



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA Y ANATÓMICA DE TRES
ESPECIES DE IMPORTANCIA FORESTAL, PROCEDENTES DEL
BOSQUE ANÁLOGO DON RAMÓN, EN EL CANTÓN CUMANDÁ,
PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

TRABAJO DE TITULACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL**

GUAMÁN RIVERA JOHANNA ESTHER

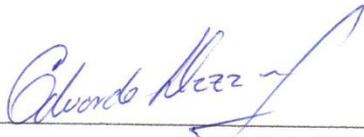
Riobamba – Ecuador

2019

HOJA DE CERTIFICACIÓN

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica, que el trabajo de investigación titulado: **DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA Y ANATÓMICA DE TRES ESPECIES DE IMPORTANCIA FORESTAL, PROCEDENTES DEL BOSQUE ANÁLOGO DON RAMÓN, EN EL CANTÓN CUMANDÁ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, de responsabilidad de la estudiante Johanna Esther Guamán Rivera ha sido prolijamente revisado por los miembros del Tribunal, quedando autorizada su presentación.

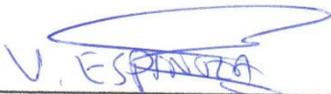
TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN



Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda
DIRECTOR

2019-06-26

FECHA



Ing. Víctor Manuel Espinoza
ASESOR

2019-06-26

FECHA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

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

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

Riobamba, 26 de junio de 2019



Guamán Rivera Johanna Esther

C.I.: 172471486-8

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo de investigación es de propiedad intelectual del autor y de la Carrera de Ingeniería Forestal, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Guamán Rivera Johanna Esther

C.I.: 172471486-8

DEDICATORIA

A mis pilares más grandes, Martha Irene Rivera Reyes y Elio Yerovi Guamán Celi por todo el amor y compromiso que me han otorgado, por la paciencia y el sacrificio de cada día, por darme la oportunidad de creer en mi capacidad y de motivarme cada día a ser mejor y a no detenerme en obtener cualquier logro.

A mis amados hermanos, Diana, Danny y Edison por estar siempre presentes alentándome a seguir adelante a pesar de la distancia.

A mi tía Jimena que le considero mi segunda mamá, por estar presente de diferentes maneras, por escucharme y entender todas mis travesuras desde que tengo uso de razón.

A mi abuelita Olga y mi abuelito Norberto por consentirme, y por siempre creer en mí.

A mi tío José, por animarme a seguir adelante, sin desmayar. Por siempre consentirme con sus regalos.

A todo el resto de mi familia y amigos que de una manera u otra no dejaron de aconsejarme ni me abandonaron.

Para ti abuelita Piedad y tío Walter.

Johanna Esther Guamán Rivera

AGRADECIMIENTO

A Dios por transmitir su amor y bondad por medio de todos mis seres queridos, y por permitirme cumplir este logro con pasión y dedicación.

A ti mamá y papá que no paran de entregar todo de su ser para que llegemos a culminar todo lo que nos proponemos, su valentía, esfuerzo y amor es claro ejemplo de que ustedes son los mejores padres.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a todos los docentes de la Facultad de Recursos Naturales, que estuvieron presentes desde mi primer día de clases y que no dudaron en brindarme su amistad y su profesionalismo.

A mis docentes que estuvieron presentes en mi trabajo de titulación: el Ing. Eduardo Salazar, Ing. Manuel Espinoza, Ing. Ana Cunachi y el Ing. Carlos Carpio, a todos ellos por brindarme su apoyo incondicional y por permitirme culminar esta etapa.

Al Ingeniero Danilo Román, por ser una persona que siempre me transmitió confianza, y se convirtió en un amigo en todo mi transcurso de estudios.

A mis queridas amigas: Lizbeth, Elizabeth y Freddy que siempre estuvieron presentes, compartiendo momentos buenos y sobre todo nunca me abandonaron en los peldaños más difíciles.

Johanna Esther Guamán Rivera

Contenido

I. DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA Y ANATÓMICA DE TRES ESPECIES DE IMPORTANCIA FORESTAL, PROCEDENTES DEL BOSQUE ANÁLOGO DON RAMÓN, EN EL CANTÓN CUMANDÁ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.....	1
II. INTRODUCCIÓN	1
A. JUSTIFICACIÓN	2
B. OBJETIVOS.....	3
1. Objetivo general	3
2. Objetivos específicos	3
C. HIPÓTESIS	3
1. Hipótesis Nula – H0.....	3
2. Hipótesis Alternante – H1	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
A. BOSQUE ANÁLOGO	4
B. CARACTERES DENDROLÓGICOS	4
C. HERBARIO	5
D. LA MADERA	5
1. Elementos macroscópicos:.....	6
2. Elementos microscópicos:.....	6
E. CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE LAS MADERAS	6
F. ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LA MADERA.....	6
1. Característica Organolépticas de la Madera	7
2. Principales Elementos Estructurales	10
G. CARÁCTERÍSTICAS MICROSCOPICAS DE LAS MADERAS	12
1. Estructura de maderas de Latifoliadas (Angiospermas- Dicotiledóneas).....	12
H. DENSIDAD.....	25
1. Determinación de la densidad	25
I. TINCIONES GENERALES.....	26
1. Básicos	26
2. Ácidos	26
3. Colorantes mordientes	26
4. Neutros	27
5. Indiferentes o hidrofóbicos.....	27
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....	28

1.	Localización	28
2.	Ubicación geográfica	28
3.	Características Climáticas y edafológicas.....	28
B.	MATERIALES	28
1.	Materiales de oficina	28
2.	Materiales de campo	29
3.	Materiales de laboratorio	29
C.	METODOLOGÍA	30
1.	Selección del área de estudio	30
2.	Colección del material botánico	30
3.	Transporte y prensado de las muestras.....	30
4.	Identificación	30
5.	Análisis de las características macroscópicas de las muestras.....	31
6.	Análisis de las características microscópicas	32
7.	Cálculo de densidad	34
8.	Tabla para selección de tinte	34
9.	Análisis estadístico	34
V.	RESULTADOS.....	36
A.	Identificar dendrologicamente las tres especies forestales comerciales en el Herbario de la ESPOCH.	36
1.	Ubicación geográfica	36
2.	Descripción de las especies	37
B.	Describir las características macroscópicas y microscópicas de las tres especies forestales.	39
1.	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart (ahuano)	39
2.	<i>Guarea pterorhachis</i> Harms. (caoba)	43
3.	<i>Aspidosperma darienense</i> Woodson ex Dwyer (manglillo).....	47
4.	Densidad.....	52
C.	Identificar que tinción permite una mejor visualización de las características anatómicas.	53
1.	Determinación de colorantes	53
2.	Análisis estadístico	56
VI.	CONCLUSIONES.....	69
VII.	RECOMENDACIONES.....	70
VIII.	RESUMEN.....	71
IX.	ABSTRACT.....	72
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	73

XI. ANEXOS78

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación para la densidad de la madera.	25
Tabla 2. Ciclos de ablandamiento de especie	32
Tabla 3. Preparación de Tintes.	33
Tabla 4. Coordenadas de las especies recolectadas.....	36
Tabla 5. Ficha de características macroscópicas de <i>Cabralea canjerana</i>	39
Tabla 6. Ficha de características macroscópicas de <i>Guarea pterorhachis</i>	43
Tabla 7. Ficha de características macroscópicas de <i>Aspidosperma darienense</i>	47
Tabla 8. Determinación de las densidades de las tres especies	52
Tabla 9. Características anatómicas observadas en la sección transversal en función a los tintes de las tres especies estudiadas.....	53
Tabla 10. Características anatómicas observadas en la sección tangencial en función a los tintes de las tres especies estudiadas.....	54
Tabla 11. Características anatómicas observadas en la sección radial en función a los tintes de las tres especies estudiadas.	55
Tabla 12. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones.....	56
Tabla 13. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones.	56
Tabla 14. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 3 respecto a las tinciones.	57
Tabla 15. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 4 respecto a las tinciones.	57
Tabla 16. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones.....	58
Tabla 17. Prueba de Kruskal Walks para poros múltiples de 2.....	58
Tabla 18. Análisis de Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 3 respecto a las tinciones.....	59
Tabla 19. Análisis de Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 4 respecto a las tinciones.....	59
Tabla 20. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones.....	60

Tabla 21. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 2, respecto a las tinciones.	60
Tabla 22. Características de las especies estudiadas según el tipo y cantidad de poros en 1 cm ² de cada especie.	61
Tabla 23. Análisis de la Varianza (SC tipo III) del número de poros respecto a las especies.....	61
Tabla 24. Prueba de Tukey de acuerdo al número de poros observados de las tres especies estudiadas	62
Tabla 25. Prueba de Kruskal-Wallis para los perímetros de los poros solitarios de las 3 especies.....	62
Tabla 26. Prueba de Kruskal-Wallis para los perímetros de los poros múltiples de las 3 especies.....	63
Tabla 27. Resumen de las características macroscópicas de las tres especies estudiadas	64
Tabla 28. Resumen de las características microscópicas de las tres especies	65
Tabla 29. Resumen de tinciones, número de poros y perímetros de <i>Cabralea canjerana</i>	66
Tabla 30. Resumen de tinciones, número de poros y perímetros de <i>Guarea pterorhachis</i>	67
Tabla 31. Resumen de tinciones, número de poros y perímetros <i>Aspidosperma darienense</i>	68

Índice de Figuras

Figura 1. Aspecto tridimensional de la madera de Latifoliadas.....	12
Figura 2. Esquema de un vaso. Existen diferentes elementos de vasos.....	13
Figura 3. Tipos de Placas de Perforación:.....	14
Figura 4. Tipos de elementos de vaso.....	14
Figura 5. Tipos de puntuaciones intervasculares en cuanto a su disposición:	15
Figura 6. Aspecto de los poros y su agrupamiento (Plano transversal)	16
Figura 7. Tipos de porosidad de la madera.....	17
Figura 8. Tipos de parénquima apotraqueal.....	18
Figura 9. Tipos de parénquima paratraqueal.....	18
Figura 10. Obtención de los planos de corte en la madera.....	20
Figura 11. Tipos básicos de radios.....	21
Figura 12. Tipos especiales de radios (Plano tangencial)	22
Figura 13. Estructura estratificada.....	24
Figura 14. Espesamientos espiralados en elementos anatómicos de Angiospermas....	24
Figura 15. Mapa de ubicación del Bosque Análogo “Don Ramón”	36
Figura 16. Características macroscópicas de <i>Cabrlea canjerana</i>	40
Figura 17. Sección transversal de <i>Cabrlea canjerana</i>	41
Figura 18. Sección tangencial de <i>Cabrlea canjerana</i>	42
Figura 19. Sección radial de <i>Cabrlea canjerana</i>	42
Figura 20. Características macroscópicas de <i>Guarea pterorhachis</i>	44
Figura 21. Sección transversal de <i>Guarea pterorhachis</i>	45
Figura 22. Sección tangencial de <i>Guarea pterorhachis</i>	46
Figura 23. Sección radial de <i>Guarea pterorhachis</i>	47
Figura 24. <i>Aspidosperma darienense</i>	49
Figura 25. Corte transversal de <i>Aspidosperma darienense</i>	50
Figura 26. Corte tangencial de <i>Aspidosperma darienense</i>	50
Figura 27. Sección Radial de <i>Aspidosperma darienense</i>	51

Índice de Anexos

Anexo 1. Recolección de las muestras de madera	78
Anexo 2. Recolección de las muestras fértiles	78
Anexo 3. Acondicionamiento de las muestras	78
Anexo 4. Prensado de las muestras fértiles	79
Anexo 5. Muestras de identificación para las especies.	79
Anexo 6. Probetas de <i>Cabralea canjerana</i> , <i>Guarea pterorhachis</i> y <i>Aspidosperma darienense</i>	80
Anexo 7. Tabla de munsell.....	80
Anexo 8. Muestras de 30 cm para la xiloteca de <i>Cabralea canjerana</i> , <i>Guarea pterorhachis</i> y <i>Aspidosperma darienense</i>	81
Anexo 9. Clasificación de cubos de madera por especie y repetición	81
Anexo 10. Colocación de Agua destilada en cada una de las repeticiones.....	81
Anexo 11. Ablandamiento de las muestras en el Autoclave.....	82
Anexo 12. Comprobación del ablandamiento de las muestras	82
Anexo 13. Corte de las muestras en el micrótopo.....	82
Anexo 14. Láminas de los cortes realizados	83
Anexo 15. Peso de la cantidad establecida para los tintes	83
Anexo 16. Preparación de los tintes	83
Anexo 17. Preparación de las láminas	84
Anexo 18. Láminas de repeticiones de las tres especies con diferentes tinciones	84
Anexo 19. Observación y registro de las placas por especie	84
Anexo 20. Corte transversal de <i>Cabralea canjerana</i> (ahuano), con lente 4X.	85
Anexo 21. Corte transversal de <i>Guarea pterorhachis</i> (caoba), con lente 4X.	85
Anexo 22. Corte transversal de <i>Aspidosperma darienense</i> (manglillo), con lente 4X.	85
Anexo 23. Medición de cubos por cada lado	86
Anexo 24. Pesaje de cada cubo en la balanza analítica.....	86
Anexo 25. Análisis de varianza.....	87
Anexo 26. Análisis de la varianza no paramétrica	92
Anexo 27. Resumen de poros <i>Cabralea canjerana</i>	93
Anexo 28. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros solitarios, de acuerdo a las tinciones.....	94

Anexo 29. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 2, de acuerdo a las tinciones.....	94
Anexo 30. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones.....	94
Anexo 31. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 4, de acuerdo a las tinciones.....	94
Anexo 32. Resumen de poros de <i>Guarea pterorhachis</i>	953
Anexo 33. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros solitarios, de acuerdo a las tinciones.....	95
Anexo 34. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 2, de acuerdo a las tinciones.....	95
Anexo 35. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones.....	96
Anexo 36. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 4, de acuerdo a las tinciones.....	96
Anexo 37. Resumen de poros de <i>Aspidosperma darienense</i>	96
Anexo 38. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros solitarios, de acuerdo a las tinciones.....	97
Anexo 39. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 2, de acuerdo a las tinciones.....	97
Anexo 40. Numero de poros de las tres especies	97
Anexo 41. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para el número de poros.....	97
Anexo 42. Perímetro de poros solitarios de las tres especies.....	98
Anexo 43. Poros Solitarios con prueba de Kruskal Wallis	99
Anexo 44. Perímetro de poros solitarios de las tres especies.....	99
Anexo 45. Poros múltiples con prueba de Kruskal Wallis	100
Anexo 46. Permiso de investigación.....	99
Anexo 47. Certificado de identificación del Herbario de la ESPOCH.....	101

I. DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA Y ANATÓMICA DE TRES ESPECIES DE IMPORTANCIA FORESTAL, PROCEDENTES DEL BOSQUE ANÁLOGO DON RAMÓN, EN EL CANTÓN CUMANDÁ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

II. INTRODUCCIÓN

El sector forestal en el Ecuador ha sido determinado por su contribución económica como bienes primarios o secundarios de producción, en este caso madera aserrada o productos más elaborados como tableros y la industria del papel. Sin embargo, se ve la necesidad de incrementar y ampliar la investigación del valor que representan los bosques para el ambiente y los sectores sociales involucrados (UNDP, 2018).

El conocimiento de la estructura anatómica de las maderas, así como el de sus propiedades mecánicas y químicas, aparte del interés científico que lo rodea es de gran importancia industrial para un país (Acosta, 1967).

La única forma de dar los mejores usos industriales a un bosque es conociendo sus árboles y sus características. Cada familia, género o especie de árbol produce madera que tiene propiedades y usos adecuados, que solamente pueden ser determinados en forma eficiente por medio de la investigación científica. Las características generales de la madera constituyen un factor importante, puesto que influye en la selección de esta para su empleo y para su efectivo reconocimiento en los controles, instituciones, campo ecológico o en la industria de nuestro país. La identificación de los caracteres resulta de gran valor, por lo que aporta con información consistente y verídica sobre las diferentes maderas (Acosta, 1967).

A. JUSTIFICACIÓN

La industria forestal nacional requiere contar con un conocimiento en cuanto a la identificación a nivel macro y microscópico suficiente de las especies de importancia forestal, y de esta manera aprovechar de mejor manera el recurso maderable. Esta práctica nos ayuda a conocer las características de la madera y el valor económico que se le puede otorgar en el mercado, y es por ello que se ha planteado el presente estudio.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Describir las características dendrológicas y anatómicas de tres especies forestales comerciales, procedentes del “Bosque Análogo Don Ramón”, en el cantón Cumandá, provincia de Chimborazo.

2. Objetivos específicos

- Identificar dendrologicamente las tres especies forestales comerciales en el Herbario de la ESPOCH.
- Describir las características macroscópicas y microscópicas de las tres especies forestales.
- Identificar que tinción permite una mejor visualización de las características anatómicas.

C. HIPÓTESIS

1. Hipótesis Nula – H0

Las características anatómicas y dendrológicas son similares entre especies,

2. Hipótesis Alternante – H1

Las características anatómicas y dendrológicas difieren entre ellas.

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

A. BOSQUE ANÁLOGO

Un sistema de silvicultura que busca establecer ecosistemas dominados por árboles, que sean análogos (similares) en estructura y funciones ecológicas a la vegetación original clímax o sub-clímax. Busca fortalecer a las comunidades rurales, tanto social como económicamente, mediante el uso de especies que proveen productos comerciales. (Senanayake, 1992).

Es una forma compleja y holística de silvicultura, que minimiza la aplicación de insumos externos, tales como agroquímicos y combustibles fósiles, y en su lugar fomenta las funciones ecológicas para aumentar la resiliencia y la productividad (RIFA, s. f).

B. CARACTERES DENDROLÓGICOS

La identificación o determinación botánica consiste en el conocimiento del nombre científico de las plantas, labor que se lleva a cabo consultando claves, floras, manuales, muestras de herbario, jardines botánicos, arboretos y a través de la propia experiencia del investigador. Sobre los hábitos de floración y fructificación, este mismo autor expresa que son fenómenos cíclicos y a veces pasan largos períodos antes que se produzcan flores y frutos (Ríos, 1979).

Budowsky, 1954 sostiene que pocas personas pueden dar el nombre científico de un árbol en el campo; por lo que la recolección y el envío de muestras adecuadas a un especialista, para su identificación, constituye el método más seguro, pero requiere de mucho tiempo e investigación.

Para identificar especies forestales, es necesario emplear un método de colección que asegure la perduración de los especímenes en el herbario y xiloteca; debe acompañar a la colección datos adicionales en ficha o formularios dendrológicos, de tal modo que facilite su descripción e identificación posterior. Los datos deben incidir en las características vegetativas de las plantas (Salazar, 1967).

C. HERBARIO

El herbario es un banco de datos sobre la flora de una localidad, región o país. En un herbario se archivan colecciones de ejemplares vegetales "secos ordenados de acuerdo a un reconocido sistema taxonómico destinado a estudios científicos y comparativos de identificación sistemática.

Un herbario constituye un muestrario representativo de las características morfológicas, la distribución geográfica y la historia filogenética de los vegetales de un determinado país, región o de todo el mundo (Cerón, 2003).

¿Cuál es su función?

- Conocer las plantas locales, regionales, nacionales e internacionales.
- Conservar ejemplares de las plantas endémicas y en peligro de extinción.
- Educar formal e informalmente a las personas sobre la importancia y la diversidad de las plantas.

En el Herbario de la ESPOCH, se tiene 13000 especímenes especialmente muestras de la Sierra y de la Amazonía Ecuatoriana; además la mayoría de la información de las muestras están registrados en la base de datos de Flora Neotrópica, del Missouri Botanical Garden (USA), (Caranqui, 2011), en la Patente del Herbario de la ESPOCH del año 2019 se encuentran ya registradas 17829 especímenes.

D. LA MADERA

La madera se puede definir como el conjunto de tejidos que se encuentran hacia la parte interna de la corteza. Específicamente es la zona comprendida entre la médula y el cambium vascular y en la misma se cumplen diversas funciones: conducción de agua y sales minerales absorbidas por la raíz, soporte o resistencia mecánica y almacenamiento de sustancias alimenticias. Corresponde a lo que técnicamente se conoce con el nombre de xilema secundario. En la madera se distinguen dos grupos de elementos estructurales: elementos macroscópicos y elementos microscópicos (León & Espinoza de Pernía, 2001).

1. Elementos macroscópicos:

Son aquellos que se observan a simple vista o con el uso de lentes de mano (lupas con aumento hasta de 10X).

2. Elementos microscópicos:

Incluyen todos aquellos elementos cuya observación requiere de grandes aumentos, es decir, que es necesario el uso del microscopio óptico para su detección.

E. CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE LAS MADERAS

Jaramillo & Salinas (1995), mencionan que las maderas se clasifican en dos grandes grupos, las mismas que son Phynophytas (gimnospermas), mientras que las Magnoliophytas (angiospermas), las primeras no son porosas y la segunda son porosas, las maderas porosas poseen vasos, estructuras compuestas en forma de tubos que se extiende a lo largo de la fibra, las mismas que se presentan como aberturas diminutas en la sección transversal y son a visibles a simple vista.

Las maderas coníferas en su mayoría poseen conductos resiníferos los cuales son espacios intercelulares tubulares, rodeados por células secretoras llamadas epitelio. Estos se forman a través de la fusión de células en hileras longitudinales formando un conducto tubular por la cual secreta las resinas (Jaramillo & Salinas, 1995)

F. ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LA MADERA

Arostegui (1975) menciona que, para estudiar la estructura macroscópica y microscópica de la madera, debido a su heterogeneidad se establecen tres planos o secciones que son la transversal, la radial y la tangencial; también Arostegui (1982), menciona que la estructura macroscópica corresponde a las características de los tejidos diferentes de la madera observados a simple vista o con lupa de 10X.

1. Característica Organolépticas de la Madera

a. Color

Existen dos razones básicas por las que aparecen cambios de color en las maderas, una se debe a la absorción de sustancias (orgánicas e inorgánicas) en los lúmenes de las células que se depositan de manera más abundante en el duramen; otra razón por la que cambia el color de una madera, es la variación del espesor de las paredes celulares en sus diferentes tipos de células, a nivel macroscópico en maderas latifoliadas, al parénquima se observa como un tejido claro formado por células cuya función principal es almacenar sustancias, para lo que cuentan con paredes celulares delgadas y lúmenes amplios, las fibras se reconocen como un tejido oscuro, especializadas en dar resistencia mecánica por lo que presentan paredes celulares muy gruesas; en las maderas de las coníferas con anillos de crecimiento es posible observar al leño inicial con una coloración más clara, por estar formado por células con paredes celulares delgadas y lúmenes muy amplios; en cuanto a la parte final del anillo de crecimiento o leño final, se caracteriza por una coloración más oscura, al estar formado por células con paredes más gruesas (Vásquez & Ramírez, 2011).

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

b. Olor y sabor

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

c. Lustre o brillo

Es una característica distintiva de algunos grupos de maderas, producida por el reflejo de la luz incidente, siendo el plano longitudinal-radial el más relumbrante debido al efecto causado por las bandas horizontales de radios; en la descripción macroscópica el brillo se clasifica como bajo, mediano o moderado y elevado o intenso, siendo de importancia, el orden estético y aunque puede ayudar, no es preciso en la identificación y diferenciación de las especies forestales (Vásquez & Ramírez, 2011); mientras que (Tuset & Duran, 1979) afirman que el lustre depende de la capacidad de la pared celular de reflejar la luz; en general, las caras radiales dan mejor lustre que las tangenciales.

d. Grano

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

e. Textura y Veteado

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

- **Gruesa:** Cuando la madera posee elementos constitutivos grandes, poros visibles a simple vista; parénquima abundante y visible a simple vista; radios anchos; tejido fibroso escaso.
- **Media:** Elementos constitutivos medianos, poros difícilmente observables a simple vista; parénquima visible o invisible a simple vista; radios medios y abundancia regular del tejido fibroso.
- **Fina:** Elementos constitutivos pequeños y distribuidos en forma difusa, poros no observables a simple vista; parénquima invisible a simple vista o escaso; radios finos y abundante tejido fibroso. Da como resultado una superficie homogénea y uniforme. Según Vásquez & Ramírez (2011), en cuanto al veteado mencionan que es una característica producida por las figuras que se originan en los planos longitudinales radial y tangencial luego de ser pulidos, dada la manera como se observan los diferentes elementos del xilema o madera y se clasifica como:
 - ✓ **Veteado suave o no acentuado:** Cuando los elementos de la madera son poco evidentes, y las superficies longitudinales se presentan muy homogéneas, sin ningún elemento demasiado vistoso.
 - ✓ **Veteado acentuado a muy acentuado:** Cuando los elementos constitutivos de la madera son grandes y notorios, las diferencias de color muy notable, los anillos de crecimiento muy marcados. Da como resultado la formación de varios tipos:
 - **Líneas paralelas:** Se observan en el plano longitudinal radial (LR) y son causadas por la presencia de características anatómicas como poros en bandas tangenciales, parénquima en bandas anchas y porosidad circular o semicircular.
 - **Arcos superpuestos:** Se observan en el plano longitudinal tangencial (LT) dispuestos uno sobre el otro. Su presencia se debe a las mismas características anatómicas descritas en el caso anterior.
 - **Satinado:** Se observa en el plano longitudinal radial (LR), por el brillo que producen los radios.

- **Jaspeado:** Se observa en el plano longitudinal tangencial (LT), cuando los radios se muestran como un montón de líneas pequeñas, muy juntas, que resaltan la apariencia de la madera.
- **Líneas vasculares:** Se observan en ambos planos longitudinales, cuando estos elementos son muy notorios y acentúan la apariencia de la madera, sobresaliendo con relación a otras estructuras.

2. Principales Elementos Estructurales

a. Corteza

La corteza está constituida interiormente por floema conjunto de tejidos vivos especializados en la conducción de savia elaborada, y exteriormente por ritidoma o cortex o corteza muerta, tejido que reviste el tronco. La corteza es de gran importancia en la identificación de árboles vivos; y el estudio de su estructura despierta cada vez más interés por contribuir enormemente en la diferenciación de individuos semejantes. La corteza protege al vegetal contra el desecamiento, ataques fúngicos o fuego además de la función de almacenamiento y conducción de nutrientes (Giménez *et al.*, 2005).

b. Albura

La madera del árbol vivo se caracteriza por presentar dos zonas definidas fisiológicamente y en muchos casos a nivel macroscópico. Ellas son albura y duramen. La albura es la parte activa del xilema, que en el árbol vivo, contiene células vivas y material de reserva (IAWA, 1964). Las normas IRAM, 9502 (1997) N°: 674:168.1 definen la albura como la parte del leño naturalmente más expuesta a la alteración total ó parcial, cuando el árbol ha sido abatido. La albura conduce gran cantidad de agua y de sales en solución, desde la raíz a las hojas; provee rigidez al tallo y sirve de reservorio de sustancias. En determinados usos industriales esta porción del fuste se descarta, por ser menos resistente que el duramen. La albura es la parte permeable del fuste y consecuentemente recibe con facilidad las soluciones preservantes. Las sustancias nutritivas contenidas en las células parenquimáticas son en parte responsables de la mayor susceptibilidad al ataque de hongos o insectos, frecuentemente atraídos por sus contenidos (almidón, azúcares, proteínas).

c. Duramen

El duramen es leño biológicamente inactivo, con funciones de sostén que ocupa la porción del tronco entre la médula y la albura, generalmente de estructura más compacta y de coloración más oscura que la albura. IAWA (1964), lo define como las capas internas de la madera, sin células vivas y en el cuál el material de reserva (almidón), ha sido removido ó constituido en sustancias del duramen. La causa fisiológica de la formación del duramen es el envejecimiento del árbol. La madera del duramen, pierde gradualmente su actividad vital y adquiere una coloración más oscura debido al depósito de taninos, resinas, grasas, carbohidratos y otras sustancias resultado de la transformación de materiales de reserva contenidos en las células parenquimáticas del duramen, antes de su muerte, además de algunas modificaciones celulares químicas y anatómicas. Debido a que el duramen es un tejido más compacto y más pobre en sustancias nutritivas, es mucho más resistente al ataque de hongos e insectos, presenta una durabilidad natural superior a la de la albura y se impregna con mayor dificultad. La parte externa de la albura corresponde a la parte activa del fuste, sus células parenquimáticas se encuentran llenas de nutrientes y las células conductoras de regiones periféricas realizan el transporte de agua en el árbol. En consecuencia, el alto tenor de humedad y la ausencia de impregnadores le confieren menor resistencia mecánica.

La proporción de albura y duramen varía de un árbol a otro y dentro de una especie depende de la edad, sitio, clima, suelo y otros factores. No todos los árboles presentan diferencia de coloración entre albura y duramen, a pesar de poseerla fisiológicamente. En algunos árboles no se evidencian diferencias macroscópicas entre albura y duramen (Giménez *et al.*, 2005).

El duramen tiene:

- Una coloración más oscura.
- Menor tenor de humedad por la reducción de su actividad fisiológica.
- Mayor resistencia al ataque de agentes destructores de la madera.
- Menos permeable.

d. Anillos de crecimiento

Normalmente, en zonas de clima templado, los anillos de crecimiento representan un incremento anual del árbol. Cada año se forma un anillo, razón por la que son llamados anillos anuales. Estos determinan la edad del árbol. Un análisis de los anillos de

crecimiento, nos indica si el árbol tuvo un crecimiento rápido (anillos bien espaciados), o lento (pequeño espacio entre anillos); o aquellos años que han sido desfavorables para la planta (espesores menores), o más beneficiosos (espesores mayores) (Giménez *et al.*, 2005).

G. CARÁCTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE LAS MADERAS

1. Estructura de maderas de Latifoliadas (Angiospermas- Dicotiledóneas)

La estructura interna de las Latifoliadas es más especializada y compleja que las Coníferas. Debido a su mayor complejidad estructural tienen gran variedad de elementos que auxilian a su mejor identificación. Las células del cambium de Latifoliadas, son menores que las de las Coníferas y también las células que originan. Esta diferencia de longitud es la razón por la cual el papel realizado a partir de Latifoliadas es, normalmente, de inferior calidad que el de Coníferas (Giménez *et al.*, 2005).

En el leño de las Latifoliadas se encuentran los siguientes elementos estructurales (Fig. 1):

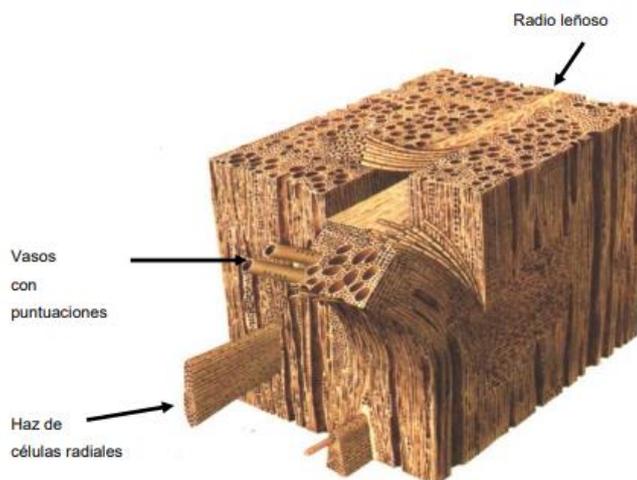


Figura 1. Aspecto tridimensional de la madera de Latifoliadas.

a. Vasos

Son células del xilema cuyas paredes finales (contacto entre un elemento de vaso y otro) carecen de membranas y se encuentran perforadas y aparecen únicamente en las

Latifoliadas y constituyen por ello el principal elemento de diferenciación entre éstas y las Coníferas (Fig. 2) (Giménez *et al.*, 2005).

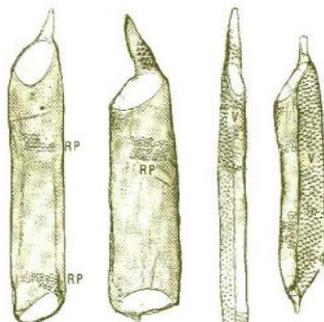


Figura 2. Esquema de un vaso. Existen diferentes elementos de vasos.

Un vaso es un conjunto axial (vertical) de células superpuestas, llamadas miembros de vasos, formando una estructura tubiforme continua de largo indeterminado, su función es la conducción de líquidos en la madera (Giménez *et al.*, 2005).

La circulación de sustancias líquidas a través de los elementos vasculares se efectúa por sus extremidades perforadas, denominadas placa de perforación o lámina de perforación (Fig. 3), y se subdividen en estas:

- **Simples:** presenta una sola y gran perforación, se presentan con mayor frecuencia que los otros tipos y pueden caracterizar a familias enteras.
- **Escalariforme:** con numerosas perforaciones, en una misma placa, dispuestas en series paralelas.
- **Reticulada:** cuando las perforaciones, de una misma placa, se disponen en forma de red.
- **Foraminada:** las perforaciones de la placa son casi circulares.

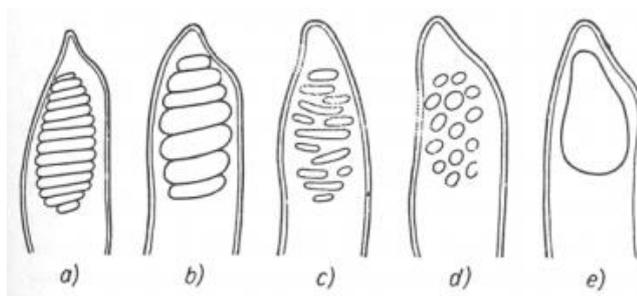


Figura 3. Tipos de Placas de Perforación: **a y b)** Múltiples escalariformes; **c)** Múltiple reticulada; **d)** Múltiple foraminada; **e)** Simples.

El grado de inclinación de la placa de perforación y el aspecto de los elementos de los vasos (Fig. 4), son característicos para cada especie y también un signo de evolución, siendo más evolucionada las placas simples y los vasos cortos. Estas perforaciones se originan durante el crecimiento de la membrana secundaria (Giménez *et al.*, 2005).

Después que las membranas se han desarrollado completamente y lignificado, las partes delgadas de las membranas se rompen (Giménez *et al.*, 2005).

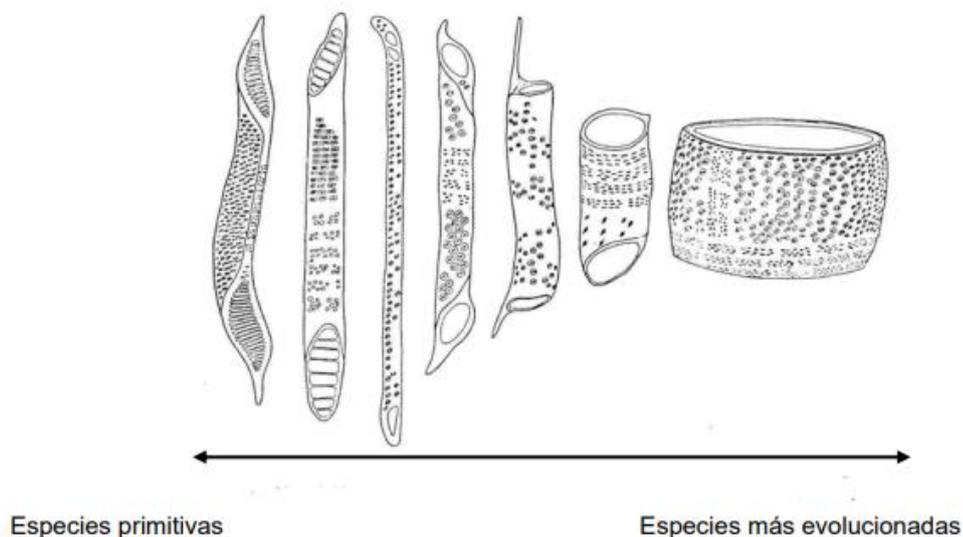


Figura 4. Tipos de elementos de vaso.

Además de la lámina de perforación, gran parte de los vasos presentan puntuaciones areoladas en sus paredes laterales, cuya disposición, aspecto, tamaño y forma son características y constituyen un importante elemento para la identificación. Estas puntuaciones hacen el intercambio de líquidos de vaso a vaso y por eso se llaman

puntuaciones intervasculares. Es obvio entonces que los vasos que aparecen aislados en el leño no presentan puntuaciones intervasculares en sus paredes. La comunicación vaso-parénquima se produce a partir de una puntuación del tipo semiareolada. Las puntuaciones varían también en su forma, disposición y aspecto (Giménez *et al.*, 2005).

En cuanto a la disposición (Fig. 5), las puntuaciones pueden ser:

- Alternas
- Opuestas
- Escalariformes

La forma o aspecto de las puntuaciones pueden ser:

- Redondeadas.
- Poligonales.
- Ovaladas.

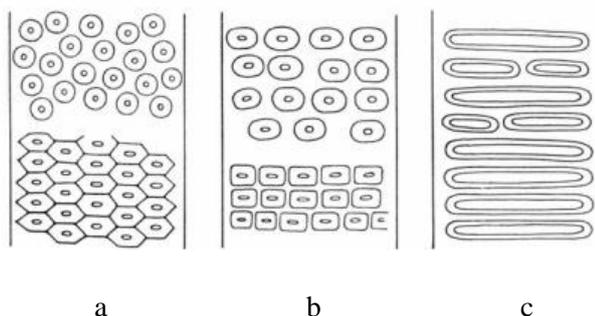


Figura 5. Tipos de puntuaciones intervasculares en cuanto a su disposición: **a)** Alternas; **b)** Opuestas; **c)** Escalariformes.

Para la observación de las características anatómicas de la madera es necesario conocer los diferentes planos o superficies en donde se observan las mismas. Estos son los llamados planos de observación o planos de corte de la madera (Lluncor, 2011).

- **Poros:** En sección transversal, los vasos reciben el nombre de POROS, y su distribución, disposición, abundancia, tamaño y agrupamiento son características importantes en la identificación de especies, calidad de la madera (peso específico, densidad) y también en el secado e impregnación por tratamientos preventivos.

Tiene gran importancia además la obstrucción por tálides o contenidos como: gomas, resinas, óleo- resinas, etc., (Lluncor, 2011).

Agrupamiento de los poros (Fig. 6). Los poros se clasifican en:

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

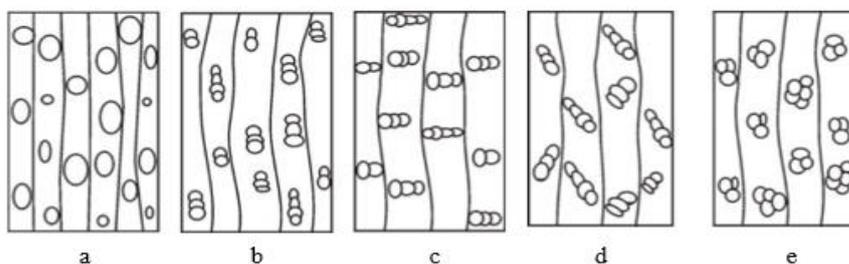


Figura 6. Aspecto de los poros y su agrupamiento (Plano transversal): a) Solitarios; b) Múltiples Radiales; c) Múltiples Tangenciales; d) Múltiples Diagonales; e) Múltiples Racemiformes.

- **Porosidad:** Dado por el tamaño, así como la forma en que se encuentran distribuidos los poros dentro de los anillos de crecimiento (Lluncor, 2011 & Giménez *et al.*, 2005).
- ✓ **Porosidad difusa:** Leño en el cual los poros son de tamaño bastante uniforme y estos se encuentran uniformemente distribuidos en todo el anillo de crecimiento.
- ✓ **Uniforme:** poros dispersos uniformemente a lo largo de los anillos de crecimiento.
- ✓ **No uniforme:** poros dispersos desigualmente a lo largo de los anillos de crecimiento.
- ✓ **En anillos circular:** brusca disminución del diámetro de poros dentro del anillo de crecimiento.

- ✓ **En anillos semicircular:** disminución gradual del diámetro de los poros en el anillo de crecimiento.

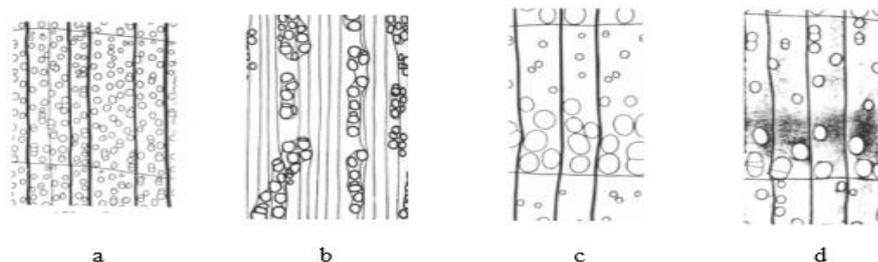


Figura 7. Tipos de porosidad de la madera. **a)** Difusa uniforme; **b)** Difusa no uniforme; **c)** Circular; **d)** Semicircular.

b. Parénquima Axial

Tejido por lo general de color más claro que el tejido fibroso, cuyas células son cortas de paredes delgadas y cuya función es de almacenamiento, distribución y segregación de ciertas sustancias orgánicas (Lluncor, 2011). En el árbol el parénquima es de dos tipos según (Lluncor, 2011).

- **Parénquima apotraqueal:** Cuando las células de parénquima se encuentran en forma aislada de los poros es decir en forma independiente (Fig. 8). A su vez este se subdivide en:
 - ✓ **Apotraqueal difuso:** Cuando células individuales de parénquima se encuentran en forma dispersa sin contacto alguno con los poros.
 - ✓ **Apotraqueal difuso en agregados:** Cuando las células de parénquima tienden a juntarse sin llegar a cruzar radios adyacentes.
 - ✓ **En bandas, marginal:** Con células aisladas a una banda final (terminal) o inicial en una capa de crecimiento (Giménez *et al.*, 2005).

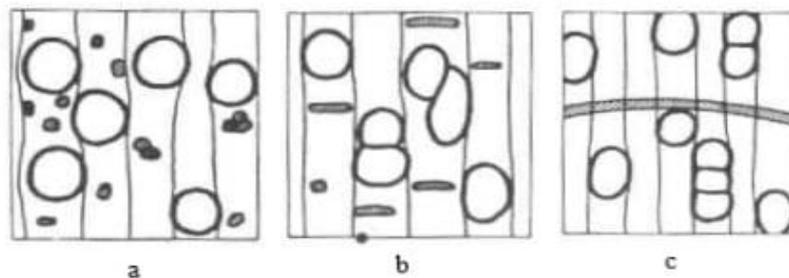


Figura 8. Tipos de parénquima apotraqueal. a) Difuso; b) Difuso en agregados; c) Marginal.

- **Parénquima paratraqueal:** Cuando las células de parénquima se encuentran rodeando parcial o en su totalidad a los poros o vasos (Lluncor, 2011 & Giménez *et al.*, 2005). A su vez este se subdivide en:
 - ✓ **Paratraqueal vasicéntrico:** Cuando las células de parénquima rodean totalmente a los poros; de forma circular o más o menos ovalada. El número de células que rodea a los poros puede ser de una o más hileras de células.
 - ✓ **Paratraqueal aliforme:** Cuando las células de parénquima rodean totalmente a los poros con extensiones laterales tomando forma de alas.
 - ✓ **Paratraqueal aliforme confluyente:** Parénquima aliforme coalescente que forma bandas irregulares tangenciales o diagonales.

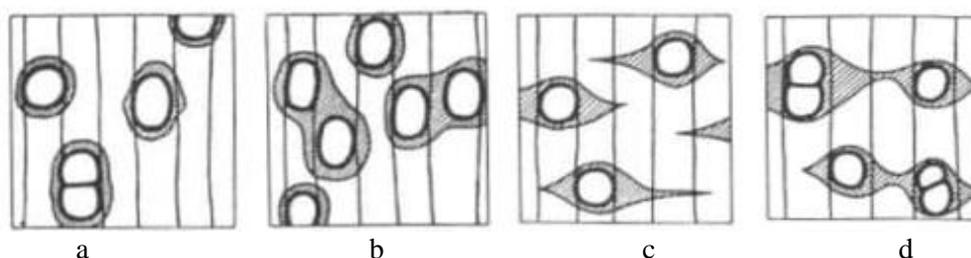


Figura 9. Tipos de parénquima paratraqueal. a) Vasicéntrico; b) Vasicéntrico confluyente; c) Aliforme; d) Aliforme confluyente.

- **Parénquima en bandas:** Cuando las células de parénquima como su nombre lo indican forma bandas (Lluncor, 2011). A su vez este se subdivide en:

- ✓ **Bandas o líneas delgadas:** Cuando las células de parénquima forman bandas muy delgadas, pudiendo ser estas continuas o irregulares.
- ✓ **Bandas anchas:** Cuando las células de parénquima forman bandas anchas, de un espesor más o menos uniforme.
- ✓ **Reticulado:** Diseño semejante a una red que forman en la sección transversal los radios y las bandas o líneas regularmente espaciadas de parénquima longitudinal, cuando éstas y los radios son aproximadamente del mismo ancho, y cuando el espacio entre unos y otras es casi igual.
- ✓ **Escalariforme:** Diseño semejante a una escalera que forman en la sección transversal el parénquima y los radios, siendo las bandas de parénquima más angostas que los radios.
- ✓ **Marginal:** Bandas de parénquima que tienden a ubicarse en el límite de los anillos de crecimiento.

En general, existen tres planos de observación: uno transversal y dos en sentido longitudinal (Fig. 10). Estos últimos son el plano de corte radial y el plano de corte tangencial. También son conocidos con el nombre de sección transversal, sección radial y sección tangencial (León & Espinoza de Pernía, 2001).

- ✓ **Corte Transversal (X):** perpendicular al eje del árbol.
- ✓ **Corte Radial (R):** paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento.
- ✓ **Corte Tangencial (T):** tangencial a los anillos de crecimiento o perpendicular a los radios.

Además de la apariencia, también el comportamiento físico- mecánico de la madera difiere en cada uno de estos sentidos, fenómeno conocido como anisotropía. Por

presentar esta particularidad, la madera es un material anisotrópico (León y Espinoza de Pernía, 2001).

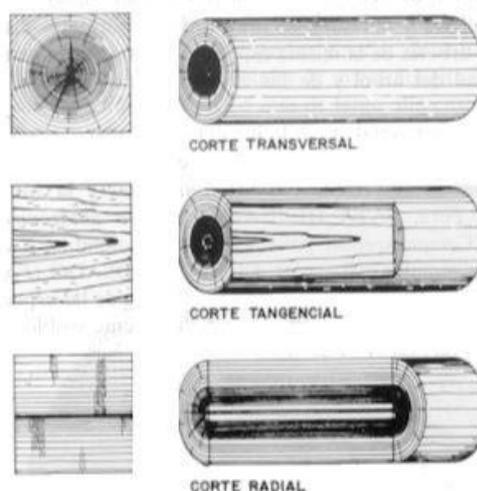


Figura 10. Obtención de los planos de corte en la madera (JUNAC, 1989).

c. Fibras

Las fibras son células alargadas y estrechas, de extremidades afiladas que se parecen ligeramente a las traqueidas del leño tardío de Coníferas, de las que se diferencian por ser más cortas, punteagudas y con pocas y pequeñas puntuaciones. En algunas especies las cavidades de las fibras son divididas en pequeños compartimentos por finas barras horizontales que reciben el nombre de fibras septadas (Giménez *et al.*, 2005).

Desde el punto de vista evolutivo las fibras se desarrollaron a partir de las traqueidas, esta suposición está sustentada por el hecho de que muchas formas de transición entre ambos tipos de elementos pueden encontrarse en algunas Angiospermas, por ejemplo en *Quercus sp.* Esos fenómenos pueden resumirse en un engrosamiento progresivo de la pared, una reducción del número de las punteaduras, del tamaño y número de las mismas, que trae como consecuencia la desaparición eventual de las puntuaciones areoladas, y por último un acortamiento de las células. Este supuesto acortamiento se refiere al sufrido por las células iniciales de las fibras del cambium y no a las fibras maduras. En los tejidos maduros de una planta las fibras libriformes son normalmente más largas que las traqueidas, pero esta mayor longitud es una consecuencia secundaria que resulta del crecimiento adicional de los extremos de las fibras (Giménez *et al.*, 2005).

d. Radios o parénquima radial

Los radios de las Latifoliadas tienen la misma función que los de las Coníferas: almacenamiento y conducción transversal de las sustancias nutritivas. Presentan gran variedad en forma, tamaño y número de células. Por este motivo, junto con el parénquima axial (vertical) es uno de los elementos más eficaces en la diferenciación de maderas de Latifoliadas (Giménez *et al.*, 2005). Los radios pueden ser:

- **Homogéneos:** uni o multiseriados. Formados por un único tipo de células. Normalmente se refiere el término homogéneo a radios cuyo tejido está formado apenas por células horizontales o procumbentes.
- **Heterogéneos:** uni o multiseriados. Están formados por más de un tipo de células: procumbentes, cuadradas o verticales, en diversas combinaciones.

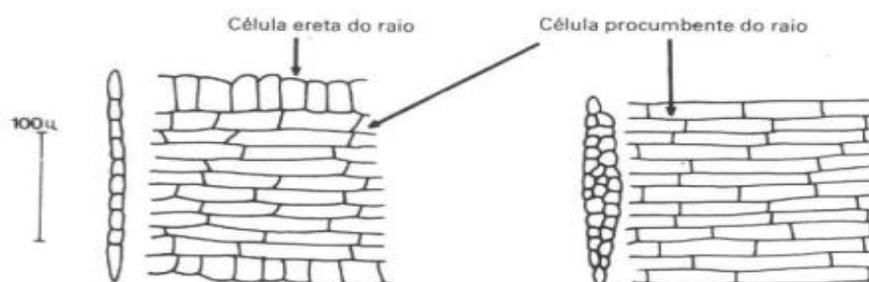


Figura 11. Tipos básicos de radios. a) Uniseriados heterogéneo; b) Multiseriado homogéneo.

Además de estos tipos los radios pueden tener otros aspectos especiales como (Fig. 12):

- Radios con canal.
- Radios fusionados.
- Radios agregados.
- Radios con células envolventes.

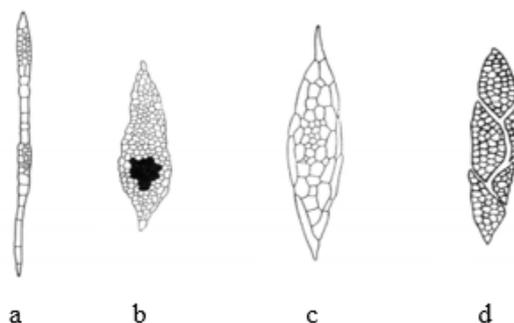


Figura 12. Tipos especiales de radios (Plano tangencial): a) Radios fusionados; b) Radios contenido canal secretor transversal; c) Radios con células envolventes; d) Radios en agregados.

e. Traqueidas vasculares

Las traqueidas también aparecen en ciertas Latifoliadas como resultado de la evolución producida en el reino vegetal. Las traqueidas vasculares se asemejan a pequeños elementos de vasos de leño tardío, pero sus extremos no son perforados y como cualquier traqueida presenta puntuaciones areoladas en sus paredes. Aparecen organizadas en series verticales, y en sección transversal se confunden con poros pequeños. Desempeñan la función de conducción (Giménez *et al.*, 2005).

f. Traqueidas vasicéntricas

Son células más cortas e irregulares que las traqueidas vasculares, de extremos redondeados y puntuaciones areoladas en sus paredes. Se encuentran asociadas al parénquima axial, a lo que se asemeja en sección transversal (Giménez *et al.*, 2005).

g. Caracteres anatómicos especiales

Además de los elementos comunes en el leño, pueden aparecer en algunas maderas, elementos especiales que constituyen un aspecto importante desde el punto de vista tecnológico y diagnóstico (Giménez *et al.*, 2005).

- **Inclusiones en los vasos:**

Son masas amorfas que se encuentran taponando parcial o totalmente los vasos; aunque también pueden presentarse en otros elementos de la madera. Su abundancia afecta en la preservación y secado de las maderas (Lluncor, 2011). Entre estos se tiene:

- ✓ **Tílide:** Penetración de una célula parenquimatosa axial o radial, que se introduce a la cavidad de un elemento vascular a través de un par de punteaduras, obstruyendo parcial o totalmente el lumen de éste. Macroscópicamente toman un aspecto brillante en los poros o vasos.
- ✓ **Gomas:** Material orgánico conformado por una gama de compuestos químicos, generalmente de color rojo, aunque también pueden ser de color amarillo, marrón a castaño.
- ✓ **Sílice:** Compuesto inorgánico, a base de silicio, presente en algunas maderas, de efecto abrasivo y que afecta el filo de las herramientas de corte.

- **Estructura estratificada**

En especies más evolucionadas los elementos axiales pueden estar organizados formando fajas horizontales regulares o estratos (Giménez *et al.*, 2005), esto más evidente en cortes tangenciales (Fig. 13).

- ✓ **Estratificación parcial:** se limita a algunos elementos estructurales del leño.
- ✓ **Estratificación total:** todos los elementos del leño están organizados en fajas.

El efecto visual de la estratificación puede ser evidente macroscópicamente, siendo una característica muy importante para la Anatomía de Madera (Giménez *et al.*, 2005).

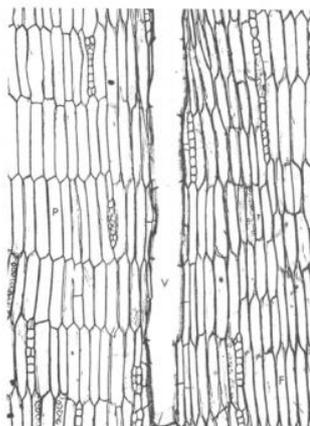


Figura 13. Estructura estratificada.

- **Fibras septadas**

En algunas especies, antes de la muerte de las fibras, surgen paredes transversales dividiendo su interior en compartimentos. Estas fibras, donde el lumen está dividido en septos, reciben el nombre de fibras septadas (Giménez *et al.*, 2005).

- **Espesamiento espiralados**

Los espesamientos espiralados de los miembros de vasos son engrosamientos en la pared secundaria con un patrón helicoidal (Giménez *et al.*, 2005) (Fig. 14).

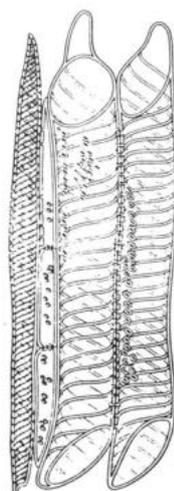


Figura 14. Espesamientos espiralados en elementos anatómicos de Angiospermas.

H. DENSIDAD

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

1. Determinación de la densidad

La madera sufre variaciones de volumen conforme aumenta o disminuye su contenido de humedad en el intervalo de 0 a 30 %. Por tanto, dentro de una misma pieza, con contenido de humedad obtendríamos una humedad diferente. Se hace necesario por tanto establecer un criterio de medición para realizar siempre los cálculos de la densidad a un mismo contenido de humedad. Actualmente se ha tomado un porcentaje de humedad en la madera del 12% como valor referencial (humedad normal) (AENOR, 1978).

En la norma UNE 56-531 se describe un método de laboratorio para la medición con precisión de la densidad de la madera, utilizando una probeta de pequeñas dimensiones (AITIM, 1990).

La norma UNE 56-540 establece la siguiente clasificación para la densidad de las maderas (AITIM, 1990).

Tabla 1. Clasificación para la densidad de la madera.

MADERA	DENSIDAD
Muy ligera	<350
Ligera	350 - 500
Semipesada	510 – 700
Pesada	750 – 950
Muy pesada	>950

Fuente: (AITIM, 1990).

I. TINCIONES GENERALES

La mayoría de los tejidos, son incoloros y por ello necesitamos teñirlos para observar sus características morfológicas con el microscopio óptico; ello se consigue con el uso los colorantes, sustancias coloreadas que son capaces de unirse de manera más o menos específica a estructuras del tejido aportándoles color. Se utilizan normalmente para teñir a las células y componentes tisulares que van a ser observados con el microscopio óptico y por ello se realizan habitualmente sobre secciones de tejido, siendo las más utilizadas las secciones obtenidas a partir de inclusiones en parafina u obtenidas en el criostato. Los colorantes son los elementos principales de las tinciones generales (Megías *et al.*, 2018).

La molécula de un colorante tiene normalmente dos componentes importantes: uno que aporta el color, denominado cromógeno, y otro que posibilita la unión a elementos del tejido denominado auxocromo; según la naturaleza química del cromóforo hay varios tipos de colorantes: nitrosos, ozoicos, derivados de la antroquinona, derivados de la acridina, derivados de iminas quinónicas, derivados de diferrilmetano y triferrilmetano, derivados del xanteno y derivados de las talocianinas (Megías *et al.*, 2018).; según la naturaleza química del radical auxocromo los colorantes se clasifican en:

1. Básicos

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

2. Ácidos

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

3. Colorantes mordientes

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

4. Neutros

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

5. Indiferentes o hidrofóbicos

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

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

1. Localización

Bosque Análogo “Don Ramón” ubicado en el recinto subtropical Buenos Aires, en el cantón Cumandá, provincia de Chimborazo, con una altitud de 243 m.s.n.m. y una extensión de 9,94 Ha, con una edad de 15 años.

2. Ubicación geográfica

El Bosque Análogo está ubicado de la siguiente manera:

Altura: 155 - 255 m.s.n.m.

Coordenadas: UTM 17S, WGS 84 N 0701017 W 9756008

Fuente (Guamán, 2018)

3. Características Climáticas y edafológicas.

Temperatura media anual: 22 a 24°C

Precipitación media anual: 2000 a 2500 mm

Clasificación ecológica: bosque húmedo Pre Montano

Fuente: (MAE, 2016)

B. MATERIALES

1. Materiales de oficina

- Libreta de apuntes
- Computador portátil DELL Windows 10.1
- Programa de ArcGIS
- Cámara (An Scope FMAO50).
- Hojas de papel bond

- Carpetas.
- Programa Infostat

2. Materiales de campo

- Fundas plásticas
- Libreta de campo
- Etiquetas, periódico
- Estilete
- Motosierra
- Machete
- Podón
- Hipsómetro
- Cinta métrica
- Marcador
- GPS Garmin 64s
- Sacos.
- Prensa

3. Materiales de laboratorio

- Tintes Safranina, Azul-01, Azul metileno y Verde malaquita
- Agua destilada
- Alcohol al 70%
- Pipetas 50 mL
- Probetas de 250 mL
- Cajas Petri
- Placas porta y cubre objetos
- Papel absorbente
- Guantes quirúrgicos
- Balanza analítica marca OHAUS Explorer
- Autoclave Biobase

- Micrótopo rotatorio tipo Spencer “820”
- Tabla de Munsell
- Microscopio marca (Quimis Motic), con lentes de 4X y 10X

C. METODOLOGÍA

- **Para el logro del primer objetivo; Identificar dendrologicamente las tres especies forestales comerciales en el Herbario de la ESPOCH.**

1. Selección del área de estudio

Reconocimiento del lugar, marcación y georreferenciación de las coordenadas de cada uno de los árboles en estudio con el GPS; mediante el software ArcGIS 10.1 se realizó el mapa de ubicación del área de estudio.

2. Colección del material botánico

Se recolectó muestras fértiles y de madera por cada árbol (caoba, ahuano y manglillo, conocidos con ese nombre común en el sector); los datos importantes fueron anotados en una libreta de campo. Los permisos pertinentes para la recolección fueron obtenidos por parte del Ministerio del Ambiente.

3. Transporte y prensado de las muestras

Para la movilización de las muestras como son las hojas, frutos y flores fueron guardadas en fundas plásticas con sus respectivas etiquetas hasta realizar el prensado a nivel de laboratorio.

4. Identificación

La identificación preliminar se realizó en el bosque en base a las características morfológicas y organolépticas que presente el árbol; luego, las muestras botánicas fueron

comparadas e identificadas con los especímenes que se encuentran en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

- **Para el cumplimiento del segundo objetivo; Describir las características macroscópicas y microscópicas de las tres especies forestales.**

5. Análisis de las características macroscópicas de las muestras.

a. Dimensión de las muestras.

Una vez obtenido el material proveniente del Bosque Análogo Don Ramón, se procedió a su acondicionamiento a temperatura ambiente durante 45 días.

b. Dimensión de probetas.

Luego de acondicionar el material, se dimensionaron dos probetas por cada especie de 15x9x2 cm, las cuales fueron manejadas para la descripción de las características microscópicas y macroscópicas de cada una de las especies. También se cortó cubos de 2*2*2 cm, para la observación de características microscópicas.

c. Observación de las características organolépticas.

- Para la descripción del color de la madera, como la albura y el duramen se utilizó la tabla de Munsell.
- Para brillo o lustre se las catalogó en: alto, medio o bajo.
- En textura, se determinó en: fina, media o gruesa.
- Al igual en el veteado, se catalogó en: arcos superpuestos, jaspeados satinados o en bandas paralelas.
- Sabor, se catalogó en: dulce, agradable, desagradable, picante, agrio, amargo.

6. Análisis de las características microscópicas

Los pasos a seguir para la preparación de las láminas histológicas fueron los siguientes:

- a. Se cortó pequeños trozos cúbicos de 2 cm de arista extraídos de cada una de las probetas, de cada especie.
- b. Los cubos se ablandaron en el autoclave a una temperatura de 121 °C y una presión de 11.61 atm, por 1 hora cada ciclo, dependiendo de la dureza de la madera, se colocó en recipientes de plástico con agua destilada, en cada ciclo se cambió el agua destilada (Tabla 2).

Tabla 2. Ciclos de ablandamiento de especie

ESPECIE	NÚMERO DE CUBOS	CICLOS (1 HORA) - AGUA
	2X2X2	DESTILADA mL
<i>Cabrelea canjerana</i>	8	3 ciclos - 250 mL
<i>Guarea pterorhachis</i>	8	3 ciclos - 250 mL
<i>Aspidosperma darienense</i>	8	4 ciclos - 250 mL

Elaborado por: (Guamán, 2018).

- c. Se cortó láminas correspondientes a las tres secciones (transversal, tangencial y radial) con el micrótopo rotatorio (Microtome Spencer “820”), con una calibración de 0,3 μm .
- d. Se situó las láminas en las cajas Petri en agua destilada, esto evitó la deshidratación en los cortes.
- e. En la preparación de los tintes, se colocó una cantidad de tinte por una cantidad de agua destilada (Tabla 3).

Su codificación es la siguiente:

Sf = Safranina

A1= Azul N° 1

Vm= Verde malaquita

Am= Azul metileno

Tabla 3. Preparación de Tintes.

ESPECIE	PREPARACIÓN DE TINTES			
	Sf/Ad	A1/Ad	Vm/ Ad	Am / Ad
<i>Cabrelea canjerana</i>	1 gr/95 mL	1 gr/99 mL	1 gr/90 mL	
<i>Guarea pterorhachis</i>		1 gr/99 mL	1 gr/90 mL	1 gr/99 mL
<i>Aspidosperma darienense</i>	1 gr/95 mL	1 gr/99 mL		1 gr/99 mL

Elaborado por: (Guamán, 2018).

- f. El proceso de filtrado permitió eliminar las impurezas y exista una mejor impregnación en las láminas histológicas de las tres especies.
- g. La inmersión de las láminas en safranina fue de 5 min, en Azul N° 1, Verde malaquita y Azul metileno fue de 2 min.
- h. Se situó las láminas en un portaobjeto con ayuda de la pinza de metal, se colocó el cubreobjeto y para sellar las placas se utilizó cinta adhesiva.
- i. Se observó las secciones transversal, tangencial y radial en el microscopio (Quimis Motic), con lentes de 4X y 10X, conjuntamente con el programa MOTIC PLUS 2.0, se procedió a visualizar las características y finalmente se fotografiaron las imágenes con la cámara (An Scope FMAO50).

7. Cálculo de densidad

Para calcular la densidad se procedió a pesar los cubos de 2 cm aproximadamente, la masa se determina con una balanza analítica de 0,01 gramos de precisión, con respecto al volumen se procedió a medir cada arista. Finalmente se aplica la fórmula.

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

m = masa

d = densidad

v = volumen

- **Para el cumplimiento del tercer objetivo: Identificar que tinción permite una mejor visualización de las características anatómicas.**

8. Tabla para selección de tinte

Para determinar la mejor tinción, se consideró enlistar las características propias de los cortes transversal (poros, parénquima, radios, porosidad), tangencial (vasos, parénquima, fibras, punteaduras, radios), y radial (elementos del vaso, punteaduras, traqueidas) de las tres especies de estudio, se dio una valoración de 1 en las características que si se lograron observar con la aplicación de los tintes y 0 en las características que no se logró observar, se desarrolló una sumatoria y con ellos se seleccionó la mejor tinción para cada especie.

9. Análisis estadístico

Se capturaron 5 imágenes que representaban cada uno de los cortes: transversal, tangencial y radial con las diferentes tinciones por cada especie. En cuanto a las imágenes de los cortes transversales y sus diferentes tinciones, conjuntamente con el programa MOTIC PLUS 2.0, se procedió a visualizar y contabilizar el número de poros y los

perímetros tanto de poros solitarios como múltiplos de 2, 3 y 4 etc., de cada especie; los datos fueron introducidos a las tablas de Excel, donde se precedió a tabular.

a. Análisis de varianza

Para el análisis de los datos se trabajó en el programa Infostat, introduciendo las tablas resumen de cada especie (Anexo 25), con el fin de obtener resultados en cuanto a las siguientes peticiones de nuestro objetivo de estudio:

- a. Determinación de la mejor tinción para cada especie de acuerdo al corte transversal.
- b. Número de poros de cada especie.
- c. Análisis estadístico para los perímetros solitarios y múltiplos de las tres especies.

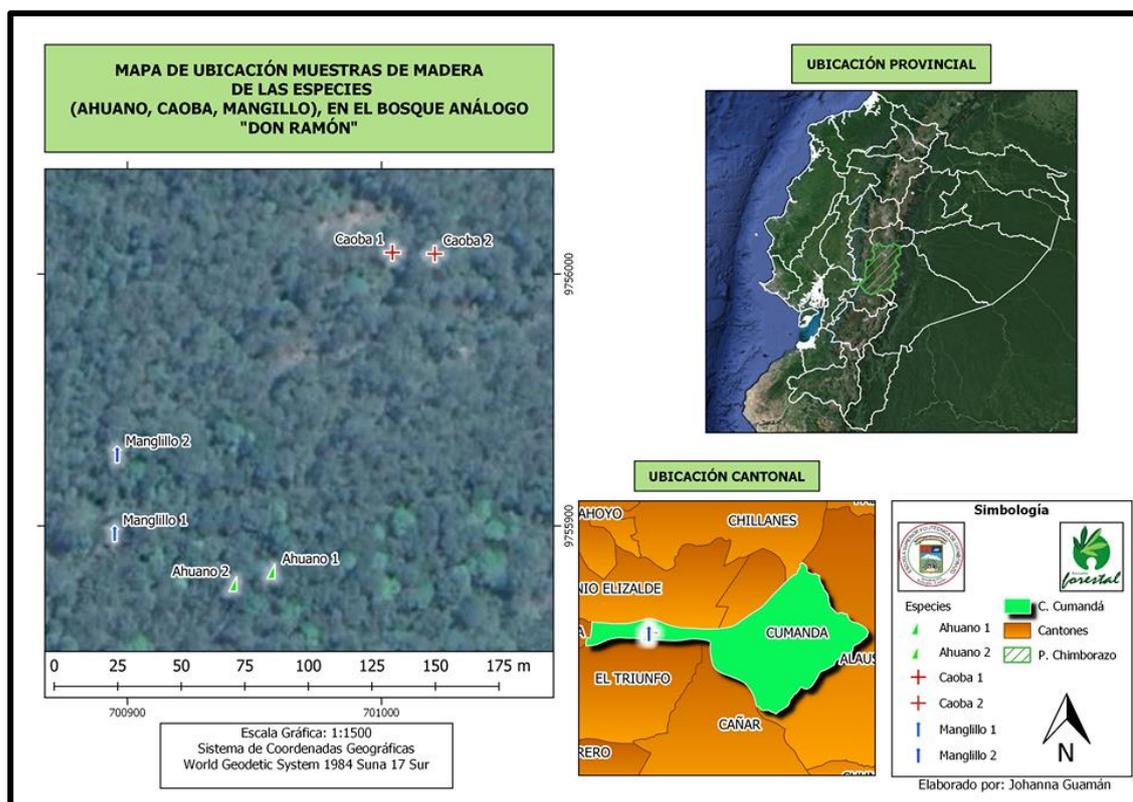
b. Estadística con datos no paramétricos

Cabe mencionar que los datos introducidos en el programa Infostat no siempre se normalizaron directamente, por lo que se trabajó con Análisis de varianza y Análisis de varianza no paramétrica, que se muestra a continuación (Anexo 26)

V. RESULTADOS

A. Identificar dendrologicamente las tres especies forestales comerciales en el Herbario de la ESPOCH.

1. Ubicación geográfica



Elaborado por: (Guamán, 2018).

Figura 15. Mapa de ubicación del Bosque Análogo “Don Ramón”

Tabla 4. Coordenadas de las especies recolectadas.

PUNTO	ESPECIE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	<i>C. canjerana</i> (Ahuano 1)	700958	9755882
2	<i>C. canjerana</i> (Ahuano 2)	700943	9755877
3	<i>G. pterorhachis</i> (Caoba 1)	701004	9756008
4	<i>G. pterorhachis</i> (Caoba 2)	701021	9756008
5	<i>A. darienense</i> (Manglillo 1)	700895	9755897
6	<i>A. darienense</i> (Manglillo 2)	700896	9755928

Elaborado por: (Guamán, 2018).

2. Descripción de las especies

a) **Familia:** MELIACEAE

Nombre científico: *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart

Nombre común: ahuano, bateacaspi, cedrillo, mamando, cedro macho, mashua, cancharana.

Descripción dendrológica:

Árbol de 25 m de altura con un DAP de 0.80 m, fuste bien formado, corteza externa parda y con tejido muerto suave, corteza interna crema, fragante olor a dulce, oxidándose rápidamente, raíces tablares gruesas, ramas gruesas, ascendientes, casi erectas, hojas compuestas paripinnadas, fruto cápsula carnosa, globosa, exocarpo anaranjado

Discusión

El propietario del bosque le conoce a *Cabralea canjerana* con el nombre común de Ahuano, mientras que en otras partes de la Amazonia del Ecuador le conocen como Bateacaspi; por lo tanto, siguen siendo especies diferentes pero confundidas con sus nombres comunes.

b) **Familia:** MELIACEAE

***Guarea pterorhachis* Harms.**

Nombre común: caoba, tucuta, colorado

Descripción dendrológica:

Árbol de 20 m de altura con un DAP de 0.40 m, fuste bien formado, corteza fisurada o agrietada; corteza externa rosada o rojiza con olor dulce, tienen hojas paripinnadas y alternas, con 4-12 folíolos, opuestos en el raquis, folíolos oblongos o elípticos, con ápice

acuminado, bordes enteros y base aguda o redondeada, flores blancas y aromáticas, su fruto es una cápsula dehiscente.

Discusión

El propietario del bosque le conoce a *Guarea pterorhachis* con el nombre común de caoba, mientras que en otras partes de la Amazonia del Ecuador a se le conocen como tucuta; por lo tanto, siguen siendo especies diferentes pero confundidas con sus nombres comunes.

c) Familia: APOCYNACEAE

Nombre científico: *Aspidosperma darienense* Woodson ex Dwyer

Nombre común: manglillo, remo, canalón, canaleta, naranjo de monte, challua caspi (huahua).

Descripción dendrológica:

Árbol de 25 m de altura; 0.35 m de DAP, látex escaso, blanco o rojizo en diferentes partes de la planta, fuste típicamente fenestrado o acanalado, hojas simples alternas, con un distintivo nervio submarginal sunuoso, fruto formado de dos folículos leñosos, aplanados (parecidos a orejas de elefante), semillas aladas, sobrepuestas entre sí.

Discusión

Palacios (2011), menciona que *Simira cordifolia* también conocida como Manglillo presenta árboles medianos; hojas obovadas, con borde ciliado; mientras que en nuestra investigación *Aspidosperma darienense* presenta hojas simples alternas, elípticas, borde crenulado, con un distintivo nervio submarginal sinuoso. Siendo especies diferentes pero conocidas con el mismo nombre común.

B. Describir las características macroscópicas y microscópicas de las tres especies forestales.

1. *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart (ahuano)

a) Las características macroscópicas (Fig. 16. a - d)

Tabla 5. Ficha de características macroscópicas de *Cabralea canjerana*.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN	
CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
CORTEZA	Agrietada con tejido muerto suave
OLOR	Algo fragante
SABOR	Ausente
LUSTRE	Medio
VETEADO	Jaspeado o satinado
GRANO	Entrecruzado
TEXTURA	Mediana
COLOR DURAMEN	8/2 marrón pálido (2,5 Y)
COLOR ALBURA	8/2 blanco rosado (7,5 YR)

Elaborado por: (Guamán, 2019).





Elaborado por: (Guamán, 2019).

Figura 16. Características macroscópicas de *Cabralea canjerana*. **a)** Corteza, **b)** Corte transversal, **c)** Corte radial, **d)** Corte tangencial.

Discusión

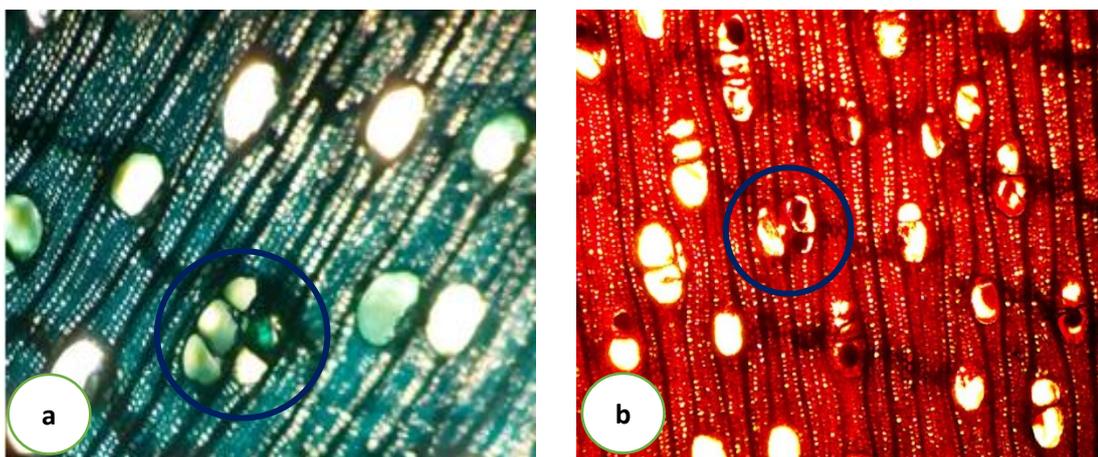
Según Garland *et al.*, 2001, mencionan en su investigación que *Cabralea canjerana* al momento del corte, la corteza interna presenta una consistencia muy blanda, y en vista tangencial se observan finas líneas longitudinales castaño-amarillentas, que corresponden a los grupos de fibras. Existe una línea fina muy nítida de color rojizo, que

separa la corteza interna de la externa. Estas características son similares en nuestro estudio.

b) Características microscópicas

Corte transversal (Fig. 17. a - b)

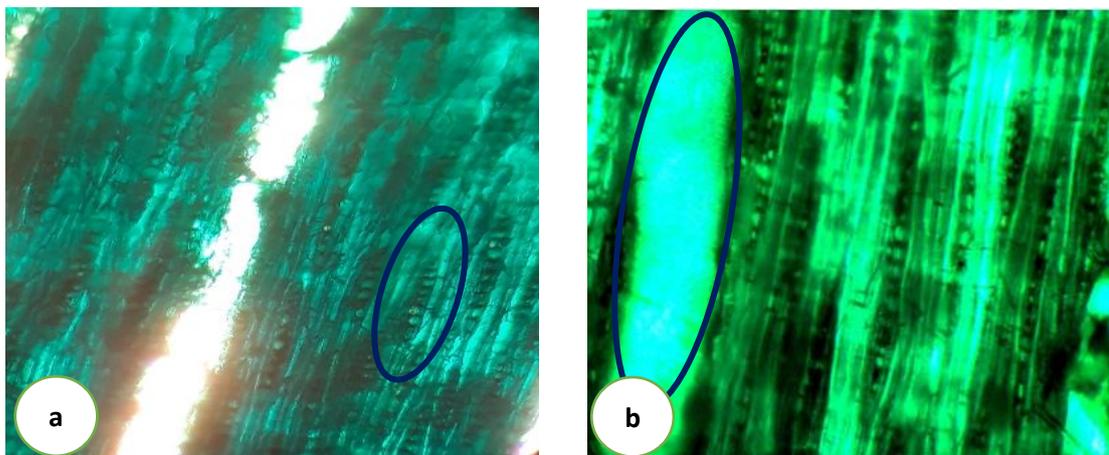
Los poros que presenta *Cabrlea canjerana* son de tamaño grande, visibles a simple vista, en su mayoría están formados por poros solitarios y escasos múltiples radiales de 2 a 4, en dirección paralela a los radios. Porosidad difusa, presenta parénquima paratraqueal aliforme de ala fina y alargada, parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente, radios no estratificados.



Elaborado por: (Guamán, 2019).

Figura 17. Sección transversal de *Cabrlea canjerana* . Observado con lente de 4X. **a)** Poros solitarios, múltiple raciforme, parénquima paratraqueal aliforme de ala fina alargada (solitarios); tinción utilizada Azul N° 1. **b)** Poros múltiples radiales de 2 a 4 en dirección paralela a los radios, con parénquima paratraqueal vasicéntrico (múltiple), presenta poros cubiertos por tilide; tinción utilizada Safranina.

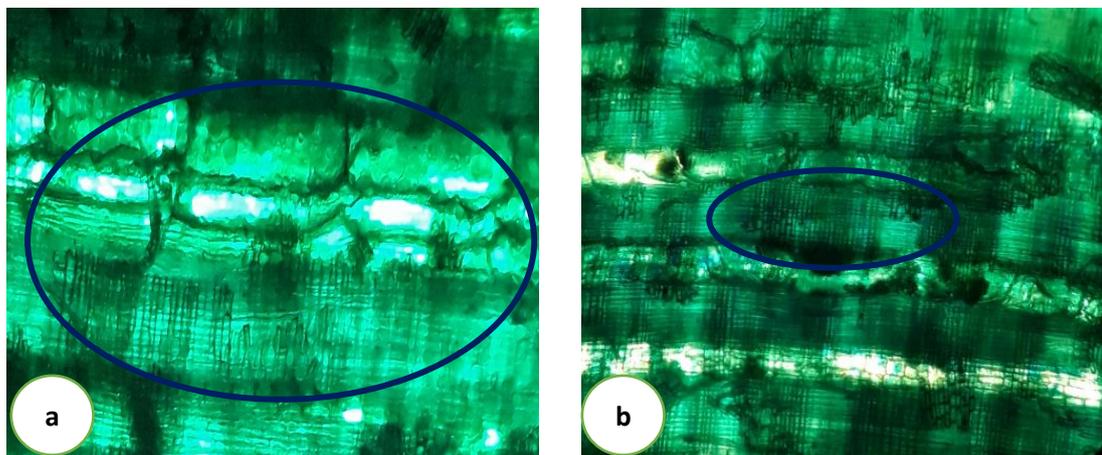
Corte tangencial (Fig. 18. a - b)



Elaborado por: (Guamán, 2019).

Figura 18. Sección tangencial de *Cabralea canjerana*. **a)**) Radios uniseriados y miembros vasculares con tinción Azul N° 1, con lente de 4X. **b)** Punteaduras con disposición escaliforme radios uniseriados, presenta fibras septadas, tinturados con Verde malaquita y observado con lente de 4X.

Corte Radial (Fig. 19. a - b)



Elaborado por: (Guamán, 2019).

Figura 19. Sección radial de *Cabralea canjerana*. **a)** Radios parenquimáticos y área de entrecruzamiento, punteaduras intervasculares tinturados con Verde malaquita y observados con el lente de 4X. **b)** Células parenquimáticas y fibras septadas tinturadas con Azul N°1.

Discusión

Cabralea conjerana tiene poros solitarios y poros múltiples radiales de 2 a 4, con parenquima paratraqueal aliforme de ala fina alargada en solitarios y parénquima paratraqueal vasicéntrico en múltiples, radios uniseriados. Richter & Dallwitz (2000), determinaron que *C. canjerana* presenta poros múltiples de 2 a 3, parenquima apotraqueal difuso, radios multiseriados.

2. *Guarea pterorhachis* Harms. (caoba)

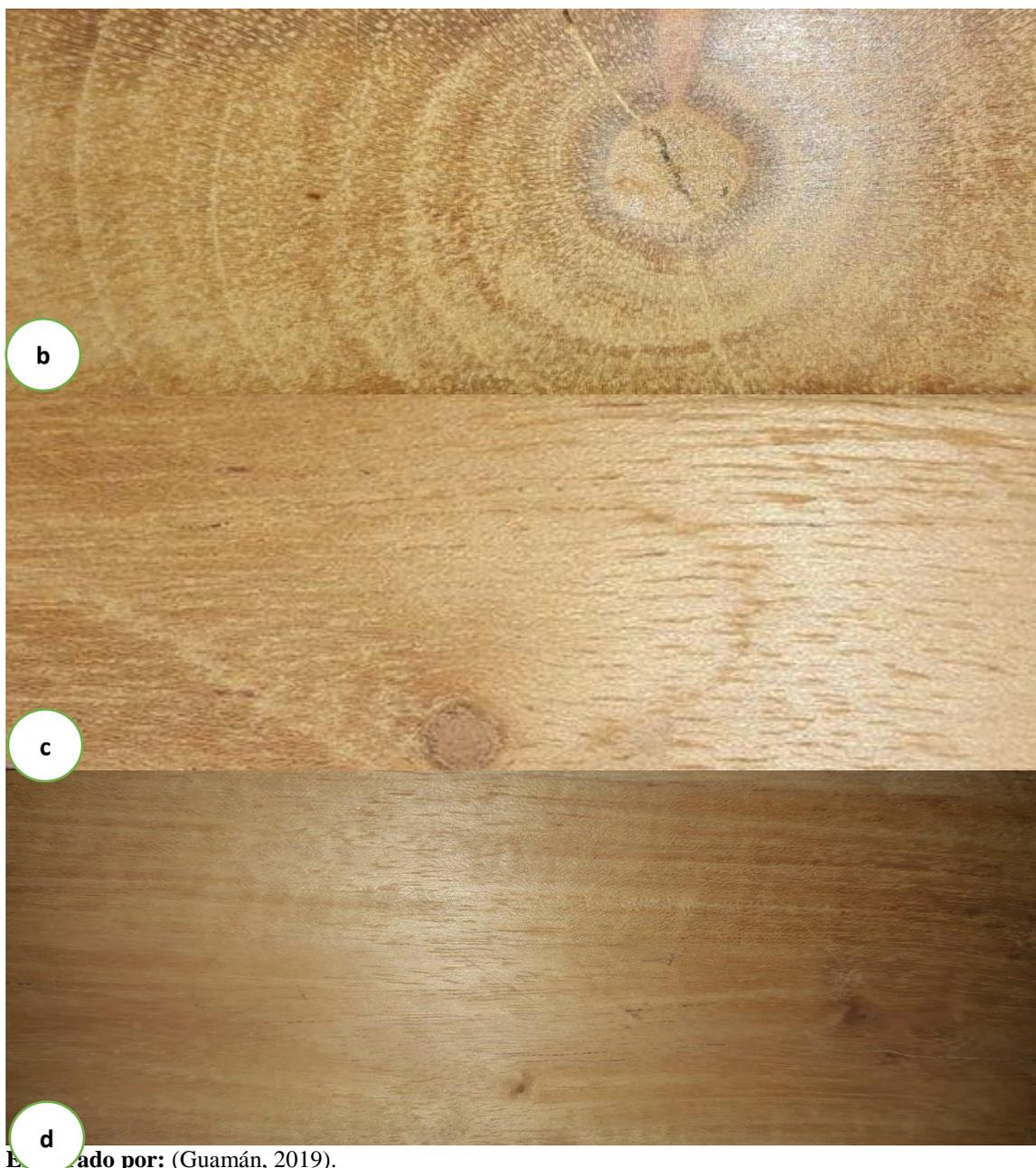
a) Características macroscópicas (Fig. 20. a – d)

Tabla 6. Ficha de características macroscópicas de *Guarea pterorhachis*.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN	
CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
CORTEZA	Fisurada o agrietada
OLOR	Agradable
SABOR	Ausente
LUSTRE	Alto
VETEADO	Arcos superpuestos
GRANO	Entrecruzado
TEXTURA	Media a fina
COLOR DURAMEN	6/4 marrón rojizo claro (5 YR)
COLOR ALBURA	8/3 rosado (7,5 YR)

Elaborado por: (Guamán, 2019).





Elaborado por: (Guamán, 2019).

Figura 20. Características macroscópicas de *Guarea pterorhachis* **a)** Corteza, **b)** Corte transversal, **c)** Corte radial, **d)** Corte tangencial.

Discusión

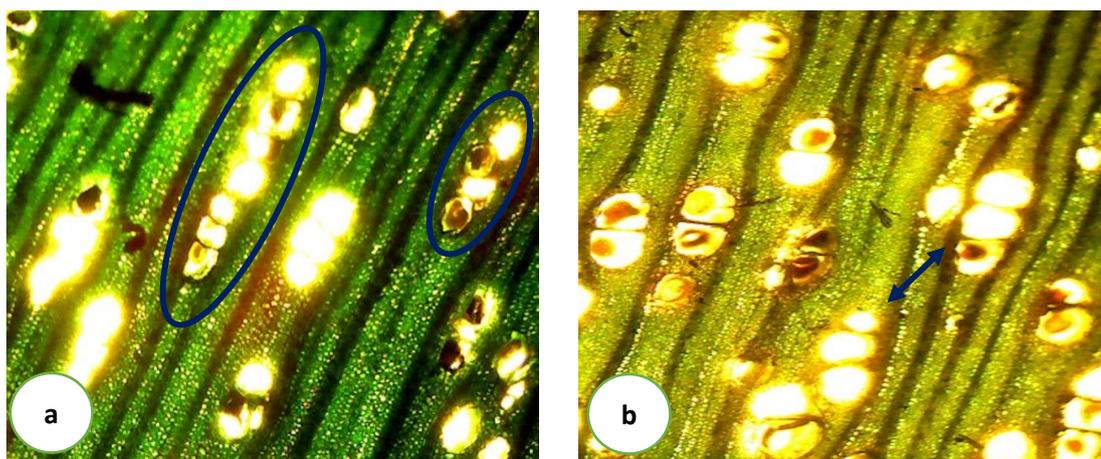
El estudio según Ganzhi (2006), en cuanto a las características macroscópicas en *Guarea pterorhachis* posee la albura y el duramen un tonalidad más pálida o rojo amarillento (5 YR 4/6), en nuestro resultado presenta la albura según la tabla de munsell es marrón rojizo claro (2,5 YR 6/4) y el duramen rosáceo (10 R 8/2).

Sánchez (2010), menciona en su investigación sobre la identificación macroscópica de *Guarea gomma*, que presenta las mismas características al igual que *Guarea pterorhachis*

Características microscópicas

Corte transversal (Fig. 21. a - b)

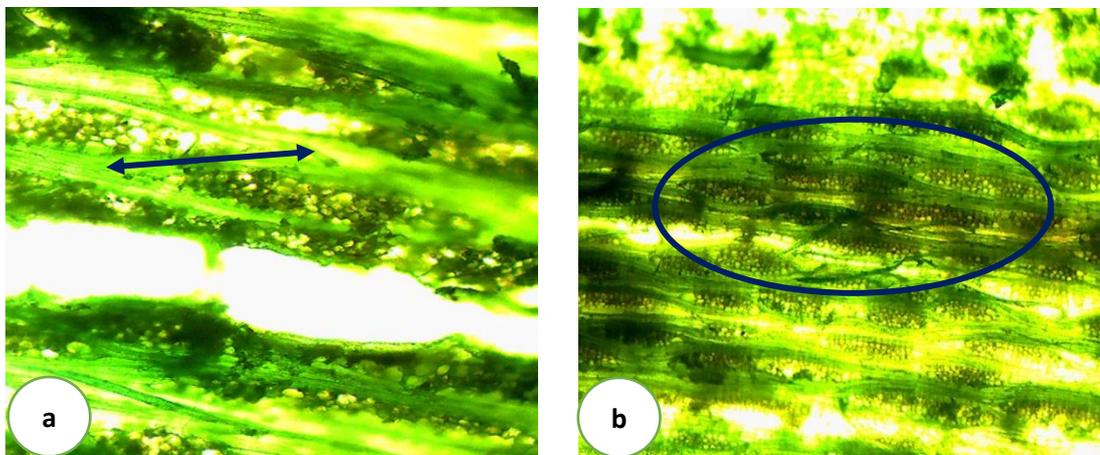
Los poros de *Guarea pterorhachis* son de tamaño mediano, visibles a simple vista, en su mayoría presenta poros solitarios y múltiples radiales de 2 a 4. Parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente tanto en los poros múltiples como en los poros solitarios. Posee porosidad difusa, radios estratificados y presenta tílides.



Elaborado por: (Guamán, 2019).

Figura 21. Sección transversal de *Guarea pterorhachis*. Tinción utilizada azul metileno, observado con lente de 4X. **a)** Poro múltiple de 7 en hilera radial; poros cubiertos con tilide. **b)** Poros solitarios, múltiples radiales de 2 a 3, porosidad difusa, parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente tanto en los poros múltiples como en los poros solitarios, observado con tinte Azul N° 1.

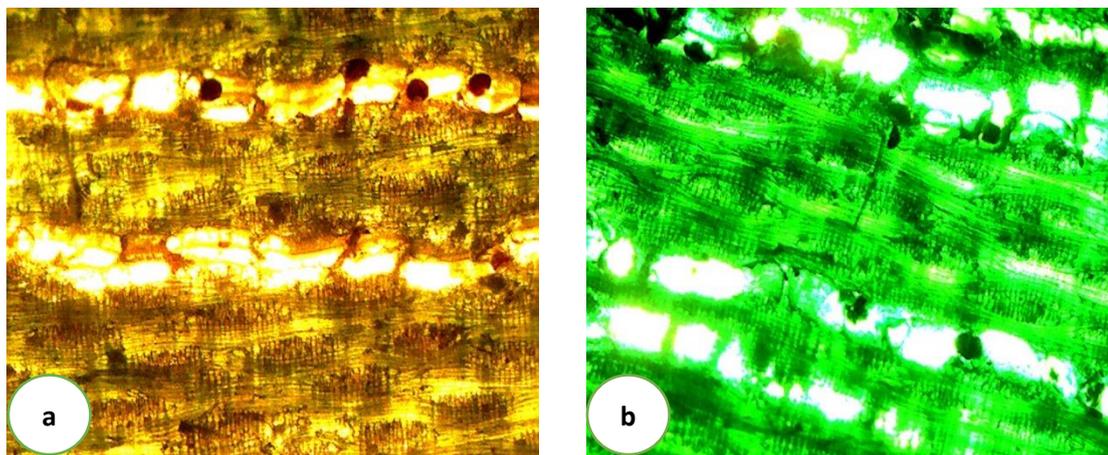
Corte tangencial (Fig. 22. a - b)



Elaborado por: (Guamán, 2019).

Figura 22. Sección tangencial de *Guarea pterorhachis*. Tinción utilizada Azul metileno.
a) Fibras presentes, punteadura alterna . Observado con lente de 10X. **b)** Radios parenquimáticos homogéneo multiseriados. Observados con lente de 4X.

Corte radial (Fig. 23. a - b)



Elaborado por: (Guamán, 2019).

Figura 23. Sección radial de *Guarea pterorhachis*. Observado con lente 4X. **a)** Células parenquimáticas con partículas de tñide tinturado con Azul N° 1. **b)** Radios parenquimáticos y área de entrecruzamiento, miembros vasculares tinturados Azul metileno.

Discusión

Ganzhi (2006) manifiesta que, *Guarea pterorhachis* presenta similitud en a las características microscópicas a excepción del parénquima ya que indica que el parénquima es apotraqueal en bandas, nuestra investigación muestra un parénquima paratraqueal vasicéntrico en los poros solitarios y parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente en los poros múltiples.

Richter & Dallwitz (2000). Madera de porosidad difusa, poros múltiples de 2 a 3, punteaduras radiovasculares con aréolas distintas, similares a las punteaduras intervasculares, radios multiseriados

3. *Aspidosperma darienense* Woodson ex Dwyer (manglillo)

a) Características macroscópicas (Fig. 24. a – d)

Tabla 7. Ficha de características macroscópicas de *Aspidosperma darienense*.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN	
CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
CORTEZA	Delgada lisa
OLOR	Agradable
SABOR	Ausente
LUSTRE	Alto
VETEADO	Bandas paralelas
GRANO	Recto
TEXTURA	Fina

COLOR DURAMEN

8/2 rosáceo (10 R)

COLOR ALBURA

6/4 marrón rojizo claro (2,5 YR)

Elaborado por: (Guamán, 2019)



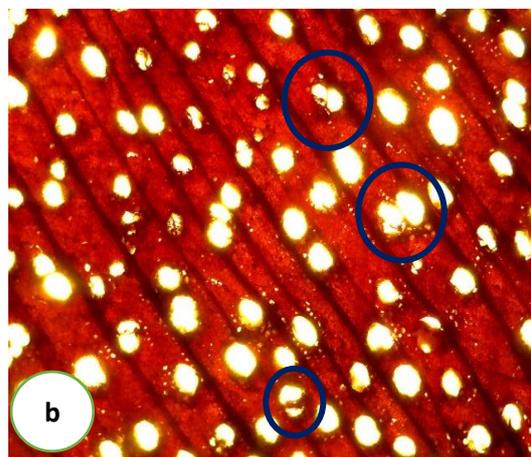
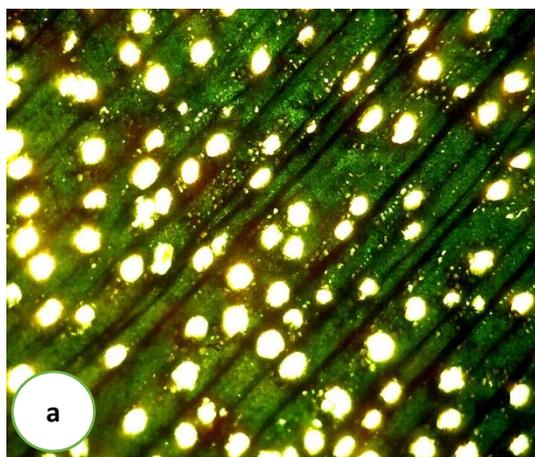
Elaborado por: (Guamán, 2019).

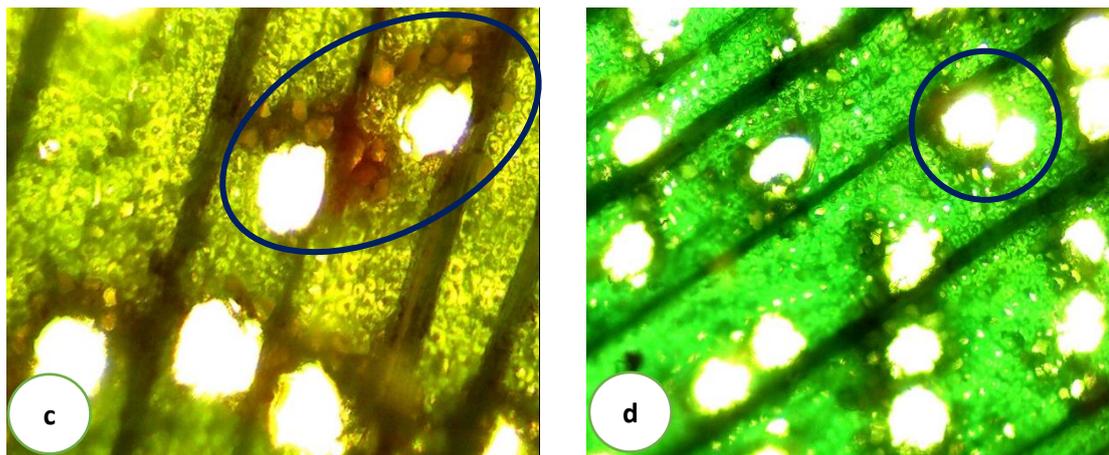
Figura 24. *Aspidosperma darienense*. **a)** Corteza, **b)** Corte transversal, **c)** Corte radial, **d)** Corte tangencia.

b) Características microscópicas

Corte transversal (Fig. 25. a - d)

Aspidosperma darienense, presenta poros de tamaño pequeño, en su mayoría solitarios y múltiples de 2, con parénquima paratraqueal vasicéntrico unilateral, con porosidad difusa. Los radios se presentan de manera estratificada.

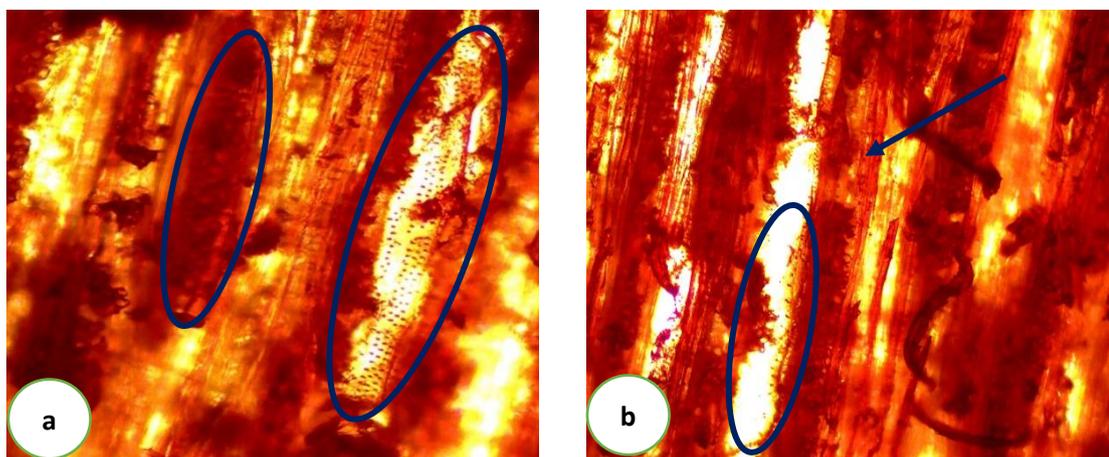




Elaborado por: (Guamán, 2019).

Figura 25. Corte transversal de *Aspidosperma darriense*. a) En su mayoría presenta poros solitarios y escasos múltiples de 2, tinturados con Azul N° 1 y observado con el lente 4X. b) Poros múltiples de 2, tinturado con Safranina y observado con lente 4X. c) Parénquima paratraqueal vasicéntrico unilateral, tinturado con Azul metileno y observado con lente 10X. d) Poro múltiple de 2 con parénquima paratraqueal vasicéntrico unilateral, tinturado con Azul N° 1, visualizado con lente 10X.

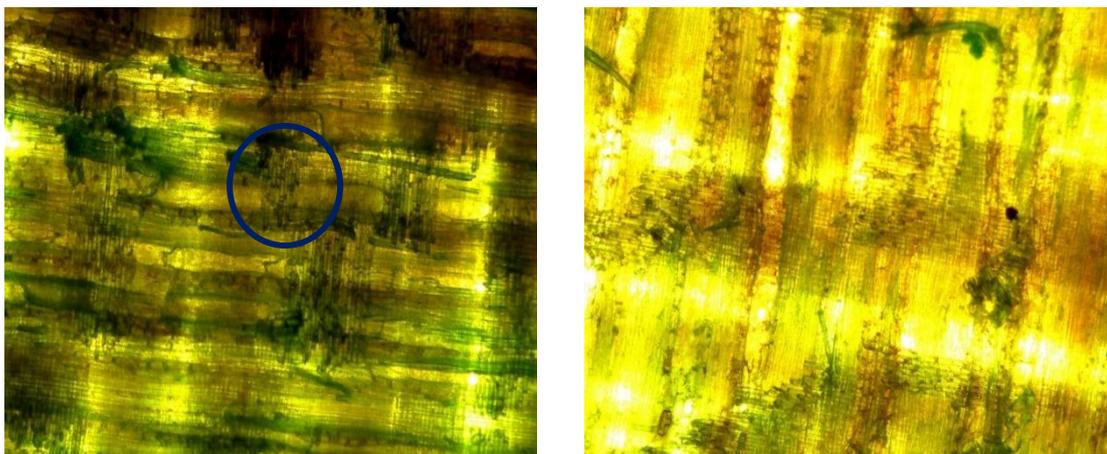
Corte tangencial (Fig. 26. a - b)



Elaborado por: (Guamán, 2019).

Figura 26. Corte tangencial de *Aspidosperma darriense*. Tinte utilizado safranina y observado con lente 4X. a) Se observa los elementos del vaso y presenta punteaduras alternas, también presenta los radios multiseriados con células envolventes. b) Radios con células envolventes, y miembros vasculares.

Corte radial (Fig. 27. a - b)



Elaborado por: (Guamán, 2019).

Figura 27. Sección Radial de *Aspidosperma darienense*. **a)** Células parenquimáticas y punto de intersección, tinturado con Azul metileno y observado con el lente 4X. **b)** Fibras poco onduladas, parénquima radial multiseriado tinturados con Azul metileno y observado con el lente 4X.

Discusión

Aspidosperma darienense tiene porosidad difusa. Moglia & Jiménez (1998), determinaron que la especie posee porosidad difusa no uniforme.

Bissing (1982) determinó que la porosidad es el carácter que más varía en función de la disponibilidad de agua. Las especies de los hábitats xéricos modifican su porosidad difusa uniforme a porosidad difusa no uniforme al ser cultivadas en ambientes más húmedos.

4. Densidad

Tabla 8. Determinación de las densidades de las tres especies

ESPECIE	MASA (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD ρ =g/cm ³	DENSIDAD ρ =kg/m ³
<i>Cabrlea canjerana</i>	4,57	7,93	0,58	580
<i>Guarea pterorhachis</i>	5,54	8,31	0,67	670
<i>Aspidosperma darienense</i>	7,47	7,96	0,94	940

Elaborado por: (Guamán, 2019).

La tabla 8 nos indica los resultados de la densidad de las especies en estudio, es así que *Cabrlea canjerana* y *Guarea pterorhachis* presentaron densidades parecidas menores, mientras que *Aspidosperma darienense* presentó la mayor densidad.

Discusión

La norma UNE 56-540 indica que la madera semipesada está en el rango de 510 a 700 Kg/m³, por lo tanto, la especie que están dentro de este rango es *Cabrlea canjerana*, de esta manera cabe anotar que ocupa un 580 Kg/m³.

En la categoría semipesada también se encuentra *Guarea pterorhachis* con una densidad de 680 Kg/m³. La especie mencionada tiene buenos acabados, lo que ha traído como consecuencia la sobreexplotación de la misma

La norma UNE 56-540 establece que la madera pesada, son las que están en el rango de 750 a 950 Kg/m³, la que presenta esta característica es *Aspidosperma darienense* con una densidad de 940 Kg/m³.

C. Identificar que tinción permite una mejor visualización de las características anatómicas.

1. Determinación de colorantes

Para analizar las características pertenecientes al corte transversal, tangencial y radial de cada una de las especies en estudio, fueron catalogadas con una valoración de 1 a la mejor visualización y 0 a la que no se logró observar.

a. Sección transversal

Tabla 9. Características anatómicas observadas en la sección transversal en función a los tintes de las tres especies estudiadas.

CARACTERÍSTICAS	<i>Cabrlea canjerana</i>			<i>Guarea pterorhachis</i>			<i>Aspidosperma darienense</i>		
	Sf	<u>A1</u>	Vm	A1	<u>Am</u>	Vm	<u>Sf</u>	A1	Am
POROS	1	1	1	0	1	0	1	1	1
PARÉNQUIMA	0	1	0	0	1	0	1	1	1
POROSIDAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RADIOS	1	1	1	1	0	0	1	0	0
TÍLIDES	1	1	0	1	1	0	1	0	0
TOTAL	4	5	3	3	4	1	5	3	3

Elaborado por: (Guamán, 2019).

Para analizar las características en el plano transversal de las tres especies; se obtuvo una mayor aceptabilidad por cada tinte; para *Cabrlea canjerana* tuvo una mayor afinación al tinte Azul N°1, para *Guarea pterorhachis* fue el tinte Azul metileno, mientras que para *Aspidosperma darienense* fue el tinte de safranina.

b. Sección tangencial

Tabla 10. Características anatómicas observadas en la sección tangencial en función a los tintes de las tres especies estudiadas.

CARACTERÍSTICAS	<i>Cabrlea canjerana</i>			<i>Guarea pterorhachis</i>			<i>Aspidosperma darienense</i>		
	Sf	<u>A1</u>	<u>Vm</u>	A1	<u>Am</u>	Vm	<u>Sf</u>	A1	Am
VASOS	1	1	1	1	1	1	1	0	1
PUNTEADURAS	0	1	1	0	1	0	1	0	0
FIBRAS	1	1	1	0	1	1	1	1	1
RADIOS	0	1	1	1	1	0	1	1	1
TÍLIDES	0	0	0	1	0	1	0	0	0
TOTAL	2	4	4	3	4	3	4	2	3

Elaborado por: (Guamán, 2019).

En la tabla 10 se muestra las características que se visualizan en el corte tangencial con cada uno de los tintes en las diferentes especies. Las tinciones que se adaptaron mejor a los cortes tangenciales y mostraron una mejor visualización de las características de *Cabrlea canjerana* fueron Azul N°1 y Verde malaquita. En cuanto a *Guarea pterorhachis* su mejor tinte fue Azul metileno y para *Aspidosperma darienense* fue la tinción de Safranina.

c. Sección radial

Tabla 11. Características anatómicas observadas en la sección radial en función a los tintes de las tres especies estudiadas.

CARACTERÍSTICAS	Sf	<i>Cabrlea canjerana</i>		<i>Guarea pterorhachis</i>			<i>Aspidosperma darienense</i>		
		<u>A1</u>	<u>Vm</u>	<u>A1</u>	Am	<u>Vm</u>	Sf	A1	<u>Am</u>
VASOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FIBRAS	1	1	1	1	0	1	0	1	1
PUNTEADURAS	0	1	1	0	0	0	0	0	1
RADIOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TÍLIDES	0	0	0	1	1	1	0	0	0
TOTAL	3	4	4	4	3	4	2	3	4

Elaborado por: Guamán, J. 2019

En la tabla 11 indica las características que se visualiza en el corte radial. Las tinciones que se adaptaron mejor para las especies de *Cabrlea canjerana* y *Guarea pterorhachis* fueron Azul N°1 y Verde malaquita, En *Aspidosperma darienense* la tinción que permitió una mejor visualización fue Azul metileno.

2. Análisis estadístico

a. **Determinación de la mejor tinción para cada especie de acuerdo al corte transversal**

Se seleccionaron los datos de los poros solitarios, múltiplos de dos, tres y cuatro. Se realizó el análisis de varianza y la prueba de Shapiro-Wilks para verificar la normalidad de los datos en cuanto a las tinciones.

Cabralea canjerana (ahuano)

Tabla 12. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	130.67	2	65.33	0.68	0.5313
TRATAMIENTO	130.67	2	65.33	0.68	0.5313
Error	866.00	9	96.22		
Total	996.67	11			

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 28), y se comprobó que los datos resultaron normales ($p > 0,05$), se realizó la prueba de Análisis de varianza, e indicó que no hay diferencias significativas en las tres tinciones con el número de poros solitarios (Tabla 12).

Tabla 13. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	50.00	2	25.00	0.57	0.5843
TINCIÓN	50.00	2	25.00	0.57	0.5843
Error	394.25	9	43.81		
Total	444.25	11			

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 29), y se comprobó que los datos resultaron normales ($p > 0,05$), se realizó la prueba de Análisis de varianza, e indicó que no hay diferencias significativas en las tres tinciones con el número de poros múltiples de 2 (Tabla 13).

Tabla 14. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 3 respecto a las tinciones.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	20.67	2	10.33	1.09	0.3755
TINCIÓN	20.67	2	10.33	1.09	0.3755
Error	85.00	9	9.44		
Total	105.67	11			

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 30), y se comprobó que los datos resultaron normales ($p > 0,05$), se realizó la prueba de Análisis de varianza, e indicó que no hay diferencias significativas en las tres tinciones con el número de poros múltiples de 3 (Tabla 14).

Tabla 15. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 4 respecto a las tinciones.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	19.50	2	9.75	1.06	0.3859
TINCIÓN	19.50	2	9.75	1.06	0.3859
Error	82.75	9	9.19		
Total	102.25	11			

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 31), y se comprobó que los datos resultaron normales ($p > 0,05$), se realizó la prueba de Análisis de varianza, e indicó que no hay diferencias significativas en las tres tinciones con el número de poros múltiples de 4 (Tabla 15).

Guarea pterorhachis* (Caoba)*Tabla 16.** Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	48.67	2	24.33	0.44	0.6575
TINCIÓN	48.67	2	24.33	0.44	0.6575
Error	498.25	9	55.36		
Total	546.92	11			

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 33), y se comprobó que los datos resultaron normales ($p > 0,05$), se realizó la prueba de Análisis de varianza, e indicó que no hay diferencias significativas en las tres tinciones con el número de poros solitarios (Tabla 16).

Tabla 17. Prueba de Kruskal Walks para poros múltiples de 2.

<u>Trat.</u>	<u>Medias</u>		
Azul metileno	23.50	A	
Azul-01	25.25	A	B
Verde malaquita	29.00		B

Según la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks, los datos para los poros múltiples de 2 no son normales ($P < 0,05$) (Anexo 34), por ende, se realizó la prueba de Kruskal Walks, cuyos resultados indican que existen diferencias significativas entre las tinciones, por lo tanto, las tinciones presentaron cierta similitud estadísticamente en cuanto al número de poros.

Tabla 18. Análisis de Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 3 respecto a las tinciones.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	12.67	2	6.33	0.46	0.6461
TINCIÓN	2.67	2	6.33	0.46	0.6461
Error	124.25	9	13.81		
<u>Total</u>	<u>136.92</u>	<u>11</u>			

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 35), y se comprobó que los datos resultaron normales ($p > 0,05$), se realizó la prueba de Análisis de varianza, e indicó que no hay diferencias significativas en las tres tinciones con el número de poros múltiples de 3 (Tabla 18).

Tabla 19. Análisis de Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 4 respecto a las tinciones.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0.67	2	0.33	0.21	0.8140
TINCIÓN	0.67	2	0.33	0.21	0.8140
Error	14.25	9	1.58		
<u>Total</u>	<u>14.92</u>	<u>11</u>			

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 36), y se comprobó que los datos resultaron normales ($p > 0,05$), se realizó la prueba de Análisis de varianza, e indicó que no hay diferencias significativas en las tres tinciones con el número de poros múltiples de 4 (Tabla 19).

Aspidosperma darienense* (Manglillo)*Tabla 20.** Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1125.17	2	562.58	0.50	0.6202
TRATAMIENTO	1125.17	2	562.58	0.50	0.6202
Error	10045.50	9	1116.17		
Total	11170.67	11			

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 38), y se comprobó que los datos resultaron normales ($p > 0,05$), se realizó la prueba de Análisis de varianza, e indicó que no hay diferencias significativas en las tres tinciones con el número de poros múltiples de 4 (Tabla 20).

Tabla 21. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 2, respecto a las tinciones.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45.17	2	22.58	0.44	0.6571
TRATAMIENTO	45.17	2	22.58	0.44	0.6571
Error	461.75	9	51.31		
Total	506.92	11			

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 39), y se comprobó que los datos resultaron normales ($p > 0,05$), se realizó la prueba de Análisis de varianza, e indicó que no hay diferencias significativas en las tres tinciones con el número de poros múltiples de 2 (Tabla 21).

b. Número de poros de cada especie

Tabla 22. Características de las especies estudiadas según el tipo y cantidad de poros en 1 cm² de cada especie.

Especie	Solitario	Múltiplo de 2	Múltiplo de 3	Múltiplo de 4	Total poros/cm ²	Tamaño de poros
<i>C. Canjerana</i>	38	19	6	1	64	Grande
<i>G. Pterorhachis</i>	42	25	10	2	79	Mediano
<i>A. Darienense</i>	406	367	24	-	797	Pequeño

Elaborado por: Guamán, 2019

En la tabla 22 se detalla el número de poros que presenta 1 cm² de una placa de sección transversal por cada especie diferente. *Aspidosperma darienense* presentó el mayor número de poros con conteo de 797 poros, mientras que *Cabranea canjerana* obtuvo un conteo menor de 64 poros.

Tabla 23. Análisis de la Varianza (SC tipo III) del número de poros respecto a las especies

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	468016.89	2	234008.44	13.03	0.0066
Especie	468016.89	2	234008.44	13.03	0.0066
Error	107788.00	6	17964.67		
Total	575804.89	8			

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks (Anexo 41), y se comprobó que los datos no resultaron normales ($p < 0,05$), se realizó la prueba de Análisis de varianza, e indicó que hay diferencias significativas entre el número de poros de las tres especies (Tabla 23).

Tabla 24. Prueba de Tukey de acuerdo al número de poros observados de las tres especies estudiadas

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=335.78257

Error: 17964.6667 gl: 6

<u>Especie</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
<i>Cabrlea canjerana</i>	42.67	3	77.38	A
<i>Guarea pterorhachis</i>	52.67	3	77.38	A
<i>Aspidosperma darienense</i>	531.33	3	77.38	B

Según la tabla de Tukey con respecto al número de poros por cada especie, reveló dos categorías (A y B), donde; *Cabrlea canjerana* y *Guarea pterorhachis* se ubican en la misma categoría (A), e indican que tienen similitud con la cantidad de poros; mientras que *Aspidosperma darienense* se ubica en la segunda categoría (B), es decir presenta un mayor número de poros. Las especies que se encuentran en la misma categoría no presentan diferencias significativas. Mientras que la especie con categoría (B) presenta diferencias significativas (Tabla 24).

c. Análisis estadístico para los perímetros de las tres especies

Tabla 25. Prueba de Kruskal-Wallis para los perímetros de los poros solitarios de las 3 especies.

<u>ESPECIES</u>	<u>Medias</u>	
<i>Guarea pterorhachis</i>	1368,44	A
<i>Aspidosperma darienense</i>	2941,65	B
<i>Cabrlea canjerana</i>	2809,35	B

Al aplicar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks indica que los datos no son normales ($p < 0,05$) (Anexo 43), por ende, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, cuyos datos indican que el perímetro de los poros solitarios fue altamente significativa entre las especies estudiadas, por tanto, las especies que presentaron cierta similitud están en la misma categoría fueron: *A. darienense* (2941,65 μm) y *C. canjerana* (2809,35 μm);

mientras que *G. pterorhachis* presento una media de 1368,44 μm lo que indica que es diferente entre *A. darienense* y *C. canjerana* (Tabla 25).

Tabla 26. Prueba de Kruskal-Wallis para los perímetros de los poros múltiples de las 3 especies.

<u>ESPECIE</u>	<u>Medias</u>	
<i>Guarea pterorhachis</i>	1227.69	A
<i>Cabrlea canjerana</i>	2508.91	B
<i>Aspidosperma darienense</i>	2824.00	B

Al aplicar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks indica que los datos no son normales ($p < 0,05$) (Anexo 45), por ende, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, cuyos datos indican que el perímetro de los poros múltiples fue altamente significativa entre las especies estudiadas, por tanto, las especies que presentaron cierta similitud están en la misma categoría fueron: *A. darienense* (2824 μm) y *C. canjerana* (2508.91 μm); mientras que *G. pterorhachis* presento una media de 1227.69 μm lo que indica que es diferente entre *A. darienense* y *C. canjerana*.

Tabla 27. Resumen de las características macroscópicas de las tres especies estudiadas

CARACTERÍSTICAS	<i>Cabrlea canjerana</i>	<i>Guarea pteriorhachis</i>	<i>Aspidosperma darienense</i>
Albura	Blanco rosado	Rosado	Marrón rojizo claro
Duramen	Marrón pálido	Marrón rojizo claro	Rosáceo
Olor	Algo fragante No distintivo	Agradable No distintivo	Agradable No distintivo
Sabor	Ausente	Ausente	Ausente
Grano	Entrecruzado	Entrecruzado	Recto
Textura	Mediana	Media a fina	Fina
Brillo	Medio	Alto	Alto
Veteado	Jaspeado o satinado	Arcos superpuestos	Bandas paralelas

Elaborado por: (Guamán, 2019).

Tabla 28. Resumen de las características microscópicas de las tres especies

CARACTERÍSTICAS	<i>Cabrlea canjerana</i>	<i>Guarea pteriorhachis</i>	<i>Aspidosperma darienense</i>
Poros	Solitarios, múltiples radiales de 2 a 4	Solitarios y múltiplos radiales de 2 a 3	Solitarios y múltiplos de 2
Parénquima	Parénquima paratraqueal aliforme de ala fina alargada y parénquima paratraqueal vasicéntrico confluente	Parénquima paratraqueal vasicéntrico confluente	Parénquima paratraqueal vasicéntrico unilateral
Radios	Radios no estratificados	Radios estratificados	Radios estratificados
Porosidad	Difusa	Difusa	Difusa
Tílide	Si	Si	No

Elaborado por: (Guamán, 2019).

Tabla 29. Resumen de tinciones, número de poros y perímetros de *Cabrlea canjerana*.

ESPECIE	REPETICIÓN	TINCIÓN	N° FOTO	PERÍMETRO		TOTAL POROS/F	POROS				
				SOLITARIO	MÚLTIPLE		SOLIT	M 2	M 3	M 4	M 5
<i>Cabrlea canjerana</i>	1	Azul-01	5	2179.3	1908.1	103	38	22	7		
		Safranina	5	3415.2	3539.9	134	59	24	5	6	
		Verde malaquita	5	1989.8	1729.6	113	33	21	7	5	
	2	Azul-01	5	2732.0	1933.0	125	38	20	11	3	0
		Safranina	5	9082.0	8571.0	170	44	26	10	10	
		Verde malaquita	5	1649.20	1416.03	117	41	26	6	1	
	3	Azul-01	5	3590.9	3473.2	82	36	17	4		
		Safranina	5	2329.3	1143.9	101	32	18	6	2	1
		Verde malaquita	5	1667.2	1681.5	100	49	15	7	0	0
	4	Azul-01	5	1003.6	925.7	157	32	32	14	3	1
		Safranina	5	3309.7	2900.0	72	37	13	3	0	0
		Verde malaquita	5	764	885	70	21	9	6	3	0

Elaborado por: (Guamán, 2019).

Tabla 30. Resumen de tinciones, número de poros y perímetros de *Guarea pterorhachis*.

ESPECIE	REPETICIÓN	TINCIÓN	N°	PERÍMETRO		TOTAL	POROS				
				FOTO	SOLITARIO		MÚLTIPLE	POROS/F	SOLIT	M 2	M 3
<i>Guarea pterorhachis</i>	1	Azul metileno	5	1427.0	1371.8	136	41	17	14	3	0
		Azul-01	5	1415.6	1300.6	146	45	28	11	3	0
		Verde malaquita	5	1328.1	1343.4	126	33	30	8	2	
	2	Azul metileno	5	1383.4	1217.2	127	33	26	14	0	
		Azul-01	5	1421.1	1181.2	107	29	27	7	0	
		Verde malaquita	5	1490.6	1198.7	99	29	27	6	1	
	3	Azul metileno	5	1386.3	1206	110	32	25	8	1	
		Azul-01	5	1270.4	1183.7	102	20	19	12	2	0
		Verde malaquita	5	1375.6	1231.2	127	33	32	9	0	0
	4	Azul metileno	5	1330.8	1245.3	100	35	26	3	1	
		Azul-01	5	1204.5	1020.0	105	29	27	5	0	1
		Verde malaquita	5	1387.9	1233.2	123	44	27	6	0	1

Elaborado por: (Guamán, 2019).

Tabla 31. Resumen de tinciones, número de poros y perímetros *Aspidosperma darienense*.

ESPECIE	REPETICIÓN	TINCIÓN	N° FOTO	PERÍMETRO		TOTAL POROS/F	POROS	
				SOLITARIO	MÚLTIPLE		SOLIT	M 2
<i>Aspidosperma darienense</i>	1	Azul metileno	5	2480.5	2329.4	386	328	30
		Safranina	5	3662.0	3249.0	338	286	24
		Azul-01	5	4094.51	3673.18	401	331	35
	2	Azul metileno	5	919.97	767.14	358	302	28
		Safranina	5	7784.63	7387.58	300	233	28
		Azul-01	5	1330.33	1346.93	285	243	21
	3	Azul metileno	5	758.56	723.99	372	302	36
		Safranina	5	1404.07	1431.48	356	288	34
		Azul-01	5	3078.06	3169.79	339	271	34
	4	Azul metileno	5	3297.79	3218.74	376	288	44
		Safranina	5	3154.90	3081.67	421	334	42
		Azul-01	5	3334.43	3509.13	352	290	29

Elaborado por: (Guamán, 2019).

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a las características dendrológicas, se logró identificar las muestras colectadas en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se llegó a determinar la familia, género y especie de cada muestra. De las tres especies estudiadas, dos pertenecen a la familia Meliaceae por lo que ciertas características presentaron similitud.

Se determinó las características macroscópicas de la madera de las tres especies forestales comerciales presentaron similitudes en cuanto al olor y sabor.

En cuanto a las características anatómicas de las tres especies en estudio, las especies que pertenecen a la familia Meliaceae que son *C. canjerana* y *G. pterorhachis* presentan similitud; en las características macroscópicas.

El tinte Azul N°1 presento mayor afinidad entre las tres especies con 80%.

La textura y poros de las maderas está dada, de acuerdo con la densidad, mientras la densidad es más baja la textura es gruesa y los poros son más grandes tal es el caso en *Cabralea canjerana*, y conforme la densidad se incrementa, la textura tiende hacer más fina y los poros más pequeños como es en *Aspidosperma darienense*, además el color es otro indicador, maderas blancas tienen textura gruesa, y a medida que se tornen más oscuras, la textura es fina.

Los resultados indicaron que las tres especies presentaron al menos una característica diferente entre ellas, y se determinó la Hipótesis alternante que indicaba es que las características anatómicas y dendrológicas difieren entre ellas.

VII. RECOMENDACIONES

Se debe considerar trabajar con el nombre científico, ya que el nombre común trae controversia en diferentes localidades y puede existir errores en la identificación.

Realizar pruebas de tiempo, con respecto a la inmersión de las láminas en los tintes, para que faciliten la observación de las estructuras anatómicas.

Realizar pruebas de tintes, para extender la variedad de colorantes y obtener una mejor adaptabilidad de las láminas.

Realizar estudios fenológicos de las especies en estudio para estar al tanto de las épocas de recolección, para facilitar la identificación de especies.

Que todos los estudios realizados con esta temática deberán ser difundidos y socializados a quienes estén relacionados con la madera, de esta forma se puede diversificar su uso, con la cual se puede evitar el aprovechamiento selectivo de las especies.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: descripción dendrológica y anatómica de tres especies de importancia forestal, procedentes del Bosque Análogo Don Ramón, en el cantón Cumandá, provincia de Chimborazo; con el fin de implementar información en cuanto a la identificación a especies forestales que sirvan como aprovechamiento y como conservación. Las especies que fueron recolectadas fueron identificadas en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP); para la descripción de las características macroscópicas las maderas fueron secadas a temperatura ambiente por 45 días, posteriormente fueron dimensionadas probetas de 2x9x15 cm, en las que se observaron las características como: sabor, olor, textura, lustre, grano, veteado, brillo, color de albura y duramen. Para las características microscópicas se obtuvieron cubos de 2 cm por cada arista, estos fueron sometidos en el autoclave para su ablandamiento, con una temperatura de 121 °C y una presión de 11,61 atm, *C. canjerana* y *G. pterorhachis* fueron ablandadas en 3 ciclos, mientras *A. darienense* se ablando en 4 ciclos, esto se debió a la dureza que presentan las especies, se realizó los cortes en sección trasversal, tangencial y radial en el micrótomó con una calibración de 3 µm; las láminas fueron tinturadas con Safranina, Azul N°1, Azul metileno y Verde malaquita, se realizó el montaje de las placas y se observó las diferentes secciones en el microscopio. Finalmente se hizo una comparación de las tinciones con respecto a los planos trasversal, tangencial y radial de las diferentes especies, se dio una valoración de 1 en las características que si se lograron observar con la aplicación de los tintes y 0 en las características que no se logró observar.

Palabras clave: DENDROLOGIA - CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS - CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS – ESPECIES MADERABLES - TINCIONES PARA MADERA.

Por: Johanna Guamán



IX. ABSTRACT

The present investigation proposes: dendrology and anatomical description of three species of forest importance, from the “Don Ramón” Analogue Forest, in Cumandá cantón, Chimborazo province; in order to implement information regarding the identification of forest species that serve as exploitation and as conservation. The species that were collected were identified in the Herbarium of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP); for the description of the macroscopic characteristics, the woods were dried at room temperature for 45 days, then 2x9x15 cm specimens were sized, in which the characteristics were observed as: taste, smell, texture, luster, grain, veining, brightness, colour of sapwood and heartwood. For the microscopic characteristics cubes of 2 cm were obtained for each edge, these were subjected in the autoclave for its softening, with a temperature of 121 ° C and a pressure of 11.61 atm. *C. canjerana* and *G. pterorhachis* were softened in 3 cycles, while *A. darienense* was softened in 4 cycles, this was due to the hardness of the species, cuts were made in cross section, tangential and radial in the microtome with a 3 um calibration; the sheets were stained with Safranin, Blue No. 1. Methylene blue and malachite green, the plates were assembled and the different sections were observed in the microscope. Finally, a comparison of the stains with respect to the transverse, tangential and radial planes of the different species was made, an assessment of 1 was given in the characteristics that if they were observed with the application of the dyes and 0 in the characteristics that did not It was observed.

Key words: DENDROLOGY - MACROSCOPIC CHARACTERISTICS - MICROSCOPIC CHARACTERISTICS - WOODEN SPECIES - WOOD TINTS.



X. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, M. (1949). Plan sobre la protección y fomento forestal del Ecuador. Quito – Ecuador. Corporación Ecuatoriana de Fomento.
2. Asociación Española de Normalización. (1978). *Normas UNE: determinación de la densidad*. Madrid - España: AENOR
3. Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera. (1990). *Normas UNE sobre la madera, el corcho y sus derivados*. Madrid - España: AITIM
4. Arostegui, A. (1975). *Estudio tecnológico de madera del Perú*. Lima- Perú.
5. Arostegui, A. (1982). *Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de la madera peruana*. Documento de Trabajo N° 02. Proyecto PN-UD/FAD/PER/81/002. Lima - Perú.
6. Bissing, D. (1982). *Variation in qualitative anatomical features of xylem of selected dicotyledonous woods in relation to water availability*. Bulletin of the Torrey Botanical Club 109: 371-384.
7. Burger, L., & Richter, H. (1991). *Anatomía da Madeira*. São Paulo: Nobel
8. Caranqui, J. (2011). *Manual de operaciones herbario politécnico (CHEP)*. Riobamba -Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
9. Cerón, C. (2003). *Manual de botánica ecuatoriana: Sistemática y métodos de estudio*. Facultad de Filosofía, Letras y Educación. Quito - Ecuador. Universidad Central del Ecuador.
10. Ganzhi, J. (2006). *Estudio anatómico de las especies arbóreas del bosque nublado de la estación científica San Francisco*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovales. Loja - Ecuador.

11. Garland, H., Miranda, D., Grance, L., Bohren, A., & Keller, H. (2001). *Estructura anatómica de la corteza y diseño del ritidoma de Cedrela fissilis Vell. Y Cabralea canjerana subsp. canjerana (Vell.) Mart. (Meliaceae), Misiones, Argentina*. Quebracho 9: 43-53
12. Giménez, A., Monglia, J., Hernández, P., & Gerez, R. (2005). *Anatomía de la Madera*. (2ª. ed.). Santiago del Estero - Argentina. Universidad Nacional de Santiago del Estero.
13. International Association of Wood Anatomists. (1964). *Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Committee on Nomenclature*. IAWA. p. 186
14. Jaramillo, A., & Salinas, M. (1995) *Determinación de las características anatómicas y posibilidad de uso de nueve especies Maderables*, (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja - Ecuador. p. 149
15. Junta de Acuerdo de Cartagena. (1989). *Manual de grupo andino para el secado de maderas*. Catargena - Colombia
16. León, W., & Espinoza de Pernía, N. (2001). *Anatomía de la madera*. Universidad de los Andes. Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico. Mérida - Venezuela.
17. Lluncor, D. (2011). *Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques Secundarios y primarios residuales. Estudio de la estructura anatómica de diez especies de bosques secundarios y primarios remanentes*. Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER). Lima - Perú. PD 512/08 Rev.2 (I)
18. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2016). *Resultados del Programa Socio Bosque*. Recuperado el 17 de octubre de 2018:
<http://sociobosque.ambiente.gob.ec/?q=node/44>. Quito - Ecuador.

19. Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (2018). *Tinciones generales. Atlas de histología vegetal y animal*. Recuperado el 17 de octubre de 2018, de <https://mmegias.webs.uvigo.es/6-tecnicas/5-general.php>. Vigo - España
20. Moglia, J., Jiménez, A. (1998). *Rasgos anatómicos característicos del hidrosistema de las principales especies arbóreas de la Región Chaqueña Argentina*. Revista de Investigación Agraria Sistema y Recursos Forestales. Argentina. 7 (1, 2): 53-71.
21. Palacios, W. (2011). *Familias y géneros arbóreos del Ecuador. Manual de identificación*. Quito - Ecuador. Ministerio del Ambiente.
22. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2018). *Documento de análisis del sector forestal en el contexto de adaptación y mitigación al cambio climático del sector clave forestal en el Ecuador*. Quito - Ecuador.
23. Red Internacional de Forestería Análoga. (s.f). *Forestaría análoga*. Recuperado el 20 de noviembre de 2018, de <http://www.analogforestry.org/about-us/analog-forestry/?lang=es>. San José – Costa Rica
24. Richter, H., Dallwitz, M. (2000). *Maderas comerciales: descripciones, ilustraciones, identificación y consulta de información*. USA. DELTA.
25. Ríos, J. (1979). *Claves preliminares de identificación con características vegetativas de 51 especies forestales del Arboreto Jenaro Herrera*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional Agraria - La Molina. Lima – Perú. p. 238.
26. Salazar, A. (1967). *Métodos de colección de especímenes para herbario y muestras de madera de árboles forestales*. Instituto de Investigaciones Forestales – Servicio Forestal y de Caza. Universidad Nacional Agraria - La Molina. Lima - Perú. p.15.

27. Sánchez, N. (2010). *Características generales, organolépticas macroscópicas y estructura microscópica de la madera de coníferas y latifoliadas*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos - Perú.
28. Senanayake, R. (1992). *Analog forestry an introduction*. Monash University. Melborne, Australia.
29. Tuset, R., & Duran, F. (1979). *Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización*. Montevideo - Uruguay: Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L.
30. Valderrama, H. (1993). *Características tecnológicas y uso industrial de nuevas especies forestales de la Amazonía peruana*. Folia Amazónica, 5(S-2): 73-93
31. Vásquez, M., & Ramírez, M. (2011). *Curso de anatomía e identificación de maderas*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Recolección de las muestras de madera



Anexo 2. Recoleccion de las muestras fertiles



Anexo 3. Acondicionamiento de las muestras



Anexo 4. Prensado de las muestras fértiles**Anexo 5.** Muestras de identificación para las especies. a) *Guarea pterorhachis*; b) *Cabralea canjerana*; c) *Aspidosperma darienense*.



Anexo 6. Probetas de *Cabralea canjerana*, *Guarea pterorhachis* y *Aspidosperma darienense* (izquierda a derecha).



Anexo 7. Tabla de munsell



Anexo 8. Muestras de 30 cm para la xiloteca de *Cabrlea canjerana*, *Guarea pterorhachis* y *Aspidosperma darienense* (izquierda a derecha).



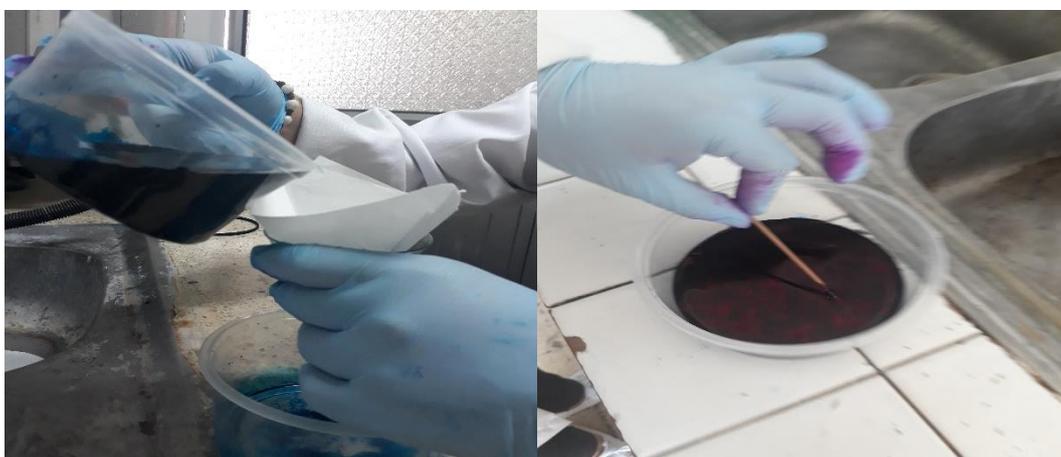
Anexo 9. Clasificación de cubos de madera por especie y repetición



Anexo 10. Colocación de Agua destilada en cada una de las repeticiones



Anexo 11. Ablandamiento de las muestras en el Autoclave**Anexo 12.** Comprobación del ablandamiento de las muestras**Anexo 13.** Corte de las muestras en el micrótopo

Anexo 14. Láminas de los cortes realizados**Anexo 15. Peso de la cantidad establecida para los tintes****Anexo 16. Preparación de los tintes**

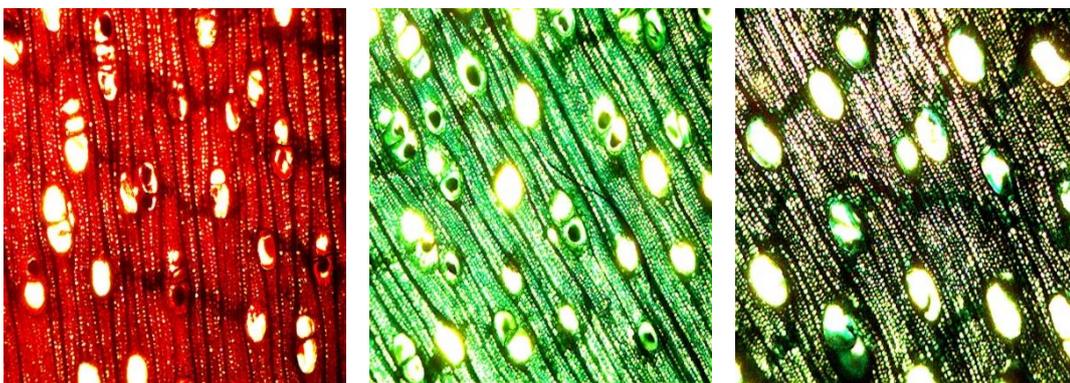
Anexo 17. Preparación de las láminas**Anexo 18. Láminas de repeticiones de las tres especies con diferentes tinciones****Anexo 19. Observación y registro de las placas por especie**

Anexo 20. Corte transversal de *Cabrelea canjerana* (ahuano), con lente 4X.

Safranina

Azul N°1

Verde malaquita

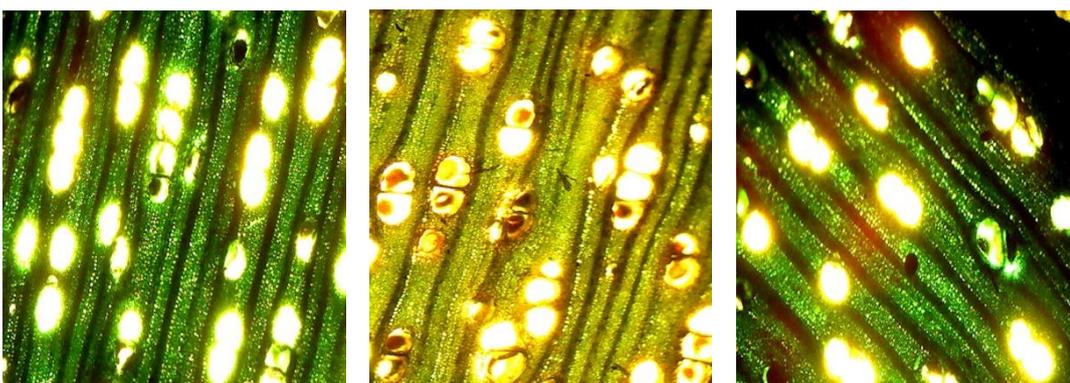


Anexo 21. Corte transversal de *Guarea pterorhachis* (caoba), con lente 4X.

Azul metileno

Azul N°1

Verde malaquita

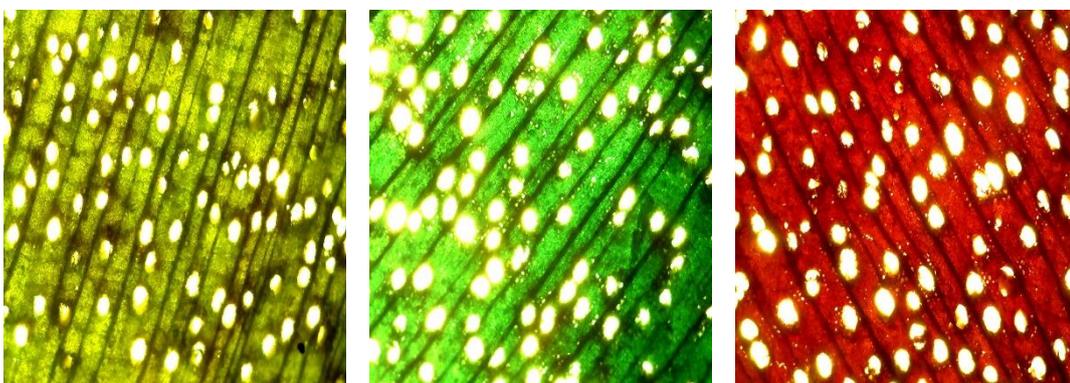


Anexo 22. Corte transversal de *Aspidosperma darienense* (manglillo), con lente 4X.

Azul metileno

Azul N°1

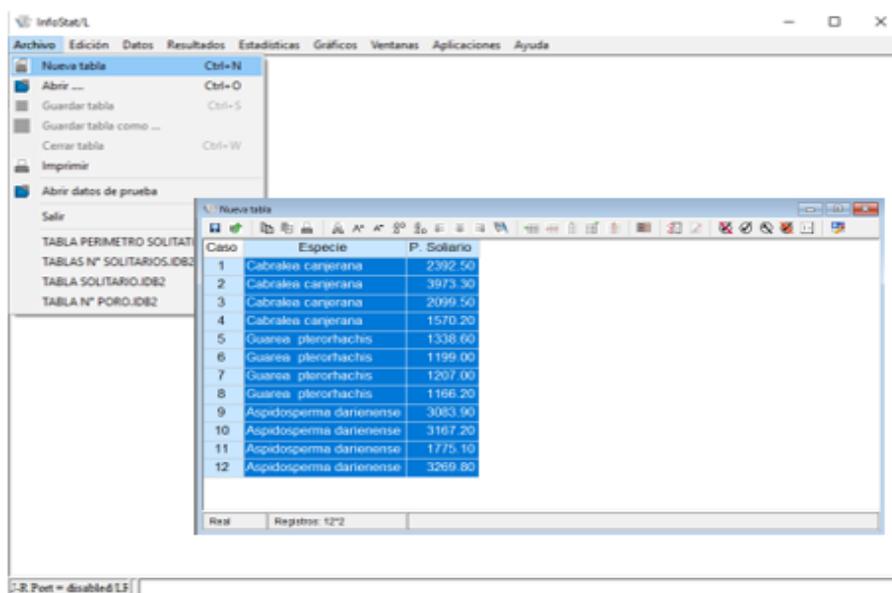
Safranina



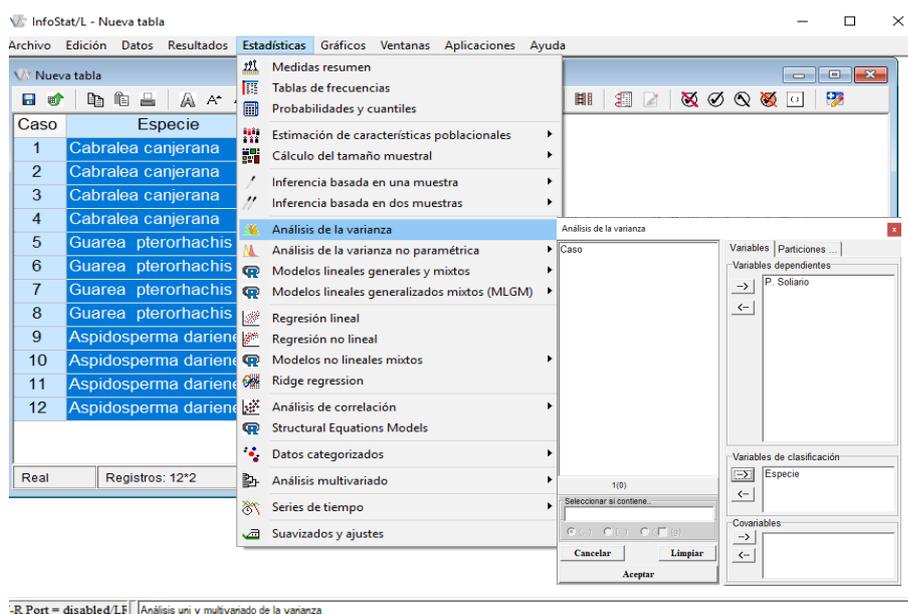
Anexo 23. Medición de cubos por cada lado**Anexo 24.** Pesaje de cada cubo en la balanza analítica

Anexo 25. Análisis de varianza

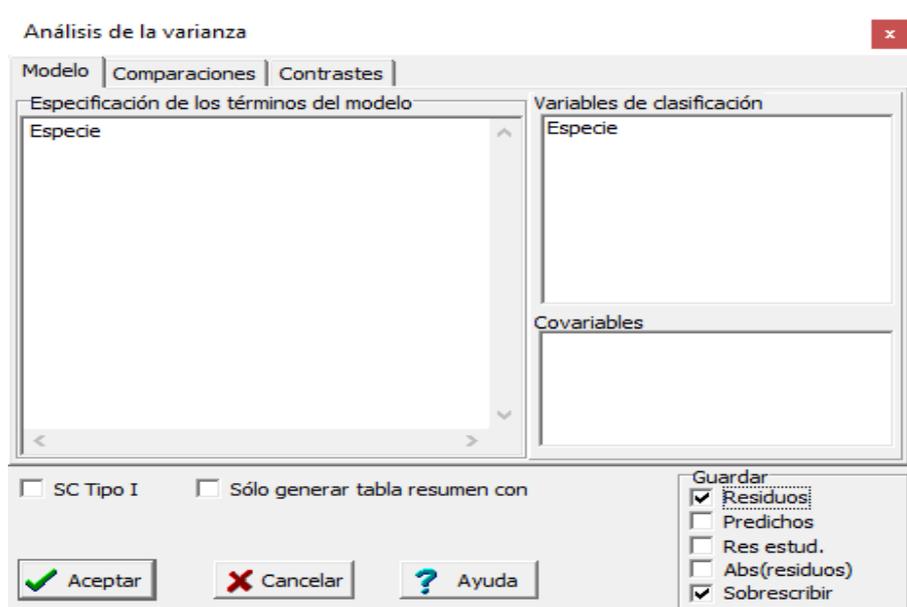
Para realizar el análisis elegir Archivo => Nueva tabla => clic derecho Pegar incluyendo nombre de columnas.



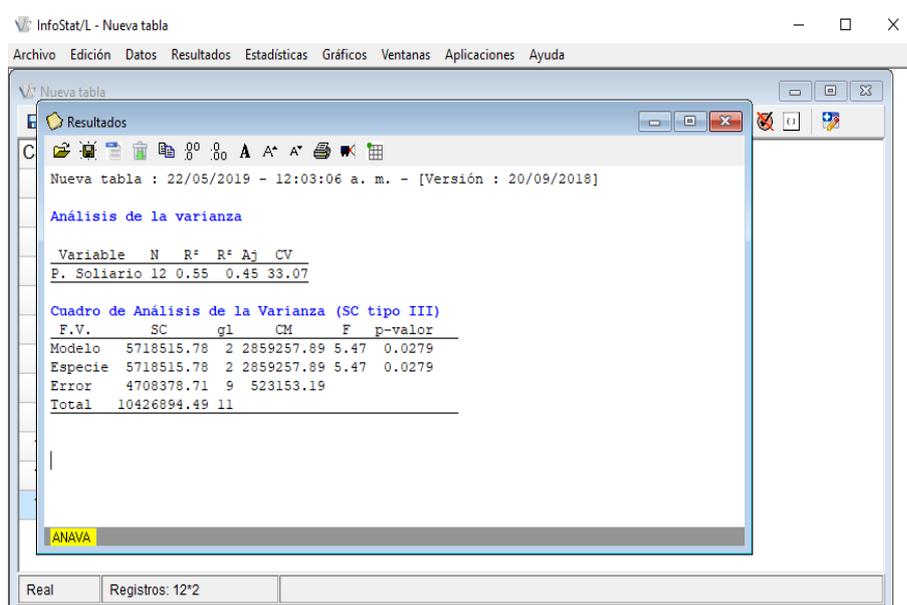
Elegir Estadística => Análisis de varianza => Variable dependiente (ej.: Perímetro Poros) => Variables independiente (ej.: Especie) => Aceptar.



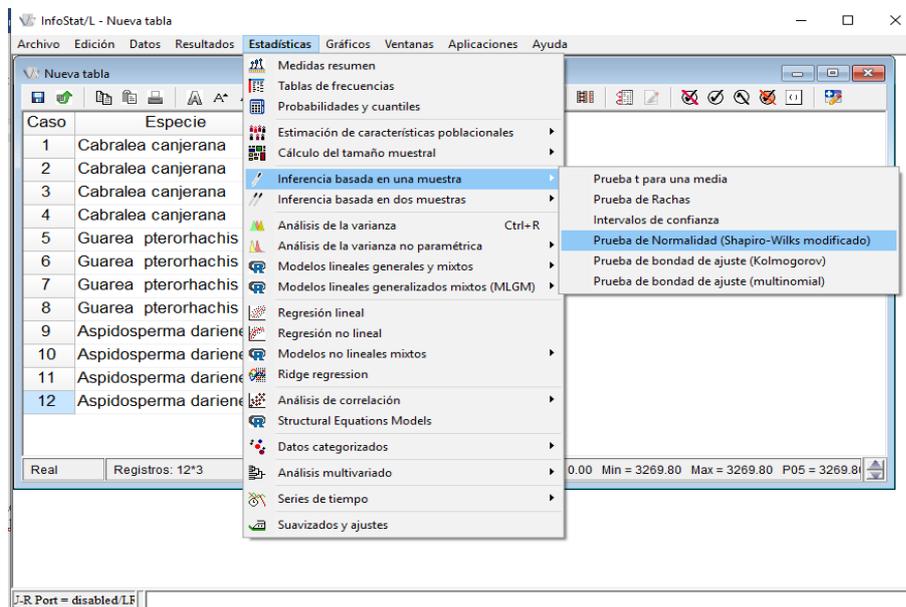
Se abre una ventana emergente => clic Residuos => Aceptar.



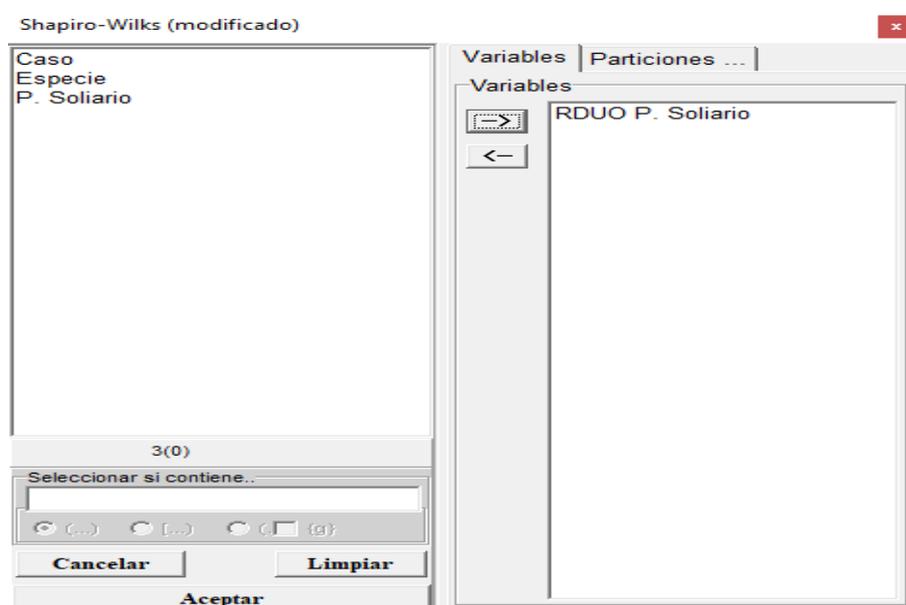
Se abre una ventana de resultados, detallando el Análisis de la varianza y un Cuadro de Análisis de la ventana (SC tipo III).



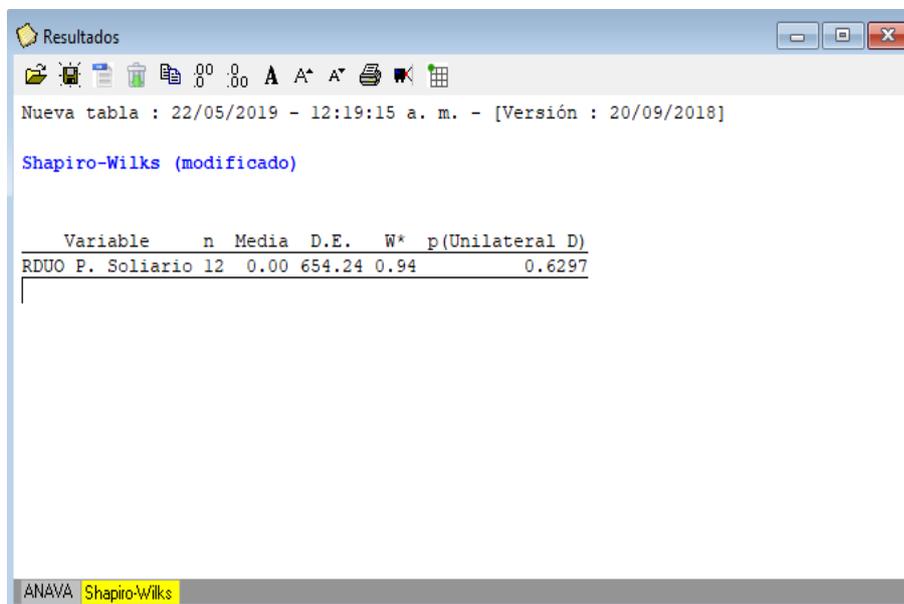
Clic en Estadística => Inferencia basada en una muestra => Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilks modificado).



Retiramos la opción que está en variables dependientes e integramos la nueva variable que se formó (RDUO P. Solitario). => Aceptar.



Aparece una ventana emergente indicando la Normalidad de Shapiro-Wilks. La prueba de normalidad comprueba que los resultados pueden o no ser diferentes significativamente y su prueba es que debe ser $p > 0,05$



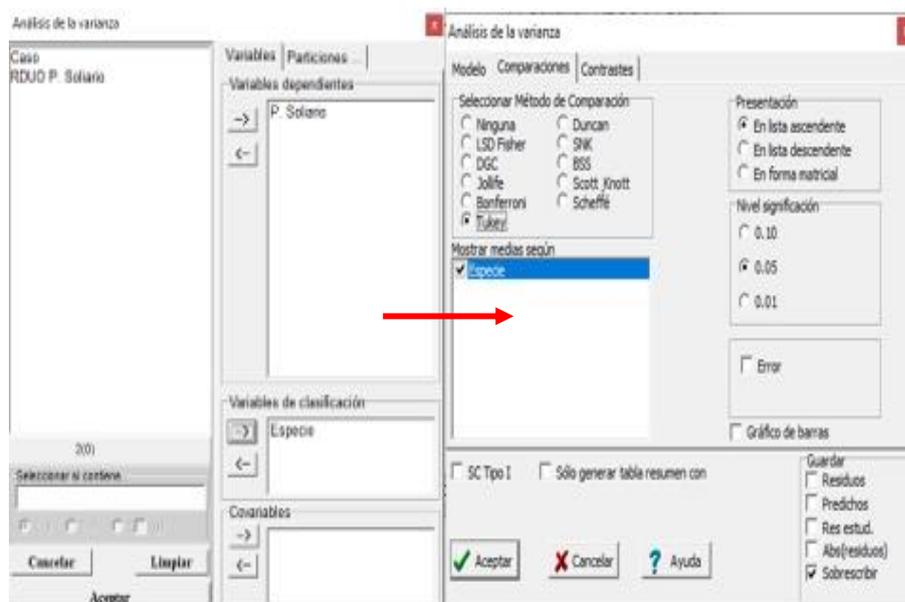
Nueva tabla : 22/05/2019 - 12:19:15 a. m. - [Versión : 20/09/2018]

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUD P. Solitario	12	0.00	654.24	0.94	0.6297

ANAVA Shapiro-Wilks

Elegir Estadística => Análisis de varianza => Variable dependiente (ej.: Perímetro Poros) => Variables independiente (ej.: Especie) => Aceptar. Emerge una ventana => Seleccionamos Comparaciones => Clic en Tukey => Clic en Aceptar.



Resultados de Análisis de Varianza, Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III), Test de Tukey.

Nueva tabla : 22/05/2019 - 12:31:15 a. m. - [Versión : 20/09/2018]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P. Solitario	12	0.55	0.45	33.07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5718515.78	2	2859257.89	5.47	0.0279
Especie	5718515.78	2	2859257.89	5.47	0.0279
Error	4708378.71	9	523153.19		
Total	10426894.49	11			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1427.95897
 Error: 523153.1897 gl: 9

Especie	Medias	n	E.E.
Guarea pterorhachis	1227.70	4	361.65 A
Cabralea canjerana	2508.88	4	361.65 A B
Aspidosperma darienense	2824.00	4	361.65 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANAVA Shapiro-Wilks ANAVA

En el caso que se haya aplicado la prueba de Shapiro wilks y los datos no se normalicen, se transforman los datos primeramente con raíz, Ln y log.

Datos => Transformar => Ingresar V. dependiente e independiente => Aceptar.

InfoStat/E - TABLA PERIMETRO MULTIPLO UNOCOS

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Acciones sobre las filas
 Acciones sobre las columnas
 Administrador de variables
 Tipo de dato
 Ajustar ancho columnas
 Ordenar
Transformar... (Ctrl+T)
 Crear variables auxiliares (dummy)
 Fórmulas
 Buscar
 Muestreo-Remuestreo
 Colorear selección
 Unir tablas
 Particionar tabla
 Ubicar columnas una debajo de la otra
 Reubicar filas como columnas
 Desactivar casos seleccionados
 Desactivar casos no seleccionados
 Activar casos seleccionados
 Desactivar casos con datos faltantes
 Intercambiar activados - desactivados
 Crear nueva tabla con los casos activos
 Borrar casos desactivados
 Generar tabla con casos no duplicados
 Categorizar
 Llenar ...
 Cruzar variables para formar una nueva variable
 Separar modalidades de una variable categórica en sus comp
 Actualizar
 Copiar al portapapeles la estructura de la tabla
 Mostrar-editar descripción de la tabla de datos

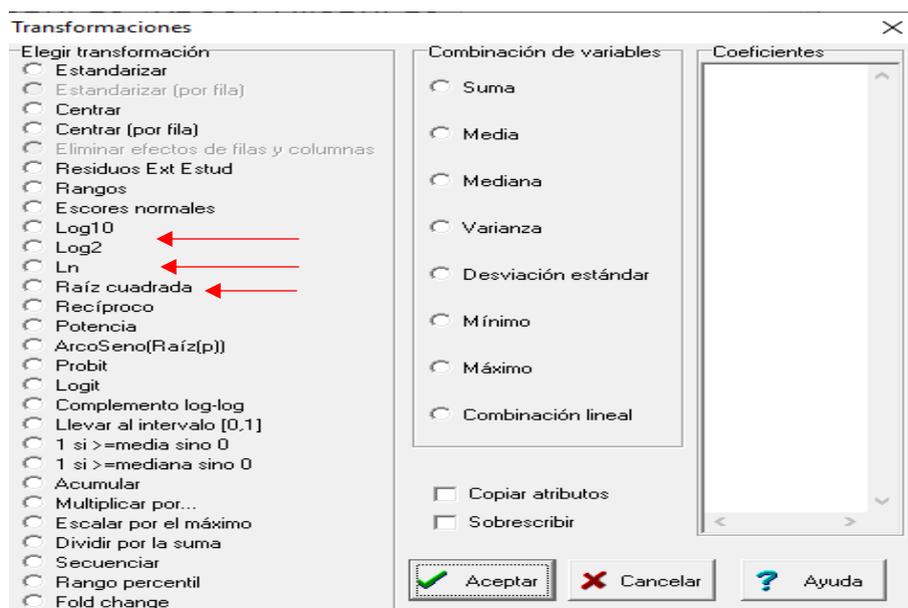
Transformaciones

Caso
 TINCION
 LN.P. MULTIPLO
 RDUO P. MULTIPLO

Variables a transformar
 P. MULTIPLO

4(1)
 Seleccionar si contiene.
 Criterios de clasificación (optativa)
 ESPECIE

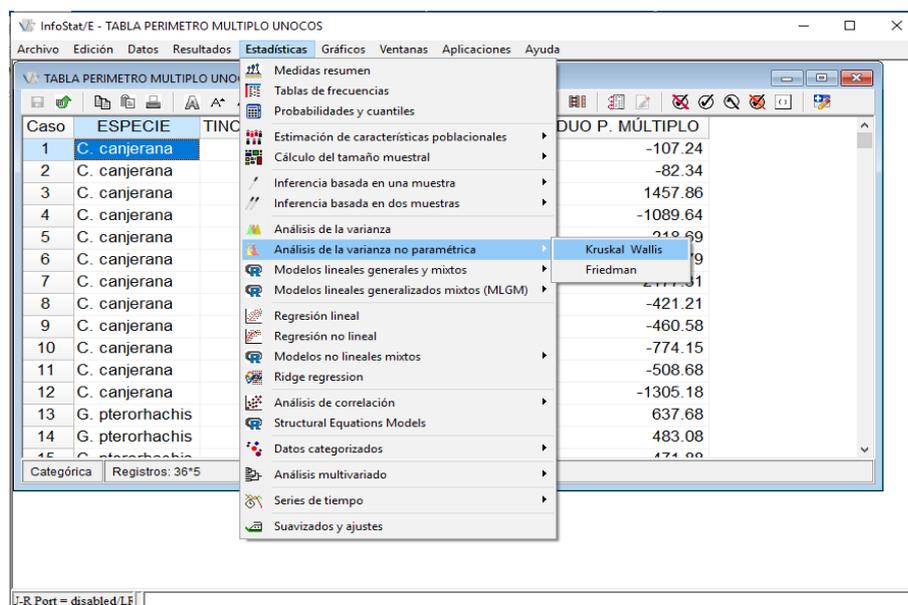
Cancelar Limpiar
 Aceptar



Anexo 26. Análisis de la varianza no paramétrica

Estadísticas => Análisis de la varianza no paramétrica => Kruskal Wallis.

En la prueba de Kruskal Wallis se ingresa la variable dependiente inicial con su respectiva variable independiente.



Análisis de la varianza no paramétrica – Prueba de Kruskal Wallis

Resultados

Nueva tabla : 06/06/2019 - 09:19:55 p. m. - [Versión : 20/09/2018]

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	ESPECIE	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
P. MÚLTIPLO	A. darienense	12	2824.00	1797.61	3125.73	8.33	0.0155
P. MÚLTIPLO	C. canjerana	12	2508.91	2112.31	1818.85		
P. MÚLTIPLO	G. pterorhachis	12	1227.69	89.69	1224.20		

Trat.	Medias	Ranks
G. pterorhachis	1227.69	11.50 A
C. canjerana	2508.91	20.67 B
A. darienense	2824.00	23.33 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANAVA | Kolmog | ANAVA | Kolmog | **KruskalWallis**

Anexo 27. Resumen de poros *Cabralea canjerana*

REPETICIÓN	TINCIÓN	TOTAL	POROS			
		POROS	SOLIT	M 2	M 3	M 4
1	Azul N°1	103	38	22	7	
	Safranina	134	59	24	5	6
	Verde malaquita	113	33	21	7	5
2	Azul N°1	125	38	20	11	3
	Safranina	170	44	26	10	10
	Verde malaquita	117	41	26	6	1
3	Azul N°1	82	36	17	4	
	Safranina	101	32	18	6	2
	Verde malaquita	100	49	15	7	0
4	Azul N°1	157	32	32	14	3
	Safranina	72	37	13	3	0
	Verde malaquita	70	21	9	6	3

Anexo 28. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros solitarios, de acuerdo a las tinciones.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SOLITARIO	12	0.00	8.87	0.96	0.8547

Anexo 29. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 2, de acuerdo a las tinciones.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N °MÚLTIPLO 2	12	0.00	5.99	0.92	0.4222

Anexo 30. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N ° MÚLTIPLO 3	12	0.00	2.78	0.97	0.9034

Anexo 31. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 4, de acuerdo a las tinciones.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N ° MÚLTIPLO 4	12	0.00	2.74	0.96	0.8401

Anexo 32. Resumen de poros de *Guarea pterorhachis*

REPETICIÓN	TINCIÓN	TOTAL POROS	POROS			
			SOLIT	M 2	M 3	M 4
1	Azul metileno	136	41	17	14	3
	Azul N°1	146	45	28	11	3
	Verde malaquita	126	33	30	8	2
2	Azul metileno	127	33	26	14	0
	Azul N°1	107	29	27	7	0
	Verde malaquita	99	29	27	6	1
3	Azul metileno	110	32	25	8	1
	Azul N°1	102	20	19	12	2
	Verde malaquita	127	33	32	9	0
4	Azul metileno	100	35	26	3	1
	Azul N°1	105	29	27	5	0
	Verde malaquita	123	44	27	6	0

Anexo 33. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros solitarios, de acuerdo a las tinciones.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SOLITARIO	12	0.00	6.73	0.90	0.2954

Anexo 34. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 2, de acuerdo a las tinciones.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N °MÚLTIPLO 2	12	0.00	3.41	0.77	0.0022

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ N °MÚLTIPLO 2	12	0.00	0.36	0.75	0.0010

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LN N °MÚLTIPLO 2	12	0.00	0.15	0.74	0.0010

Variable	TRATAM	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
N °MÚLTIPLO 2	1	4	23.50	4.36	25.50	6.04	0.0381
N °MÚLTIPLO 2	2	4	25.25	4.19	27.00		
N °MÚLTIPLO 2	3	4	29.00	2.45	28.50		

Anexo 35. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N° MÚLTIPLO 3	12	0.00	3.36	0.93	0.5000

Anexo 36. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 4, de acuerdo a las tinciones.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N° MÚLTIPLO 4	12	0.00	1.14	0.85	0.0563

Anexo 37. Resumen de poros de *Aspidosperma darienense*

REPETICIÓN	TINCIÓN	TOTAL	POROS	
		POROS	SOLIT	M 2
1	Azul metileno	386	328	30
	Safranina	338	286	24
	Azul N°1	401	331	35
2	Azul metileno	358	302	28
	Safranina	300	233	28
	Azul N°1	285	243	21
3	Azul metileno	372	302	36
	Safranina	356	288	34
	Azul N°1	339	271	34
4	Azul metileno	376	288	44
	Safranina	421	334	42
	Azul N°1	352	290	29

Anexo 38. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros solitarios, de acuerdo a las tinciones.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SOLITARIO	12	0.00	30.22	0.93	0.5867

Anexo 39. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para poros múltiples de 2, de acuerdo a las tinciones.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO MULTIPLOS 2	12	0.00	6.48	0.91	0.3227

Anexo 40. Numero de poros de las tres especies

Especie	N° Poro
<i>Cabrlea canjerana</i>	38
<i>Cabrlea canjerana</i>	26
<i>Cabrlea canjerana</i>	64
<i>Guarea pterorhachis</i>	42
<i>Guarea pterorhachis</i>	37
<i>Guarea pterorhachis</i>	79
<i>Aspidosperma darienense</i>	406
<i>Aspidosperma darienense</i>	391
<i>Aspidosperma darienense</i>	797

Anexo 41. Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para el número de poros.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N° Poro	9	0.00	116.08	0.84	0.0887

Anexo 42. Perímetro de poros solitarios de las tres especies

PERÍMETRO DE POROS SOLITARIOS		
ESPECIE	TINCION	P. SOLITARIO
<i>C. canjerana</i>	1	2179.3
<i>C. canjerana</i>	1	2732.0
<i>C. canjerana</i>	1	3590.9
<i>C. canjerana</i>	1	1003.6
<i>C. canjerana</i>	2	3415.2
<i>C. canjerana</i>	2	9082.0
<i>C. canjerana</i>	2	2329.3
<i>C. canjerana</i>	2	3309.7
<i>C. canjerana</i>	3	1989.8
<i>C. canjerana</i>	3	1649.20
<i>C. canjerana</i>	3	1667.2
<i>C. canjerana</i>	3	764
<i>G. pterorhachis</i>	1	1427.0
<i>G. pterorhachis</i>	1	1383.4
<i>G. pterorhachis</i>	1	1386.3
<i>G. pterorhachis</i>	1	1330.8
<i>G. pterorhachis</i>	2	1415.6
<i>G. pterorhachis</i>	2	1421.1
<i>G. pterorhachis</i>	2	1270.4
<i>G. pterorhachis</i>	2	1204.5
<i>G. pterorhachis</i>	3	1328.1
<i>G. pterorhachis</i>	3	1490.6
<i>G. pterorhachis</i>	3	1375.6
<i>G. pterorhachis</i>	3	1387.9
<i>A. darienense</i>	1	2480.5
<i>A. darienense</i>	1	919.97
<i>A. darienense</i>	1	758.56
<i>A. darienense</i>	1	3297.79
<i>A. darienense</i>	2	3662.0
<i>A. darienense</i>	2	7784.63

<i>A. darienense</i>	2	1404.07
<i>A. darienense</i>	2	3154.90
<i>A. darienense</i>	3	4094.51
<i>A. darienense</i>	3	1330.33
<i>A. darienense</i>	3	3078.06
<i>A. darienense</i>	3	3334.43

Anexo 43. Poros Solitarios con prueba de Kruskal Wallis

Variable	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO P.SOL	0.00	2188915.67	36	0.53	<0.0001
LN P. SOL	7.58	0.34	36	1.00	<0.0001

Variable	ESPECIE	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
P.SOL	<i>A. darienense</i>	12	2941.6	1899.1	3116.48	7.76	0.0207
P.SOL	<i>C. canjerana</i>	12	2809.3	2173.6	2254.30		
P.SOL	<i>G. pterorhachis</i>	12	1368.4	76.1	1384.85		

Anexo 44. Perímetro de poros solitarios de las tres especies

PERÍMETRO DE POROS MÚLTIPLOS		
ESPECIE	TINCION	P. MÚLTIPLO
<i>C. canjerana</i>	1	1908.1
<i>C. canjerana</i>	1	1933.0
<i>C. canjerana</i>	1	3473.2
<i>C. canjerana</i>	1	925.7
<i>C. canjerana</i>	2	3539.9
<i>C. canjerana</i>	2	8571.0
<i>C. canjerana</i>	2	1143.9
<i>C. canjerana</i>	2	2900.0
<i>C. canjerana</i>	3	1729.6
<i>C. canjerana</i>	3	1416.03
<i>C. canjerana</i>	3	1681.5
<i>C. canjerana</i>	3	885

<i>G. pterorhachis</i>	1	1371.8
<i>G. pterorhachis</i>	1	1217.2
<i>G. pterorhachis</i>	1	1206
<i>G. pterorhachis</i>	1	1245.3
<i>G. pterorhachis</i>	2	1300.6
<i>G. pterorhachis</i>	2	1181.2
<i>G. pterorhachis</i>	2	1183.7
<i>G. pterorhachis</i>	2	1020.0
<i>G. pterorhachis</i>	3	1343.4
<i>G. pterorhachis</i>	3	1198.7
<i>G. pterorhachis</i>	3	1231.2
<i>G. pterorhachis</i>	3	1233.2
<i>A. darienense</i>	1	2329.4
<i>A. darienense</i>	1	767.14
<i>A. darienense</i>	1	723.99
<i>A. darienense</i>	1	3218.74
<i>A. darienense</i>	2	3249.0
<i>A. darienense</i>	2	7387.58
<i>A. darienense</i>	2	1431.48
<i>A. darienense</i>	2	3081.67
<i>A. darienense</i>	3	3673.18
<i>A. darienense</i>	3	1346.93
<i>A. darienense</i>	3	3169.79
<i>A. darienense</i>	3	3509.13

Anexo 45. Poros múltiples con prueba de Kruskal Wallis

Variable	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO P. MÚLT	0.00	2075828.08	36	0.53	<0.0001
LN P. MÚLT	7.49	0.36	36	1.00	<0.0001

Variable	ESPECIE	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
P. MÚLT	<i>A. darienense</i>	12	2824.00	1797.61	3125.73	8.33	0.0155
P. MÚLT	<i>C. canjerana</i>	12	2508.91	2112.31	1818.85		
P. MÚLT	<i>G. pterorhachis</i>	12	1227.69	89.69	1224.20		

Anexo 46. Permiso de investigación

MINISTERIO DEL AMBIENTE



Oficio Nro. MAE-DPACH-2018-1494-O

Riobamba, 08 de agosto de 2018

Asunto: RESPUESTA: Investigación Manual dendrológico y anatómico de especies de interés comercial en dos bosques de Cumandá, Chimborazo, Ecuador.

Señor Ingeniero
 Jorge Marcelo Caranqui Aldaz
 Investigador Herbario Espoch
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta al Documento No. 08.CHEP.2018, donde solicita la emisión del Permiso de investigación del proyecto denominado: "Manual dendrológico y anatómico de especies de interés comercial en dos bosques de Cumandá, Chimborazo, Ecuador".

Me permito informar que una vez que ha entregado lo solicitado en el Oficio MAE-DPACH-2018-0319-O y ha cumplido con el pago establecido en el TULSMA, solicitado mediante Oficio Nro. MAE-DPACH-2018-0576-O, se elaboró la Autorización de Investigación científica, Nro. 015-IC-DPACH-MAE-2018, con el tema: "Manual dendrológico y anatómico de especies de interés comercial en dos bosques de Cumandá, Chimborazo, Ecuador" la misma que adjunto para su lectura y conocimiento de las obligaciones que adquiere usted y su equipo de trabajo con el MAE, en calidad de Investigadores.

Se le recomienda tomar en cuenta las fechas de vigencia de la autorización y entrega del Informe final, como de los productos de la investigación.

Para coordinar las salidas de campo al Bosque Análogo "Don Ramón", el mismo que posee convenio con esta cartera de estado para realizar investigación en el mismo. Se le solicita coordinar con la Unidad de Patrimonio Natural, con el Ing. Paúl Castelo (paul.castelo@ambiente.gob.ec) y con el Ing. Mario Cuvi (mario.cuvi@ambiente.gob.ec).

Cabe recalcar que su solicitud fue atendida en base a la disposición transitoria 1era del Código Orgánico Ambiental, la misma que dispone: "Los procedimientos administrativos y demás trámites de regularización que a la vigencia de este Código se hayan iniciado o se encuentren en proceso, deberán cumplir y concluir de conformidad con las leyes y normas aplicables vigentes a la fecha de inicio del trámite".

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Ing. Marcelo Patricio Pino Cáceres
 DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE CHIMBORAZO, ENCARGADO

Referencias:
 - MAE-DPACH-2018-0380-E

Ministerio del Ambiente
 DIRECCIÓN PROVINCIAL
 AMBIENTE DE CHIMBORAZO

Dirección Provincial de Chimborazo • Código Postal: 060103 / Riobamba - Ecuador • Teléfono: (593 3) 2610029
 Dirección: Av. 9 de Octubre y Duchicela, Quinta Macaí

MINISTERIO DEL AMBIENTE



Oficio Nro. MAE-DPACH-2018-1494-O

Riobamba, 08 de agosto de 2018

Anexos:

- img1780808489001519656663.pdf
- nro._015-ic-dpach-mae-2018.pdf

Copia:

Señorita Doctora
 María Dolores Astudillo Vallejo
Guardaparque del Parque Nacional Sangay - Vida Silvestre

Señor Ingeniero
 Alberto Paúl Castelo Castelo
Responsable de la Unidad de Patrimonio Natural

Ingeniero
 Eduardo Patricio Salazar Castañeda

ma/ac



Firmado electrónicamente por:
**MARCELO
 PATRICIO PINO
 CACERES**

Dirección Provincial de Chimborazo • Código Postal: 060103 / Riobamba - Ecuador • Teléfono: (593 3) 2610029
 Dirección: Av. 9 de Octubre y Duchicela, Quinta Macaí

Anexo 47. Certificado de identificación del Herbario de la ESPOCH



HERBARIO POLITECNICA CHIMBORAZO (CHEP)
 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO
 Panamericana sur Km 1, fono: (03) 2 998-200 ext. 700123, jcaranqui@yahoo.com
 Riobamba Ecuador

Ofc.No.018.CHEP.2019

Riobamba, 18 de febrero del 2019

Ing. Marcelo Pino C.

DIRECTOR PROVINCIAL DE CHIMBORAZO "MAE"

De mis consideracion:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente Certifico que la Señorita Esther Johanna Guamán Rivera, entregó 2 muestras botánicas fértiles y 1 muestra infértiles (listado), identificadas, comparando con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador; según autorización de Investigación Nro.015-IC-DPACH-MAE-2018. Todas las muestras fértiles en un tiempo no determinado serán ingresadas a la colección del herbario y las infértiles serán archivadas por el lapso de un año.

FAMILIA	ESPECIE	ESTADO
MELIACEAE	<i>Guarea pterorhachis</i> Harms.	Fertil
MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Fertil
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma darienense</i> Woodson ex Dwyer	Infertil

Me despido, atentamente


 Ing. Jorge Caranqui
 BOTÁNICO
 HERBARIO ESPOCH
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES