite esencial del fruto Copal (Dacryodes peruviana) de la provincia de Zamora Chinchipe*. Loja: UTPL.
- Araujo , A., & Zenteno, F. (2006). *Bosques de los Andes orientales de Bolivia y sus especies útiles*. Botanica Economica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andres. pp 146-161.
- Araya, M., & Moya, R. (2013). *Claves de identificación macrosópica de la madera de 110 especies del Caribe Norte de Costa Rica*. Revista forestal mesoamericana KURU, 19. Vol 10.
- Barañao, J., Penón, E., Craig, E., Cucciuffo, E., & Flaco, P. (2008). *Manual para la identificación de maderas con aumentos de hasta 10x*. Lujan: Universidad Nacional de Lujan Departamento de Tecnologia Produccion Vegetal IV Dasonomia. Buenos Aires - Argentina
- Benitez, R., & Montesillos, L. (1988). *Catálogo de cien especies forestales de Honduras: distribución, propiedades y usos*. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque - Honduras.
- Bonfil, S., Mendoza, H., & Ulloa, N. (2007). *Enraizamiento y formación de callos en estacas de siete especies del genero Bursera*. Agrociencia, 41: 102-110.

- Camacho, P. (1981). *Informe general del proyecto: ensayos de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales*. Instituto tecnologico de Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Costa Rica - Cartago.
- Caranqui, J., & Humanante, A. (2012). *Estudio sobre la taxonomía y estado de conservación de la guayusa*. Fundación Runa Tarpuna. pp 1-10.
- Chamberlain, W. (1988). *Manual de grabado en madera técnicas afines*. Madrid - España: AKAL.
- Chankuap. (2014). *El aprovechamiento de la guayusa (Ilex guayusa) manual de buenas prácticas de recolección para la cosecha de hojas*. Macas - Ecuador.
- Comision Nacional Forestal. (2011). *Consideraciones tecnológicas en la protección de la madera*. Morelia - Michuacan - México: Recuperado el 08 de marzo de 2018, de: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Consideraciones-tecnologicas-de-la-madera.pdf>.
- Coronel, E. (1994). *Variación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de especies nativas y cultivadas en el chaco Argentino*. Quebracho. N° 2, 14-20.
- Cortes, F. (1980). *Histología vegetal básica*. Madrid - España: Hermann Blume.
- Cruz de Leon, J. (2011). *Consideraciones tecnológicas en la protección de la madera*. Michoacan - México: Recuperado el 08 de marzo de 2018, de <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Consideraciones-tecnologicas-de-la-madera.pdf>.
- Duagand, A. (1960). *Aclaración del tipo Triplaris americana L. (Polygonaceae). Caldasia*. pp 385-391.
- Dueñas, J., Jarrett, C., Cumimins, I., & Logan, E. (2016). *A Historical and Ethnobotanical Overview of Ilex guayusa Loes. (Aquifoleacea) whit notes on its distribution*. Economic Botany.
- Ecuaforestar. (2017). *Guayusa*. Recuperado el 05 de Abril de 2018, de <https://ecuaforestar.com/guayusa/>.

- Estrella, J., Monosalvas, R., Mariaca, J., & Ribadeneira, M. (2005). *Biodiversidad y recursos genéticos: una guía para su uso y acceso en el Ecuador*. Quito-Ecuador: Abya Yala.
- García Barriga, H. (1992). *Flora medicinal de Colombia*. Bogotá - Colombia: Tercer Mundo.
- García, C. (2008). *Ecología forestal estructura, funcionamiento y producción de las masas forestales*. En la madera: estructura, función, formación y mantenimiento. pp. 221-259.
- García, G., & Cobos, L. (06 de 11 de 2016). *Determinación del contenido de cafeína en un cultivo comercial de guayusa (Ilex guayusa)*. Quito - Ecuador: Universidad del Ecuador. Recuperado el 03 de Enero de 2018, de http://www.iniap.gob.ec/web/wp-content/uploads/2015/12/1.Memorias_Primer-encuentro-de-bosques-Ecuador-08-JUNIO-2015.pdf
- García, L. (2006). *Enciclopedia del estudiante forestal, tejidos vegetales*. Argentina: Santillana Educación.
- García, L., Espinoza, J., Rivas, D., Pedroza, N., & Valle, M. (s.f). *Manual de tecnología de la madera*. Recuperado el 02 de febrero de 2018, de <http://www.micfic.gob.ni/portals/0/Documentos%industria/20de%20tecnologia%20de%la&20Madera.pdf>.
- García, L., Guindeo, A., Palacios, P., Bobadilla, I., García, F., Lazaro, L., Pascual, E. (junio de 2001). *Anatomía de maderas de frondosas a nivel de especie. Regiones templadas boreales y australes*. Recuperado el 08 de marzo de 2018, de: <http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos/article/download/6433/6360>
- García, M. (2013). *Estudio de la actividad antimicrobiana y antioxidante del aceite esencial del rizoma de Renealmia Thyrsoides*. Quito - Ecuador.
- Gardner, M. B. (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. Jorgensen, P. y Leon, S. (Eds). Missouri - U.S.A.
- Gimenez, A., Moglia, J., Hernandez, P., & Gerez, R. (2005). *Anatomía de la madera, Universidad Nacional de Santiago del Estero Facultad de Ciencias Forestales*,

catedra de Dendrologia. Recuperado el 16 de febrero de 2018, de <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/sd-1-anatomia-de-madera.pdf>.
Santiago del Estero - Argentina.

Gonzales, A., & Raisman, J. (2013). *Guía de consultas botánica II*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE). Chaco - Argentina.

Gonzalez, A. (2013). *Hipertextos del area de la biología*. Recuperado el 10 de enero de 2018, de <http://www.biologia.edu.ar/diversidadv/fascIII/14.%20Combretaceae.pdf>

Gray, A. (2000). *Cómo crecen las plantas: una introducción simple a la botánica estructural con una flora popular, o una disposición y descripción de las plantas comunes, tanto silvestres como cultivadas*. Universidad Autónoma de México – México.

Guardia, P., Caballero, J., & Barriola, M. (s.f). *Manual técnico de formación para la caracterización de madera de uso estructural*. Recuperado el 03 de marzo de 2018, de [tknika.net: http://normadera.tknika.net/es](http://normadera.tknika.net/es)

Guindeo, C., Peraza, O., Palacios, P., & Garcia, E. (2003). *La madera y su anatomía: anomalías y defectos*. Madrid - España: Mundi-Prensa.

International Association of Wood Anatomists. (1986). *Lista de IAWA características microscópicas para la identificación de madera con un apéndice de la información no anatómica*. Recuperado el 06 de abril de 2018. de: http://www.iawa-website.org/downloads/IAWA-Hardwood_List.pdf

Ilesias, J., Santiana, J., & Chinchero, M. (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito - Ecuador.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2016). *Boletín de vigilancia climática del Ecuador* . Recuperado el 06 de abril de 2018, de http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf

Innerhofer, S., & Bernhardt, K. (2011). *Ethnobotanic garden desing in the Eciadorian Amazon Biodiversity Conservation*. Morona Santiago - Ecuador.

- Inocente, M. A., Fuertes, C., Jurado, B., Mondragón, I. G., & Taype, E. (2010). *Cuantificación de taninos condensados en Triplaris americana (Tangarana colorada)*. Revista de la sociedad química de Perú, 76(2), pp138-148. Recuperado el 08 de marzo de 2018, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810634X2010000200004&lng=es&tlng=es.
- Jackson, A., & Day, D. (19 de Noviembre de 2012). *Trabajos en madera*. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de: https://wiki.ead.pucv.cl/An%C3%A1lisis_de_Materiales:_Madera
- Jorgensen, P., & Leon-Yanez, S. (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. Missouri Botanical Garden. Quito - Ecuador.
- Judd, W., Campbell, C., Kellogg, E., Stevens, P., & Donoghue, M. (2008). *Plant Systematics: a phylogenetic approach*. Sunderland.
- Kollmann, F. (1959). *Tecnología de la madera y sus aplicaciones*. Madrid - España: Ministerio de Agricultura.
- Lastra, H., Rodríguez, E., & Ponce, H. (2000). *Método analítico para la cuantificación de taninos en el extracto acuoso*. Revista Cubana de Plantas Medicinales, pp17-22.
- Leon, W., & Espinoza, N. (2001). *Anatomía de la madera*. Mérida - Venezuela.
- Leon, H., & Williams, J. (2007). *Anatomía de la madera de siete especies del Género Terminalia L. en Venezuela*. Ernstia, 17(1), pp35-53. Recuperado el 10 de abril de 2018, de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-82742007000100003
- Leon, H., & Williams, J. (2009). *Anatomía de la madera e identificación de 11 especies de Polygonaceae en Venezuela*. Pittieria, pp3-28.
- Leon, W., & Espinoza de Pernia, N. (2001). *Anatomía de la madera*. Universidad de los Andes. Recuperado el 19 de Marzo de 2018, de: https://www.researchgate.net/profile/Williams_Leon/publication/44368335_Anatomia_de_la_madera_Williams_Jose_Leon_Hernandez_Narcisana_Espinoza_de_Pernia/links/5694272e08ae820ff072b78c/Anatomia-de-la-madera-W

- Lewis, W., Kennelly, E., Bass, G., Wedner, H., & Fast, D. (1991). *Ritualistic use of the holly Ilex guayusa by Amazonian Jivaro Indians*. *Journal of Ethnopharmacology*, 33:24-30.
- Lindforf, H., Parisca, L., & Rodriguez, P. (1985). *Clasificación, estructura y reproducción*. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Caracas - Venezuela.
- Mabberley, D. (1993). *El libro de plantas: un diccionario portátil de las plantas superiores*. Cambridge University Press. Quito - Ecuador.
- Ministerio del Ambiente Ecuatoriano. (2012). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito - Ecuador: MAE
- Malavassi, I. (2003). *Madera de Costa Rica: 150 especies forestales*. San José - Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Manen, J., Boulter, M., & Naciri Graven, Y. (2002). *The complex history of the genus Ilex L. (Aquifoliaceae): evidence from the comparison of plastid and nuclear DNA sequences and from fossil data*. *Pl.Syst.Evol.*
- Matute, J., Aguila, R., Braga, G., Panduro, A., Mass, W., & Martin, M. (2009). *Amazonía: guía ilustrada de flora y fauna*. Iquitos-Peru.
- Mendez, D., & Abdelnour, A. (2014). *Terminalia amazonia (Gmel.) Excell. Turrialba, CR. Manejo de Semillas, establecimiento in vitro*. *Revista Mesoamericana Kurú*. San José - Costa Rica.
- Mendoza, Z., Merino, B., & Gutierrez, M. (2013). *Principales familias de árboles, arbustos y hierbas*. En Universidad Nacional de Loja. Loja - Ecuador: p. 112
- Milipore Corporation (25 de Agosto de 2017). *Azul de cresilo brillante sal doble decloruro de cinc para microscopía Certistain*. Recuperado el 9 de abril de 2018, de: https://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-VE-Site/es_ES/-/VEF/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-101368&DocumentId=201407.294.ProNet&DocumentUID=8179530&DocumentType=PI&Language=ES&Country=NF&Origin=PDP.
- Milipore Corporation (15 de septiembre de 2017). *Safranina O (C.I. 50240) para microscopía Certistain*. Recuperado el 9 de abril de 2018, de:

http://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-CO-Site/es_ES/-/COP/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-115948&DocumentId=200703.144.ProNet&DocumentUID=15237&DocumentType=PI&Language=ES&Country=NF&Origin=PDP.

Milipore Corporation (16 de Agosto de 2017). *Verde brillante (hidrogéno sulfato)(C.I. 42040) para microscopía Certistain*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de:http://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-ES-Site/es_ES/-/EUR/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-101374&DocumentId=200703.241.ProNet&DocumentUID=14058&DocumentType=PI&Language=ES&Country=NF&Origin=PDP.

Milipore corporation (28 de Agosto de 2017). *Verde de malaquita oxalato(C.I.42000) para microscopía y para microbiología*. Recuperado el 9 de abril de 2018, de:http://www.merckmillipore.com/INTERSHOP/web/WFS/Merck-BR-Site/pt_BR/-/BRL/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-101398&DocumentId=201407.307.ProNet&DocumentUID=8178909&DocumentType=PI&Language=ES&Country=NF&Origin=PDP.

Montagnini, F., & Porras, C. (1998). *Evaluating the Role of Plantations as Carbon Sinks: An Example of an Integrative Approach from the Humid Tropics*. Environmental Management Vol. 22, 459-470.

Montero, M., & Kanninen, M. (2005). *Terminalia amazonia: ecología y silvicultura*. Quito - Ecuador: CATIE, (No. 339).

Morvely, W. (2014). *Determinación de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de las especies Erisma uncinatum warm y Dacryodes peruviana proveniente de la provincia de Tambopata*. Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios, 189. Puerto Maldonado - Peru.

Mosquera, J. (Mayo de 2015). *Estudio preliminar de diversidad genética de Ilex guayusa en la Amazonía Ecuatoriana*. Quito - Ecuador. Universidad San Francisco de Quito, Biblioteca Repositorio Digital. Recuperado el 05 de Marzo de 2018, de: http://repositorio.usfq.edu.ec/jspui/bitstream/23000/4555/1/11_3915.pdf

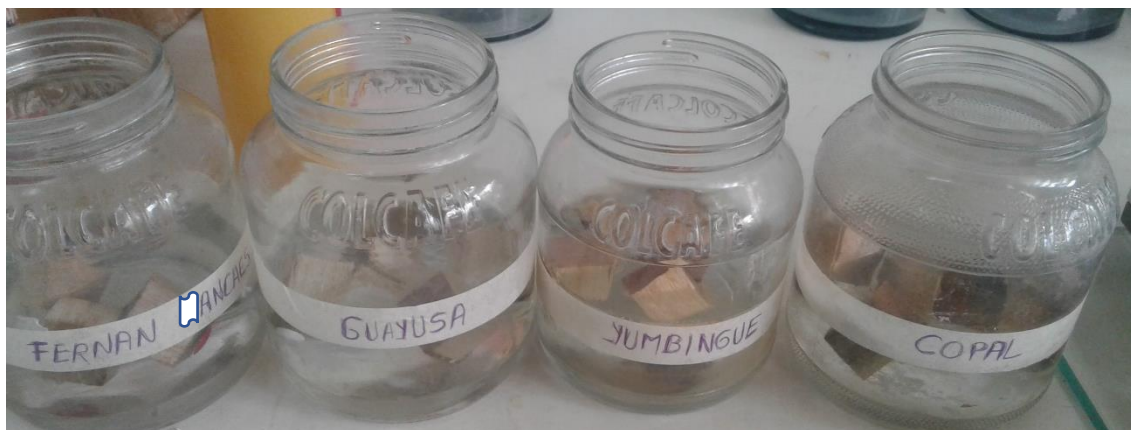
- Muñeton, P. (2009). *Plantas medicinales: un complemento vital para la salud de los mexicanos*. Entrevista con el Dr Erick Estrada Lugo. Revista Digital universitaria. (unam.mx), Vol. 10, No. 9.
- Muñoz , M., & Ceron, J. (2015). *Árboles representativos de Pachijal Guía práctica de identificación de especies arbóreas del cantón San Miguel de los Bancos*. Quito - Ecuador: EcoFondo.
- Padoch, C., & Denevan, W. (1988). *Agroforestería en la Amazonía peruana* (Avances en Botánica Económica Volumen 5).
- Penon, A., Barañao, J., & Craig, E. (2008). *Manual de identificación de maderas con aumentos de hasta 10x*. Universidad de Lujan Departamento de Tecnología Produccion Vegetal. Recuperado el 10 de marzo de 2018, de <http://www.dbbe.fcen.uba.ar/contenido/objetos/MANUALDEMADERASUNLujan2008.pdf>
- Pires, E., Silva, L., Battirola, L., Nogueira, R., Rocha, M., & Corassa, J. (2015). *Triplaris americana L. (Polygonaceae), una nueva planta hospedera para Aethalion reticulatum (Linnaeus, 1767) (Hemiptera: Brazilian Archives of Biology and Technology, 58(1), 31-33.*
- Radice, M., & Vidari, G. (2010). *Caracterización Fitoquímica de la especie Ilex guayusa y y elaboracion de un prototipo de fitofarmaco de interes comercial*. Italia.
- Raisman, J., & Gonzalez, A. (2013). *The plant-book. A portable dictionary of the higher plants*. Argentina.
- Rätsch, C. (2005). *The encyclopedia of psychoactive plants: ethnopharmacology and its applications*. Simon and Schuster.
- Richter, H., & Dallwitz, M. (2000). *Maderas comerciales: descripciones, Ilustraciones, Identificacion e Informacion*. Recuperado el 24 de marzo de DELTA: <http://delta-intkey.com/wood/es/>.
- Rios, D. B. (26 de Mayo de 2015). *Descripción organoléptica de la madera en especies forestales de interes agroindustrial*. Recuperado el 08 de marzo de 2018. de <https://es.slideshare.net/BrIcKrIoS/madera-organolepticas-iv>

- Rivera, S., & Galiussi, E. (2015). *Identificación de maderas comerciales: técnicas, certificación de identidad y pericias*. Catedra de Dendrologia. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Loja - Ecuador: U.N.P.L.
- Roht, I. (1969). *Características estructurales de la corteza de árboles tropicales en zonas húmedas*. JSTOR, 115-127.
- Rollet, B. (1980). *Interet de L'Étude des Ecorces dans la Determination des Arboles*. . Revue Bois et Forets des Tropiques , 194: 3-128.
- Romera, L. (2016). *Histologia vegetal*. Unibook, Recuperado el 08 de marzo de 2018, de: <https://unybook.com/apuntes/file-801b451167e09c4858a3e1db23dc5ac7/biologia-cellular-i-histologia/histologia-unidad-14>.
- Roth, I. (1969). *Estructura anatómica de la corteza de algunas especies arbóreas de Combretaceae*. Acta botánica Venezuelica, 227-239, Vol. 4, N°. 1/4.
- Ruso, R., & Sandi, C. (1996). *Crecimiento inicial de ocho especies forestales nativas en parcelas demostrativas en la región tropical húmeda de Costa Rica*. (14). 29-30.
- Rzedowski, J., & Guevara, F. (1992). *Burseraceae*. En *flora del bajío y de regiones adyacentes*. pp 1-46
- Sanchez , J. (2010). *Árboles ornamentales*. Madrid- España: Mundi-Prensa.
- Tene, V., Malagon, O., Finzi, P., Vidari, G., Armijos, C., & Zaragoza, T. (2007). *An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Loja and Zamora-Chinchipe, Ecuador*. Journal of Ethnopharmacology, 111: 60-80.
- Ter Welle, B. (1984). *Atlas de identificación de los bosques de la amazonía y las regiones voisinas*. Centro técnico de silvicultura tropical. IAWA Bullentin. 5(3), 214.
- Torres, G. (2012). *Aprovechamiento de la guayusa Ilex guayusa manual de buenas practicas de coleccion*. Morona Santiago - Ecuador.
- Ugarte Oliva, J. (2009). *Caracterizacion anatomica de 9 especies forestales de la consecion industrial maderera zapote en lorenzo*. La Molina. Recuperado el 2 de marzo de 2018, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/495/F50-U2-T.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Vallejo, P., & Zambrano, J. (2002). *Física Vectorial 2*. Quito- Ecuador: Rodin, p246.

- Vasquez , A. M., & Ramirez, A. M. (2011). *Curso anatomía e identificación de maderas*. Medellín - Colombia.
- Vasquez, A., & Ramirez, A. (2011). *Curso de anatomía e identificación de maderas*. Universidad Nacional de Colombia. Colombia- Medellín. Recuperado el 15 de marzo de 2018, de: <http://www.bosquesflegt.gov.co/sites/default/files/publicaciones/MEMORIAS.pdf>
- Vigonte, S., & Martinez, I. (2006). *Tecnología de la madera*. Madrid -España: Aedos.
- Vinueza, M. (04 de Octubre de 2012). *Ecuador forestal*. Recuperado el 18 de febrero de 2018, de <http://ecuadorforestal.org/noticias-y-eventos/ficha-tecnica-no-8-fernansanchez/>
- Williams, J., & Leon, H. (2009). *Anatomía de la madera de 20 especies de lianas del lote boscoso*. El Dorado-Tumeremo (estado Bolívar, Venezuela). *Ernstia*, 19(2), 137-170.
- Williams, J., & Leon, H. (2012). *Anatomía de la madera de once especies de la familia Burseraceae en Venezuela*. *Revista Forestal Venezolana*, 56(1) 9-20.
- Manual de flora*. (2015). Recuperado el 14 de febrero de 2018, de Celec: <https://www.celec.gob.ec/hidronacion/images/stories/pdf/manual-de-flora.pdf>

XVI. ANEXOS

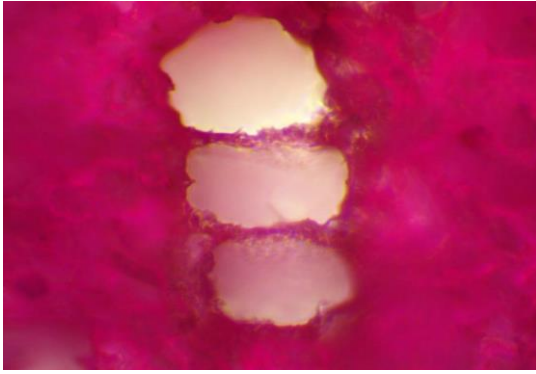
Anexo 1. Cortes tangenciales de la madera de las 4 especies forestales en estudio



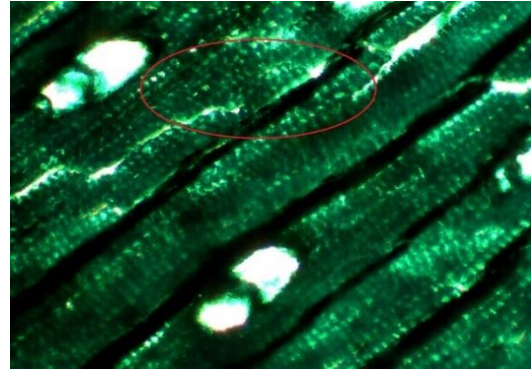
Anexo 2. Cubos de 2*2*2 para ablandar sumergidos en 250 mL de las 4 sp estudiadas.



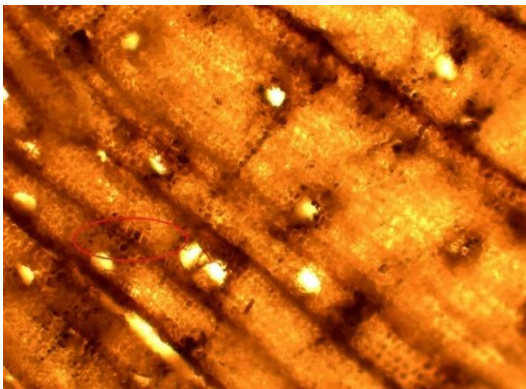
Anexo 3. Equipos para desarrollar la investigación. Autoclave, Micrótopo, Filtración de tinte azul brillante.



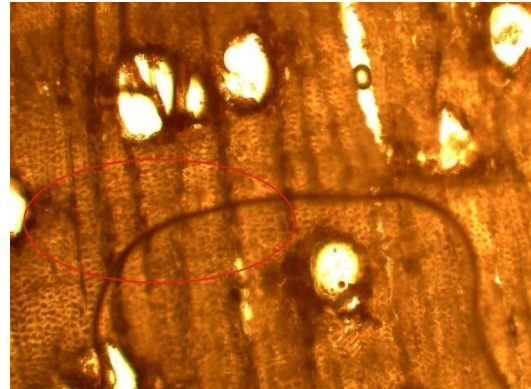
Anexo 4. Poros múltiples de 3 *Ilex guayusa*, safranina, 40x



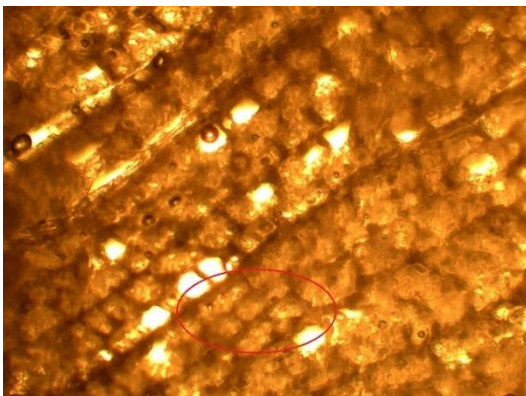
Anexo 7. Fibras de paredes gruesas *Triplaris americana*, 10x.



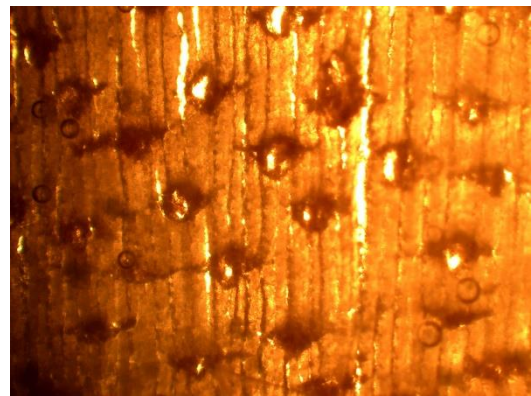
Anexo 5. Fibras de paredes medianas *Dacryodes peruviana*, 10x.



Anexo 8. Fibras de paredes gruesas *Terminalia amazonia*, 10x



Anexo 6. Fibras de paredes delgadas de *Ilex guayusa*, 10x.



Anexo 9. *Terminalia amazonia* poros con tñlides, poros solitarios, parénquima paratraqueal aliforme.

Promedios de perímetros

Anexo 10. Análisis de la Varianza poros solitarios (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	108380,67	3	36126,89	20,36	0,0004
Tratamientos	108380,67	3	36126,89	20,36	0,0004
Error	14198,00	8	1774,75		
Total	122578,67	11			

Anexo 11. Análisis de la Varianza poros múltiples de 2 (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	451931,33	3	150643,78	95,24	<0,0001
tratamiento	451931,33	3	150643,78	95,24	<0,0001
Error	12653,33	8	1581,67		
Total	464584,67	11			

Anexo 12. Análisis de la Varianza poros múltiples de 3 (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1206950,92	3	402316,97	8,14	0,0082
Tratamientos	1206950,92	3	402316,97	8,14	0,0082
Error	395502,00	8	49437,75		
Total	1602452,92	11			

Densidad de poros

Anexo 13. Análisis de la Varianza poros solitarios (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	397910,25	3	132636,75	25,59	0,0002
tratamientos	397910,25	3	132636,75	25,59	0,0002
Error	41468,00	8	5183,50		
Total	439378,25	11			

Anexo 14. Análisis de la Varianza múltiples de 2 (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12970,92	3	4323,64	6,55	0,0151
tratamientos	12970,92	3	4323,64	6,55	0,0151
Error	5284,00	8	660,50		
Total	18254,92	11			

Anexo 15. Análisis de la Varianza poros múltiples de 3 (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	237,58	3	79,19	2,72	0,1144
tratamientos	237,58	3	79,19	2,72	0,1144
Error	232,67	8	29,08		
Total	470,25	11			

Anexo 16. Promedio de perímetros de Poros solitarios de las especies en estudio.

Tratamientos	Poros solitarios (um)
<i>Ilex guayusa</i>	439
<i>Ilex guayusa</i>	345
<i>Ilex guayusa</i>	379
<i>Dacryodes peruviana</i>	286
<i>Dacryodes peruviana</i>	290
<i>Dacryodes peruviana</i>	277
<i>Terminalia amazonia</i>	546
<i>Terminalia amazonia</i>	565
<i>Terminalia amazonia</i>	511
<i>Triplaris americana</i>	469
<i>Triplaris americana</i>	528

<i>Triplaris americana</i>	401
----------------------------	-----

Elaborado por: Llerena. E,2018

Anexo 17. Promedios de perímetros de múltiples de dos de las especies en estudio

Tratamientos	Poros múltiples de 2 (um)
<i>Ilex guayusa</i>	483
<i>Ilex guayusa</i>	475
<i>Ilex guayusa</i>	450
<i>Dacryodes peruviana</i>	469
<i>Dacryodes peruviana</i>	521
<i>Dacryodes peruviana</i>	429
<i>Terminalia amazonia</i>	856
<i>Terminalia amazonia</i>	808
<i>Terminalia amazonia</i>	848
<i>Triplaris americana</i>	860
<i>Triplaris americana</i>	943
<i>Triplaris americana</i>	834

Elaborado por: Llerena. E,2018

Anexo 18. Promedios de perímetros de múltiples de tres de las especies en estudio.

Tratamientos	Poros múltiples de 3 (um)
<i>Ilex guayusa</i>	697
<i>Ilex guayusa</i>	531
<i>Ilex guayusa</i>	585
<i>Dacryodes peruviana</i>	793

<i>Dacryodes peruviana</i>	0
<i>Dacryodes peruviana</i>	603
<i>Terminalia amazonia</i>	1018
<i>Terminalia amazonia</i>	1101
<i>Terminalia amazonia</i>	1112
<i>Triplaris americana</i>	1325
<i>Triplaris americana</i>	1276
<i>Triplaris americana</i>	1082

Elaborado por: Llerena. E,2018

Anexo 19. Densidad de poros por placa solitarios de las especies en estudio

Tratamientos	Total de poros solitarios
<i>Ilex guayusa</i>	514
<i>Ilex guayusa</i>	267
<i>Ilex guayusa</i>	302
<i>Dacryodes peruviana</i>	483
<i>Dacryodes peruviana</i>	563
<i>Dacryodes peruviana</i>	537
<i>Terminalia amazonia</i>	190
<i>Terminalia amazonia</i>	138
<i>Terminalia amazonia</i>	181
<i>Triplaris americana</i>	74
<i>Triplaris americana</i>	34
<i>Triplaris americana</i>	44

Elaborado por: Llerena. E,2018

Anexo 20. Densidad de poros múltiples de dos por placa y especies en estudio

Tratamientos	Total de Poros múltiples de 2
<i>Ilex guayusa</i>	113
<i>Ilex guayusa</i>	26
<i>Ilex guayusa</i>	50
<i>Dacryodes peruviana</i>	8
<i>Dacryodes peruviana</i>	9
<i>Dacryodes peruviana</i>	6
<i>Terminalia amazonia</i>	20
<i>Terminalia amazonia</i>	24
<i>Terminalia amazonia</i>	5
<i>Triplaris americana</i>	100
<i>Triplaris americana</i>	61
<i>Triplaris americana</i>	101

Elaborado por: Llerena. E,2018

Anexo 21. Densidad de poros múltiples de tres por placa y especies en estudio

Tratamientos	Total de Poros múltiples de 3
<i>Ilex guayusa</i>	20
<i>Ilex guayusa</i>	2
<i>Ilex guayusa</i>	6
<i>Dacryodes peruviana</i>	3
<i>Dacryodes peruviana</i>	0
<i>Dacryodes peruviana</i>	2

<i>Terminalia amazonia</i>	5
<i>Terminalia amazonia</i>	3
<i>Terminalia amazonia</i>	2
<i>Triplaris americana</i>	9
<i>Triplaris americana</i>	11
<i>Triplaris americana</i>	18

Elaborado por: Llerena. E,2018