UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

“Caracterización de la madera de 95 especies forestales del sur de Ecuador con base a sus propiedades físicas, organolépticas y anatómicas”

Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniera Forestal

AUTORA:

Keyla Mabel Cartuche Peralta

DIRECTOR:

Ing. Darwin Pucha-Cofrep Ph.D.

Loja – Ecuador

2022

Docente investigador
Ing. Darwin Pucha Cofrep Ph.D.
Ciudadela Universitaria "Guillermo Falconí Espinosa"
Teléfono (secretaría): (07) 254-5072
darwin.pucha@unl.edu.ec
http://unl.edu.ec/

Que en calidad de director de la tesis titulada **"Caracterización de la madera de 95 especies forestales del sur de Ecuador con base a sus propiedades físicas, organolépticas y anatómicas",** de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal **Keyla Mabel Cartuche Peralta**, con número de cédula 1106042474, ha sido **Dirigida**, **Revisada y Concluida** dentro del cronograma aprobado; por tal razón autorizó continuar con los trámites para la graduación.

Loja, 30 de marzo de 2021

Atentamente,

CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA
BANCO CENTRAL DEL ECUADOR
Firmado Digitalmente por: DARWIN ALEXANDER PUCHA COFREP
Hora oficial Ecuador: 30/03/2021 17:25

Dr. Darwin Alexander Pucha Cofrep

DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Loja, 20 de enero de 2022

Ingeniero Luis Alfredo Yaguache Ordoñez Mg. Sc.,

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS

CERTIFICA:

En calidad de presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada: **"Caracterización de la madera de 95 especies forestales del sur de Ecuador con base a sus propiedades físicas, organolépticas y anatómicas"**, de autoría de la señorita Keyla Mabel Cartuche Peralta, con número de cédula 1106042474, se informa que la misma ha sido revisada y se ha incorporado todas las sugerencias efectuadas por el tribunal, motivo por el cual se procede a la aprobación y calificación del trabajo de Tesis de Grado.

Atentamente,

LUIS ALFREDO YAGUACHE ORDONEZ

Firmado digitalmente por LUIS ALFREDO YAGUACHE ORDONEZ
Fecha: 2022.01.20 17:06:04 -05'00'

Ing. Luis Alfredo Yaguache Ordoñez Mg. Sc.

PRESIDENTE

Firmado electrónicamente por:
DARLIN ULISES GONZALEZ ZARUMA

Ing. Darlin Ulises González Zaruma PhD.

VOCAL

Firmado electrónicamente por:
DEICY CAROLINA LOZANO SIVISACA

Ing. Deicy Carolina Lozano Sivisaca PhD.

VOCAL

AUTORÍA

Yo, **Keyla Mabel Cartuche Peralta**, declaro ser la autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Autora: Keyla Mabel Cartuche Peralta
Cédula: 1106042474
Fecha: 21 de enero de 2022

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Keyla Mabel Cartuche Peralta, declaro ser autora de la tesis titulada **"Caracterización de la madera de 95 especies forestales del sur de Ecuador con base a sus propiedades físicas, organolépticas y anatómicas"** como requisito para optar al grado de: Ingeniero Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la cuidad de Loja a los 21 días del mes de enero de 2022, firma autor.

Firma:

Autora: Keyla Mabel Cartuche Peralta

Número de Cédula: 1106042474

Dirección: Barrio “La Argelia” (Thomas Alva Edison y Avenida Pío Jaramillo Alvarado)

Teléfono: 2545013

Correo electrónico: keyla.cartuche@unl.edu.ec

Celular: +593989373603

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Darwin Alexander Pucha Cofrep, Ph.D.

Tribunal de Grado:	Ing. Luis Alfredo Yaguache Ordoñez Mg.Sc	PRESIDENTE
	Ing. Darlin Ulises González Zaruma Ph.D	VOCAL
	Ing. Deicy Carolina Lozano Sivisaca	VOCAL

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermana y abuelitos por darme fortaleza, guía y apoyo incondicional a lo largo de mi vida, que con su amor y confianza me ayudaron a seguir adelante a pesar de los momentos de dificultad y debilidad; por sus consejos, valores y principios inculcados, y sobre todo a mis padres, Daysi y Diego, por el esfuerzo, sacrificio y dedicación al educarme día a día para cumplir una meta más.

A la Universidad Nacional de Loja, y de manera especial a mis docentes de la carrera de Ingeniería Forestal, por haberme compartido sus conocimientos permitiéndome crecer como profesional, por su dedicación, paciencia, apoyo y amistad.

Al Ing. Darwin Pucha-Cofrep Ph.D., director de mi trabajo de tesis, por sus conocimientos, esfuerzos, dedicación y tiempo brindado para culminar esta meta, y en especial por su amistad.

A Jhandry González, mi amigo y compañero incondicional por su cariño, amor y consejos que me ayudaron a mejorar cada día. A mis amigos y compañeros, Abigail y Daniel, con quienes compartí grandes momentos a lo largo de mi vida institucional por su amistad, aprecio y apoyo.

Keyla Mabel Cartuche Peralta

DEDICATORIA

Con mucho amor a mis padres Diego Cartuche y Daysi Peralta, quienes son el amor de mi vida, mi motor y mayor inspiración para seguir adelante.

A mi hermana Thais Nicole, mi compañera de vida, por su amor y amistad, y a mis hermanos Ronny, Diego y Dieguito, mis ángeles por siempre.

A mis abuelitas, a mamita Zoila por sus consejos, amor y cariño; y abuelita Gloria, reflejo de mujeres valientes, a quienes amo y admiro.

Y a mis abuelitos, papito Tuco y abuelito René, que a pesar de ya no estar conmigo físicamente, sé que están y estarán siempre en cada paso, los guardo con mucho amor en mi corazón.

Keyla Mabel Cartuche Peralta

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA ..... **I**

CERTIFICACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS ..... **II**

CERTIFICACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO ..... **III**

AUTORÍA ..... **IV**

CARTA DE AUTORIZACIÓN ..... **V**

AGRADECIMIENTO ..... **VI**

DEDICATORIA ..... **VII**

ÍNDICE DE CONTENIDOS ..... **VIII**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **XII**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **XIV**

TITULO ..... **XVII**

RESUMEN ..... **XVIII**

ABSTRACT ..... **XX**

1. INTRODUCCIÓN **1**

2. MARCO TEÓRICO **4**

2.1. Ecosistemas forestales de la región sur de Ecuador 4

2.1.1. Diversidad de especies forestales 5

2.2. Estado actual de los bosques en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe 7

2.2.1. Deforestación 8

2.3. Condiciones de sitio para el crecimiento de especies forestales 10

2.3.1. Factores biogeográficos 10

2.4. Propiedades y características de la madera 11

2.4.1. Propiedades físicas 11

2.4.2. Propiedades organolépticas 13

2.4.3. Características anatómicas 14

2.5. Herramientas estadísticas para clasificación de datos 18
2.5.1. Análisis de correlación 18
2.5.2. Análisis de conglomerados 19
2.5.3. Medidas de asociación 21
2.5.4. Método de Agrupamiento Jerárquico de Ward 22
2.6. Estudios sobre maderas en América Latina y Ecuador 23
3. METODOLOGÍA 28
3.1. Área de estudio 28
3.2. Recopilación de información 30
3.3. Validación de información 33
3.4. Metodología para identificar diferencias y similitudes de la madera de 95 especies forestales de acuerdo a sus propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas 38
3.4.1. Análisis de datos para latifoliadas 38
3.4.2. Análisis de datos para coníferas 41
3.5. Validación de resultado de análisis estadístico 41
3.6. Metodología para determinar la similitud de la densidad básica con las propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas de la madera 42
3.7. Metodología para determinar la relación de la densidad básica con las propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas de la madera 43
4. RESULTADOS 45
4.1. Caracterización de especies forestales 45
4.2. Caracterización de especies latifoliadas 50
4.2.1. Clasificación y agrupación de especies latifoliadas a través de dendrogramas 50
4.2.2. Maderas con mayor grado de similitud 77
4.3. Caracterización de especies coníferas 96
4.3.1. Clasificación y agrupación de especies Coníferas (Gimnospermas) 96
4.4. Similitud de la densidad básica y las características de la madera 99
4.4.1. Similitud entre la densidad y las propiedades físicas de la madera 100

4.4.2. Similitud entre la densidad y las propiedades organolépticas de la madera 115
4.4.3. Similitud entre la densidad y las características anatómicas de la madera 130
4.5. Correlación de la densidad básica y las propiedades de la madera 146
4.5.1. Correlación de la densidad básica y las propiedades físicas y organolépticas de la madera 146
4.5.2. Correlación de la densidad básica y las características anatómicas de la madera..... 147
5. DISCUSIÓN 150
5.1. Caracterización y clasificación de la maderas por sus propiedades físicas, organolépticas y anatómicas 152
5.1.1. Maderas de latifoliadas 152
5.1.2. Maderas de coníferas 155
5.2. Similitud de la densidad básica con las propiedades de la madera 156
5.3. Correlación de la densidad básica con las propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas de la madera..... 158
5.3.1. Correlación con las propiedades físicas y organolépticas 158
5.3.2. Correlación con las características anatómicas 158
6. CONCLUSIONES 160
7. RECOMENDACIONES 162
8. BIBLIOGRAFÍA 163
9. ANEXOS 174
9.1. Anexo 1. Listado completo de características. Caracteristicas anatómicas para especies latifoliadas de la normativa IAWA en español e inglés 174
9.3. Anexo 2.- Listado completo de características anatómicas de la normativa IAWA para especies coníferas 181
9.4. Anexo 3.- Autores de informes y especies estudiadas 185
9.5. Anexo 4.- Metodolgías aplicada para la determinación de las propiedades físicas, organoléptcas y anatómicas de la madera 188
9.6. Anexo 5: Datos e información recopilada (Variables y/o categorías de análisis) 194

9.1. Anexo 6. Propiedades físicas, organolépticas, y características anatómicas de la madera por especie (Base de datos)..... 199

9.2. Anexo 7. Código R utilizado para el análisis clúster y gráfico de correlaciones..... 234

9.3. Anexo 8. Correlograma de las Características Anatómicas de la Madera de 91 Especies de Latifoliadas..... 249

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos de los vasos. (Megías et al., 2019)..... 15

Figura 2. Parénquima axial. (Arbo, M. 2019) 16

Figura 3. Representación gráfica del Método de Ward. Dongo (2017)..... 22

Figura 4. Ubicación y distribución de las especies forestales estudiadas. Datum WGS84; escala 1: 1 100 000 29

Figura 5. Dimensiones de probetas de madera por tipo..... 31

Figura 6. Variables obtenidas de cada individuo, información general, propiedades físicas y organolépticas..... 32

Figura 7. Características anatómicas recopiladas por individuo..... 32

Figura 8. Representación gráfica de la estandarización de variables de las características anatómicas..... 40

Figura 9. Dendrograma con símbolos de colores para señalar las maderas de acuerdo a su densidad básica (círculos) y tipo de bosque (rectángulos). 43

Figura 10. Dendrograma de Clasificación de 91 Maderas de Latifoliadas Con Base en las Propiedades Físicas, Organolépticas y Características Anatómicas..... 51

Figura 11. Porcentaje de la Madera de las Especies Forestales Analizadas Según su Densidad Básica 99

Figura 12. Dendrograma de clasificación de las maderas tomando en cuenta la densidad básica y las propiedades físicas de la madera..... 101

Figura 13. *Porcentaje de maderas (livianas, semipesadas, y pesadas) en cada grupo con base a la clasificación de densidad básica y propiedades físicas de la madera* 102

Figura 14. Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de propiedades físicas de la madera del Grupo 2 105

Figura 15. Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de propiedades físicas de la madera del Grupo 3 109

Figura 16. Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de propiedades físicas de la madera del Grupo 4 112

Figura 17.*Dendrograma de clasificación de las maderas tomando en cuenta la densidad básica y las propiedades organolépticas de la madera*..... 116

Figura 18. Porcentaje de maderas (livianas, semipesadas y pesadas) en cada grupo con base a la clasificación de la densidad básica y propiedades organolépticas de la madera 117

Figura 19. Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de propiedades organolépticas de la madera del grupo 1 118

Figura 20. Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de propiedades organolépticas de la madera del Grupo 2 121

Figura 21. Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de las propiedades organolépticas de la madera del Grupo 4..... 127

Figura 22. Dendrograma de clasificación de las maderas tomando en cuenta la densidad básica y las características anatómicas de la madera 131

Figura 23. Porcentaje de maderas (livianas, semipesadas y pesadas) en cada grupo con base a la clasificación de densidad básica y características anatómicas de la madera..... 132

Figura 24. Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de características anatómicas de la madera del Grupo 1..... 133

Figura 25. Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de características anatómicas de la madera del Grupo 3..... 139

Figura 26. Correlograma de las propiedades físicas y organolépticas de la madera de 91 especies de latifoliadas 146

Figura 27. Correlograma de las características anatómicas (significativas) de la madera de 91 especies de latifoliadas 149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fórmulas utilizadas para las propiedades físicas de la madera 34

Tabla 2. Especies forestales angiospermas (dicotiledóneas o latifoliadas) estudiadas 35

Tabla 3. Especies forestales gimnospermas (coníferas) estudiadas 38

Tabla 4. Estandarización de variables nominales a discretas para las propiedades organolépticas de la madera 39

Tabla 5. Rangos para categorización de densidad básica de las maderas según el Acuerdo de Cartagena (Ganzhi, 2006). 42

Tabla 6. Especies estudiadas por tipo de bosque 45

Tabla 7.Contenido de humedad, densidad básica o peso específico y contracción volumétrica de la madera 95 especies forestales del sur de Ecuador..... 46

Tabla 8. Grupo 1 Laureles / Maderas semipesadas: estructura macroscópica y microscópica de la madera 52

Tabla 9. Principales Características de las Especies que Forman el Grupo 1 54

Tabla 10. Grupo 2 Guayacanes / Maderas pesadas: estructura macroscópica y microscópica de la madera 56

Tabla 11. Características comunes de la madera de las especies del Grupo 2 (Guayacanes / Maderas pesadas)..... 62

Tabla 12. Grupo 3 Balsas / Maderas livianas: estructura macroscópica y microscópica de la madera..... 63

Tabla 13. Características comunes de la madera de las especies del Grupo 3 (Balsas / Maderas livianas)..... 64

Tabla 14. Grupo 4 Cedros / Maderas porosas: estructura macroscópica y microscópica de la madera..... 66

Tabla 15. Principales características de las especies que forman el Grupo 4 76

Tabla 16. Estructura macro y microscópica de Clusia ducuoides (Duco) y Morella pubescens (Laurel de cera)..... 78

Tabla 17. Estructura macro y microscópica de Ilex weberlingii (Dishindó) y Clethra revoluta (Almizcle) 80

Tabla 18. Estructura macro y microscópica de Handroanthus billbergii (Guayacán) y Handroanthus chrysanthus (Guayacán)) 82

Tabla 19. Estructura macro y microscópica de Cinchona macrocalyx (Cascarilla) y Cinchona officinalis (Cascarilla) 84

Tabla 20. Estructura macro y microscópica de Critoniopsis pycnantha (Tunash) y Gynoxys nitida (Tunash)..... 86

Tabla 21. Estructura macro y microscópica de Heliocarpus americanus (Balsilla) y Ochroma pyramidale (Balsa) 87

Tabla 22. Estructura macro y microscópica de Parkia multijuga (Willco) y Terminalia amazonia (Yumbingue)..... 90

Tabla 23. Estructura macro y microscópica de *Swietenia macrophylla* (Caoba) *y Cedrela odorata* (Cedro colorado) 92

Tabla 24. Estructura macro y microscópica de Jacaranda copaia (Arabisco) y Jacaranda sparrei (Arabisco)..... 94

Tabla 25. Estructura macro y microscópica de las especies de coníferas estudiadas..... 96

Tabla 26. Características físicas, organolépticas y anatómicas de la madera del grupo de coníferas 97

Tabla 27. Propiedades físicas de Handroanthus serratifolius (Guayacán), Chionanthus pubescens (Arupo), Myrcianthes discolor (Arrayán)y Handroanthus billbergii (Guayacán) - Grupo 1..... 104

Tabla 28. Propiedades físicas de Chrysophylum cainito (Yarazo) y Pouteria sp.01 (Yarazo)- Subgrupo 1..... 106

Tabla 29. Propiedades físicas de Grias peruviana (Apai) y Swietenia macrophylla (Caoba) – Subgrupo 2..... 107

Tabla 30. Propiedades físicas de Ficus insipida (Higuerón) y Morella pubescens (Laurel de cera) – Subgrupo 3..... 108

Tabla 31. Propiedades físicas de Erythrina velutina (Porotillo), Pourouma cecropifolia (Uvilla), Heliocarpus americanus (Balsilla) y Pseudobombax millei (Ceibo negro) – Subgrupo 1..... 110

Tabla 32. Propiedades físicas de Salix babylonica (Sauce llorón) y Theobroma cacao (Cacao) – Subgrupo 2..... 110

Tabla 33. Propiedades físicas de Cedrela odorata (Cedro colorado) y Cedrela montana (Cedro) – Subgrupo 1..... 112

Tabla 34. Propiedades físicas de Bursera graveolens (Palo santo) y Vochysia biloba (Bella maría)– Subgrupo 2 113

Tabla 35. Propiedades físicas de Alnus acuminata (Aliso) y Salix humboldtiana (Sauce común) – Subgrupo 3..... 114

Tabla 36. Propiedades organolépticas de Terminalia amazonia (Yumbingue) y Oreopanax rosei (Pumamaqui) – Subgrupo 1 119

Tabla 37. Propiedades organolépticas de Handroanthus chrysanthus (Guayacán) y Handroanthus billbergii (Guayacán)– Subgrupo 2 119

Tabla 38. Propiedades organolépticas de Swietenia macrophylla (Caoba) y Pouteria sp.01 (Yarazo) – Subgrupo 4 120

Tabla 39. Propiedades organolépticas de Cecropia peltata (Guarumo) y Cananga odorata– Subgrupo 1..... 122

Tabla 40. Propiedades organolépticas de Styrax subargenteus (Saquilamo) y Persea caerulea (Paltón) – Subgrupo 2 123

Tabla 41. Propiedades organolépticas de Chrysophylum cainito (Yarazo) y Chionanthus pubescens (Arupo) – Subgrupo 3..... 124

Tabla 42. Propiedades organolépticas de Ochroma pyramidale (Balsa) y Erytrina velutina (Porotillo) – Subgrupo 4..... 125

Tabla 43. Propiedades organolépticas de Croton wagneri (Moshquera), Inga insignis (Guabo), Guarea kunthiana (Yanzao) y Triplaris cumingiana (Fernán Sánchez) – Grupo 3 126

Tabla 44. Propiedades organolépticas de Myrcianthes discolor (Arrayán) y Annona cherimola (Chirimoya) – Subgrupo 1 128

Tabla 45. Propiedades organolépticas de Lafoensia acuminata (Guararo) y Myrsine coriacea (Cucharo blanco)– Subgrupo 2..... 129

Tabla 46. Características anatómicas de Gyxonyx nitida (Tunash) y Critoniopsis pycnantha (Tunash) – Subgrupo 1..... 134

Tabla 47. Características anatómicas de Piptocoma discolor (Pigüe) y Clusia ducuoides (Duco) – Subgrupo 2..... 136

Tabla 48. Características anatómicas de Tectona grandis (Teca) y Salix babylonica (Sauce llorón) – Grupo 2 138

Tabla 49. Características anatómicas de Ficus sp. (Higuerón) y Clarisia racemosa (Pituca) – Subgrupo 1..... 141

Tabla 50. Características anatómicas de Inga marginata (Guabillo) y Anadenanthera colubrina (Wilco) – Subgrupo 2..... 142

Tabla 51. Características anatómicas de Handroanthus chrysanthus (Guayacán) y Handroanthus billbergii (Guayacán) – Subgrupo 3 143

Tabla 52. Características anatómicas de Heliocarpus americanus (Balsilla) y Ochroma pyramidale (Balsa) – Grupo 4..... 145

“Caracterización de la madera de 95 especies forestales del sur de Ecuador con base a sus propiedades físicas, organolépticas y anatómicas”

RESUMEN

La región sur de Ecuador se destaca por ser una zona de alta biodiversidad, donde la alta variedad de especies forestales es de importancia económica, ecológica y cultural para las poblaciones locales. Esta región afronta problemas de deforestación, lo que disminuye las áreas boscosas existentes. Algunas causas son la sobreexplotación forestal y la poca información existente sobre especies forestales nativas con posible uso potencial. Conocer especies forestales similares a las de alto valor comercial y ecológico ayuda realizar un manejo sostenible para reducir la presión de las especies altamente explotadas. Por ello, esta investigación estudió la similitud de 95 especies forestales (latifoliadas y coníferas) y 84 variables entre propiedades físicas, organolépticas, y características anatómicas de la madera de cada especie. Para ello, en las especies latifoliadas se realizó una evaluación y clasificación no supervisada mediante análisis de distancias euclidianas en dendrogramas con la ayuda del entorno de programación estadístico R. Las coníferas se clasificaron manualmente por su reducido número de cuatro especies. En segundo lugar, se evaluó la relación que tiene la densidad básica en cada una de las propiedades y características de la madera. Las maderas fueron categorizadas por su densidad en livianas, semipesadas y pesadas. Los resultados de la clasificación global permitieron identificar cuatro grupos de maderas. El primer grupo fue caracterizado por los Laureles (*Morella pubescens*; *Nectandra laurel*) y por tener un peso medio; el segundo grupo por los Guayacanes (*Handroanthus chrysanthus,H. billbergii y H. serratifolius*) *y* demás maderas pesadas como *Myrcianthes discolor, Lafoensia acuminata, y Chionanthus pubescens*; el tercer grupo de la maderas livianas caracterizado por las Balsas (*Heliocarpus americanus y Ochroma pyramidale*); y el cuarto grupo, y el más extenso de maderas porosas caracterizado por los Cedros (*Cedrela montana y C. odorata), A*rabiscos (*Jacaranda* sparrei, *J. copaia* y *J. mimosifolia*) y Guabas (*I. marginata, I. oerstediana* y *I. densiflora).* Este estudio también encontró que la densidad básica está relacionada directamente con el color de la madera, el grosor de la pared

celular de las fibras, la presencia de vasos solitarios, presencia de radios de dos tamaños distintos, y varios patrones de parénquima axial (aliforme, confluente, marginal y no lignificado) que son características claves para la identificación de las maderas por su densidad. En conclusión, este estudio demostró que existe una alta variabilidad de las características de la madera entre especies forestales del sur de Ecuador, y esta clasificación permitió identificar especies poco conocidas con uso potencial similar a las altamente explotadas en la actualidad. Por ello, es de gran importancia generar más información para un mayor número de especies forestales a nivel regional y nacional. Y así, generar nuevos datos técnicos que favorezcan al manejo forestal sostenible para una mejor toma de decisiones por parte de los actores encargados del sector forestal en nuestro país.

Palabras clave: madera, densidad, anatomía, propiedades físicas, organolépticas, clasificación

ABSTRACT

The southern region of Ecuador is known as an area of high biodiversity, where the high variety of forest species is of economic, ecological and cultural importance for the local people. This region confronts problems of deforestation, which diminishes the existing forested areas. Some of the causes are overexploitation and the lack of information on native forest species with potential use. Knowledge of forest species similar to those of high commercial and ecological value helps to achieve sustainable management in order to reduce the pressure of highly exploited species. Therefore, this research studied the similarity of 95 forest species (broadleaf and coniferous) and 84 variables between physical, organoleptic properties, and anatomical characteristics of the wood of each species. For broadleaf species, an unsupervised evaluation and classification was performed by means of Euclidean distance analysis in dendrograms with the use of the statistical programming environment R. Conifers were classified manually due to their small number of four species. Second, the relationship that basic density has on each of the wood properties and characteristics was evaluated. The woods were categorized by density into light, medium-heavy and heavy. The results of the global classification allowed the identification of four groups of woods. The first group was characterized by Laurels (*Morella pubescens; Nectandra laurel*) and medium weight; the second group by Guayacanes (*Handroanthus chrysanthus, H. billbergii* and *H. serratifolius*) and other heavy woods such as *Myrcianthes discolor, Lafoensia acuminata,* and *Chionanthus pubescens*; the third group of light woods characterized by the Balsas (*Heliocarpus americanus* and *Ochroma pyramidale*); and the fourth group, and the largest group of porous woods characterized by the Cedars (*Cedrela montana* and *C. odorata*), Arabiscos (*Jacaranda sparrei, J. copaia* and *J. mimosifolia*) and Guabas (*Inga marginata, I. oerstediana* and *I. densiflora*). This study also found that basic density is directly related to wood color, fiber cell wall thickness, presence of solitary vessels, presence of rays of two distinct sizes, and various axial parenchyma patterns (aliform, confluent, marginal and non-lignified) which are key characteristics

for the identification of woods by density. In conclusion, this study demonstrated that there is a high variability of wood characteristics among forest species in southern Ecuador, and this classification allowed the identification of little-known species with similar potential use to those that are currently highly exploited. Therefore, it is of great importance to generate more information for a greater number of forest species at the regional and national level. And thus, generate new technical data that favor sustainable forest management for better decision making by the actors in charge of the forestry sector in our country.

Keywords: wood density, wood anatomy, physical and organoleptic properties, classification.

1. INTRODUCCIÓN

La madera por sus particulares características es uno de los materiales más usados y demandados por el ser humano (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO-, 2010). Y el uso correcto de la madera dependerá de sus propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas (Agila et al., 2018). Las características de la madera suelen variar dependiendo de un sinnúmero de condiciones ambientales y genéticas que suelen afectar la densidad de este material lo que define su uso y valor (Interián-Ku et al., 2011). Es así que, el conocimiento de dichas propiedades contribuye a propender un aprovechamiento sustentable del bosque (Quema, 2015).

Ecuador es un país tropical con características climáticas y geográficas particulares que lo convierten en hogar de especies forestales de importancia ecológica, económica, y cultural (Valarezo et al., 2004). Ecuador también es considerado 'centro de biodiversidad', y según el Ministerio del Ambiente (MAE) (2013) a través del sistema de clasificación de ecosistemas ha establecido la existencia de 91 ecosistemas de los cuales 65 son boscosos y ocupan aproximadamente 59,8 % de territorio nacional (Mogrovejo, 2017).

El sur de Ecuador se destaca como zona de alta diversidad biológica, debido a que posee exuberantes paisajes, y bosques caracterizados por su riqueza florística. Se reportan aproximadamente 3 039 especies de plantas vasculares para Loja y 2 175 para la provincia de Zamora-Chinchipe (Aguirre et al., 2015).

No obstante, en la provincia de Loja durante el periodo 2016 - 2018 se deforestó 2 183 ha y en Zamora-Chinchipe 6 864 ha colocándose dentro de las seis provincias más deforestadas a nivel nacional (MAEa, 2015).

Para analizar esta problemática es necesario mencionar algunas causas de la deforestación, como la sobreexplotación de especies forestales y el desconocimiento de las características de la madera que favorecen al tráfico ilegal (FAO, 2014, Armijos, 2019). Estas

causas promueven el manejo insostenible de los bosques y la inconsciencia sobre los beneficios ecológicos-sociales de la protección y gestión sostenible de los bosques (FAO, 2014).

Lo que ha conllevado, a la degradación en composición y estructura de ecosistemas boscosos. Afectando a largo plazo a las poblaciones de especies forestales sobre-utilizadas provocando que disminuyan y/o desaparezcan (FAO, 2015). Así mismo, el deficiente monitoreo y control de comercio ilegal de la madera se considera una tarea difícil al momento de identificar especies protegidas. Considerando la escasa la información existente relacionada a las características de maderas no comerciales y protegidas al sur del país (Armijos, 2019). Es por ello, que otras especies forestales nativas de importancia ecológica-cultural son subvaloradas y hasta desconocidas por parte de la población excluyéndolas de poder generar beneficios a la población.

El sur del país se caracteriza por su diversidad florística y actividad forestal (Aguirre, 2017); por ende, se vuelve imprescindible estudiar esta región con el fin de generar información para el manejo de los recursos forestales y servicios ecosistémicos. Esto mediante, la generación de conocimiento sobre especies forestales con posible uso potencial que son similares a las de valor comercial.

Por lo que, considerando lo anteriormente expuesto, esta investigación buscó responder la siguiente interrogante: ¿Cuál es el grado de similitud entre 95 especies maderables con base a sus propiedades físicas, organolépticas, y características anatómicas?

De modo que esta investigación evaluó estadísticamente la similitud existente entre 95 especies forestales estudiadas en el Laboratorio de Anatomía de Maderas Tropicales de la Universidad Nacional de Loja (UNL), mediante clasificación no supervisada mediante clústeres con base en las propiedades de su madera. Considerando en el análisis la relación de la densidad básica con el resto de propiedades de la madera, al ser una característica relacionada con la trabajabilidad y dureza de la madera. Para ello, los objetivos propuestos en la investigación fueron:

Objetivo General:

Contribuir a la generación de información de la madera de 95 especies forestales del sur de Ecuador con base a sus propiedades físicas, organolépticas y anatómicas.

Objetivos específicos:

- Analizar las propiedades físicas, organolépticas y anatómicas de la madera de 95 especies forestales del sur de Ecuador, para identificar sus diferencias y similitudes.
- Evaluar la relación entre la densidad y las características físicas, organolépticas y anatómicas de la madera de 95 especies forestales del sur de Ecuador.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ecosistemas forestales de la región sur de Ecuador

La región sur de Ecuador se caracteriza por su diversidad florística y está conformada por las provincias de El Oro, Loja y Zamora-Chinchipe (Aguirre et al., 2017). Esta diversidad está influenciada en gran medida por factores como la ubicación geográfica en la zona ecuatorial; los efectos orográficos del levantamiento de la Cordillera de los Andes y de la Cordillera de la Costa; la circulación general atmosférica provocada por el Océano Pacífico y la Cuenca Amazónica; y la influencia de las corrientes marinas en las costas (Neil y Moller-Jorgensen, 1999).

Además de ello en esta zona se produce un fenómeno provocado por la depresión de Huancabamba, accidente geológico formado por la cordillera de los Andes que en esta parte del país se presenta más baja y se manifiesta con la presencia de una infinidad de nudos, laderas y valles; convergiendo las corrientes bioclimáticas cálidas húmedas de la Amazonía y cálidas secas de la vertiente del Pacífico, lo que contribuye a originar una alta diversidad ecosistémica y florística (Aguirre-Mendoza, 2013).

Esta riqueza natural fue motivo para que el año de 1982 el Ministerio del Ambiente gestione la creación del Parque Nacional Podocarpus ubicado entre las provincias de Loja y Zamora Chinchipe, y luego, en 2007 junto con el Parque Nacional Yacurí y la Reserva Biológica Cerro Plateado se formó la Reserva de Biósfera Podocarpus-El Cóndor, reconocido por la UNESCO al considerar que esta área alberga una gran superficie de páramos, bosques nublados y zonas de matorral, fundamental para la preservación y continuidad de los ecosistemas del sur de Ecuador y norte de Perú (MAE, 2015b).

En las provincias de Loja y Zamora Chinchipe se encuentran ecosistemas característicos por sus recursos forestales como el bosque siempreverde andino montano y el bosque siempreverde de tierras bajas de la Amazonía, ante ello el Ministerio del Ambiente (2013) mediante clasificación de ecosistemas de Ecuador continental identifica 91 ecosistemas de los

cuales 65 son forestales o boscosos; de todos ellos 22 ecosistemas se encuentran en la provincia de Loja y 18 en la Provincia de Zamora-Chinchipe (MAE, 2015a).

La provincia de Loja se caracteriza por ser uno de los centros de diversificación florística. Posee 22 diferentes tipos de ecosistemas, contiene grandes superficies remanente de bosque seco. Loja posee una diversidad florística de aproximadamente 3 039 especies de plantas vasculares (Aguirre-Mendoza, 2013).

La provincia de Zamora Chinchipe es un área muy diversa, debido a sus características ecológicas y su ubicación al sur de la Amazonía ecuatoriana, posee una fisonomía colinada con pendientes abruptas, típica de las estribaciones orientales de la cordillera de Los Andes. Posee una diversidad florística de 2 715 especies de las cuales 568 son endémicas (Aguirre-Mendoza, 2013).

2.1.1. Diversidad de especies forestales

La provincia de Loja se caracteriza por su diversidad paisajes y ecosistemas, posee remanentes boscosos andinos y secos.

a. Bosque andino o montano. Son formaciones boscosas ubicadas a ambos lados de la Cordillera de los Andes, se desarrollan entre los 1 000 m s.n.m y 3 000 m s.n.m., temperatura promedio de 12 °C a 22 °C en las partes bajas, humedad atmosférica de 85 % y precipitaciones de 1 200-1 500 mm. Suelen estar ubicados en terrenos con pendientes pronunciadas y la mayoría de los árboles son retorcidos, con altura máxima de dosel que oscila entre los 8 y 18 m, también se caracterizan por la presencia de epífitas a causa de la humedad. Los suelos son orgánicos, con abundante necromasa. Algunas especies sobresalientes en este tipo de bosque son *Cedrela montana*, *Alnus acuminata*, *Hedyosmum racemosum*, *Schefflera acuminata*, *Oreopanax ecuadorensis*, *Oreopanax rose*, *Cinchona officinalis*, *Cinchona pubescens*, *Annona muricata*, *Juglans neotropica*, *Jacaranda sparrei*, *Triplaris cummingiana*, *Heliocarpus americanus*, *Lafoensia acuminata* (Aguirre, 2018).

b. Bosque seco. Son formaciones vegetales caducifolias, ubicadas en tierras bajas y pie de monte de la costa y vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, entre 0 – 1 000 m s.n.m. Se desarrollan en zonas donde no existen lluvias durante varios meses del año, con precipitaciones aproximadas de 550 mm anual, temperatura promedio de 22 °C y humedad atmosférica de aproximadamente 60 %. Está marcado estacionalmente por dos épocas una seca y una lluviosa que se demuestra en la variación de la fisionomía de la vegetación durante el año pues la mayoría de las especies son deciduas y espinosas (Aguirre, 2012).

Son bosques con árboles grandes, dispersos y aparasolados que forman un dosel de hasta 18 m con diámetros máximos de hasta 100 cm. Es posible identificar los tres estratos y algunas especies forestales sobresalientes en este tipo de bosque son: *Ceiba trichistandra*, *Simira ecuadorensis, Prosopis juliflora, Acacia macracantha, Capparis angulata* y *Handroanthus chrysanthus*. Hay escasa presencia de epífitas como orquídeas y bromelias. Los suelos poseen escasa hojarasca y en su mayoría son arcillosos y fértiles. Existen productos forestales no maderables, y las principales actividades antrópicas presente es el pastoreo y crianza de caprinos (Aguirre, 2012).

La importancia de conservación de estos bosques es evidente si se considera que la distribución de algunas especies está restringida al suroccidente de Loja; por ejemplo, *Terminalia valverdeae* (Combretaceae), *Chloroleucon mangense* (Mimosaceae), *Agonandra excelsa* (Opiliaceae) y *Tillandsia spiralipetala* (Bromeliaceae) fueron registradas solamente para los bosques secos de esta provincia y no se encuentran en el resto de la Costa (Aguirre, 2012).

La Provincia de Zamora-Chinchipe aún conserva importantes remanentes boscosos amazónicos conocido generalmente como:

c. Bosque húmedo tropical. Formaciones boscosas ubicadas en tierras bajas de la región Amazónica y costa norte de Ecuador, se desarrollan entre los 0 a 400-800 m s.n.m, con temperatura promedio de 25 °C, humedad atmosférica de 90 % y precipitación de 2 000 mm

anuales aproximadamente. La mayoría de los árboles son grandes, frondosos, rectos, con raíces tabulares y pueden llegar a formar un dosel de hasta 20 m, están cubiertos de abundantes epífitas como helechos, musgos, aráceas, lo que le da una apariencia exuberante (Aguirre, 2019).

El sotobosque de estas formaciones presenta abundante regeneración natural y es hábitat de un abundante número de especies faunísticas. Algunas especies sobresalientes son: *Cedrera odorata*, *Cedrela fissilis*, *Swietenia macrophylla*, *Guarea kunthiana*, *Jacaranda copaia*, *Inga edulis, Inga spectabilis*, *Cordia alliodora*, *Caryodendron orinocense*, *Ochroma pyramidale, Clarisia racemosa* (Pituca), *Cedrelinga cateniformis*, *Terminalia amazonia* (Aguirre, 2019).

De acuerdo con las observaciones de campo y algunos estudios se puede manifestar que las familias dominantes en los ecosistemas de Zamora Chinchipe son: Melastomataceae, Asteraceae, Rubiaceae, Solanaceae y Poaceae. Las especies destacadas de los diferentes tipos de vegetación son: *Vochysia guianensis*, *Cabralea canjerana*, *Grias peruviana*, *Apeiba membranacea*, *Vismia baccifera*, *Ficus* spp., *Erythrina poeppigiana*, *Cecropia* spp., *Pourouma cecropifolia* (Aguirre, 2019).

2.1.1.1. Especies nativa o indígena. Especie, subespecie o taxón inferior presente dentro de su zona natural y posibilidad de dispersión; es decir, dentro de la zona que ocupa naturalmente o que podría ocupar sin la introducción directa o indirecta o la acción de los seres humanos (FAO, 2002). Según el Ministerio del Ambiente es la especie que se origina y crece naturalmente en un ecosistema (MAE, 2015).

2.1.1.2. Especie exótica. Según el MAE (2015b) es la especie introducida en un ecosistema en el cual no se origina o no crece de manera natural. Suelen ser invasoras debido a que se propagan y establecen rápidamente modificando los ecosistemas, los hábitats, desplazando otras especies.

2.2. Estado actual de los bosques en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe

El sur de Ecuador se destaca por la presencia de paisajes muy dinámicos, con cambios de la cobertura y uso de la tierra, en el contexto de la existencia de hogares eminentemente

rurales vinculados a actividades agropecuarias y el reciente interés por el estado por desarrollar minería a gran escala (MAE, 2016). Un primer paisaje incluye el gradiente altitudinal y longitudinal conformado por la Cordillera Sur Oriental en la provincia de Zamora Chinchipe hasta los bosques secos y los arbustales de Catamayo, Alamor y Zapotillo en la provincia de Loja. El segundo se constituye en la Cordillera del Cóndor-Kutukú, donde a partir de la década del 2000 se observa un incremento de la densidad poblacional, especialmente a lo largo del eje vial Gualaquiza-Yantzaza-Guayzimi, y de los procesos de conversión de uso de la tierra (MAE, 2016). Es por ello que ante esta situación los bosques se encuentran continuamente amenazados por actividades antrópicas insostenibles como la tala selectiva y gran escala. Estas amenazas son potencializadas por el crecimiento poblacional y la necesidad de satisfacer las necesidad humanas fundamentales (Elizalde et al., 2006).

De la misma forma, la demanda creciente de materiales y energía hacia las urbes, sumado a los procesos aún débiles de ordenamiento territorial, ha acrecentado el deterioro de recursos naturales como el suelo (erosión y contaminación con agroquímicos, hidrocarburos), el agua de los ríos (agroquímicos, desechos urbanos, sedimentos, hidrocarburos, metales pesados, compuestos cianurados), el aire (desechos industriales, quema de gas natural) y el bosque natural (pérdida de cobertura vegetal natural, deterioro de fuentes de agua, erosión del suelo, disminución de la diversidad biológica, deterioro de servicios ambientales) (MAE, 2016).

2.2.1. Deforestación

La deforestación es desmontar total o parcialmente las formaciones arbóreas para dedicar el espacio resultante a fines agrícolas, ganadero o de otro tipo. La deforestación en el país es el producto de interacciones ecológicas, sociales, culturales, económicas y políticas dependiendo de la región (Intriago, 2001). Y la mayoría de las veces se involucra con la madera y el cambio de uso de suelo para llevar a cabo actividades productivas (FAO, 2013).

En un análisis de deforestación con respecto a los 65 ecosistemas boscosos definidos por el Mapa de Ecosistemas de Ecuador continental, se determinó que el 57 % del área de

deforestación bruta durante el periodo 2014–2016 se encuentra en 10 ecosistemas boscosos, los mismos que sufren la mayor presión por deforestación y el otro 43 % del área deforestada se encuentra distribuido en los restantes 55 ecosistemas. Dentro de los ecosistemas boscosos con mayor deforestación bruta se encuentra en Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo, ecosistema que también se desarrolla en la provincia de Loja con aproximadamente 6 010 ha/año. En Zamora-Chinchipe la deforestación fue menor y el ecosistema más afectado fue Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú con una deforestación bruta de 4 962 ha/año (MAE, 2017).

Se analizan 4 aspectos relacionado con las causas de la deforestación, el primero sobre las condiciones facilitadoras, que son aquellas condiciones que se combinan para crear un ambiente idóneo para deforestar siendo un problema difícil de controlar, frustrando un desarrollo humano sostenible. Estas condiciones son la búsqueda por satisfacer las necesidades humanas básicas y fundamentales, la pobreza en áreas rurales, escases de trabajo digno, falta o déficit en el reglamento, y el escaso monitoreo y evaluación por las entidades competentes, contribuyendo a la expansión de la frontera agrícola, asentamientos humanos y comercio ilícito de madera. Una segunda causa se da a nivel institucional por partes del estado que involucra externalidades como la deuda externa, y la debilidad institucional junto con la mala toma de decisiones (Intriago, 2001).

Así mismo, una tercera causa es generada por las presiones del mercado mediante la demanda de productos y otros bienes provenientes del bosque. Y finalmente, cuarto, con aspecto relacionado con la subvaloración del bosque en donde se da un papel menos importante en las decisiones de afectación de los recursos naturales, algunas razones por las que se considera esta subvaloración son la falta de investigación y por lo tanto de conocimiento sobre la importancia de los bosques (Intriago, 2001).

2.3. Condiciones de sitio para el crecimiento de especies forestales

2.3.1. Factores biogeográficos

Son las condiciones ambientales que rodean a la especie. Los más importantes son la luz, la temperatura, la precipitación, la topografía, el suelo, el fuego, el viento, la presión, la atmósfera y la relación con otras especies. A todos estos factores hay que sumar el tiempo.

Según Díaz (2020) el agua es un componente fundamental para la vida, es el medio de vida de muchos seres vivos, es la base química de muchas reacciones biológicas (como la fotosíntesis), actúa como disolvente de sustancias nutritivas, regula la temperatura del planeta, forma parte constitutiva de la mayoría de los seres vivos. Para las plantas influye en la alimentación, la transpiración, la asimilación de clorofila, la respiración, la elaboración de compuestos; además, es el medio en el que se producen las reacciones químicas de la planta y el vehículo por el que circulan los nutrientes que las plantas toman del suelo. También es importante para su fisonomía, y determina la distribución de las plantas y de las comunidades vegetales. La falta de agua es peligrosa para las plantas puesto que puede producir que se marchite o incluso que muera; sin embargo, en climas secos las plantas se adaptan a condiciones de sequía extrema.

El calor o la temperatura suelen ser factores de diferenciación ecológica de primer orden, de hecho, sin calor el desarrollo de los seres vivos es imposible. La distribución de la temperatura en la tierra depende de factores como la radiación solar, la latitud, la altitud, el medio y la cubierta vegetal. Las temperaturas bajas pueden favorecer la germinación o inhibirla. La altitud, las formas del relieve, la exposición o la pendiente son elementos claves en la formación de los mesoclimas y los microclimas. Formando una cantidad de pisos florísticos con especies adaptadas (Díaz, 2020).

La luz también es fundamental en el desarrollo de las plantas, pues existen plantas heliófitas con altos requerimientos de luz, semiheliófitas con requerimiento de luz sólo durante alguna etapa de desarrollo de la planta y esciófitas o umbrófilas que son plantas con bajos

requerimientos de luz. El 10% de luz recibida por la planta se usa para realizar fotosíntesis, este factor también inhibe la germinación y floración de una variedad de especies. Si existiese escases de este factor puede producir ahilamientos, cambios en la forma de los limbos foliares, marchitamiento de las hojas, tallos endebles, entrenudos alargados y hojas reducidas (Díaz, 2020).

Finalmente, el factor suelo que se caracteriza por tener una fuerte relación con los seres vivos, específicamente con las plantas mediante sus raíces al aportar restos orgánicos, airear el suelo y formar humus, en respuesta a esto el suelo aporta y regula el agua y los nutrientes que las plantas necesitan para su soporte y alimentación. Las características edáficas clave son la permeabilidad o facilidad de percolación del agua, el perfil, el color, la textura, la estructura, la profundidad, la capacidad de aportación de nutrientes y su composición química. En función del pH del suelo pueden ser basófilas, neutrófilas, acidófilas e indiferentes. En función a la cantidad de sal que admite la planta pueden ser eurihalinas y estenohalinas (Díaz, 2020).

2.4. Propiedades y características de la madera

La madera es un material poroso, higroscópico y heterogéneo en su estructura (Muñoz-Acosta y Moreno-Perez, 2013). Las propiedades y características de las maderas dependen de muchos factores tales como: tipo y edad del árbol, condiciones de crecimiento como el terreno y el clima, etc. Como en todo material, varias son las propiedades las cuales definen la función y uso (FAO, 2010).

2.4.1. Propiedades físicas

a. Contenido de humedad. La humedad de la madera está directamente relacionada con el peso (Muñoz-Acosta y Moreno-Perez, 2013). Es la cantidad de agua que tiene la madera en su estructura (Cruz de León, 2005). Esta agua puede aparecer formando parte de las células de la constitución leñosa, impregnando la materia leñosa o dentro del sistema vascular del árbol (Pedroso y Alvarez, 2018).

En función del grado de humedad, las maderas se pueden clasificar en: madera verde (contenido en agua: 30-33 %) en estas condiciones no puede ser empleada ya que al secarse se encoge y agrieta. En madera oreada o semiseca que es la que ha perdido una parte de su agua, pero que no ha sufrido aún contracciones ni cambio de sus propiedades mecánicas. En madera comercial que es la que tiene un contenido en humedad inferior al 20 %. En madera seca cuando su grado de humedad está en equilibrio con la humedad relativa del aire. En madera desecada que es la que tiene una humedad inferior al 12 %. Y en madera anhidra que presentan un grado de humedad en torno al 3 % (Fernández-Golfin y Conde, 2007).

b. Densidad o peso específico. La dureza de la madera está directamente relacionada con la densidad, a mayor densidad mayor dureza; con el modo de crecimiento del árbol, crecimiento más lento produce madera más dura; con el clima de crecimiento, en climas cálidos se obtienen maderas más duras; con el grado de humedad ya que a medida que aumente éste, la dureza primero aumenta para posteriormente disminuir. La densidad de madera es un parámetro muy usado por su sencillez y por ser un buen indicador de calidad (Spavento, Keil y Monteoliva, 2008).

- ***Densidad en verde.*** Es la densidad propia de la madera viva, que se puede considerar que se halla con su máximo volumen. Esta forma se utiliza principalmente para los cálculos de transporte de trozas hasta los sitios de elaboración (Spavento et al., 2008).
- ***Densidad en equilibrio.*** Se define como la relación entre el peso de la muestra seca al aire y el volumen de la misma en iguales condiciones de humedad. Esta humedad debe corresponder a la humedad de equilibrio higroscópico (Spavento et al., 2008).
- ***Densidad anhidra.*** Se expresa como la relación entre el peso de la muestra anhidra y el volumen de dicha muestra en iguales condiciones de humedad (Spavento et al., 2008).
- ***Densidad básica.*** Es la relación entre el peso mínimo del material, es decir en estado anhidro, y su volumen verde, como se halla en el apeo del árbol. Es la más utilizada

en la industria forestal y se usa para conocer la cantidad de masa seca del volumen verde medido en una plantación (Núñez, 2016).

c. Contracción. La madera responde a las variaciones de humedad relativa del ambiente, presentando cambios en sus dimensiones: se hincha o contrae de acuerdo con la ganancia o pérdida de humedad, y son expresados en porcentaje del cambio dimensional respecto a la dimensión original (antes de que el cambio ocurra). En la madera las contracciones e hinchamientos se manifiestan en magnitud diferente en esas direcciones; siendo mayores en la dirección tangencial que en la radial y esta, a su vez, mayor que la longitudinal. Por lo tanto, la madera no solamente se verá expuesta a una disminución o incremento de su volumen (o en sus dimensiones), sino que también sufrirá distorsiones en su forma (Fierro y Asintimba, 2019). Los valores promedios de contracción total para madera normal de la mayoría de las especies comerciales, se encuentran dentro de los siguientes ámbitos: longitudinal: 0,1 - 0,3 %; radial: 2 - 8 % y tangencial: 3,5 – 17 % (Serrano, 2019). Los tipos de contracción de la madera son:

- Contracción longitudinal
- Contracción tangencial
- Contracción radial
- Contracción volumétrica
- Relación tangencial-radial. Es el índice diferencial de contracción total entre la contracción tangencial (CT) y radial (CR), se determina mediante la división entre la contracción tangencial con la radial (Igartúa et al., 2009)

2.4.2. Propiedades organolépticas

Son todas las características de la madera apreciable por medio de los sentidos del cuerpo: gusto, tacto, olor, sabor, vista (Gonzales, 2008). Según el mismo autor entre estas se incluyen:

- **Sabor.** Es de importancia dependiendo de la utilización de la madera

- **Olor.** Algunas maderas presentan un olor típico, debido a la presencia de sustancia volátiles
- **Color.** Representa importancia decorativa, variando desde casi blanco al negro, lo que está en directa relación con la gran diversidad de especies arbóreas existentes.
- **Textura.** Se refiere a la impresión visual producida por las dimensiones, distribución y porcentaje de los elementos estructurales en el leño.
- **Brillo.** Es la capacidad de la madera de reflejar la luz.
- **Peso.** Está dado por el contenido de humedad y resistencia mecánica de la madera. Generalmente mientras más pesadas son más resistentes
- **Veteado o figura.** Figura que se aprecia en los cortes longitudinales y que producen las diferentes tonalidades de la madera en los anillos.
- **Grano.** Se refiere a la disposición y dirección de los elementos constituyentes del leño en relación al eje del árbol.

2.4.3. Características anatómicas

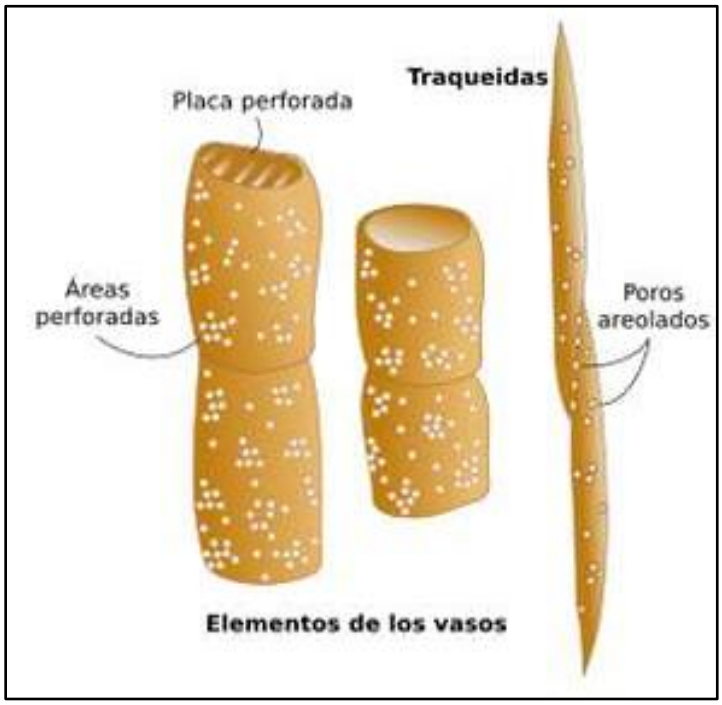
La estructura está determinada por el tipo de célula, tamaño y disposición. La madera es un tejido anisotrópico y ha sido descrito como un material ortotrópico produciendo material diferente en tres direcciones principales (Schachner et al., 2000). Para poder estudiarlas como tal, es necesario de un laboratorio con tecnología especializada. Estás características reflejan tal diversidad cuando se estudian floras regionales. Esta variación dependerá del origen de la especie, así como con diferencias asociadas con la latitud y la altitud, esto decir, con la precipitación y temperatura (Aguilar-Alcántara et al., 2014).

2.4.3.1. Elementos anatómicos

a. ***Vasos o tráqueas.*** Son células con una pared celular secundaria gruesa, dura y lignificada, y con un contenido citoplasmático que se elimina tras su diferenciación. Los elementos de los vasos son células de mayor diámetro y más achatadas que las traqueidas. Se unen

longitudinalmente unas a otras para formar tubos llamados vasos (Figura 1). Por ellos el agua circula vía simplasto (por el interior de las células), y pasa de una célula a la siguiente por las perforaciones que se encuentran en sus paredes transversales (situadas en ambos extremos de la célula), denominadas placas perforadas. En algunos vasos, estas placas pueden no aparecer. Además, el agua y sustancias disueltas pueden atravesar las punteaduras areoladas de sus paredes laterales y pasar a otras células del xilema. Los elementos de los vasos son el principal tipo celular conductor del xilema en las angiospermas (Pacheco et al., 2015).

Figura 1. *Elementos de los vasos.* (Megías et al., 2019).

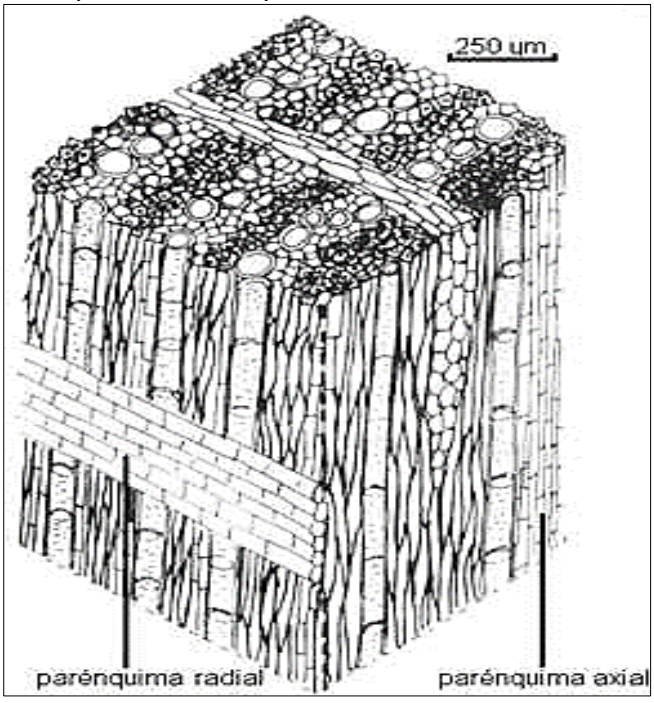


b. ***Traqueidas.*** Las traqueidas son el segundo elemento conductor que aparece en las plantas vasculares. Las pteridofitas y gimnospermas sólo poseen este tipo traqueal como célula conductora. Las angiospermas poseen tanto traqueidas como elementos de los vasos (Pacheco et al., 2015). Las traqueidas son células alargadas, estrechas y fusiformes (Figura 1). El agua circula por ellas y pasa de unas a otras vías simplasto atravesando las punteaduras areoladas, que se encuentran en las paredes que se solapan en ambos extremos de célula y en

sus paredes laterales. En general su capacidad para conducir agua es menor que la de los elementos de vasos, ya que no poseen placas perforadas. Las traqueidas de las coníferas poseen unas punteaduras o areolas muy grandes y circulares que se caracterizan por la presencia de una estructura interna denominada toro, el cual es un engrosamiento en forma ovalada de la pared celular. El toro puede regular el flujo de agua a través de la areola (Pacheco et al., 2015).

c. ***Parénquima (radial y axial).*** Se encuentran en el xilema primario y en el secundario. Sus paredes son secundarias lignificadas o primarias. Si son secundarias, los pares de puntuaciones pueden ser simples o semiareoladas con los elementos traqueales, o simples con otras células parenquimáticas. Conservan el citoplasma vivo, y por lo tanto el núcleo. Contenido variado: almidón y grasas, taninos, cristales, otros. El almidón se acumula cuando cesa el desarrollo estacional de la planta y suelo desaparecer durante la actividad de la siguiente estación. En plantas herbáceas y tallos jóvenes pueden tener cloroplastos (Arbo, 2019). El parénquima del xilema secundario puede ser axial (vertical) o radial (horizontal) (Figura 2):

Figura 2. *Parénquima axial*. (Arbo, M. 2019)



Nota. Vista anatómica tangencial, transversal y radial de la madera.

El parénquima axial es originado por las células iniciales fusiformes del cámbium, junto con las fibras y los elementos traqueales. Pueden ser células fusiformes, largas, o un cordón de células cortas formado por divisiones trasversales. Puede faltar en algunas coníferas.

El parénquima radial o radiomedular es originado por las células iniciales radiales del cámbium. Hay dos tipos de células por su disposición y forma: células procumbentes y células verticales (Arbo, 2019).

c. Fibras. Son las células de sostén, a mayor cantidad de estas células, mayor es la dureza de la madera. Son células muertas, de paredes secundarias muy gruesas (Raisman y González 2007).

2.4.3.2. Normativa IAWA. Según Richter et al., (2004), IAWA por sus siglas en inglés International Association of Wood Anatomist es la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera, que define una lista estandarizada de características microscópicas para la identificación de la madera tanto de especies coníferas como de especies latifoliadas.

Tiene como objetivo facilitar la toma, almacenamiento y el intercambio de materiales de investigación; proporcionar bases racionales para el uso coherente de la terminología en las descripciones de la madera y la corteza, y cooperar con otros que tengan objetivos similares en otros campos relacionados con la anatomía vegetal; estimular la publicación de artículos científicos sobre anatomía de la madera y campos relacionados (incluida la anatomía de la corteza y los monocotiledones "leñosos"); fomentar y apoyar el estudio y la enseñanza de la anatomía de la madera y campos afines; promover la investigación en el campo de la anatomía de la madera, así como cualquier otra actividad que sea coherente con los objetivos de la Asociación. Como documento base para la caracterización de las características microscópicas IAWA está el libro “IAWA list of microscopic features for hardwood identification” de Wheeler et al (1989) para maderas de latifoliadas, y el libro “IAWA list of microscopic features for softwood identification” de Richter et al., (2004) para maderas de coníferas. Además, existe la xiloteca en

línea InsideWood (Wheeler, 2011) como fuente consulta de características IAWA con imágenes microscópicas de la madera.

a. Latifoliadas. La lista de características microscópicas IAWA para la identificación de maderas latifoliadas consta de un total de 221 características anatómicas, divididas en 163 características anatómicas y 58 diversas, las cuales se pueden observar en los diferentes planos de corte (transversal, tangencial y radial); no es una lista completa que abarque todos los patrones estructurales que uno puede encontrar en las maderas duras. Sin embargo, es una lista concisa de características útiles para fines de identificación (Anexo 1).

b. *Coníferas.* Se crea esta lista, por la necesidad de caracterizar el orden de las gimnospermas o coníferas tras poseer diferencias marcadas en sus características anatómicas, como lo es la ausencia de vasos. Esta edición de la lista fue coordinada por Jorgo (H.G.) Richter. En la reunión de IAWA en Portland, Oregón, en julio de 2003, varios miembros del Comité redactaron el primer borrador. Todas las fotografías fueron tomadas por Dietger Grosser e immo Heinz, cuyo trabajo de tesis de M. Sc fue el catalizador para la formación del Comité. Peter GASSON luego hizo la edición final y referencias cruzadas de texto y planchas antes de enviar toda la obra a Leiden para su publicación en 2004 (Anexo 2).

2.5. Herramientas estadísticas para clasificación de datos

A continuación, se destacó información de estadísticos que se usó para la presente investigación:

2.5.1. Análisis de correlación

Considerada como una técnica o método estadístico muy utilizado para investigar la relación existente entre dos variables continúas conocidas como *X* y *Y*. Se utiliza generalmente luego de organizar, representar gráficamente y analizar un conjunto extenso de datos con el fin de estudiar la relación entre las variables. Se conoce como *coeficiente de correlación* a la medida o grado de relación o asociación lineal entre dos variables cuantitativas. El objetivo de

correlacionar es examinar la dirección y la fuerza en la que se asocian las variables. Permitiendo conocer si el valor de alguna variable influye aumentando o disminuyendo otra (Camacho-Sandoval, 2008).

El coeficiente de correlación de Pearson es un índice que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas. Este coeficiente de correlación es un índice de fácil ejecución e, igualmente, de fácil interpretación. Cuando ρ=+ la relación es directa entre las variables. Si ρ= - la relación es inversa y si ρ= 0 son independientes (Restrepo y González, 2007).

Algunas propiedades más relevantes para efectos de practicidad del Coeficiente de R de Pearson de acuerdo a Hernández et al., 2018 son:

- *Adimensionalidad. - e*sta propiedad representa una ventaja esencial que hace de este coeficiente una medida versátil y fácilmente interpretable.

- *Rango definido entre -1 y 1.*- este coeficiente puede entenderse como el coseno del ángulo formado por los vectores asociados a X y Y. Cuando dicho ángulo es cercano a 0, el coseno tiende a 1, lo que implicaría que las variables poseen una alta proximidad en el espacio.

2.5.2. Análisis de conglomerados

Es un análisis de interdependencias que consiste en estudiar la relación entre casos, conocido como análisis clúster. Considerada como una técnica para clasificar observaciones en grupos, estudia si cada grupo es homogéneo respecto a las variables utilizadas para su formación, que los grupos sean los más distintos posibles entre sí, y que la composición de los grupos es desconocida a priori, es decir mediante un análisis no discriminante o no supervisado. Por lo que suele ser necesario realizar al final una revisión de resultados para su validación (Bustillo, 2020).

Pérez (2009) propone la siguiente clasificación de métodos de análisis de conglomerados: aglomerativos-divisivos, jerárquicos-no jerárquicos, solapados-exclusivos, secuenciales-simultáneos, monotéticos-politéticos, directos-iterativos, ponderados-no ponderados y métodos

adaptativos-no adaptativos. A continuación, nos centraremos en los métodos jerárquicos que son los que se estudiaron en la presente investigación.

2.5.2.1. Métodos jerárquicos. Se denominan jerárquicos a los que configuran grupos con estructura arborescente, de forma que clústeres de niveles más bajos van siendo englobados en otros clústeres de niveles superiores (De la Fuente, 2011).

Clasificación:

Aglomerativo o asociativo: en este tipo de clasificación se parte de tantos grupos como individuos hay en el estudio y se van agrupando hasta formar un solo grupo.

- Simple Linkage (Vecino más próximo)
- Complete Linkage (Vecino más lejano)
- Promedio entre grupos
- Método del centroide
- Método de la mediana
- Método de Ward

Disociativos: Se parte de un solo grupos que contiene todos los casos y a través de sucesivas divisiones se forman grupos cada vez más pequeños. Los métodos jerárquicos permiten construir un árbol de clasificación o dendrograma.

- Linkage Simple (Vecino más próximo)
- Linkage Comple
- Promedio entre grupos
- Método del centroide
- Método de la mediana
- Método de Ward
- Análisis de Asociación

Según el mismo autor antes de iniciar un análisis clúster deben tomarse tres decisiones:

- Selección de las variables relevantes para identificar a los grupos.
- Elección de la medida de proximidad entre los individuos.
- Seleccionar el criterio para agrupar individuos en conglomerados

2.5.3. Medidas de asociación

Dependiendo del problema las variables pueden ser:

- Cualitativas: ordinales y nominales
- Cuantitativas: discretas y continuas

Para poder unir variables o individuos es necesario tener algunas medidas numéricas que caractericen las relaciones entre variables o los individuos. Cada medida refleja asociación en un sentido particular y es necesario elegir una medida apropiada de acuerdo al problema tratado.

La medida de asociación puede ser una distancia o una similaridad

- Si se elige una *distancia* como medida de asociación (por ejemplo, distancia euclídea) los grupos formados contendrán individuos parecidos de forma que la distancia entre ellos tiene que ser mínima o pequeña.
- Y si se elige una medida de *similaridad* (por ejemplo,el coeficiente de correlación) los grupos formados contendrán individuos con una similaridad alta entre ellos. La correlación de Pearson y los coeficientes de Spearman y de Kendall son índices de similitud.

Algunas medidas de asociación según De La Fuente (2011) son:

- Coseno del ángulo de dos vectores
- Coeficiente de correlación
- Medidas para datos dicotómicos
- Medida de Ochial
- Medida de Russell y Rao
- Medida de Parejas simples
- Medida de Jaccard

- Medida de Dice
- Medida de Rogers-Tanimoto
- Distancia euclídea
- Distancia Minkowski
- Distancia de Tchebuchev o del máximo
- Distancia de Mahalanobis

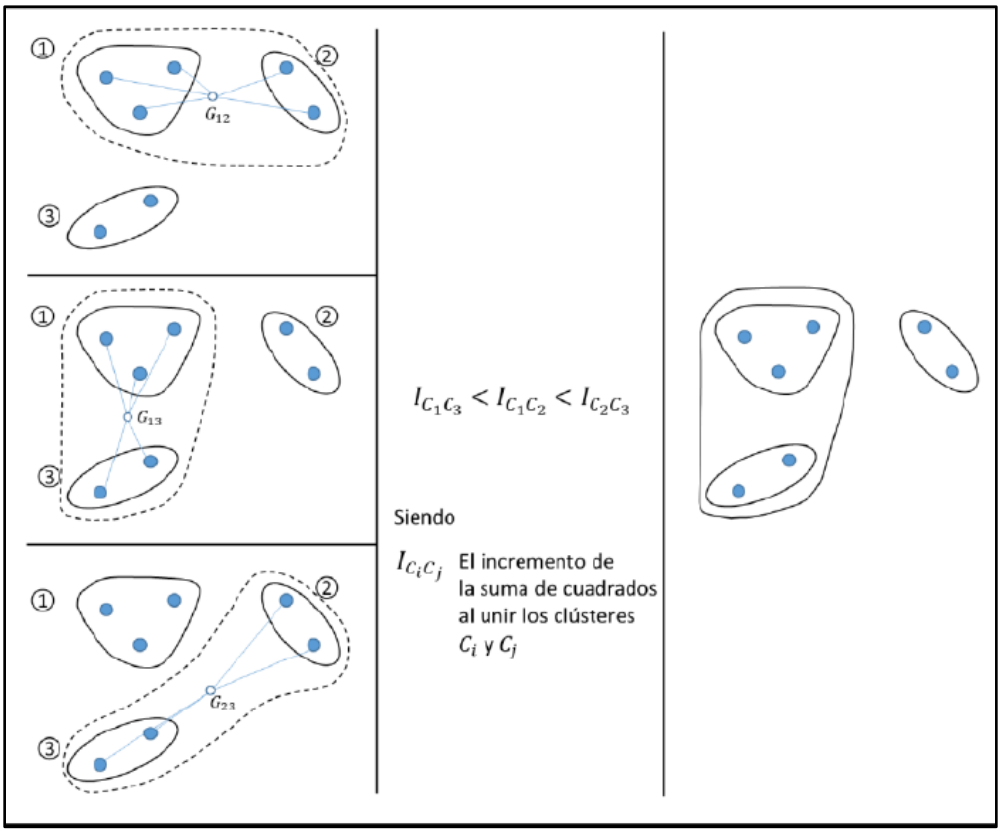
2.5.4. Método de Agrupamiento Jerárquico de Ward

Ward propuso que la pérdida de información que se produce al integrar los distintos individuos en clústeres puede medirse a través de la suma total de los cuadrados de las desviaciones entre cada punto (individuo) y la media del clúster en el que se integra. Para que el proceso de clusterización resulte óptimo, en el sentido de que los grupos formados no distorsionen los datos originales, proponía la siguiente estrategia (Everitt et al., 2011):

Según Legendre y Murtagh (2014) Ward es el único método de agrupamiento entre los algoritmos de agrupamiento aglomerativo que se basa en un criterio clásico de suma de cuadrados, produciendo grupos que minimizan la dispersión dentro del grupo en cada fusión binaria. Además, el método Ward es interesante porque busca clústeres en el espacio euclidiano multivariado. Éste es también el espacio de referencia en los métodos de ordenación multivariante.

En este método también se calculan las distancias como medidas de similitud entre los objetos, pero a la hora de unirlos para establecer grupos, los objetos o grupos son unidos con el criterio de que sean lo más compactos u homogéneos posibles (Larrechi, sf). El criterio consiste en unir aquellos objetos para los cuales este valor resulte mínimo. Aunque las representaciones finales difieren en cuanto a las distancias que unen a unos objetos con otros, las agrupaciones encontradas normalmente suelen ser las mismas (Figura 3).

Figura 3. *Representación gráfica del Método de Ward*. (Dongo, 2017)



El método de Ward es uno de los más utilizados en la práctica; posee casi todas las ventajas del método de la media y suele ser más discriminativo en la determinación de los niveles de agrupación. Según Kuiper y Fisher en una investigación probaron que este método era capaz de acertar mejor con la clasificación óptima que otros métodos como mínimo, máximo, media y centroide (Everitt et al., 2011). Este proceso se caracteriza por crear grupos homogéneos de tamaños más o menos similares.

2.6. Estudios sobre maderas en América Latina y Ecuador

Algunas investigaciones y trabajos relacionados con el estudio de las propiedades físicas, organolépticas y anatómicas de la madera en América latina se enfocan en especies de valor comercial con el objetivo de estudiar la tecnología de la madera. Esto con el fin de generar información que contribuya a conocer las maderas y aprovecharlas adecuadamente y así contribuir al manejo adecuado y sostenible de los bosques (León, 2014).

En Costa Rica Araya-Montero y Moya-Roque (2013) publicaron un artículo relacionado con las claves para la identificación macroscópica de la madera de 110 especies. Esta investigación usa la metodología Comisión Pan-Americana de Normas Técnicas (COPANT) la cuál describe características de parénquima axial, radial y estructuras anatómicas como presencia de gomas, tilósis común o esclerótica; similar a la Normativa IAWA. Algunas especies evaluadas con normativa COPANT son *Cedrela odorata, Terminalia amazonia, Erythrina poeppigiana, Jacaranda copaia, Ochroma pyramidal, Ceiba pentandra, Guarea sp., Nectandra reticulata, Terminalia sp., Ficus insipida* (Araya-Montero y Moya-Roque, 2013).

En México Fuentes et al. (2012) caracterizaron tecnológicamente la madera de 10 especies forestales de las cuáles se destacan géneros botánicos como *Terminalia, Piscidia, Caesalpinia, Brosimum y Tabebuia.* En esta investigación se realizó la descripción macro y micro de los principales elementos estructurales de las especies estudiadas, información útil para la identificación y/o diferenciación de géneros y especies, y aspectos indispensables para facilitar el mejor aprovechamiento de las maderas (Fuentes et al., 2012).

Otra investigación realizada en México determina las características tecnológicas, físicas y anatómicas de dos especies, según Pineda et al. (2017) el conocimiento de las características de la madera de *Enterolobium cyclocarpum* y *Hura polyandra* que junto con información como crecimiento y fenología permitirá a los productores, industriales y artesanos emplear la madera de manera más eficiente de acuerdo a sus características de forma adecuadas ya sean maderas de densidad liviana o pesada, o de acuerdo a su resistencia, dando valor potencial a más especies

En Perú un estudio relacionado, se basó en la determinación de las propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de *Ocotea cienerea, Sloanea obtusifolia* y *Chrysophyllum sanguinolentum* con el objeto de caracterizar las maderas tecnológicamente, prever su comportamiento en la transformación y en servicio para así proponer aplicaciones (Monge y Suasnabar, 2019).

Otro estudio destacado es el de William León (2014) en donde se concentra la información de 108 especies de Venezuela tanto nativas como exóticas que pueden ser consideradas valiosas desde el punto de vista forestal, ecológico, cultural o conservacionista (León, 2014). Esta investigación incluye información detallada de la distribución geográfica de cada especie forestal, macrografías transversales; micrografías transversales, radiales y tangenciales, uso tradicional de la madera, estado de conservación y otra información como aquellos declarados como emblemáticos (León, 2014).

En Colombia se destaca el proyecto de investigación denominado “Memorias II Congreso Nacional de Productos Derivados de la madera” (Escobar, 1985) y en Honduras se destaca a nivel nacional Catálogo de cien especies forestales de Honduras: Distribución, Propiedades y Uso (Benítez y Montesinos, 1988).

Un estudio realizado en el centro de Perú sobre las características anatómicas y físicas de *Inga acreana* se realizó con el fin de conocer y determinar la estructura anatómica y propiedades físicas de la madera cuyo valor y uso es inadecuado. Y permitir la caracterización tecnológica, prever su comportamiento en la transformación mecánica y orientar sus aplicaciones (Meza, 2016). Esta investigación dentro de su metodología para el estudio de la densidad usa la Clasificación propuesta por el acuerdo de Cartagena tomada de estudio anatómico de las especies arbóreas del bosque nublado de la Estación Científica San Francisco, Loja-Ecuador (Ganzhi, 2006).

El estudio realizado por Ganzhi (2006) se centró en generar información sobre la estructura anatómica de 28 especies forestales nativas del sur de Ecuador y de su relación con propiedades organolépticas y físicas. Dentro de su metodología usa la Normativa IAWA para la descripción anatómica de las especies. Es estudio caracterizó especies como *Piptocoma discolor, Schefflera sp., Handroanthus chrysanthus, Clethra revoluta, Cecropia montana, Alchornoe pearcei, Inga striata, Myrcia sp., Allophylus sp., Chrysophylum lanatum, Turpinia occidentalis, Heliocarpus americanus y Podocarpus oleifolius.*

En Ecuador, específicamente en Imbabura sobre se estudió individuos de *Pinus patula* con el fin de determinar los valores numéricos promedios de las propiedades físicas, mecánicas, y de trabajabilidad de la madera para conocer los usos posibles (Meneses, 2011). Según Meneses (2011) las características tecnológicas de la madera son determinantes para su aprovechamiento y posterior aplicación específica en usos y procesos donde ciertas propiedades son decisivas para obtener un beneficio máximo desde el punto de vista económico y técnico. En esta investigación se concluyó que la madera joven de *Pinus patula* es de menor densidad y por tanto es más suave y sus usos son diferentes a uno de mayor edad.

El Ministerio del Ambiente también ha generado información sobre las propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales. Este estudio incluye información de especies como *Oreopanax ecuadorensis, Alnus acuminata, Jacaranda copaia, J. billbergii, Handroanthus chrysanthus, Cordia alliodora, Hedyosmun scrabrum, Clethra revoluta, Terminalia amazonia, T. valverdeae, Cedrelinga cateniformis, Geoffroea spinosa, Weinmannia pinnata, Vismia baccifera, Nectandra reticulata, Carapa guianensis, Cedrela montana, C. odorata, Clarisia racemosa, Virola sebifera, Hieronyma alchornoides, Prunus serótina, Triplaris cumingiana, Turpinia occidentalis, Schinus molle, Tectona grandis, Eucalyptus globulus, E. grandis y Pinus radiata* (MAE y FAO, 2014).

Al sur de Ecuador en la Universidad Nacional de Loja (UNL) también se han realizado estudios similares como el de Armijos et al. (2017) el cual estudia la anatomía de la madera de diez especies forestales de bosque andino del sur. Según Armijos et al. (2017) para la interpretación de las características anatómicas se utilizó la nomenclatura IAWA donde en base a los resultados obtenidos se concluyó que la madera en la mayoría de especies de bosque andino se caracteriza por tener parénquima axial, porosidad difusa, una combinación de vasos múltiples y solitarios y ausencia de anillos de crecimiento (Armijos et al., 2017).

Otra investigación relevante realizada en la UNL es la tesis realizada por Andrés Armijos (2019) en la cual se evalúa anatómicamente la madera de 50 especies forestales. Esta investigación obtuvo algunas conclusiones importantes como que la familia botánica y el género no influyen en las propiedades anatómicas de la madera y que el análisis estadístico de la clasificación no supervisada es una herramienta útil para identificar especies anatómicamente comunes. Otros estudios de impacto que contribuyen con información relacionada a las características anatómicas de la madera incluyen especies forestales como *Cinchona officinalis* (Feijoo et al., 2019), *Theobroma cacao* (Zhiñin et al., 2020), *Cedrela odorata, C. montana y C. nebulosa* (Retete et al., 2020), *Ilex guayusa* (Montaño et al., 2019), *Handroanthus chrysanthus, H. billbergii, H. serratifolius* (Agila et al., 2018).

3. METODOLOGÍA

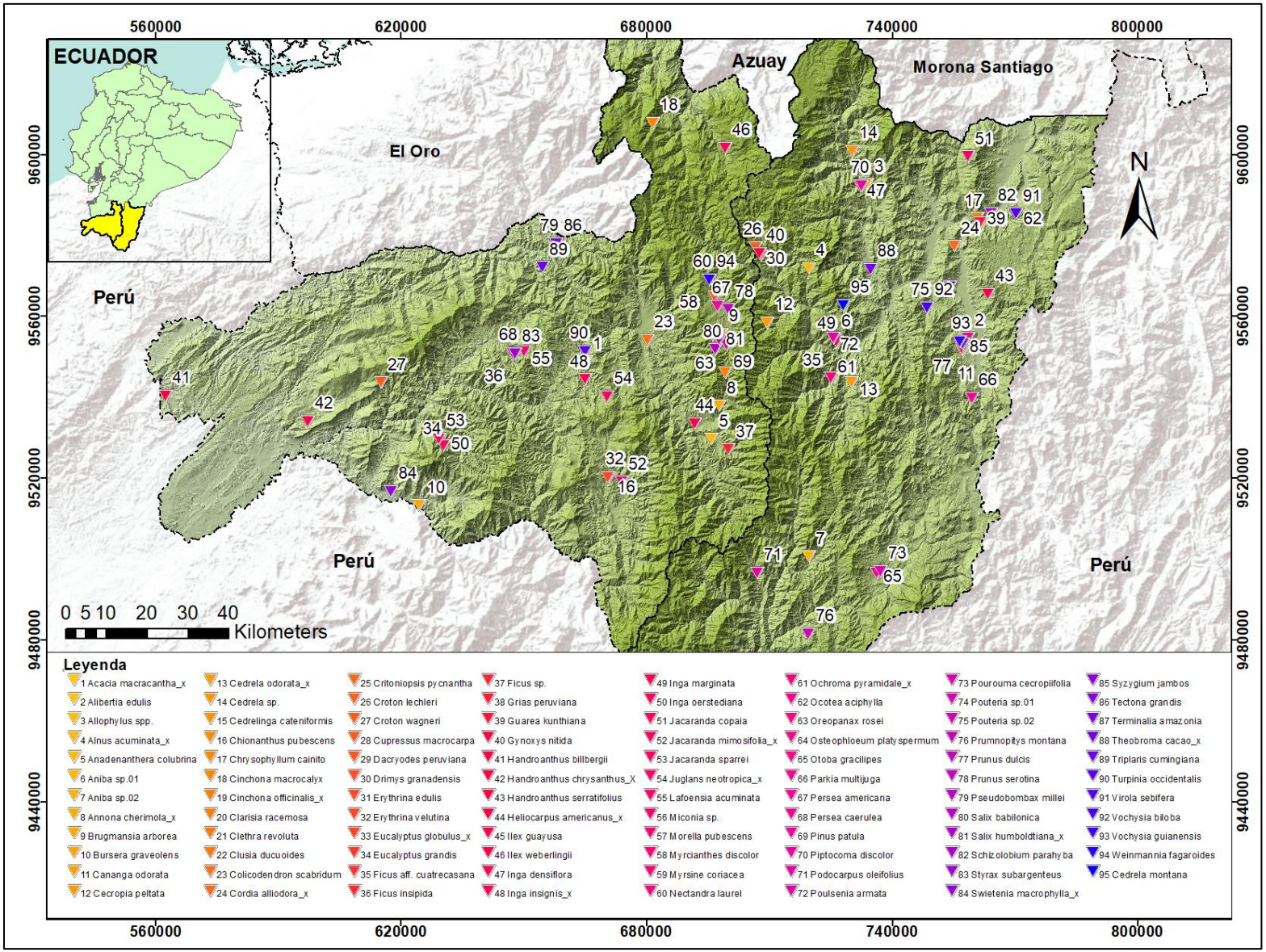
3.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó al sur de Ecuador, en las provincias de Loja y Zamora-Chinchipe (Figura 4).

La provincia de Loja posee una superficie de 11 063 km^2 y Zamora-Chinchipe de 10 584 km^2. Ambas provincias tienen una superficie de 21 647 km^2 y pertenecen a la zona 7 de planificación zonal nacional, (Instituto Geográfico Militar -IGM-, 2010; Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo -SENPLADES-, 2019).

Las especies forestales estudiadas fueron en su mayoría especies latifoliadas (95 %) y están distribuidas en bosque seco, andino y humedo tropical, con un gradiente altitudinal que va desde los 800 m s.n.m hasta los 2 800 m s.n.m.

Figura 4. *Ubicación y distribución de las especies forestales estudiadas. Datum WGS84; escala 1: 1 100 000*

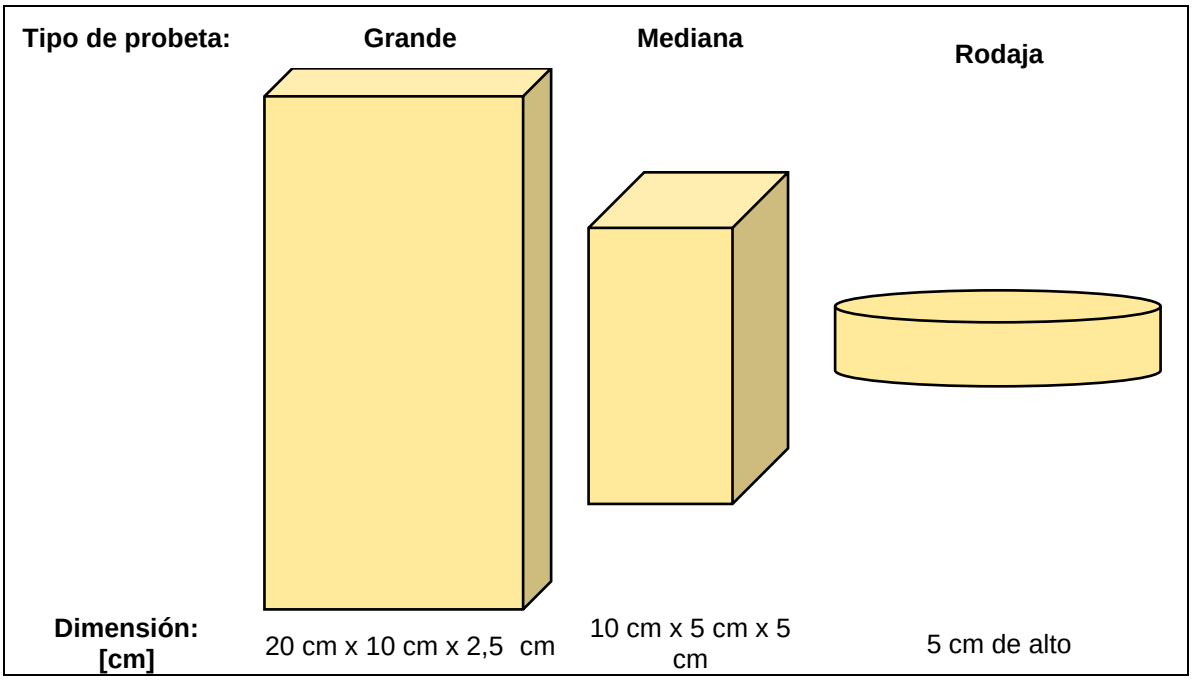


3.2. Recopilación de información

La información que se utilizó para la presente investigación se recopiló de los reportes finales del estudio de la madera de 95 distintas especies forestales. Estos reportes fueron realizados por estudiantes de sexto ciclo en la materia de “Determinación de las propiedades de la madera” de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja (UNL) durante los años 2017 – 2019. El Anexo 3 muestra la lista completa de autores de los reportes finales y especies estudiadas por cada periodo académico.

La información se obtuvo por medio del estudio y análisis de probetas de madera (Figura 5), y muestras anatómicas de xilema de cada especie. En el Anexo 4 se encuentra la metodología completa que se utilizó para el estudio cada especie y de las propiedades de su madera. Esta información se pudo verificar mediante las muestras almacenadas en el Laboratorio de Anatomía de Maderas Tropicales con el soporte del proyecto de investigación: 21-DI-FARNR-2019: Impacto de las variaciones climáticas en la fijación de carbono en ecosistemas forestales al sur de Ecuador.

Figura 5. Dimensiones de probetas de madera por tipo.



De los reportes finales se obtuvo datos e información de sitio, y de la madera de los árboles; es decir, de sus propiedades físicas, organolépticas (Figura 6), y de sus características anatómicas estudiadas según Richter et al., (2004) en la Normativa IAWA (International Association of Wood Anatomist) (Figura 7). Estas características se encuentran detalladas en el Anexo 5 para latifoliadas y coníferas.

Figura 6. *Variables obtenidas de cada individuo, información general, propiedades físicas y organolépticas*

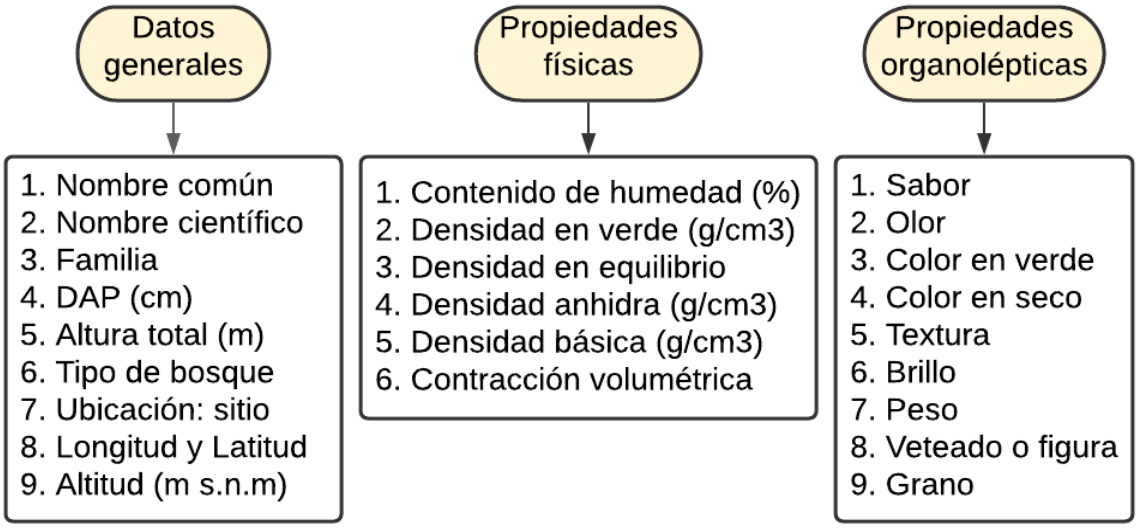
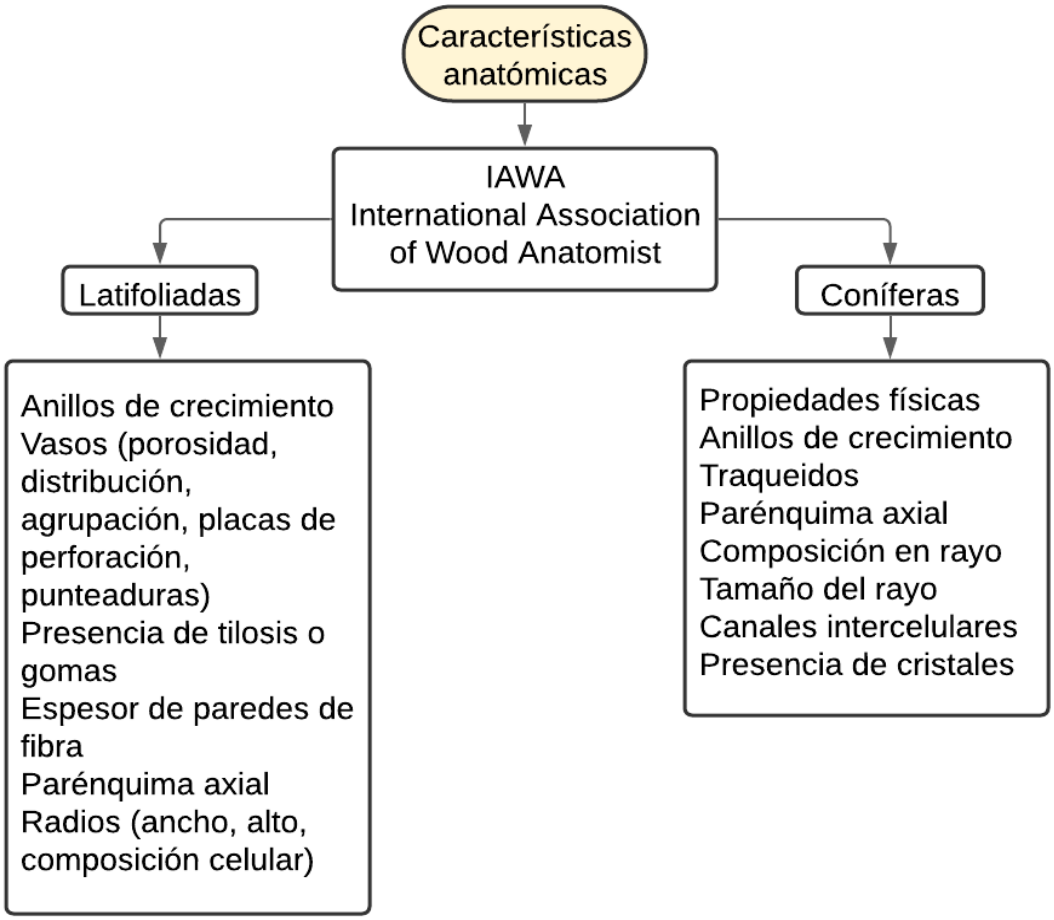


Figura 7. *Características anatómicas recopiladas por individuo*



3.3. Validación de información

Se validó la información obtenida de cada uno de los 126 individuos (árboles) que corresponden a las 95 especies forestales estudiadas debido a que existieron algunos casos en donde una misma especie fue colectada en más de una procedencia como el caso de *Acacia macracantha, Alnus acuminata, Cedrela odorata, Cinchona offinicinalis, Cordia alliodora, Handroanthus chrysanthus, Heliocarpus americanus, Swietenia macrophylla y Ochroma pyramidale*.

La revisión y verificación de las propiedades organolépticas y anatómicas se lo realizó directamente en las probetas de madera y cortes anatómicos almacenados en la Xiloteca y Laboratorio de Anatomía de Maderas Tropicales de la UNL. Mientras que, para la revisión y verificación de las propiedades físicas se comprobó la información mediante el uso de las fórmulas y/o cálculos correspondientes de la información citada en los reportes finales (Tabla 1). También se comparó datos con información secundaria como la base de datos mundial de densidad de madera de Zanne et al. (2009) y artículos científicos, esto nos permitió identificar datos anómalos o erróneos para su revisión y corrección En los casos donde hubo datos incoherentes, se hizo nuevamente la caracterización y nuevas mediciones en el laboratorio.

Esto nos permitió identificar, validar y consolidar la información de 95 especies forestales y 78 características de la madera (10 variables organolépticas, 10 físicas, 68 características anatómicas propuestas por la normativa IAWA para latifoliadas y 50 de IAWA para coníferas) (Anexo 6).

Tabla 1. *Fórmulas utilizadas para las propiedades físicas de la madera*

Contenido de humedad [%]:

$$CH\% = \frac{Pv\ - Psh}{Psh} x100$$

En donde: CH%: Contenido de humedad en porcentaje
Pv: Peso en verde
. Psh: Peso seco o Anhidro

Densidad en verde [g/cm3]

$$Densidad\ Verde\ (g/cm^3) = \frac{Peso\ verde}{Volumen\ verde}$$

Densidad en equilibrio [g/cm3]

$$Densidad\ en\ Equilibrio\ (g/cm^3) = \frac{Peso\ en\ equilibrio}{Volumen\ en\ equilibrio}$$

Densidad anhidra [g/cm3]

$$Densidad\ Anhidra\ (g/cm^3) = \frac{Peso\ anhidro}{Volumen\ anhidro}$$

Densidad básica [g/cm3]

$$Densidad\ Básica\ (g/cm^3) = \frac{Peso\ anhidro}{Volumen\ verde}$$

Contracción longitudinal [%]

$$Contracción\ longitudinal = \frac{dim\ longitudinal\ verde - dim\ longitudinal\ seca}{dimensión\ longitudinal\ verde} * 100$$

Contracción tangencial [%]

$$Contracción\ tangencial = \frac{dim\ tangencial\ verde - dim\ tangencial\ seca}{dimensión\ tangencial\ verde} * 100$$

Contracción radial [%]

$$Contracción\ radial = \frac{dimensión\ radial\ verde - dimensión\ radial\ seca}{dimensión\ radial\ verde} * 100$$

Contracción volumétrica [%]

$$Contracción\ volumétrica = \frac{volumen\ verde - volumen\ seco}{volumen\ verde} * 100$$

A continuación, se enlistan las especies forestales latifoliadas (angiospermas) y coníferas (gimnospermas) que fueron analizadas en la presente investigación (Tabla 2 y 3).

Tabla 2. *Especies forestales angiospermas (dicotiledóneas o latifoliadas) estudiadas*

N°	Familia	Nombre común	Nombre científico	Tipos de bosque
1	Fabaceae	Faique	*Acacia macracantha*	Bosque seco
2	Rubiaceae	Juan colorado	*Alibertia edulis*	Bosque humedo
3	Sapindaceae	Shiringo	*Allophylus spp.*	Bosque humedo
4	Betulaceae	Aliso	*Alnus acuminata*	Bosque andino
5	Fabaceae	Wilco	*Anadenanthera colubrina*	Bosque andino
6	Lauraceae		*Aniba sp1*	Bosque humedo
7	Lauraceae	Amarillo	*Aniba sp2*	Bosque humedo
8	Annonaceae	Chirimoya	*Annona cherimola*	Bosque andino
9	Solanaceae	Huando	*Brugmansia arborea*	Bosque andino
10	Burseraceae	Palo santo	*Bursera graveolens*	Bosque seco
11	Annonaceae		*Cananga odorata*	Bosque humedo
12	Urticaceae	Guarumo	*Cecropia peltata*	Bosque humedo
13	Meliaceae	Cedro	*Cedrela montana*	Bosque humedo
14	Meliaceae	Cedro colorado	*Cedrela odorata*	Bosque humedo
15	Meliaceae	Cedro	*Cedrela sp.*	Bosque humedo
16	Fabaceae	Zeique	*Cedrelinga cateniformis*	Bosque humedo
17	Oleaceae	Arupo	*Chionanthus pubesens*	Bosque andino
18	Sapotaceae	Yarazo	*Chrysophyllum cainito*	Bosque humedo
19	Rubiaceae	Cascarilla	*Cinchona macrocalyx*	Bosque andino
20	Rubiaceae	Cascarilla	*Cinchona officinalis*	Bosque andino
21	Moraceae	Pituca	*Clarisia racemosa*	Bosque humedo
22	Clethraceae	Almizcle	*Clethra revoluta*	Bosque andino
23	Clusiaceae	Duco	*Clusia ducuoides*	Bosque humedo
24	Capparaceae	Sapote de perro	*Colicodendron scabridum*	Bosque seco
25	Boraginaceae	Laurel costeño	*Cordia alliodora*	Bosque humedo
26	Asteraceae	Tunash	*Critoniopsis pycnantha*	Bosque humedo
27	Euphorbiaceae	Sangre de drago	*Croton lechleri*	Bosque humedo
28	Euphorbiaceae	Moshquera	*Croton wagneri*	Bosque andino
29	Burseraceae	Copal	*Dacryodes peruviana*	Bosque humedo

N°	Familia	Nombre común	Nombre científico	Tipos de bosque
30	Winteraceae	Cascarilla picante	*Drimys granadensis*	Bosque humedo
31	Fabaceae	Guato	*Erythrina edulis*	Bosque andino
32	Fabaceae	Porotillo	*Erythrina velutina*	Bosque seco
33	Myrtaceae	Eucalipto	*Eucalyptus globulus*	Bosque andino
34	Myrtaceae	Eucalipto rosado	*Eucalyptus grandis*	Bosque andino
35	Moraceae	Higuerón	*Ficus aff. cuatrecasana*	Bosque humedo
36	Moraceae	Yamiro	*Ficus insipida*	Bosque seco
37	Moraceae	Higuerón	*Ficus sp.*	Bosque andino
38	Lecythidaceae	Apai / Aguacate de monte	*Grias peruviana*	Bosque humedo
39	Meliaceae	Yanzao	*Guarea kunthiana*	Bosque humedo
40	Asteraceae	Tunash	*Gynoxys nitida*	Bosque humedo
41	Bignonaceae	Guayacán	*Handroanthus billbergii*	Bosque seco
42	Bignonaceae	Guayacán	*Handroanthus chrysanthus*	Bosque seco
43	Bignonaceae	Guayacán	*Handroanthus serratifolius*	Bosque humedo
44	Malvaceae	Balsilla	*Heliocarpus americanus*	Bosque andino
45	Aquifoleaceae	Guayusa	*Ilex guayusa*	Bosque humedo
46	Aquifoleaceae	Dishindó	*Ilex weberlingii*	Bosque andino
47	Fabaceae	Guaba	*Inga densiflora*	Bosque humedo
48	Fabaceae	Guabo	*Inga insignis*	Bosque seco
49	Fabaceae	Guabillo	*Inga marginata*	Bosque humedo
50	Fabaceae	Guaba	*Inga oerstediana*	Bosque andino
51	Bignonaceae	Aravisco	*Jacaranda copaia*	Bosque humedo
52	Bignonaceae	Arabisco	*Jacaranda mimosifolia*	Bosque andino
53	Bignonaceae	Arabisco	*Jacaranda sparrei*	Bosque andino
54	Juglandaceae	Nogal	*Juglans neotropica*	Bosque andino
55	Lythraceae	Guararo	*Lafoensia acuminata*	Bosque andino
56	Melastomataceae	Miconia	*Miconia sp.*	Bosque humedo
57	Myricaceae	Laurel de cera	*Morella pubescens*	Bosque andino
58	Myrtaceae	Arrayán	*Myrcianthes discolor*	Bosque andino

N°	Familia	Nombre común	Nombre científico	Tipos de bosque
59	Primulaceae	Cucharo blanco	*Myrsine coriacea*	Bosque andino
60	Lauraceae	Canelo	*Nectandra laurel*	Bosque andino
61	Malvaceae	Balsa	*Ochroma pyramidale*	Bosque humedo
62	Lauraceae	Canelo	*Ocotea aciphylla*	Bosque humedo
63	Araliaceae	Pumamaqui	*Oreopanax rosei*	Bosque andino
64	Myristicaceae	Lotería	*Osteophloeum platyspermum*	Bosque humedo
65	Myristicaceae	Achotillo	*Otoba gracilipes*	Bosque humedo
66	Fabaceae	Wilco	*Parkia multijuga*	Bosque humedo
67	Lauraceae	Aguacate	*Persea americana*	Bosque andino
68	Lauraceae	Paltón	*Persea caerulea*	Bosque seco
69	Asteraceae	Pigue	*Piptocoma discolor*	Bosque humedo
70	Moraceae	Yamila	*Poulsenia armata*	Bosque humedo
71	Urticaceae	Uvilla	*Pourouma cecropifolia*	Bosque humedo
72	Sapotaceae	Yarazo	*Pouteria sp1.*	Bosque humedo
73	Sapotaceae	Sacha Yarazo	*Pouteria sp2.*	Bosque humedo
74	Rosaceae	Almendro	*Prunus dulcis*	Bosque humedo
75	Rosaceae	Capulí	*Prunus serotina*	Bosque andino
76	Malvaceae	Ceibo negro	*Pseudobombax millei*	Bosque seco
77	Salicaceae	Sauce llorón	*Salix babylonica*	Bosque andino
78	Salicaceae	Sauce común	*Salix humboldtiana*	Bosque andino
79	Fabaceae	Pachaco	*Schizolobium parahyba*	Bosque humedo
80	Styracaceae	Saquilamo	*Styrax subargenteus*	Bosque seco
81	Meliaceae	Caoba	*Swietenia macrophylla*	Bosque seco
82	Myrtaceae	Poma rosa	*Syzygium jambos*	Bosque humedo
83	Lamiaceae	Teca	*Tectona grandis*	Bosque seco
84	Combretaceae	Yumbingue	*Terminalia amazonia*	Bosque humedo
85	Rubiaceae	Cacao	*Theobroma cacao*	Bosque humedo
86	Polygonaceae	Fernán Sánchez	*Triplaris cumingiana*	Bosque seco
87	Staphylaceae	Cedrillo	*Turpinia occidentalis*	Bosque seco

N°	Familia	Nombre común	Nombre científico	Tipos de bosque
88	Myristicaceae	Sangre	*Virola sebifera*	Bosque humedo
89	Vochysiaceae	Bella maría	*Vochysia biloba*	Bosque humedo
90	Vochysiaceae	Bella maría	*Vochysia guianensis*	Bosque humedo
91	Cunoniaceae	Cascho	*Weinmannia fagaroides*	Bosque andino

Tabla 3. *Especies forestales gimnospermas (coníferas) estudiadas*

N°	Familia	Nombre común	Nombre científico	Tipo de Bosque
1	Cupressaceae	Cipré	*Cupressus macrocarpa*	Bosque andino
2	Pinaceae	Pino	*Pinus patula*	Bosque andino
3	Podocarpaceae	Romerillo	*Podocarpus oleifolius*	Bosque humedo
4	Podocarpaceae	Romerillo	*Prumnopitys montana*	Bosque humedo

3.4. Metodología para identificar diferencias y similitudes de la madera de 95 especies forestales de acuerdo a sus propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas

Se procedió a realizar análisis individuales, ya sea madera procedente de especies latifoliadas o coníferas, así para latifoliadas se realizó dendrogramas de similitud debido al amplio número de especies pertenecientes a este grupo; mientras que, para coníferas se realizó un agrupamiento manual pues el número de especies es pequeño como para realizar un análisis más extenso (Ver base de datos completa Anexo 6).

3.4.1. Análisis de datos para latifoliadas

Para identificar la similitud entre las especies en base a sus propiedades físicas, organolépticas, y anatómicas se procedió a usar dendrogramas de similitud con el fin de obtener conglomerados en base a sus características. Este análisis se realizó usando el programa estadístico R (R Development CoreTeam, 2008) junto con el software de manejo y visualización RStudio como ambiente de desarrollo integrado (Versión 1.1.463–© 2009-2018 RStudio, Inc.).

Previo al análisis de datos se realizó una selección de variables con el fin de escoger aquellas propiedades y características más importantes que definen el uso de la madera. Luego, se estandarizó las variables de tipo nominal de las propiedades organolépticas y características anatómicas a variables de tipo discretas, esto para que no existan unidades diferentes y poder aplicar una distancia apropiada para este tipo de medidas (Tabla 4).

Tabla 4. *Estandarización de variables nominales a discretas para las propiedades organolépticas de la madera*

Propiedad	Variable nominal	Variable discreta
OLOR	Ausente	0
	Agradable	1
	Característico	2
	Desagradable	3
COLOR	Claro	1
	Amarillo	2
	Rojizo	3
	Marrón	4
	Oscuro	5
TEXTURA	Fina	1
	Media	2
	Gruesa	3
BRILLO	Sin brillo	0
	Bajo	1
	Medio	2
	Alto	3
PESO	Liviano	1
	Levemente pesado	2
	Pesado	3
GRANO	Recto	1
	Oblicuo/Inclinado	2
	Entrecruzado	3
VETEADO O FIGURA	Arcos superpuestos en U	Ausencia: 0 Presencia: 1
	Arcos superpuestos en V	
	Bandas paralelas	
	Jaspeado	
	Satinado	

Mientras que, para las características anatómicas la estandarización de variables se realizó usando variables dicotómicas, cero (0) para destacar ausencia de la característica y uno (1) para destacar la presencia de la característica (Figura 8).

Figura 8. *Representación gráfica de la estandarización de variables de las características anatómicas*

Variables

N_ cientifico	A_crec_au	A_poroso	A_semipo	A_poros_(	V_bandas	V_patron
Acacia macracantha_x	0	0	0	1	0	1
Alibertia edulis	1	0	0	1	0	1
Allophylus spp.	0	0	0	1	0	1
Alnus acuminata_x	0	0	0	1	0	1
Anadenanthera colubrina	0	0	0	1	0	1
Aniba sp.01	0	0	0	1	0	1
Aniba sp.02	1	0	0	1	0	1
Annona cherimola_x	1	0	0	1	0	1
Brugmansia arborea	1	0	0	1	0	0
Bursera graveolens	0	0	0	1	0	1
Cananga odorata	1	0	0	1	0	1
Cecropia peltata	1	0	0	1	0	1
Cedrela montana	0	0	0	1	0	1
Cedrela odorata_x	0	0	0	1	0	1

⇨ **Ausencia**

⇨ **Presencia**

El análisis de conglomerados o clústeres se realizó con una clasificación no supervisada; es decir, no se ingresó datos de entrenamiento por parte del usuario. Este análisis utilizó el paquete {*tidyverse*}, y se ejecutó mediante la función Hierarchical Clustering *hclust()* la cual realiza la agrupación jerárquica, la función *dist()* para establecer el tipo de distancia de similitud, y la función *plot()* para establecer el método de clasificación no supervisada. Para mejorar la visualización de los dendogramas en R se utilizó funciones del paquete {*denextend*}.

Los métodos de clasificación no supervisada que se evaluaron fueron: "ward.D", "ward.D2", "single", "complete","average", "mcquitty", "median" o "centroid". Sin embargo, teniendo presente que existen dos importantes tipos de análisis clúster: método jerárquico y no jerárquico; y que la finalidad del estudio es determinar la similitud entre las especies forestales de las provincias de Loja y Zamora-Chinchipe, se trabajó con el método jerárquico de tipo asociativo o aglomerativo (Ward.D2) con distancias euclidianas como medida de asociación o similaridad. Debido a que este método crea grupos homogéneos que parten de un solo grupo que contiene todos los datos

analizados; y a través de sucesivas divisiones forman grupos más pequeños construyendo un árbol de clasificación o dendrograma (De la Fuente, 2011; Armijos, 2019).

También se aplicó la función *scale()* pues esta es una función genérica cuyo método predeterminado centra y/o escala las columnas de una matriz numérica con el objeto de evitar que algunas variables dominen al resto.

Es así que las funciones para la creación y visualización del dendrograma en el Anexo 7 se puede ver el código completo.

3.4.2. Análisis de datos para coníferas

Esta investigación incluyó cuatro especies gimnospermas o coníferas, dos especies de la familia Podocarpaceae (*Podocarpus oleifolius y Prumnopitys montana)*, una especie de la familia Pinaceae (*Pinus patula*) y una especie de la familia Cupressaceae (*Cupressus macrocarpa).* Dos especies pertenecientes a bosque húmedo (*P. oleifolius* y *P. montana)* y dos a bosque andino (*C. macrocarpa y P. patula)* (Tabla 3). La descripción anatómica de estas especies se realizó mediante la lista estándar de identificación microscópica de maderas de coníferas establecida por Richter et al (2004) de la IAWA Committee.

En el caso de coníferas no se realizó un análisis de conglomerados o dendrogramas, sino una caracterización manual de cada especie, esto debido al reducido número de especies en este grupo. Pues para poder usar herramientas de visualización grafica de procesamiento y análisis se requiere de un número grande de datos, y con las especies de coníferas estudiadas sucede lo contrario, pues el número de variables fue reducido a diferencia de especies forestales latifoliadas.

3.5. Validación de resultado de análisis estadístico

Se identificó las especies forestales latifoliadas agrupadas por el dendrograma con el fin de realizar una evaluación de cada conglomerado para comparar manual y detalladamente sus propiedades organolépticas, físicas y características anatómicas comunes. Se nombró cada

grupo dependiendo de las especies más relevantes o de importancia que lo conformen, para facilitar su identificación y caracterización.

Además, se realizó una selección del par de especies con menor distancia de similitud tomando en cuenta aquellas de importancia ecológica y forestal. Se describió las especies seleccionadas y se detalló las principales características comunes.

3.6. Metodología para determinar la similitud de la densidad básica con las propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas de la madera

Para conocer la similitud de la densidad básica con las propiedades y características de la madera, se inició categorizando las especies forestales de acuerdo con su densidad básica en base a la clasificación propuesta por la exJunta del Acuerdo de Cartagena en el Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino publicado a través de los Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de Recurso Forestales Tropicales (PADT-REFORD) citada por Ganzhi (2006).

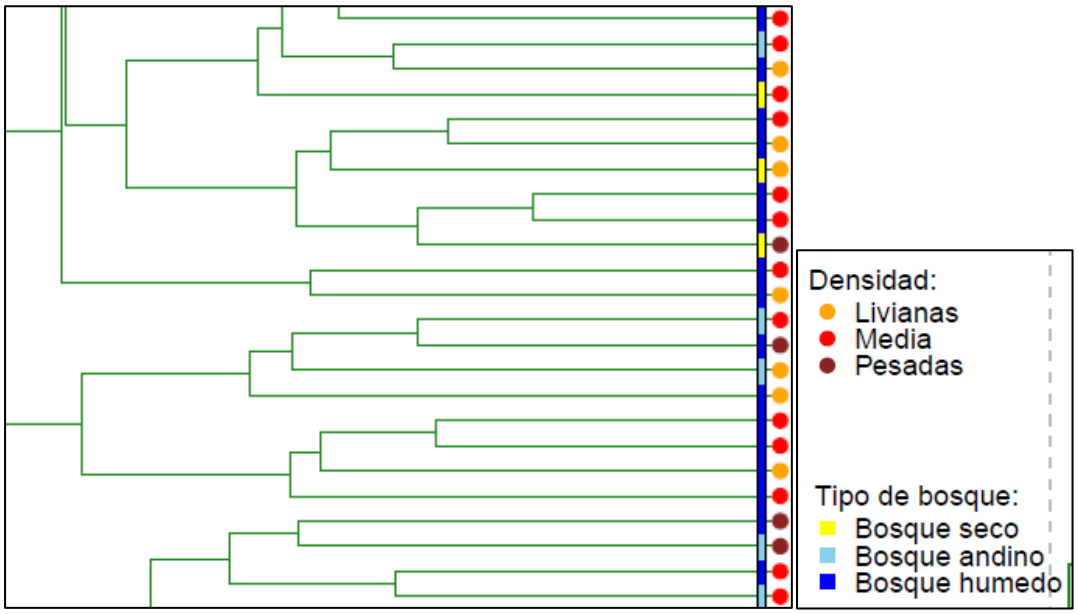
Con el fin de reducir el número de categorías se adaptó la clasificación a tres (Tabla 5):

Tabla 5. *Rangos para categorización de densidad básica de las maderas según el Acuerdo de Cartagena* (Ganzhi, 2006).

Categoría	Rango (densidad – g/cm3)
Maderas livianas	< 0, 40
Maderas semipesadas	0, 42 – 0, 70
Maderas pesadas	> 0, 71

Una vez categorizada cada especie de acuerdo con su densidad básica se procedió a editar un nuevo script R (Anexo 7) para una mejor identificación en la clasificación de especies en el dendrograma. La *densidad* fue señalada con un símbolo circular de tres diferentes colores; y el *tipo de bosque* mediante un símbolo cuadrangular con tres colores distintos (Figura 9).

Figura 9. *Dendrograma con símbolos de colores para señalar las maderas de acuerdo a su densidad básica (círculos) y tipo de bosque (rectángulos).*



Así mismo, se realizó un dendrograma individual para cada grupo de propiedades (físicas y organolépticas) y características anatómicas, esto para identificar y analizar los conglomerados con más facilidad, y reconocer y analizar cómo se agruparon las especies tomando en cuenta la densidad de su madera. Es así que, para realizar un análisis más puntual se seleccionó el par de especies con la menor distancia.

3.7. Metodología para determinar la relación de la densidad básica con las propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas de la madera

Para conocer e identificar la relación de la densidad básica con las 84 propiedades de la madera evaluadas se procedió a realizar un análisis de correlación de Pearson. Este análisis se realizó usando el programa estadístico R (R Development CoreTeam, 2008) junto con el software de manejo y visualización RStudio como ambiente de desarrollo integrado (Versión 1.1.463–© 2009-2018 RStudio, Inc.).

Para este análisis se utilizó la base de datos de las 91 especies forestales de latifoliadas previamente depurada y estandarizada. Con la función *cor( )* se obtuvo la matriz de correlaciones pareadas, y con la función *cor_pmat( )* de la librería *rstatix{ }* la matriz de valores p. Mediante el

uso del paquete estadístico *{ggplot2}* y la función *ggcorrplot( )* se hizo la representación gráfica y se obtuvo un correlograma con los índices de correlación obtenidos de la relación de la densidad básica con cada propiedad física, organoléptica y característica anatómica.

El análisis de correlación realizado se representó mediante un correlograma que permitió identificar las propiedades y características con las que se asocia la densidad básica de la madera. Se usó un p-valor de 0.05, con el fin de ampliar la asociación estadísticamente significativa. Esto, nos permitió identificar fácilmente las propiedades y características con las que se asocia densidad básica. Ver el código completo de la realización de los correlogramas en el Anexo 7.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterización de especies forestales

De las 95 especies forestales distribuidas al sur de Ecuador, en las provincias de Loja y Zamora-Chinchipe se identificó un total de 44 familias botánicas, siendo las más abundantes la familia Fabaceae con siete géneros y 11 especies, seguida de la familia de Lauraceaes con cuatro géneros y seis especies. Los géneros más representativos fueron *Inga* (cuatro especies) y *Cinchona (*dos especies*).* Así mismo, *Jacaranda* (tres especies) y *Handroanthus (*tres *especies)*, ambos géneros de la familia Bignoneaceae.

De toda la colección, se identificó 34 especies de bosque andino, 13 especies de bosque seco y 48 de bosque húmedo del sur de Ecuador (Tabla 6).

Tabla 6*. Especies estudiadas por tipo de bosque*

Tipo de bosque	Número de especies
Bosque andino	34
Bosque húmedo	48
Bosque seco	13
Total	95

Además, del total de especies estudiadas 91 son latifoliadas y sólo cuatro son coníferas. Dos coníferas fueron de bosque andino y son especies exóticas (C*upressus macrocarpa* y *Pinus patula*), y las dos de bosque húmedo (*Podocarpus oleifolius* y *Prumnopitys montana*) son nativas.

La densidad de la madera de las 95 especies tuvo un rango entre 0,15 g/cm^3 a 1,60 g/cm^3, el contenido de humedad de 15,3 % a 205 %, y la contracción volumétrica de 0 % a 2,4 % como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7.*Contenido de humedad, densidad básica o peso específico y contracción volumétrica de la madera 95 especies forestales del sur de Ecuador.*

N°	*Nombre científico*	Nombre común	Contenido de humedad (%)	Densidad básica (g/cm^3)	Contracción volumétrica (%)
1	*Acacia macracantha*	Faique	49,36	0,81	1,65
2	*Alibertia edulis*	Juan colorado	58,02	0,56	0,95
3	*Allophylus spp.*	Shiringo	52,38	0,43	0,13
4	*Alnus acuminata*	Aliso	103,60	0,42	1,10
5	*Anadenanthera colubrina*	Wilco	76,13	0,68	1,81
6	*Aniba sp.01*	Amarillo	84,47	0,40	1,67
7	*Aniba sp.02*	Amarillo	91,30	0,19	0,98
8	*Annona cherimola*	Chirimoya	34,15	0,69	0,55
9	*Brugmansia arborea*	Huando	108,70	0,50	0,95
10	*Bursera graveolens*	Palo santo	81,50	0,30	0,40
11	*Cananga odorata*		52,39	0,39	0,87
12	*Cecropia peltata*	Guararo	56,06	0,24	0,83
13	*Cedrela montana*	Cedro	59,09	0,48	0,65
14	*Cedrela odorata*	Cedro	55,72	0,49	0,88
15	*Cedrela sp.*	Cedro	20,00	0,42	1,00
16	*Cedrelinga cateniformis*	Zeique	23,56	0,82	0,85
17	*Chionanthus pubescens*	Arupo	34,00	0,89	0,30
18	*Chrysophyllum cainito*	Yarazo	68,40	0,70	2,20
19	*Cinchona macrocalyx*	Cascarilla	43,63	0,65	1,20
20	*Cinchona officinalis*	Cascarilla	61,48	0,79	1,35
21	*Clarisia racemosa*	Pituca	94,16	0,75	0,55
22	*Clethra revoluta*	Almizcle	122,80	0,51	0,30
23	*Clusia ducuoides*	Duco	84,42	0,62	1,30
24	*Colicodendron scabridum*	Sapote de perro	30,66	0,82	0,17
25	*Cordia alliodora*	Laurel costeño	72,22	0,37	1,70
26	*Critoniopsis pycnantha*	Tunash	60,16	0,62	1,43
27	*Croton lechleri*	Sangre	60,87	0,42	1,40

N°	*Nombre científico*	Nombre común	Contenido de humedad (%)	Densidad básica (g/cm^3)	Contracción volumétrica (%)
28	*Croton wagneri*	Moshquera	55,22	0,55	1,60
29	*Cupressus macrocarpa*	Cipré	74,26	0,67	4,20
30	*Dacryodes peruviana*	Copal	52,10	0,55	0,34
31	*Drimys granadensis*	Cascarilla picante	174,74	0,41	0,26
32	*Erythrina edulis*	Porotillo	132,00	0,39	0,85
33	*Erythrina velutina*	Porotillo	182,65	0,41	1,57
34	*Eucalyptus globulus*	Eucalipto	39,25	1,06	2,12
35	*Eucalyptus grandis*	Eucalipto rosado	88,50	0,48	0,00
36	*Ficus aff. cuatrecasana*	Higuerón	45,70	0,69	0,77
37	*Ficus insipida*	Yamiro	83,04	0,55	0,96
38	*Ficus sp.*	Higuerón	91,32	0,44	1,00
39	*Grias peruviana*	Apai	43,84	0,76	0,73
40	*Guarea kunthiana*	Yanzao	69,00	0,48	1,07
41	*Gynoxys nitida*	Tunash	63,93	0,58	0,58
42	*Handroanthus billbergii*	Guayacan	17,62	0,96	0,31
43	*Handroanthus chrysanthus*	Guayacán	19,11	0,88	2,04
44	*Handroanthus serratifolius*	Guayacán	26,76	1,00	0,20
45	*Heliocarpus americanus*	Balsilla	205,37	0,22	0,94
46	*Ilex guayusa*	Guayusa	83,75	0,56	1,14
47	*Ilex weberlingii*	Dishindó	62,70	0,60	1,35
48	*Inga densiflora*	Guaba	93,08	0,40	0,09
49	*Inga insignis*	Guabo	60,98	0,56	1,02
50	*Inga marginata*	Guabillo	63,49	0,67	0,98
51	*Inga oerstediana*	Guaba	41,70	0,59	0,16
52	*Jacaranda copaia*	Arabisco	60,31	0,44	1,44
53	*Jacaranda mimosifolia*	Arabisco	37,84	0,53	1,12
54	*Jacaranda sparrei*	Arabisco	15,30	0,54	1,40
55	*Juglans neotropica*	Nogal	59,57	0,51	1,35
56	*Lafoensia acuminata*	Guararo	48,71	0,72	1,24

N°	*Nombre científico*	Nombre común	Contenido de humedad (%)	Densidad básica (g/cm^3)	Contracción volumétrica (%)
57	*Miconia sp.*	Miconia	72,58	0,45	0,69
58	*Morella pubescens*	Laurel de cera	86,20	0,57	0,84
59	*Myrcianthes discolor*	Arrayan	68,36	1,16	0,12
60	*Myrsine coriacea*	Cucharo blanco	76,24	0,64	0,91
61	*Nectandra laurel*	Canelo	48,67	0,60	0,22
62	*Ochroma pyramidale*	Balsa	119,81	0,16	0,41
63	*Ocotea aciphylla*	Canelo	29,12	0,63	0,40
64	*Oreopanax rosei*	Pumamaqui	192,15	0,64	0,81
65	*Osteophloeum platyspermum*	Lotería	57,26	0,53	0,79
66	*Otoba gracilipes*	Achotillo	62,40	0,52	0,76
67	*Parkia multijuga*	Wilco	69,35	0,58	0,77
68	*Persea americana*	Aguacate	98,30	0,38	0,18
69	*Persea caerulea*	Paltón	65,35	0,60	0,97
70	*Pinus patula*	Pino	78,84	0,50	0,10
71	*Piptocoma discolor*	Pigue	73,25	0,42	0,10
72	*Podocarpus oleifolius*	Romerillo	43,00	0,45	0,16
73	*Poulsenia armata*	Yamila	33,79	0,55	1,13
74	*Pourouma cecropifolia*	Uvilla	183,08	0,35	0,93
75	*Pouteria sp.01*	Yarazo	50,95	0,77	2,25
76	*Pouteria sp.02*	Sacha Yarazo	69,15	0,67	0,91
77	*Prumnopitys montana*	Romerillo	44,41	0,51	3,94
78	*Prunus dulcis*	Almendro	159,26	0,32	0,29
79	*Prunus serotina*	Capuli	37,48	0,83	0,26
80	*Pseudobombax millei*	Ceibo negro	162,40	0,30	1,23
81	*Salix babylonica*	Sauce	140,60	0,42	0,74
82	*Salix humboldtiana*	Sauce lloron	92,13	0,42	1,39
83	*Schizolobium parahyba*	Pachaco	30,32	0,40	1,78
84	*Styrax subargenteus*	Saquilamo	75,50	0,59	1,04

N°	*Nombre científico*	Nombre común	Contenido de humedad (%)	Densidad básica (g/cm^3)	Contracción volumétrica (%)
85	*Swietenia macrophylla*	Caoba	45,89	0,71	0,72
86	*Syzygium jambos*	Poma rosa	35,39	0,85	0,93
87	*Tectona grandis*	Teca	77,57	0,63	1,74
88	*Terminalia amazonia*	Yumbingue	44,13	0,68	0,99
89	*Theobroma cacao*	Cacao	116,25	0,43	0,61
90	*Triplaris cumingiana*	Fernán Sánchez	64,40	0,41	1,32
91	*Turpinia occidentalis*	Cedrillo	75,50	0,32	0,00
92	*Virola sebifera*	Sangre	61,97	0,50	0,80
93	*Vochysia biloba*	Bella maría	80,50	0,30	0,65
94	*Vochysia guianensis*	Bella maría	56,77	0,58	0,73
95	*Weinmannia fagaroides*	Cascho	93,91	0,56	2,40

Ver el detalle de todas las propiedades físicas, organolépticas, y características anatómicas de la madera de las especies forestales en el Anexo 6.

4.2. Caracterización de especies latifoliadas

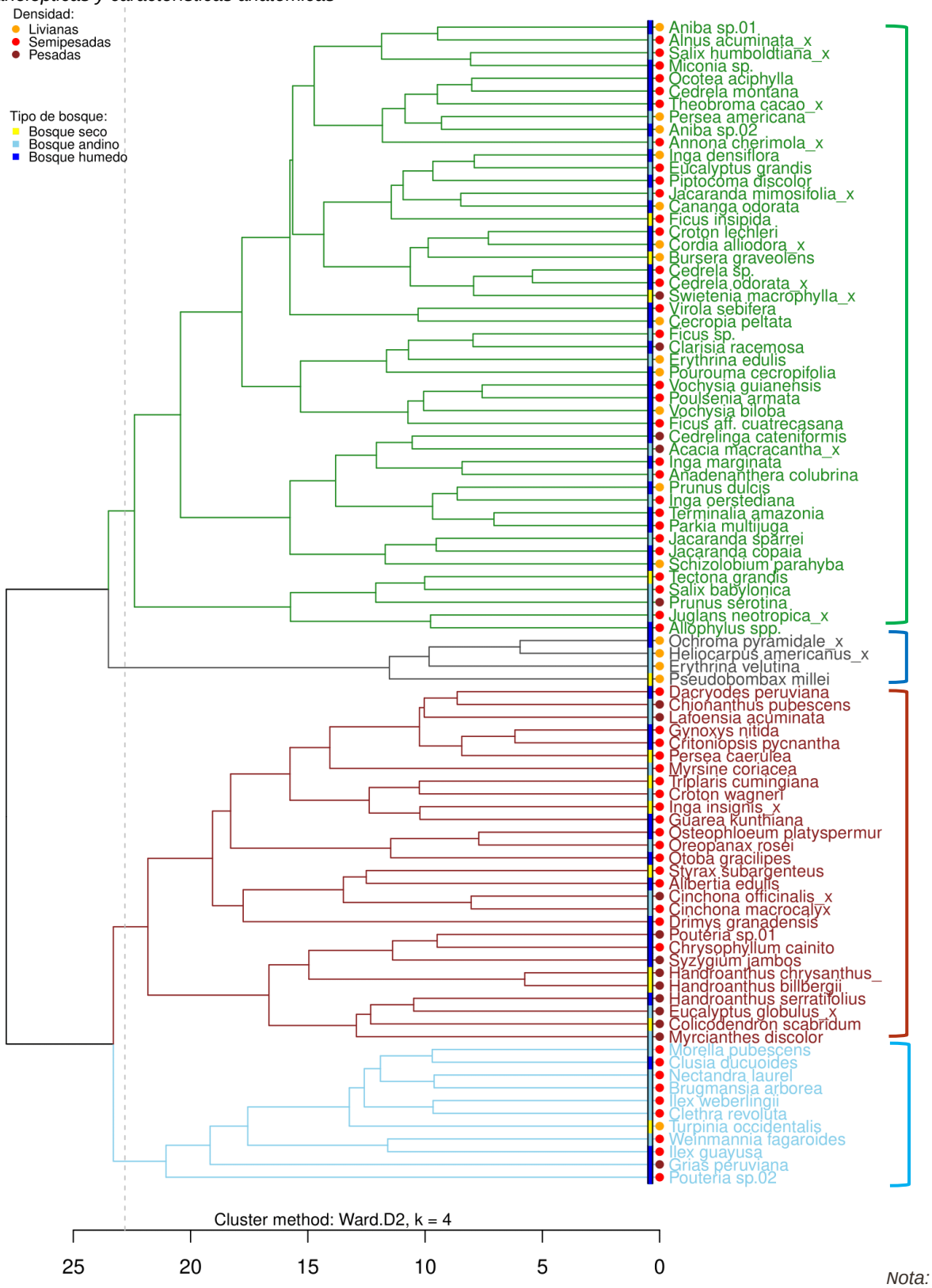
4.2.1. Clasificación y agrupación de especies latifoliadas a través de dendrogramas

Las 91 especies forestales latifoliadas (Angiospermas, Magnoliópsidas, o Dicotiledóneas) de acuerdo con sus características comunes de propiedades físicas, organolépticas, y anatómicas se clasificaron en cuatro grupos principales (Figura 10).

- El primer grupo tuvo 11 especies forestales, representado por *Weinmannia fagaroides, Clethra revoluta, Ilex weberlingii, Brugmansia arborea, Nectandra laurel, Morella pubescens*, etc.
- El segundo grupo se conformó por 28 especies, caracterizado por *Handroanthus chrysanthus, H. billbergii, H. serratifolius, Colicodendron scabridum, Syzygium jambos, Cinchona macrocalyx, C. officinalis, Chionanthus pubescens, Lafoensia acuminata,* etc.
- El tercer grupo se conformó por cuatro especies, *Ochroma pyramidale, Heliocarpus americanus, Pseudobombax millei y Erythrina velutina*.
- Finalmente, el cuarto grupo estuvo conformado por 48 especies se caracterizó por especies como *Cedrela odorata, C. montana, Jacaranda mimosifolia, J. sparrei, J. copaia, Terminalia amazonia, Acacia macracantha, Salix babylonica, S. humboldtiana,* etc.

En las Tablas 8, 9, 10 y 11 se muestran las probetas de madera y cortes anatómicos de todas las especies forestales estudiadas

Figura 10. *Dendrograma de clasificación de 91 maderas de latifoliadas con base en las propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas*

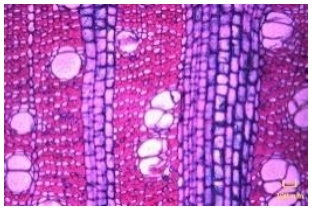
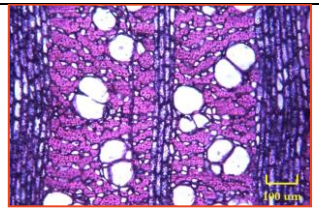
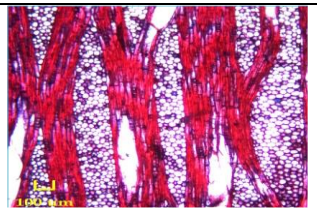
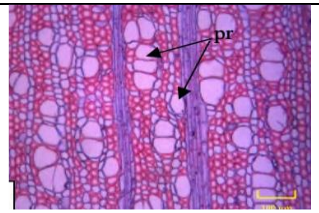
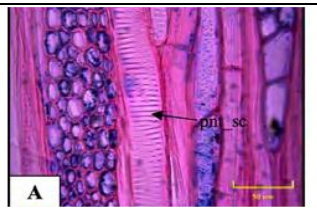
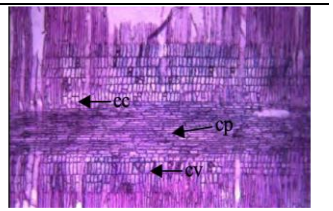
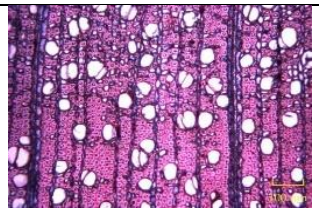
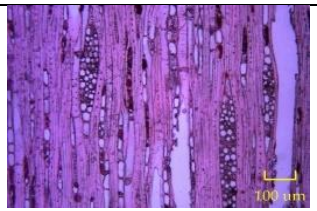
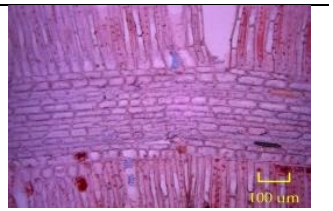


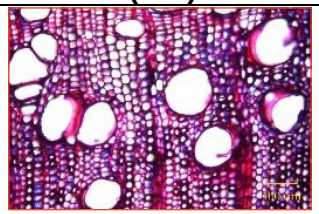
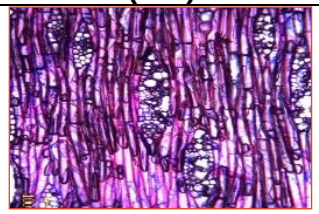
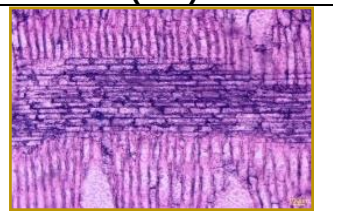
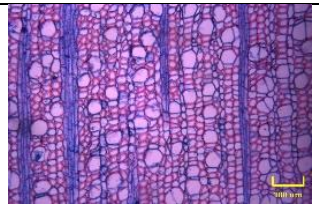
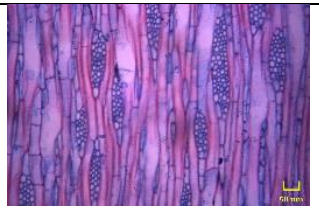
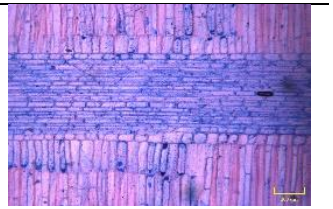
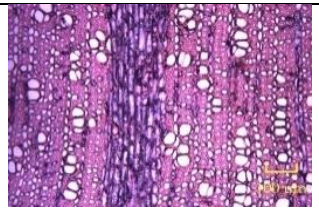
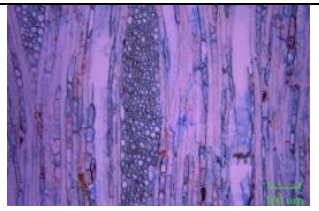
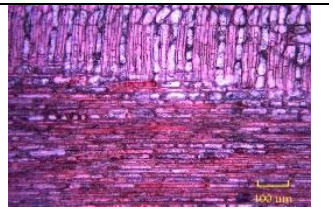
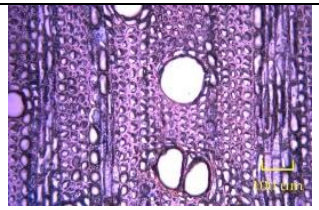
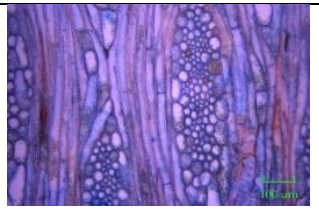
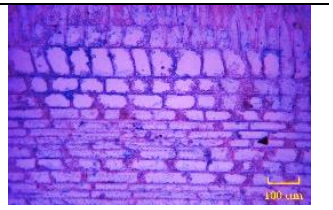
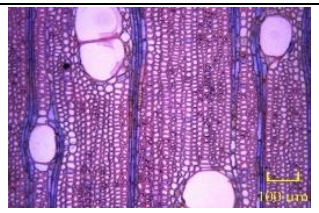
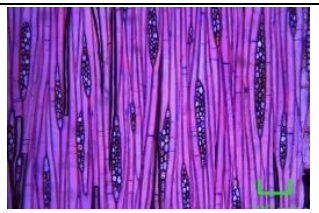
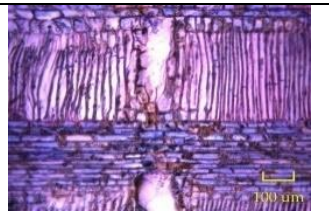
Nota:

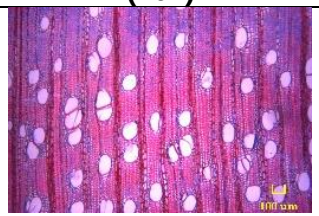
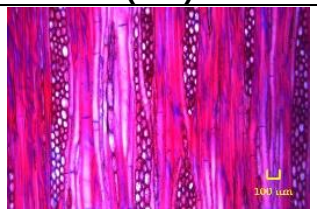
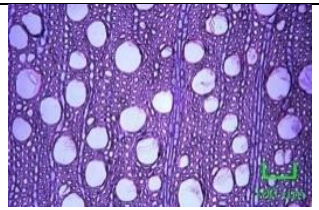
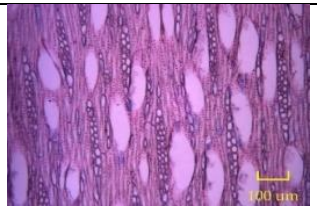
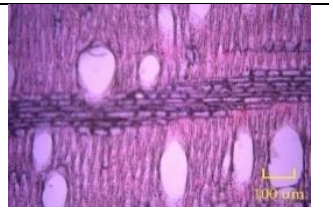
Los círculos de colores indican la densidad de la madera y los rectángulos el tipo de bosque.

El primer grupo o conglomerado del dendrograma lo conforman las especies caracterizadas por tener un peso medio como los Laureles (Tabla 8):

Tabla 8. *Grupo 1 Laureles / Maderas semipesadas: estructura macroscópica y microscópica de la madera*

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Pouteria sp.02 (Yarazo)				
Grias peruviana (Apai o Aguacate de monte)				
Ilex guayusa (Guayusa)				
Weinmannia fagaroides (Cashco)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Turpinia occidentalis (Cedrillo)				
Clethra revoluta (Almizcle)				
Ilex weberlingii (Dishindó)				
Brugmansia arborea (Huando)				
Nectandra laurel (Canelo)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Clusia ducuoides (Duco)				
Morella pubescens (Laurel de cera)				

El Grupo 1 posee las siguientes características comunes:

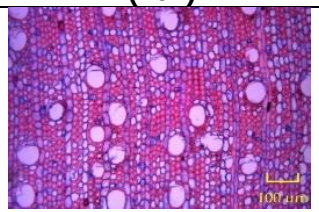
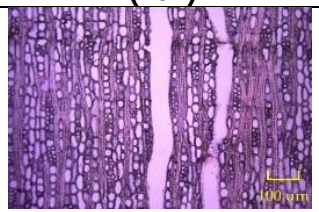
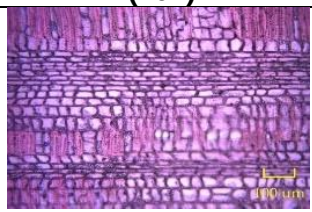
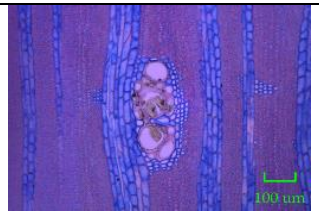
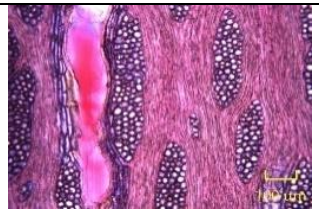
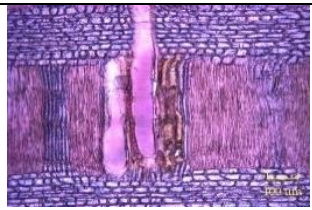
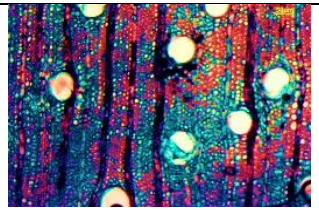
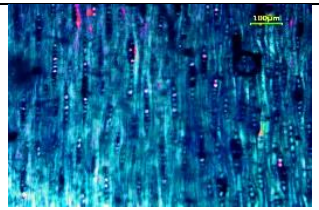
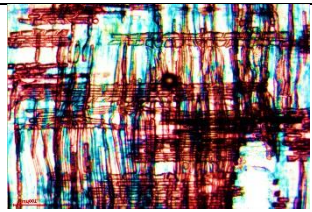
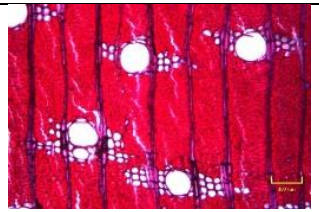
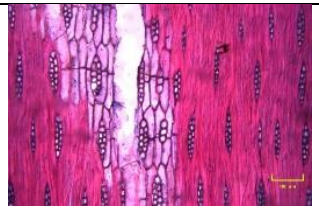
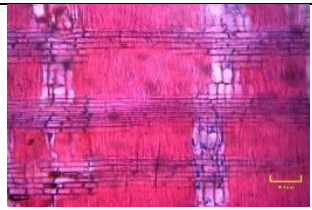
Tabla 9. *Principales características de las especies que forman el Grupo 1*

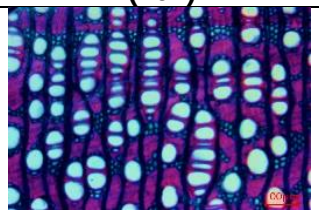
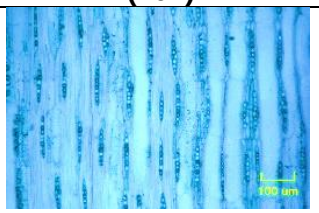
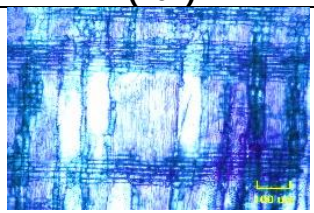
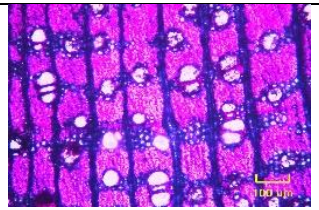
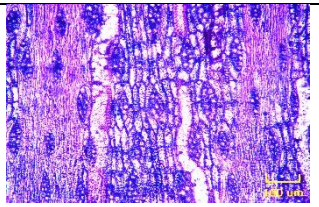
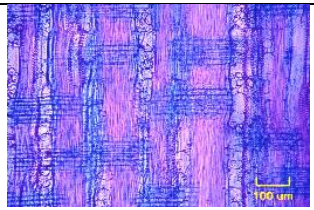
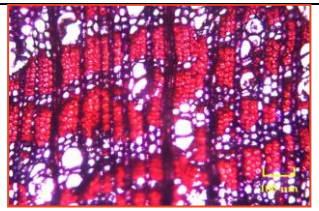
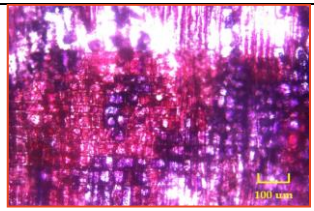
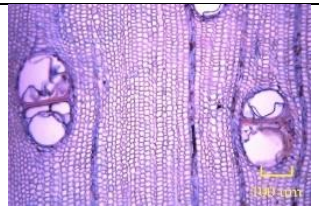
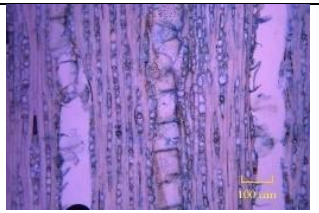
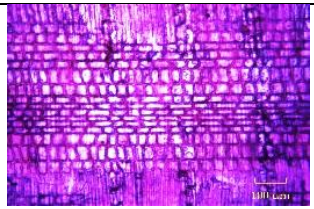
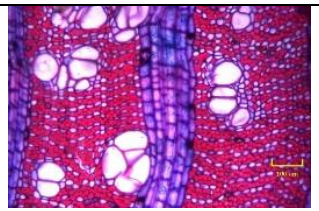
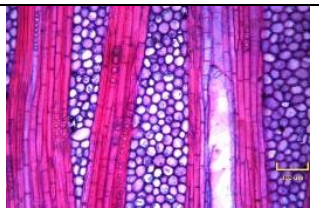
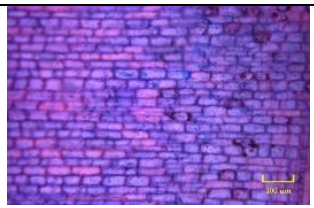
Tipo de característica	***Semejanzas***
Físicas	Alto contenido de humedad, mayor a 60 % Densidad en verde entre 0.89 g/cm^3 y 1.14 g/cm^3 Densidad en equilibrio entre 0.60 g/cm^3 y 0.74 g/cm^3 Densidad básica que oscila entre 0.50 g/cm^3 y 0.67 g/cm^3
Organolépticas	Olor ausente a muy ligero Textura fina Brillo bajo y ausente Levemente pesadas Veteado o figura en satinado

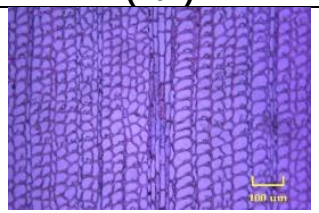
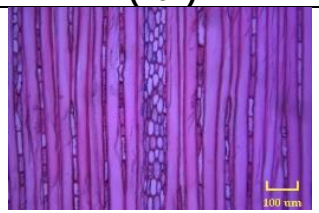
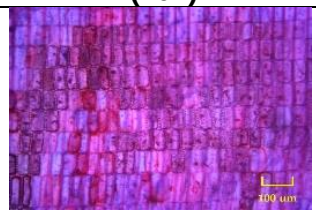
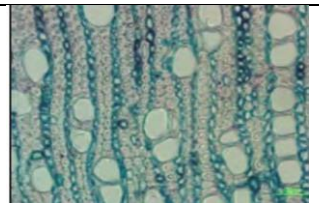
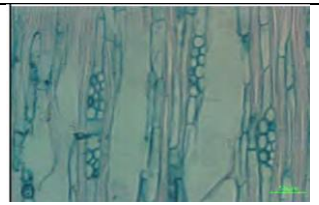
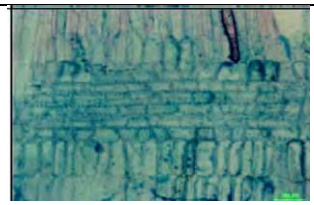
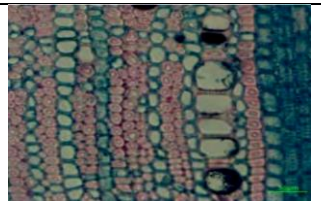
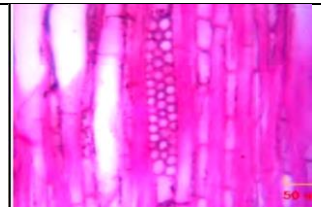
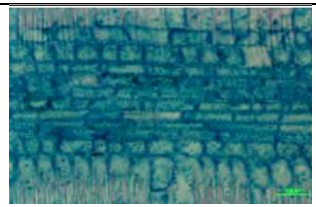
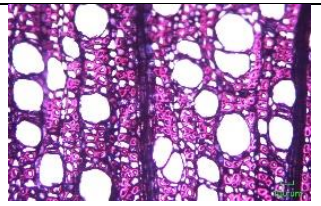
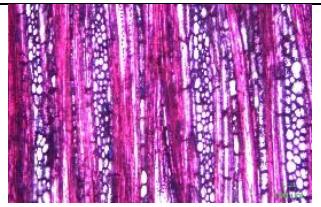
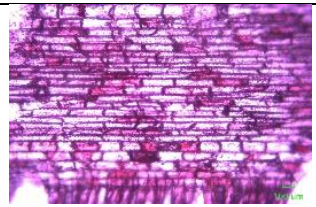
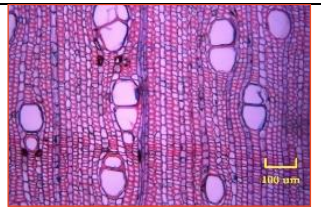
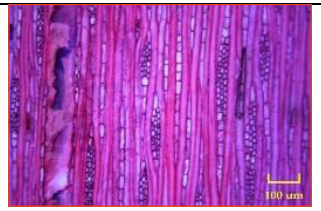
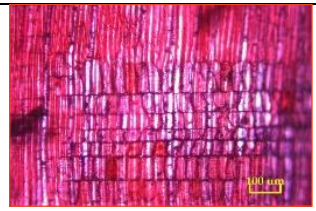
Tipo de característica	*Semejanzas*
	Grano recto e inclinado
Anatómicas	Anillos de crecimiento ausente Poros difusos, dispuestos en patrones dendríticos Perfil de vasos angular Placas de perforación simple y escalariformes Punteaduras pequeñas (4-7 um) Pared de las fibras de delgada a gruesa Parénquima paratraqueal escaso Parénquima axial en bandas marginal Tres a cuatro células por hebra de parénquima Ancho de radios de cuatro a diez series Radios de distintos tamaños Radios de cuerpo procumbente con dos a cuatro filas de células cuadradas y/o verticales marginales

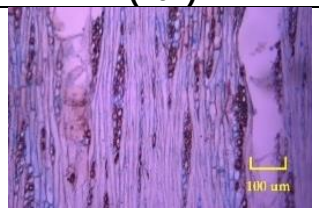
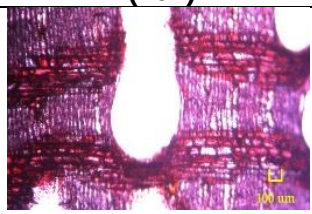
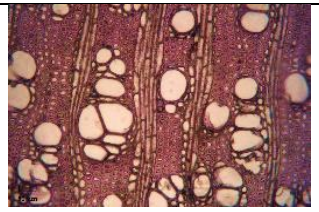
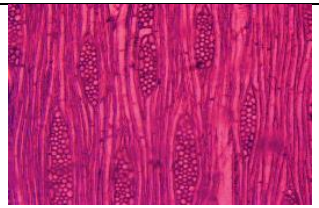
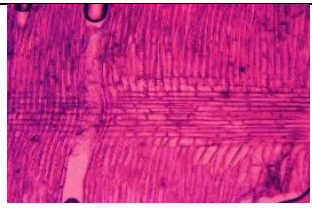
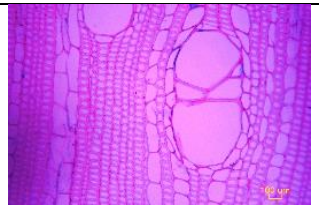
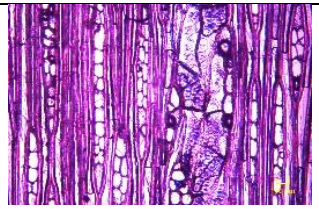
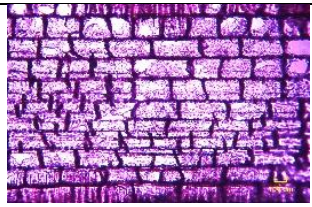
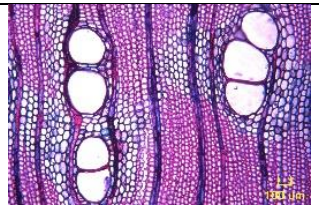
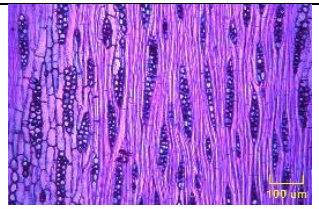
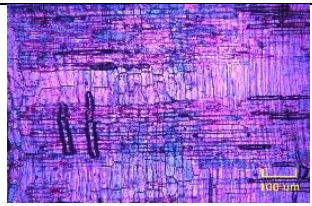
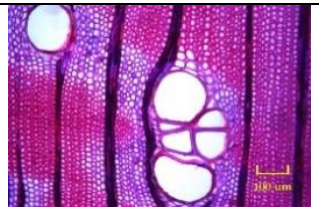
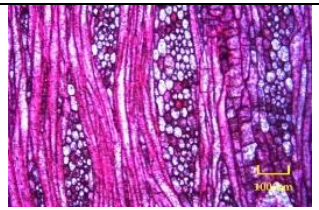
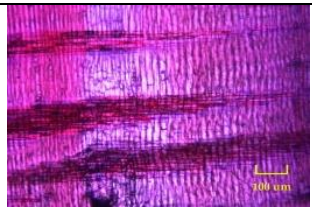
El Grupo 02 de la clasificación lo conformaron las especies caracterizadas por maderas pesadas como el Guayacán, Sapote de Perro, Cascarilla y Arupo (Tabla 10).

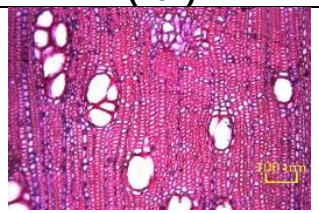
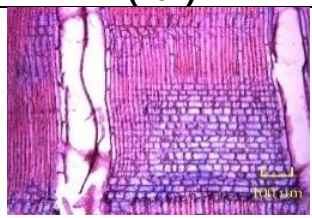
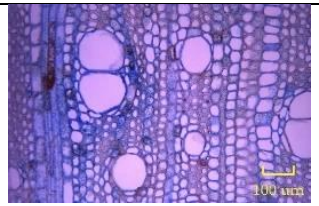
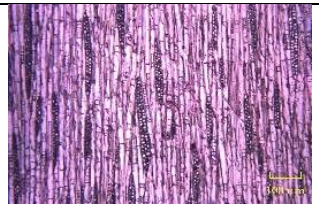
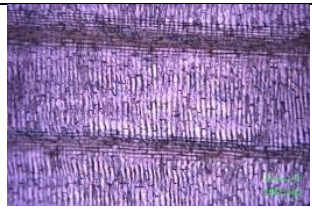
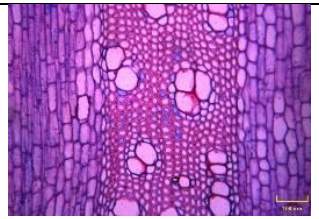
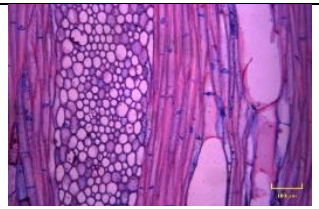
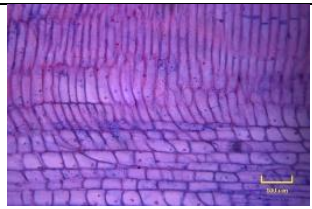
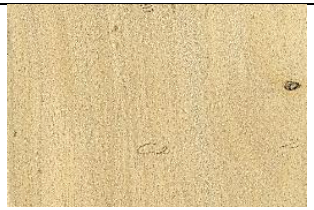
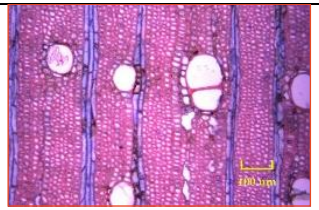
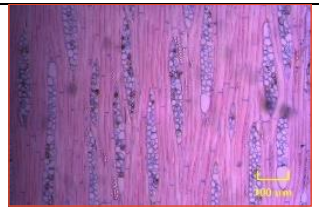
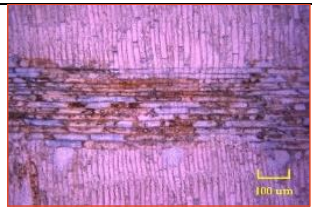
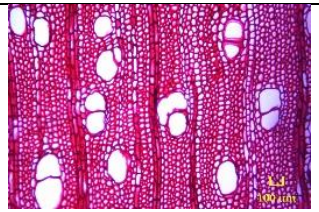
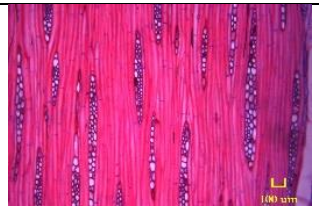
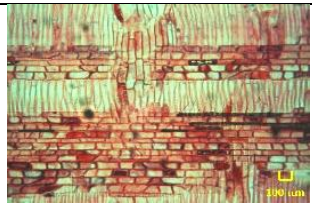
Tabla 10. *Grupo 2 Guayacanes / Maderas pesadas: estructura macroscópica y microscópica de la madera*

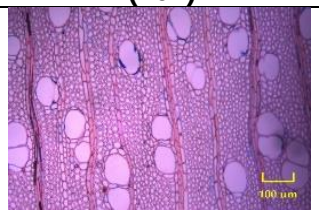
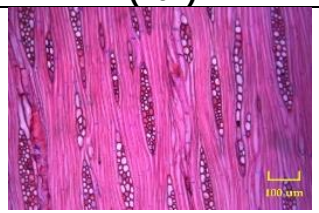
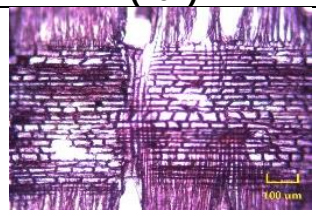
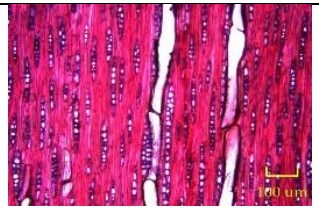
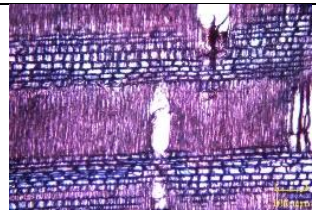
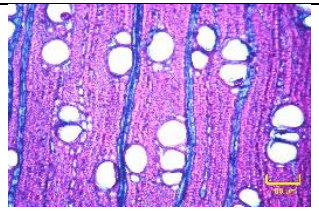
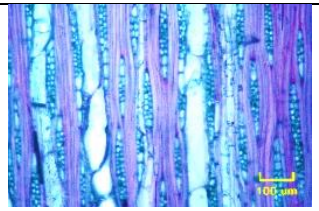
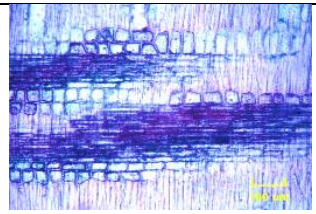
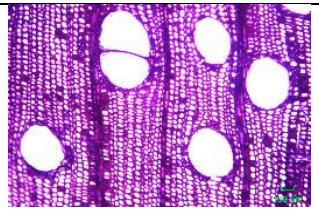
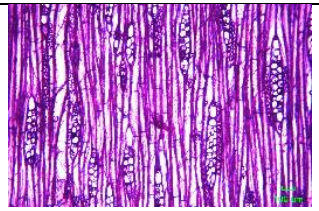
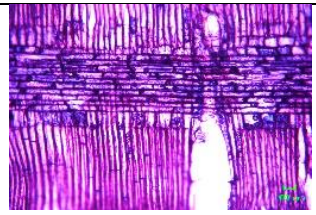
Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Myrcianthes discolor (Arrayán)				
Colicodendron scabridum (Sapote de perro)				
Eucalyptus globulus (Eucalipto)				
Handroanthus serratifolius (Guayacán)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Handroanthus billbergii (Guayacán)				
Handroanthus chrysanthus (Guayacán)				
Syzygium jambos (Poma rosa)				
Chrysophyllum cainito (Yarazo)				
Pouteria sp.01 (Yarazo)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Drimys granadensis (Cascarilla picante)				
Cinchona macrocalyx (Cascarilla)				
Cinchona officinalis (Cascarilla)				
Alibertia edulis (Juan colorado)				
Styrax subargenteus (Saquilamo)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Otoba gracilipes (Achotillo)				
Oreopanax rosei (Pumamaqui)				
Osteophloeum platyspermum (Lotería)				
Guarea kunthiana (Yanzao)				
Inga insignis (Guabo)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Croton wagneri (Moshquera)				
Triplaris cumingiana (Fernán Sánchez))				
Myrsine coriacea (Cucharo blanco)				
Persea caerulea (Paltón)				
Critoniopsis pycnantha (Tunash)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Gynoxys nitida (Tunash)				
Lafoensia acuminata (Guararo)				
Chionanthus pubescens (Arupo)				
Dacryodes peruviana (Copal)				

Las características comunes del Grupo 2 se indican en la Tabla 11:

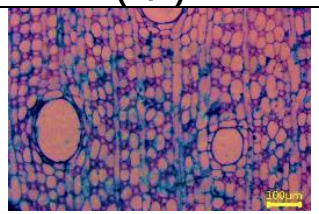
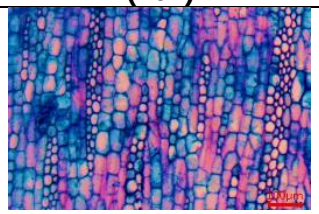
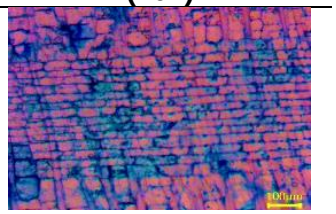
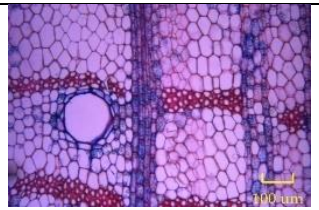
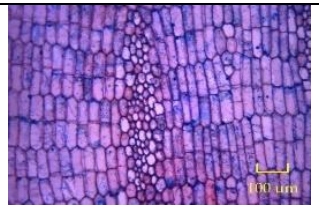
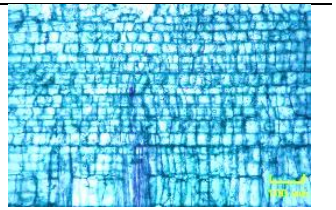
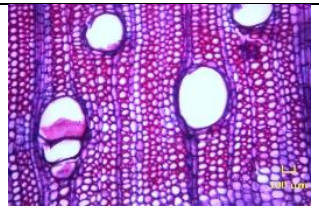
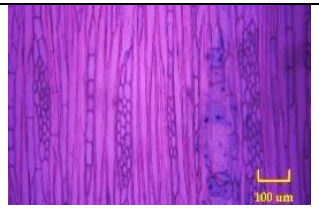
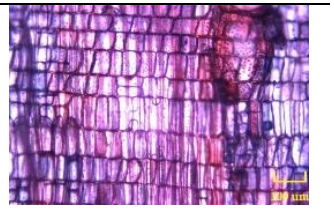
Tabla 11. *Características comunes de la madera de las especies del Grupo 2 (Guayacanes / Maderas pesadas)*

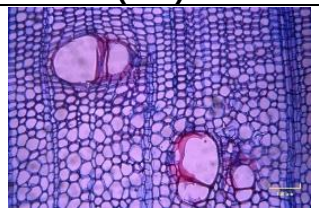
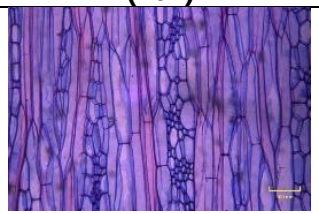
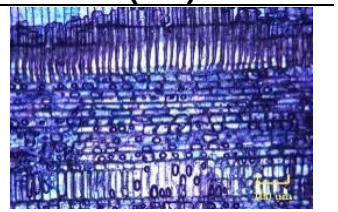
Tipo de característica	***Semejanzas***
Físicas	Contenido de humedad de 50 % a 75 %
	Densidad en verde mayor a 0.70 g/cm^3
	Densidad anhidro mayor a 0.50 g/cm^3
	Densidad básica de 0.50 g/cm^3 a 0.90 g/cm^3
	Contracción volumétrica alta
Organolépticas	Olor suave o ligero
	Predominan maderas oscuras y marrones
	Textura media
	Maderas pesadas y medianamente pesadas
	Figura o veteado en arcos superpuestos en U y V combinado con bandas paralelas
	Grano recto e inclinado
Anatómicas	Anillos de crecimiento ausente
	Anillos con poros difusos
	Vasos dispuestos en patrones radiales y agrupados en grupos radiales
	Placas de perforación simple
	Punteaduras alternas
	Presencia de tilosis común, esclerótica y otras gomas
	Pared de las fibras de delgada a gruesa y gruesa
	Parénquima axial difuso
	Parénquima paratraqueal escaso

Tipo de característica	*Semejanzas*
	Desde dos a cuatro células por hebra de parénquima
	Ancho de radios de una a tres series
	Radios de tamaños distintos
	Radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales

El Grupo 3 o tercer conglomerado de maderas lo conformaron las especies de maderas livianas como la Balsa, ver Tabla 12.

Tabla 12. *Grupo 3 Balsas / Maderas livianas: estructura macroscópica y microscópica de la madera*

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Pseudobombax millei (Ceibo negro)				
Erythrina velutina (Porotillo)				
Heliocarpus americanus (Balsilla)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Ochroma pyramidale (Balsa)				

Las características comunes del tercer grupo se indican en la Tabla 13:

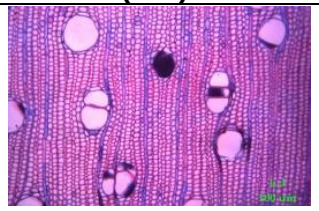
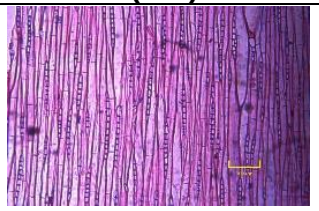
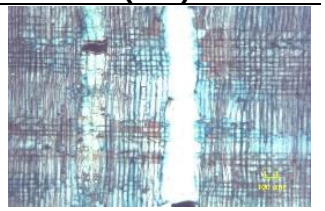
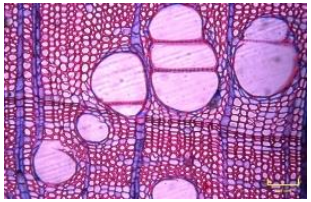
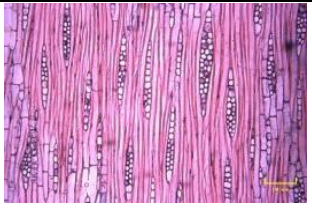
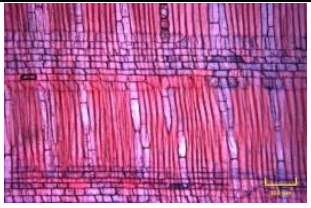
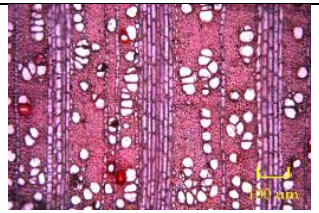
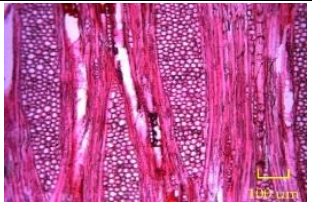
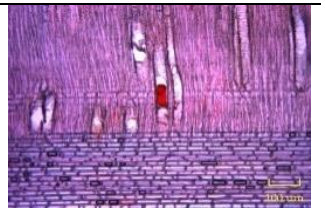
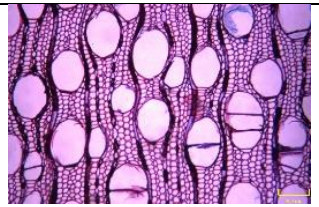
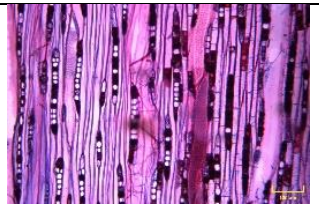
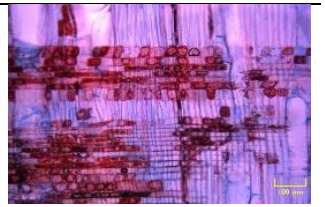
Tabla 13. *Características comunes de la madera de las especies del Grupo 3 (Balsas / Maderas livianas)*

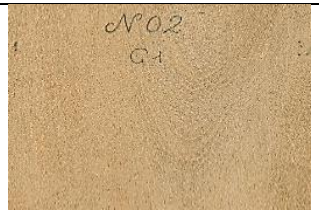
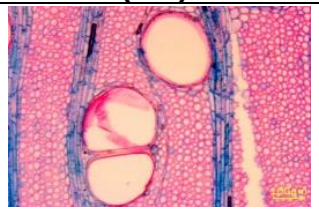
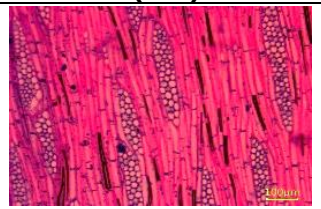
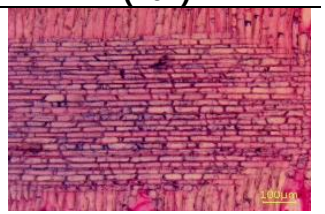
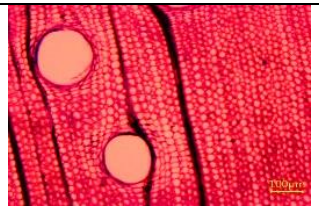
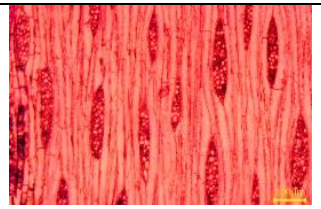
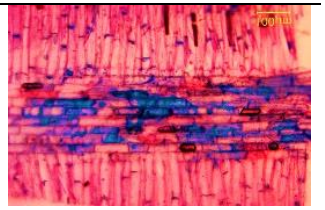
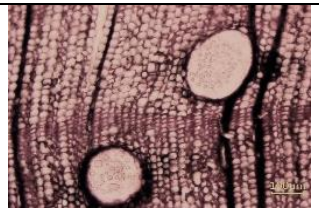
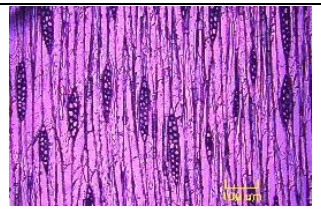
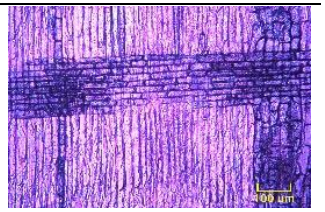
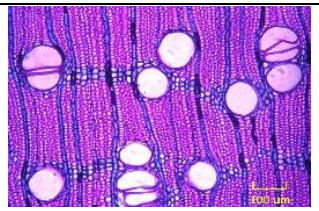
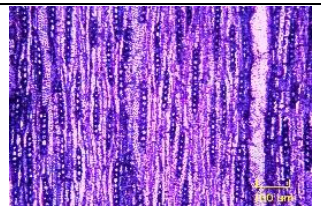
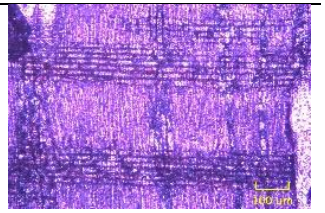
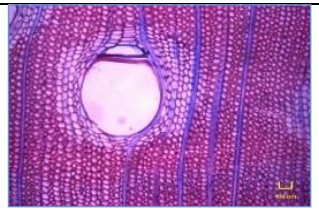
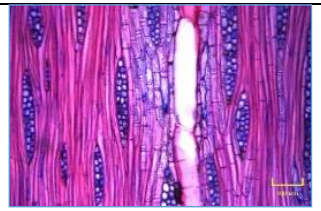
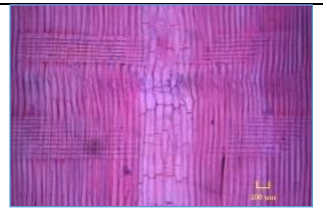
Tipo de característica	***Semejanzas***
Físicas	Alto contenido de humedad de 119% a 205%
	Densidad en equilibrio de 0,20 g/cm^3 a 0,38 g/cm^3
	Densidad anhidra de 0,17 g/cm^3 a 0,37 g/cm^3
	Densidad básica inferior a 0,41 g/cm^3
	Contracción volumétrica alta
Organolépticas	Olor ausente
	Maderas claras
	Textura media
	Brillo ausente y ligero
	Maderas livianas
	Veteado en satinado
	Grano recto
Anatómicas	Anillos de crecimiento ausente

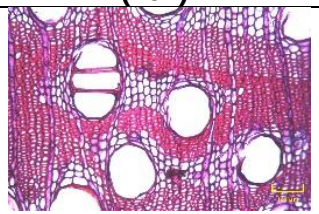
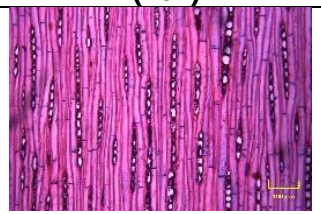
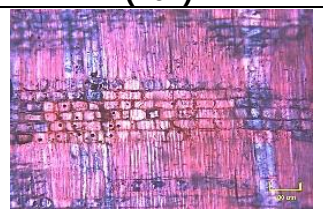
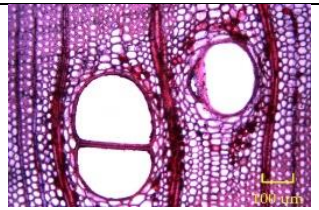
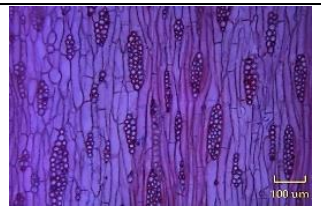
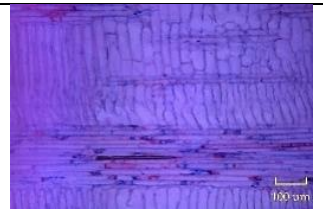
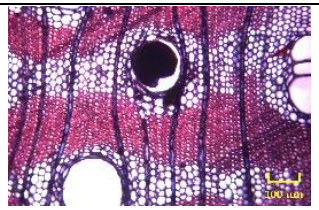
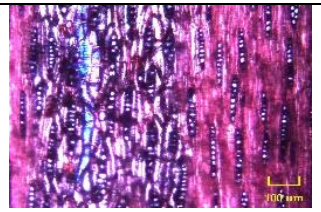
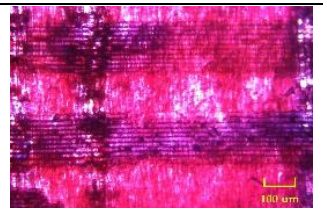
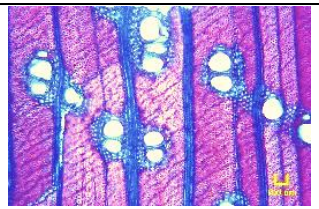
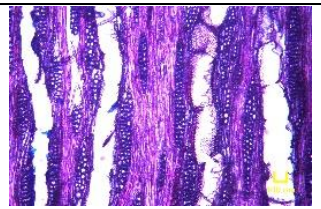
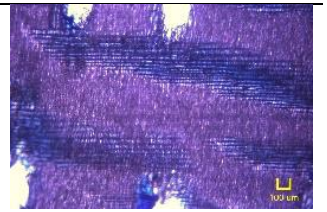
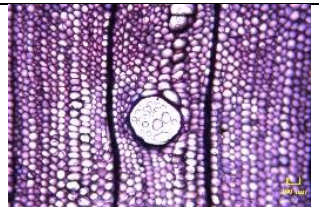
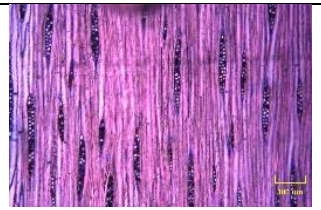
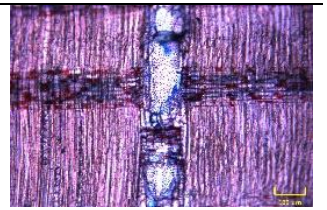
Tipo de característica	*Semejanzas*
	Anillos con poroso difusos
	Vasos solitarios dispuestos en patrones radiales
	Punteaduras alternas
	Punteaduras de tamaño medio (7-10 um)
	Pared de las fibras delgada
	Parénquima axial difuso en agregados
	Parénquima axial paratraqueal vasicéntrico
	Tres a cuatro células por hebra de parénquima
	Parénquima axial o lignificado
	Ancho de radios de cuatro a diez series
	Radios agregados y de tamaño distinto
	Radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales

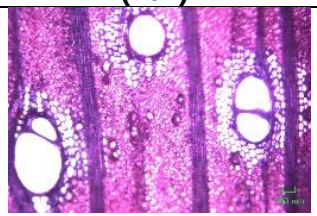
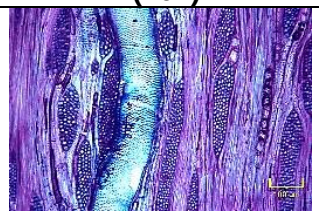
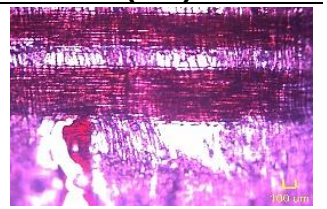
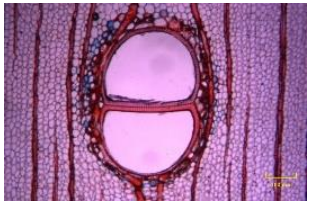
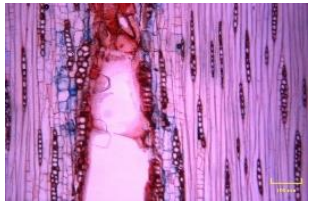
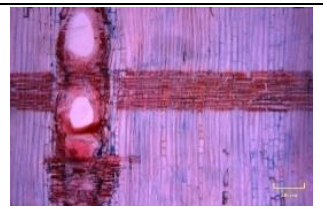
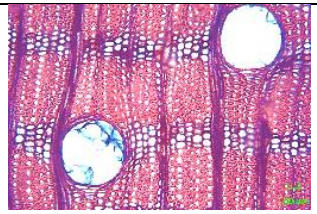
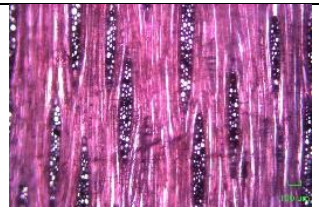
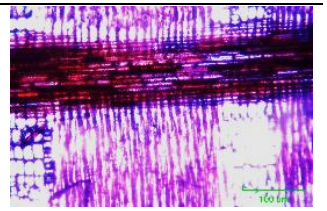
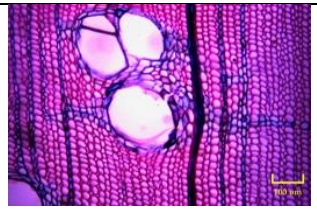
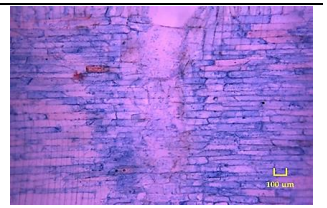
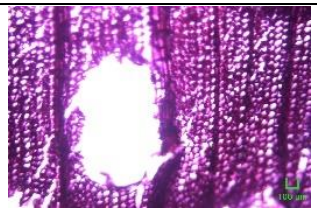
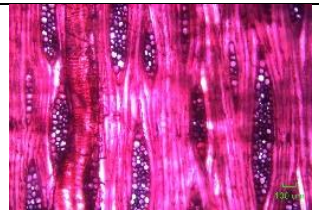
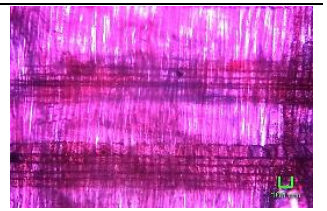
El Grupo 4 o cuarto conglomerado del dendrograma lo conforman las especies de maderas porosas como los Cedros, Arabiscos, Nogal, y Sauces (Tabla 14).

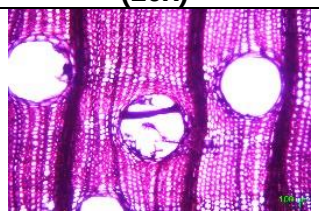
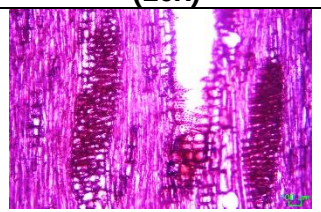
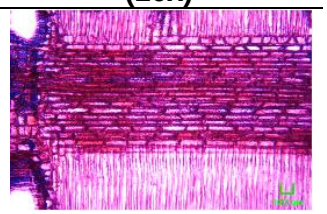
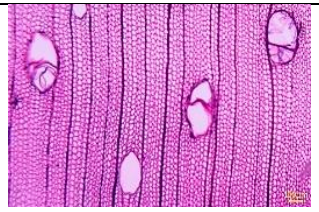
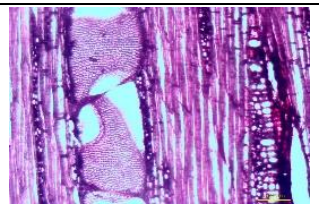
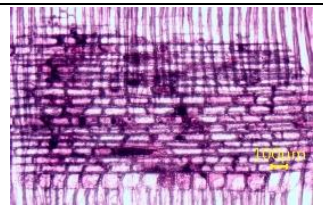
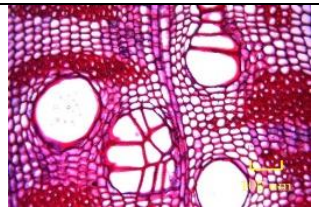
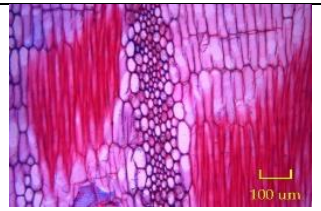
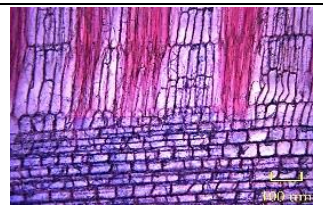
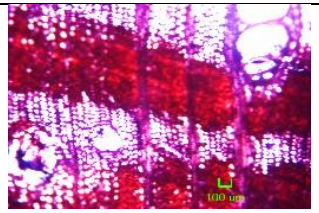
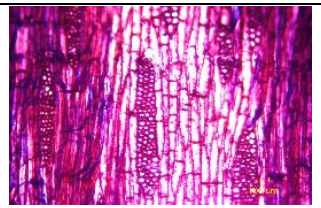
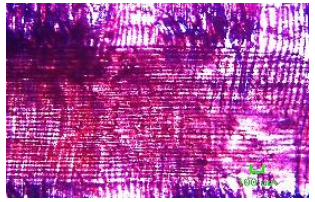
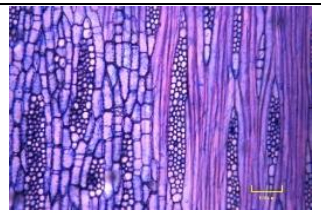
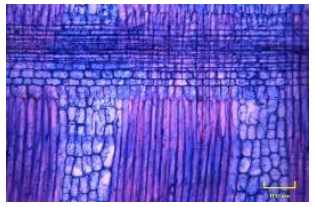
Tabla 14. *Grupo 4 Cedros / Maderas porosas: estructura macroscópica y microscópica de la madera*

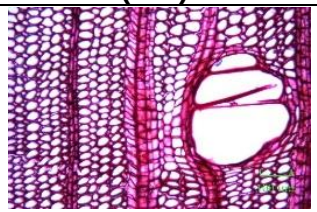
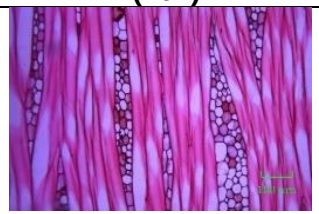
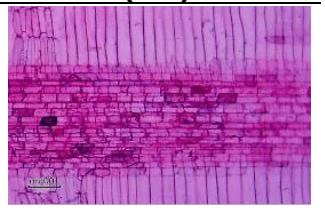
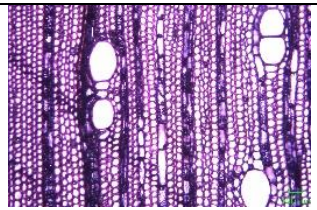
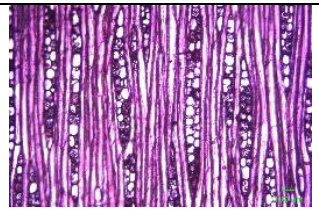
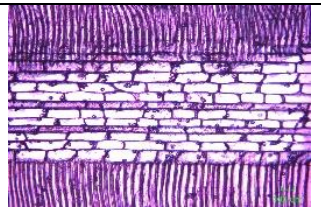
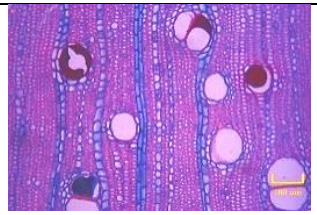
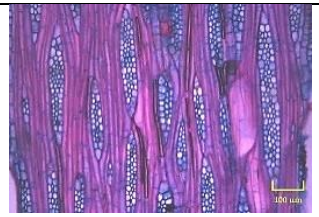
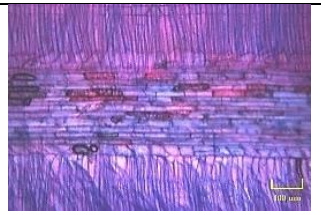
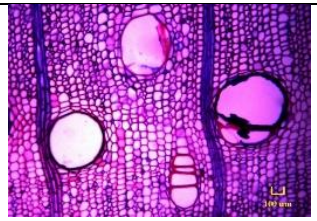
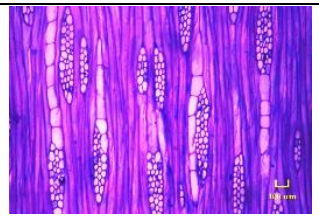
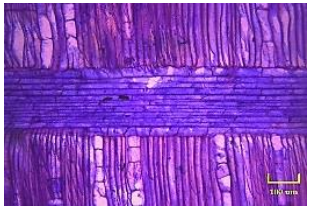
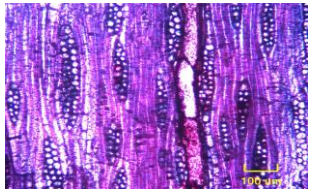
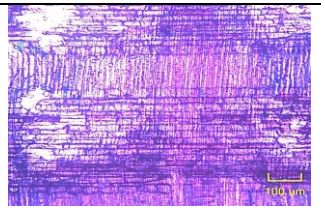
Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Allophylus spp. (Shiringo)				
Juglans neotropica (Nogal)				
Prunus serotina (Capulí)				
Salix babylonica (Sauce llorón)				

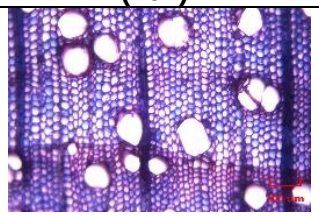
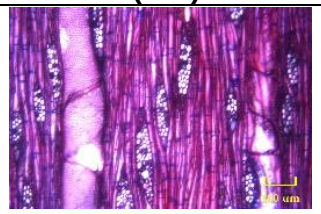
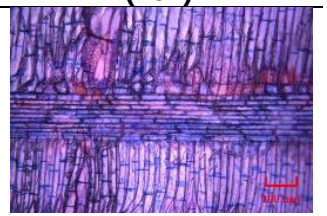
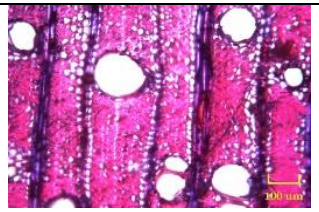
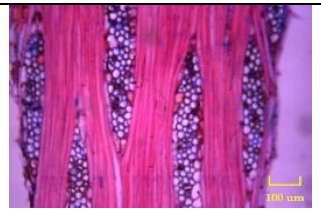
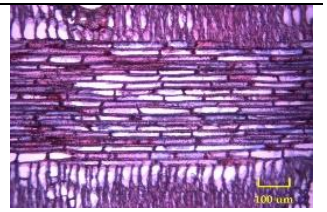
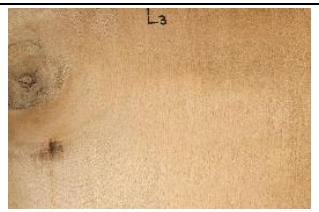
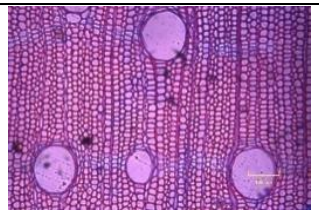
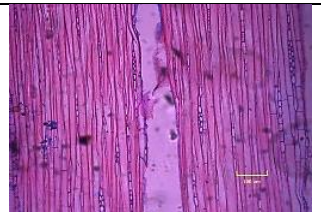
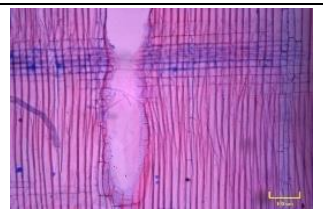
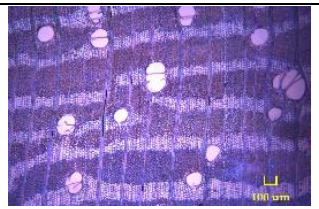
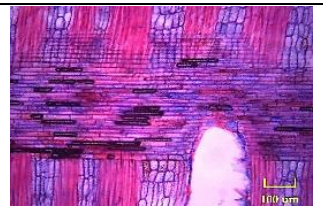
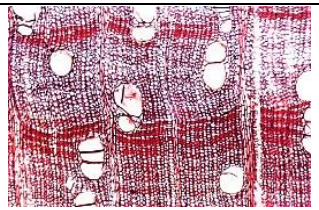
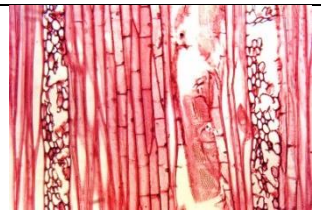
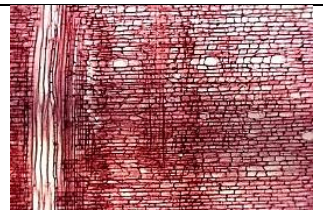
Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Tectona grandis (Teca)				
Schizolobium parahyba (Pachaco)				
Jacaranda copaia (Arabisco)				
Jacaranda sparrei (Arabisco)				
Parkia multijuga (Wilco)				

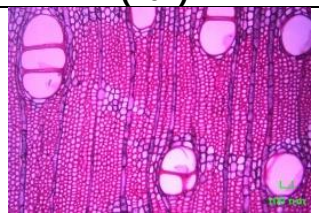
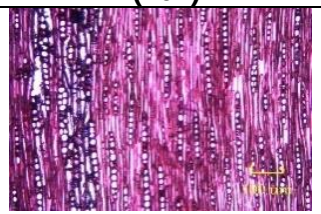
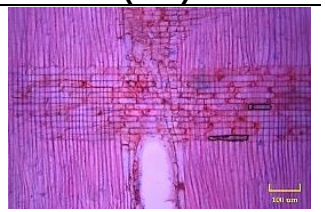
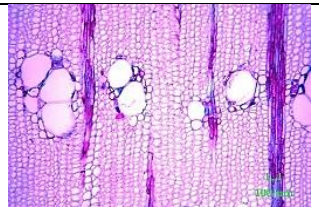
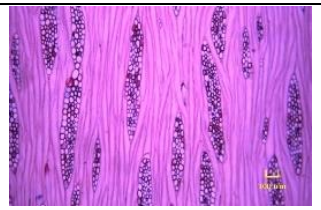
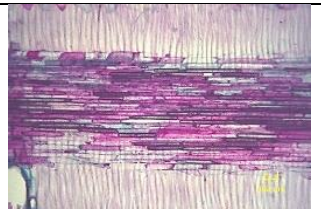
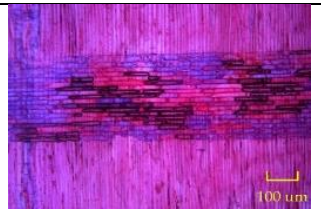
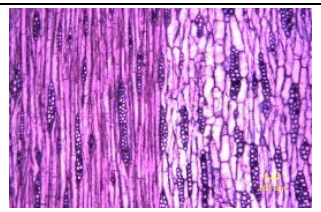
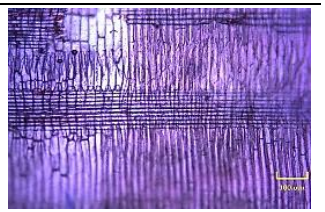
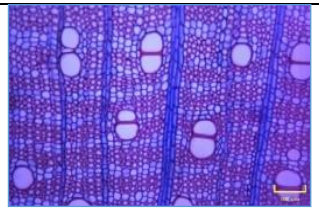
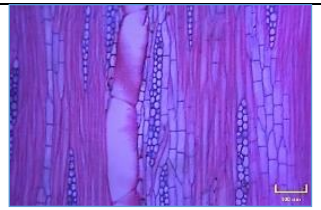
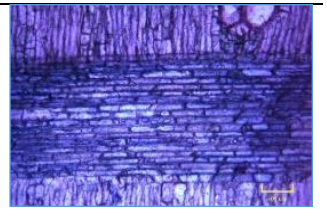
Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Terminalia amazonia (Yumbingue)				
Inga oerstediana (Guaba)				
Prunus dulcis (Almendro)				
Anadenanthera colubrina (Wilco)				
Inga marginata (Guaba)				

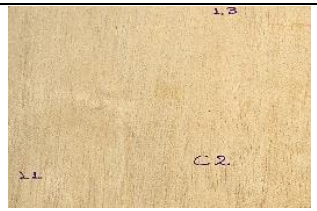
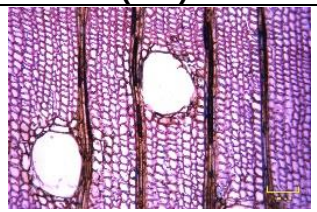
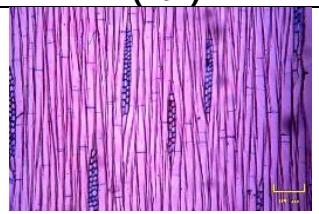
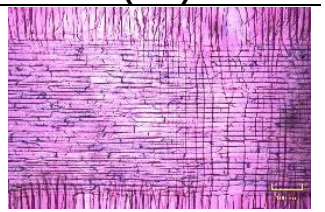
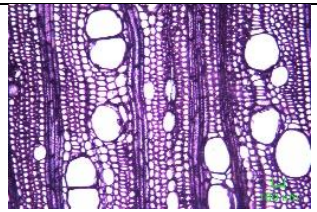
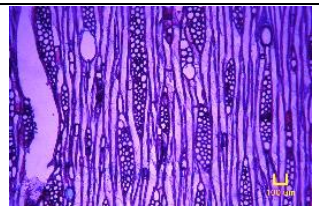
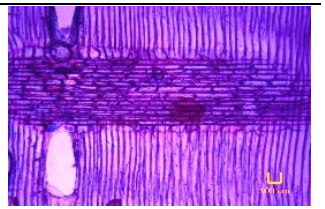
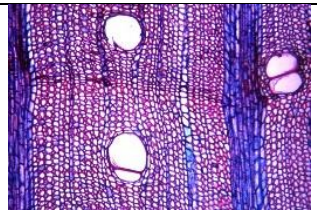
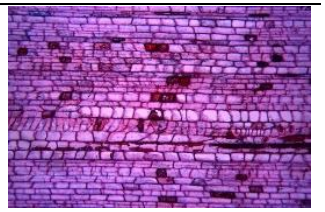
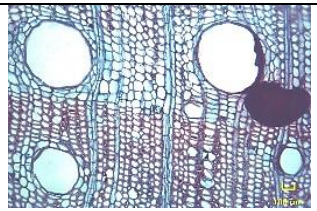
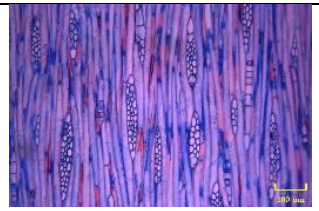
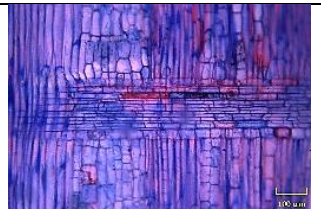
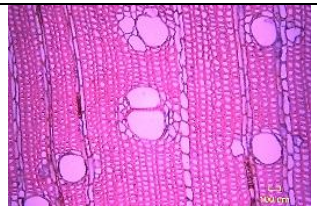
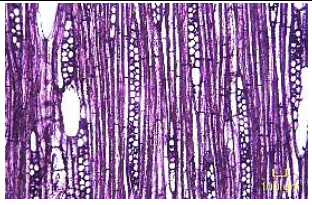
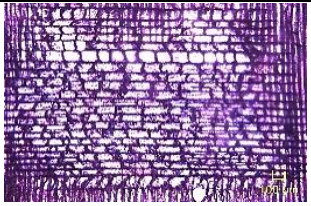
Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Acacia macracantha (Faique)				
Cedrelinga cateniformis (Zeique)				
Ficus aff. cuatrecasana (Higuerón)				
Vochysia biloba (Bella maría)				
Poulsenia armata (Yamila)				

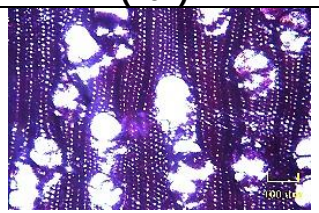
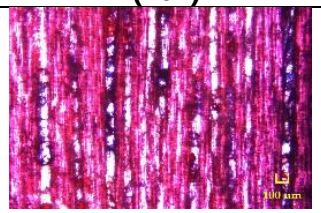
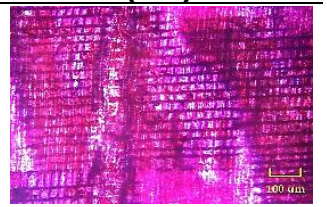
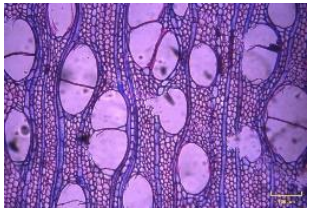
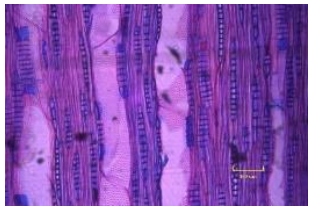
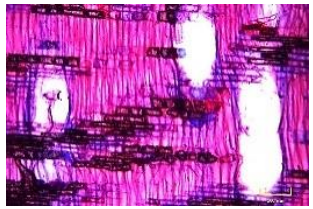
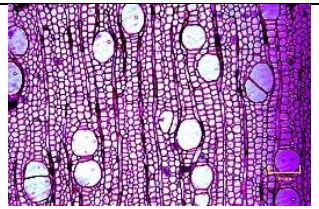
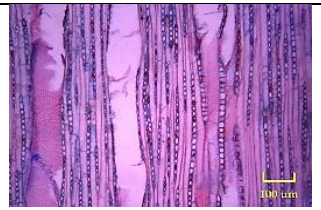
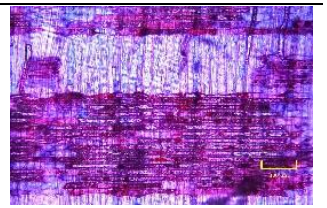
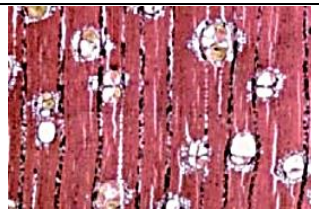
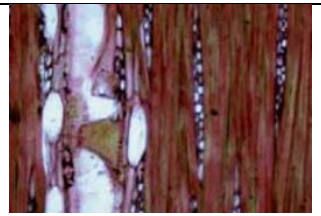
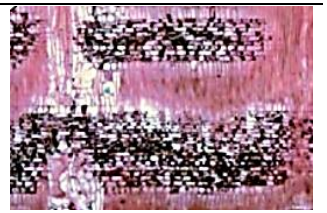
Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Vochysia guianensis (Bella maría)				
Pourouma cecropifolia (Uvilla)				
Erythrina edulis (Guato)				
Clarisia racemosa (Pituca)				
Ficus sp. (Higuerón)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Cecropia peltata (Guarumo)				
Virola sebifera (Sangre)				
Swietenia macrophylla (Caoba)				
Cedrela odorata (Cedro colorado)				
Cedrela sp. (Cedro)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Bursera graveolens (Palo santo)				
Cordia alliodora (Laurel costeño)				
Croton lechleri (Sangre de drago)				
Ficus insípida (Yamiro)				
Cananga odorata				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Jacaranda mimosifolia (Arabisco)				
Piptocoma discolor (Pigüe)				
Eucalyptus grandis (Eucalipto)				
Inga densiflora (Guaba)				
Annona cherimola (Chirimoya)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Aniba sp.02 (Amarillo)				
Persea americana (Aguacate)				
Theobroma cacao (Cacao)				
Cedrela montana (Cedro)				
Ocotea aciphylla (Canelo)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Miconia sp. (Miconia)				
Salix humboldtiana (Sauce común)				
Alnus acuminata (Aliso)				
Aniba sp.01 (Amarillo)				

El Grupo 4 posee las siguientes características comunes indicadas en la Tabla 15:

Tabla 15. *Principales características de las especies que forman el Grupo 4*

Tipo de característica	***Semejanzas***
Físicas	Contenido de humedad mayor a 30% e inferior a 90%
	Densidad básica de 0,20 g/cm^3 a 0,70 g/cm^3
Organolépticas	Olor característico
	Color amarillo y marrón
	Textura media y fina
	Brillo medio
	Levemente pesadas
	Figura o veteado en arcos superpuestos y bandas paralelas
	Grano recto
Anatómicas	Anillos de crecimiento visible
	Vasos solitarios dispuestos en patrones radiales
	Placas de perforación simple y escalariforme
	Punteaduras alternas, pequeñas y medianas
	Presencia de tilósis común
	Pared de las fibras de delgada a gruesa
	Parénquima axial difuso
	Parénquima axial paratraqueal escaso, vasicéntrico y confluente
	Parénquima en bandas aparentes y marginal
	Ancho de radios uniseriados y de una a tres series
	Radios de tamaño distintos
	Células de los radios todas procumbentes, hasta una fila de células cuadradas

4.2.2. Maderas con mayor grado de similitud

A pesar de que las características físicas, organolépticas, y anatómicas de la madera difieren entre sí, existieron especies que mostraron un muy reducido distanciamiento en el dendrograma y por lo tanto fueron casi idénticas entre sí (Figura 10). Dentro de cada uno de los cuatro grupos principales se encontró los siguientes pares de especies que tienen una alta similitud:

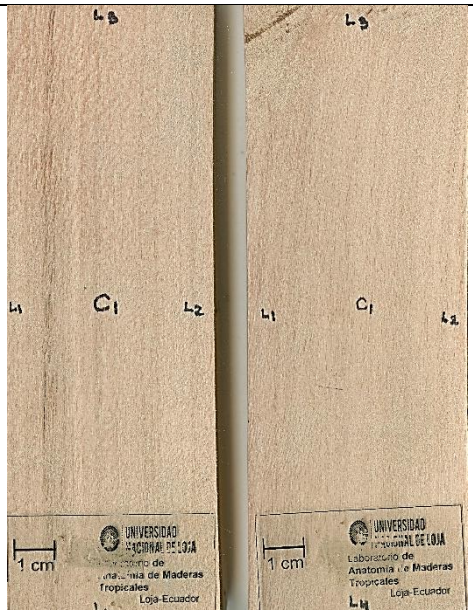
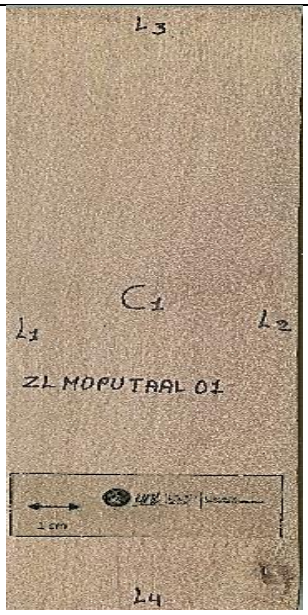
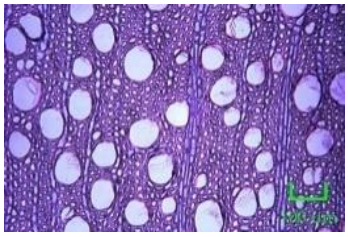
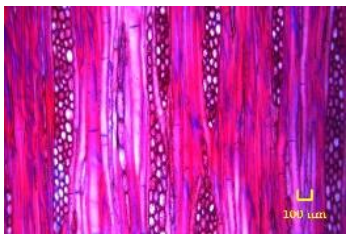
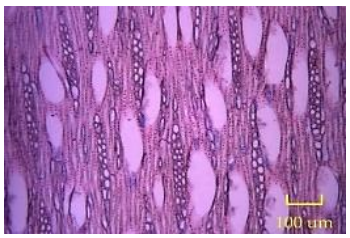
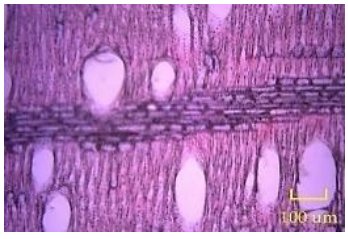
Grupo 01 (Laureles / maderas peso medio)

En el Grupo 1 o primer conglomerado las siguientes especies tuvieron la mayor similitud de sus maderas:

- *Clusia ducuoides* y *Morella pubescens,*
- *Ilex weberlingii y Clethra revoluta*

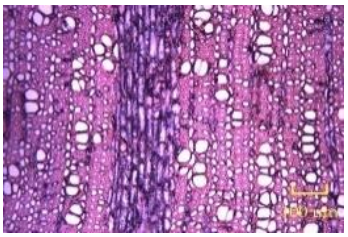
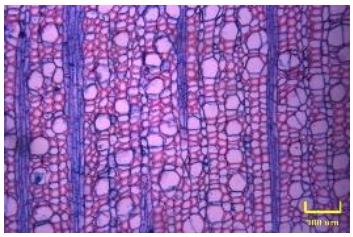
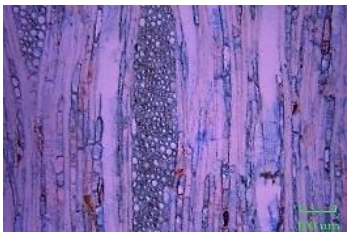
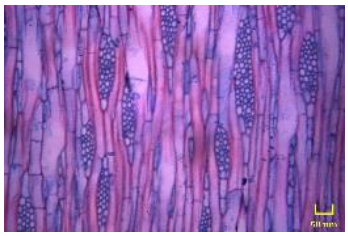
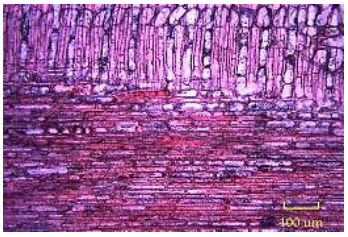
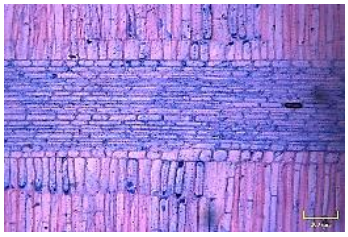
En general, este grupo se conforma por especies de bosque andino y húmedo (Tabla 16 y 17):

Tabla 16. Estructura macro y microscópica de *Clusia ducuoides* (Duco) y *Morella pubescens* (Laurel de cera)

Clusia ducuoides	*Morella pubescens*
	
Corte Transversal	Corte Transversal
	
Corte Tangencial	Corte Tangencial
	
Corte Radial	Corte Radial
	
Propiedades organolépticas:	

Clusia ducuoides	*Morella pubescens*
Color marrón	
Textura fina	
Levemente pesadas	
Propiedades físicas:	
Contenido de humedad (%): 84,42	Contenido de humedad (%): 86,20
Densidad (g/cm^3):	Densidad (g/cm^3):
- En verde: 1,14	- En verde: 1,06
- En equilibrio: 0,73	- En equilibrio: 0,67
- En seco: 0,71	- En seco: 0,67
- Básica: 0,62	- Básica: 0,57
Características anatómicas:	
Anillos de crecimiento ausentes	
Anillos porosos	
Punteaduras escalariformes	
Fibras de pared de delgada a gruesa	
Parénquima axial difuso	
Cuatro células por hebra de parénquima	
Radios de altura mayor a 1 mm	

Tabla 17. Estructura macro y microscópica de *Ilex weberlingii* (Dishindó) y *Clethra revoluta* (Almizcle)

Ilex weberlingii	*Clethra revoluta*
Corte Transversal	Corte Transversal
	
Corte Tangencial	Corte Tangencial
	
Corte Radial	Corte Radial
	
Propiedades organolépticas:	

Ilex weberlingii	*Clethra revoluta*
Color claro	
Textura fina	
Brillo medio	
Veteado en satinado	
Levemente pesadas	
Propiedades físicas:	
Contenido de humedad (%): 62,70	Contenido de humedad (%): 122,80
Densidad (g/cm^3):	Densidad (g/cm^3):
- En verde: 1,00	- En verde: 1,13
- En equilibrio: 0,70	- En equilibrio: 0,63
- En seco: 0,70	- En seco: 0,64
- Básica: 0,51	- Básica: 0,51
Características anatómicas:	
Anillos de crecimiento ausentes	
Anillos porosos difusos	
Vasos dispuestos en patrones dendríticos agrupados en grupos comunes	
Punteaduras opuestas y diminutas	
Fibras de pared de delgada a gruesa	
Parénquima axial difuso	
Parénquima paratraqueal escaso	
Radios de cuatro a diez series de ancho, de tamaños distintos	

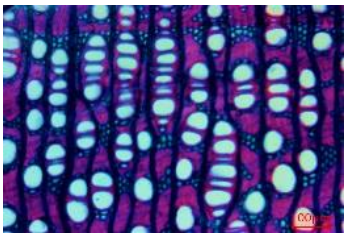
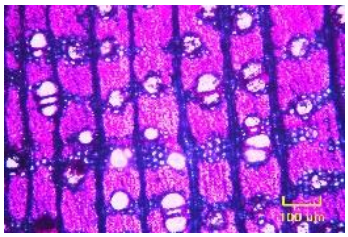
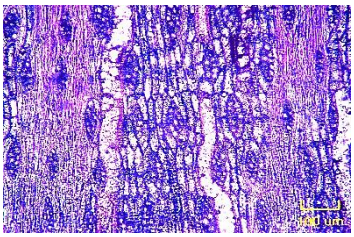
Grupo 02 (Guayacanes / Maderas pesadas)

En el Grupo 2 o segundo conglomerado se destacan los siguientes pares de especies con la mayor similitud (Tablas 18, 19 y 20):

- *Handroanthus billbergii y Handroanthus chrysanthus,*
- *Cinchona macrocalyx* y *Cinchona officinalis*
- *Critoniopsis pycnantha* y *Gynoxys nitida*

Este grupo contiene en su mayoría maderas pesadas, pertenecientes a los tres distintos tipos de bosque (Tablas 18, 19 y 20).

Tabla 18. Estructura macro y microscópica de *Handroanthus billbergii* (Guayacán) *y Handroanthus chrysanthus* (Guayacán))

Handroanthus billbergii	*Handroanthus chrysanthus*
Corte Transversal	Corte Transversal
	
Corte Tangencial	Corte Tangencial
	
Corte Radial	Corte Radial

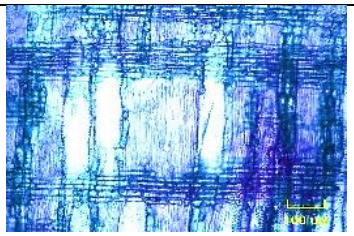
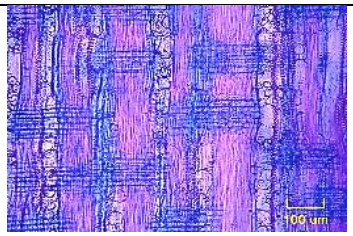
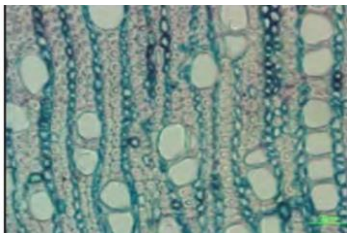
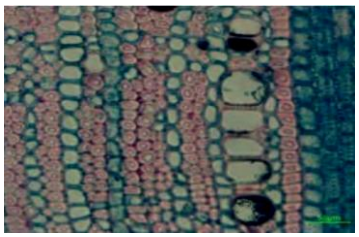
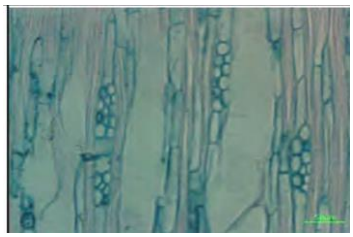
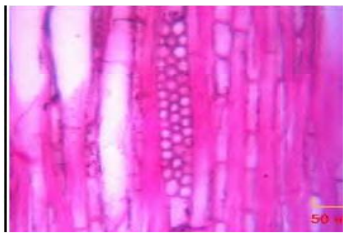
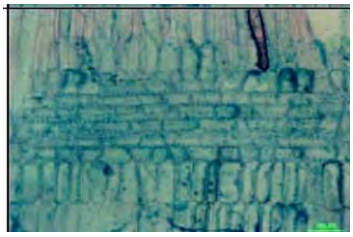
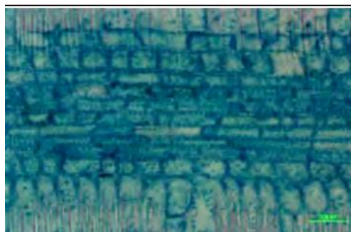
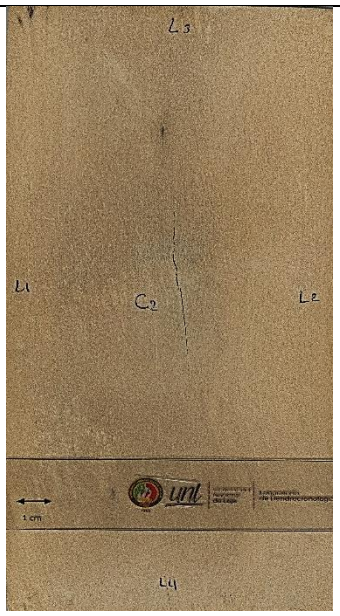
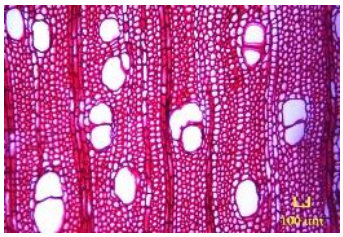
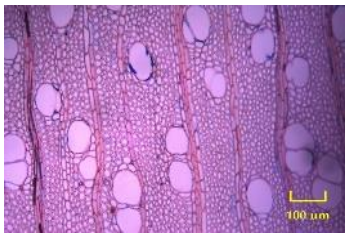
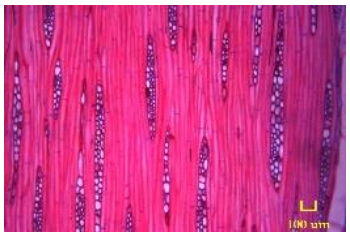
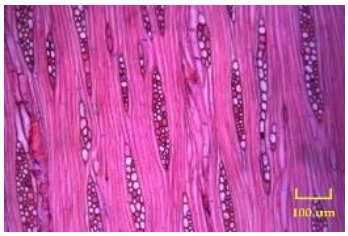
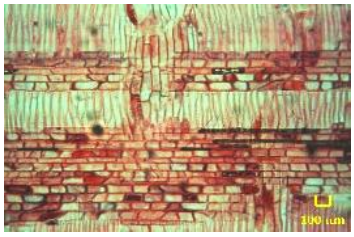
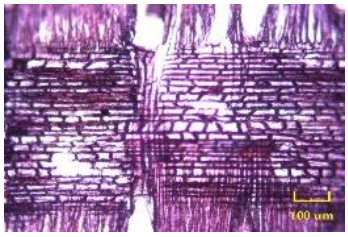
Handroanthus billbergii	*Handroanthus chrysanthus*
	
Características organolépticas:	
Color oscuro	
Textura media	
Pesadas	
Veteado en arcos superpuestos en V	
Propiedades físicas:	
Contenido de humedad (%): 17,62	Contenido de humedad (%): 19,11
Densidad (g/cm^3):	Densidad (g/cm^3):
- En verde: 1,12	- En verde: 1,05
- En equilibrio: 1,63	- En equilibrio: 1,39
- En seco: 1,38	- En seco: 0, 99
- Básica: 0,96	- Básica: 0,88
Características anatómicas:	
Anillos de crecimiento visibles	
Anillos con poros difusos	
Vasos en grupos radiales	
Placas de perforación simple	
Punteaduras alternas	
Fibras de pared muy gruesas	
Parenquima paratraqueal vasicentrico y confluente	
Parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho	
Radios de 1 a 3 series de ancho	
Células de radios todas procumbentes	

Tabla 19. Estructura macro y microscópica de *Cinchona macrocalyx* (Cascarilla) y *Cinchona officinalis* (Cascarilla)

Cinchona macrocalyx	*Cinchona officinalis*
Corte Transversal	Corte Transversal
	
Corte Tangencial	Corte Tangencial
	
Corte Radial	Corte Radial
	
Propiedades organolépticas:	

Cinchona macrocalyx	*Cinchona officinalis*
Olor suave	
Color amarillo	
Textura fina	
Brillo bajo	
Veteado en bandas paralelas	
Propiedades físicas:	
Contenido de humedad (%): 43,63	Contenido de humedad (%): 61,48
Densidad (g/cm^3):	Densidad (g/cm^3):
- En verde: 0,99	- En verde: 1,04
- En equilibrio: 0,81	- En equilibrio: 0,89
- En seco: 0,79	- En seco: 0,74
- Básica: 0,65	- Básica: 0,79
Características anatómicas:	
Anillos de crecimiento ausente	
Anillos de poros difusos	
Vasos dispuestos en patrones radiales, agrupados en grupos radiales	
Placas de perforación simple	
Punteaduras alternas	
Punteaduras diminutas	
Fibras de pared de delgada a gruesa	
Parénquima axial difuso	
Parénquima paratraqueal escaso	
Más de ocho células por hebra de parénquima	
Cuerpo del radio con células procumbentes con más de 4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales	

Tabla 20. Estructura macro y microscópica de *Critoniopsis pycnantha* (Tunash) y *Gynoxys nitida* (Tunash)

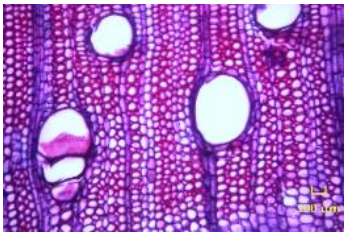
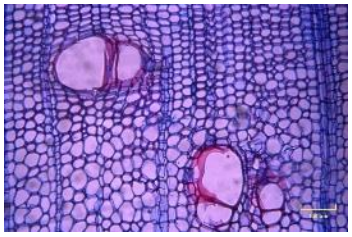
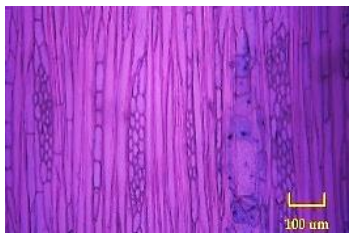
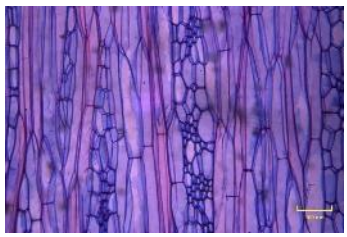
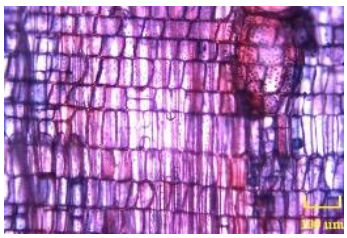
Critoniopsis pycnantha	*Gynoxys nitida*
	
Corte Transversal	Corte Transversal
	
Corte Tangencial	Corte Tangencial
	
Corte Radial	Corte Radial
	

Critoniopsis pycnantha	*Gynoxys nitida*
Propiedades organolépticas:	
Levemente pesadas	
Propiedades físicas:	
Contenido de humedad (%): 60,16	Contenido de humedad (%): 63,93
Densidad (g/cm^3):	Densidad (g/cm^3):
- En verde: 0,99	- En verde: 0,94
- En equilibrio: 0,74	- En equilibrio: 0,69
- En seco: 0,71	- En seco: 0,61
- Básica: 0,62	- Básica: 0,58
Caracteristicas anatómicas:	
Anillos de crecimiento ausente	
Anillos de poros difusos	
Vasos agrupados en grupos comunes	
Placas de perforación simple	
Punteaduras alternas	
Punteaduras diminutas	
Fibras de pared de delgada a gruesa	
Parénquima axial ausente	
Parénquima paratraqueal escaso	
Cuatro células por hebra de parénquima	
Radios de 1 a 3 series de ancho	
Radios de tamaños distintos	
Radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales	

Grupo 03 (Balsas / Maderas livianas)

El tercer grupo es es el conglomerado con menor cantidad de especies y se caracteriza por estar conformado por las balsas que son maderas livianas, y de textura fina. El par de especies con mayor similitud son *Heliocarpus americanus* y *Ochroma pyramidale* (Tabla 21):

Tabla 21. Estructura macro y microscópica de *Heliocarpus americanus* (Balsilla) y *Ochroma pyramidale* (Balsa)

Heliocarpus americanus	*Ochroma pyramidale*
Corte Transversal	Corte Transversal
	
Corte Tangencial	Corte Tangencial
	
Corte Radial	Corte Radial
	

***Propiedades organolépticas*:**

Color claro

Textura finas

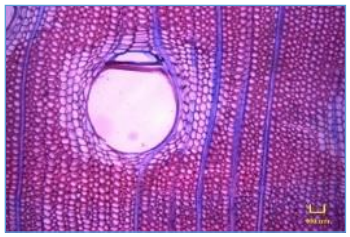
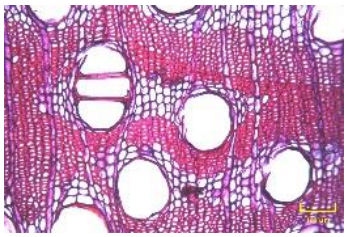
Heliocarpus americanus	*Ochroma pyramidale*
Livianas	
Veteado en bandas paralelas	
Propiedades físicas:	
Contenido de humedad (%): 205,37	Contenido de humedad (%): 119,81
Densidad (g/cm^3):	Densidad (g/cm^3):
- En verde: 0,65	- En verde: 0,35
- En equilibrio: 0,24	- En equilibrio: 0,20
- En seco: 0,24	- En seco: 0,17
- Básica: 0,22	- Básica: 0,16
***Características anatómicas*:**	
Anillos de crecimiento ausentes	
Anillos de poros difusos	
Vasos solitarios dispuestos en patrones radiales	
Placas de perforación simple	
Punteaduras alternas, de tamaño mediano	
Fibras de pared muy delgadas	
Parénquima paratraqueal vasicéntrico	
Parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales	
Cuatro células por hebra de parénquima	
Parénquima axial no lignificado	
Radios de 4 a 10 series de ancho, de altura mayor a 1 mm	
Radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales	

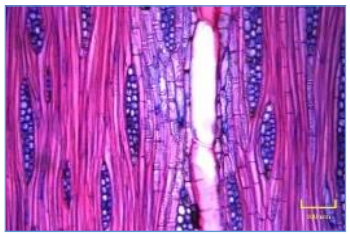
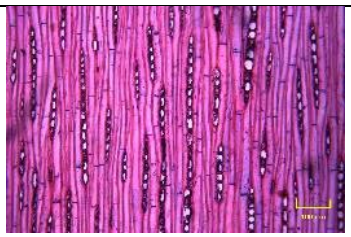
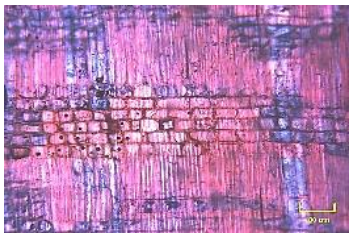
Grupo 04 (Cedros / Maderas porosas)

Finalmente, el cuarto grupo es el conglomerado conformado con el mayor número de especies. Aglomera 48 especies de las cuales se destacan generos como *Cedrela*, *Jacaranda* y *Salix*. En este grupo se encontró los siguientes pares con la mayor similitud (Tabla 22, 23, 24):

- *Parkia multijuga* y *Terminalia amazonia*
- *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*
- *Jacaranda copaia* y *Jacaranda sparrei*

Tabla 22. Estructura macro y microscópica de *Parkia multijuga* (Willco) y *Terminalia amazonia* (Yumbingue)

Parkia multijuga	*Terminalia amazonia*
Corte Transversal	Corte Transversal
	
	Corte Tangencial

Parkia multijuga	*Terminalia amazonia*
Corte Tangencial 	
Corte Radial	Corte Radial 

Propiedades organolépticas

Color marrón

Levemente pesadas

Veteado en arcos superpuestos y bandas paralelas

Propiedades físicas:

Contenido de humedad (%): 69,35	Contenido de humedad (%): 44,13
Densidad (g/cm^3):	Densidad (g/cm^3):
- En verde: 1,15	- En verde: 0,99
- En equilibrio: 0,64	- En equilibrio: 0,75
- En seco: 0,63	- En seco: 0,76
- Básica: 0,58	- Básica: 0,68

***Características anatómicas*:**

Anillos de crecimiento visibles

Anillos de poros difusos

Vasos solitarios dispuestos en patrones radiales

Placas de perforación simple

Punteaduras alternas

Presencia de gomas

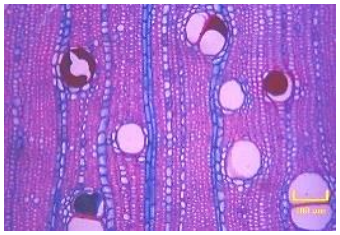
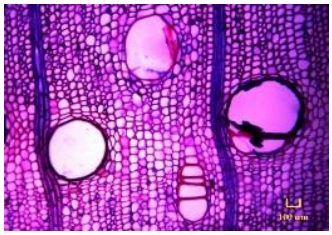
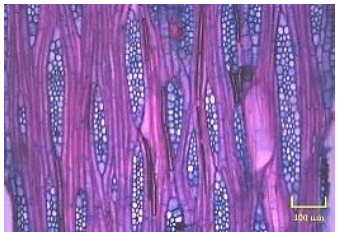
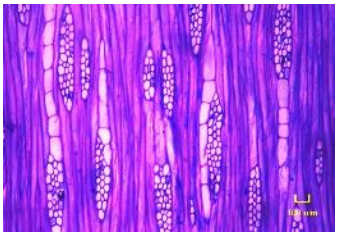
Fibras de pared de delgadas a gruesas

Parénquima axial ausente

Parénquima paratraqueal adiamantado-aliforme y confluente

Parkia multijuga	*Terminalia amazonia*
Radios exclusivamente uniseriados Todas las células de los radios procumbentes	

Tabla 23. Estructura macro y microscópica de *Swietenia macrophylla* (Caoba) *y Cedrela odorata* (Cedro colorado)

Swietenia macrophylla	*Cedrela odorata*
Corte Transversal	Corte Transversal
	
Corte Tangencial	Corte Tangencial
	

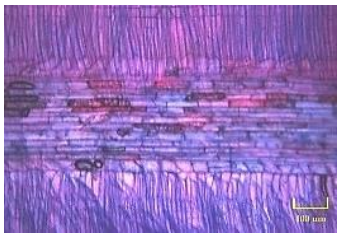
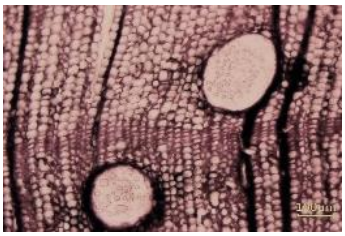
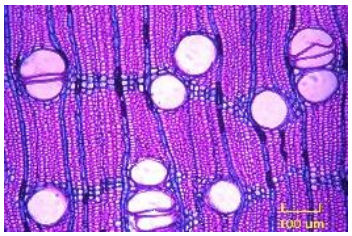
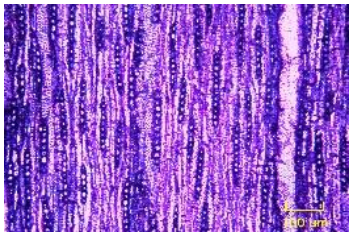
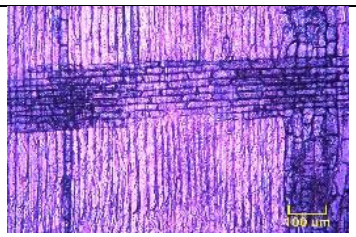
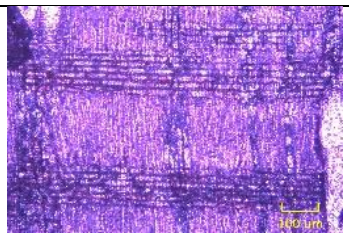
Swietenia macrophylla	*Cedrela odorata*
Corte Radial	Corte Radial
	
Propiedades organolépticas:	
Color marrón	
Brillo medio	
Veteado en bandas paralelas	
Propiedades físicas:	
Contenido de humedad (%): 45,89	Contenido de humedad (%): 55,72
Densidad (g/cm^3):	Densidad (g/cm^3):
- En verde: 1,05	- En verde: 0,73
- En equilibrio: 0,72	- En equilibrio: 0,52
- En seco: 0,77	- En seco: 0,53
- Básica: 0,71	- Básica: 0,49
Características anatómicas:	
Anillos de crecimiento visibles	
Anillos de poros difusos	
Vasos solitarios	
Punteaduras alternas	
Fibras de pared de delgada a gruesa	
Parénquima axial difuso	
Parénquima paratraqueal vasicéntrico	
Parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales	
Cuatro células por hebra de parénquima	
Radios de 1 a 3 series de ancho	
Radios de tamaños distintos	
Cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales	

Tabla 24. Estructura macro y microscópica de *Jacaranda copaia* (Arabisco) y *Jacaranda sparrei* (Arabisco)

Jacaranda copaia	*Jacaranda sparrei*
Corte Transversal	Corte Transversal
	
Corte Tangencial	Corte Tangencial
	
Corte Radial	Corte Radial

Jacaranda copaia	*Jacaranda sparrei*
	

Propiedades organolépticas:

Color claro

Textura de media a gruesa

Brillo medio

Levemente pesadas

Veteados en arcos superpuestos y bandas paralelas

Grano recto

Propiedades físicas:

Contenido de humedad (%): 60,31	Contenido de humedad (%): 55,30
Densidad (g/cm^3):	Densidad (g/cm^3):
- En verde: 0,47	- En verde: 0,66
- En equilibrio: 0,33	- En equilibrio: 0,65
- En seco: 0,44	- En seco: 0,63
- Básica: 0,44	- Básica: 0,54

Características anatómicas:

Anillos de crecimiento ausente

Anillos de poros difusos

Vasos solitarios, dispuestos en patrones radiales

Punteaduras alternas

Punteaduras de tamaño mediano

Fibras de pared muy delgadas

Parénquima axial ausente

Radios de 1 a 3 células de ancho

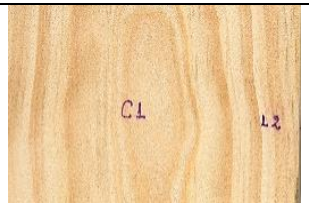
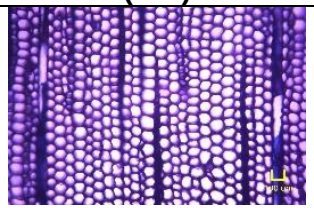
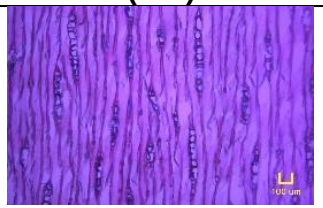
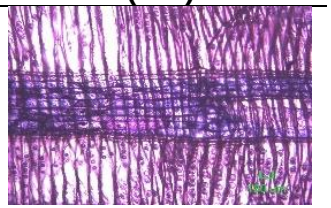
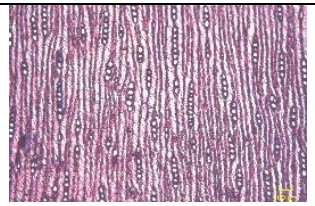
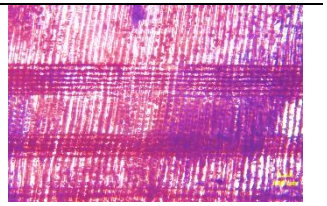
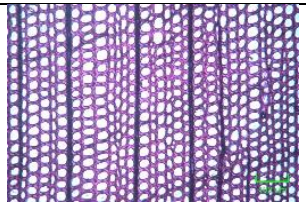
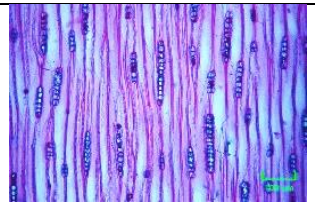
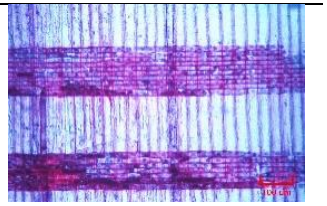
Células de radios todas procumbentes

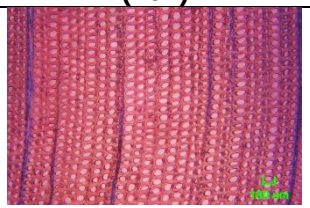
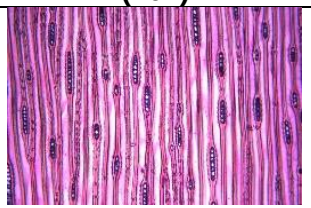
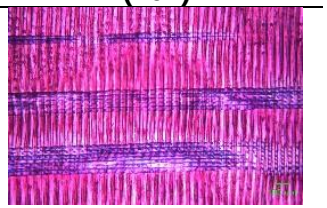
4.3. Caracterización de especies coníferas

4.3.1. Clasificación y agrupación de especies Coníferas (Gimnospermas)

Las especies coníferas (Gimnospermas o Coniferopsidas) analizadas en este estudio fueron cuatro, dos especies nativas (*Podocarpus oleifolius y Prumnopitys montana*) y dos especies exóticas (*Cupressus macrocarpa y Pinus patula*). Su estructura macro y microscópica de la madera, así como sus propiedades físicas, organolépticas, y características anatómicas según la normativa IAWA se muestran las Tablas 25 y 26.

Tabla 25. *Estructura macro y microscópica de las especies de coníferas estudiadas*

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Pinus patula (Pino)				
Cupressus macrocarpa (Cipré)				
Podocarpus oleifolius (Romerillo blanco)				

Nombre científico **(Nombre común)**	**Plano macroscópico (Tangencial)**	**Corte microscópico Transversal (10x)**	**Corte microscópico Tangencial (10x)**	**Corte microscópico Radial (10x)**
Prumnopitys montana (Romerillo colorado)				

Las cuatro especies analizadas poseen características muy similares y están distribuidas en región sierra y oriente.

Tabla 26. *Características físicas, organolépticas y anatómicas de la madera del grupo de coníferas*

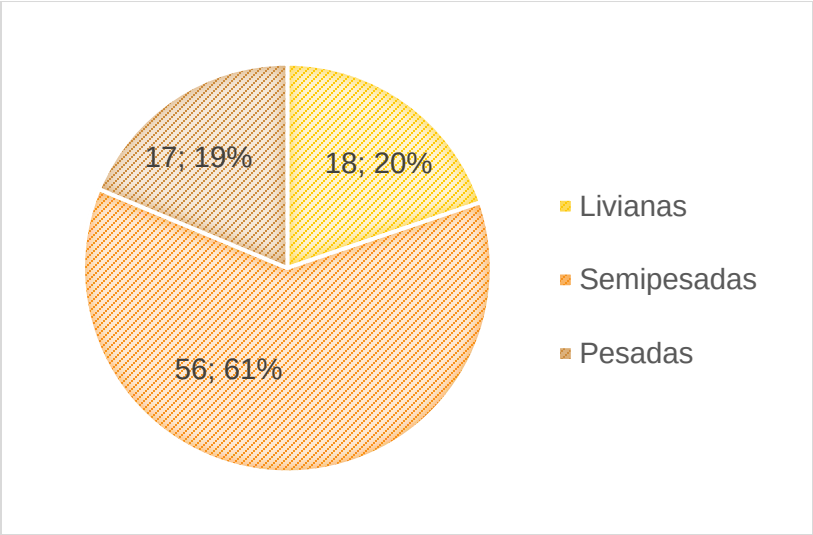
Tipo de característica	***Semejanzas***
Físicas	Contenido de humedad mayor a 40 % Densidad en verde mayor a 0,76 g/cm^3 Densidad anhidra entre 0,55 g/cm^3 a 0,76 g/cm^3 Densidad básica de 0,42 g/cm^3 a 0,79 g/cm^3
Organolépticas	Olor agradable y característico Color amarillo y claro Textura media y fina Brillo bajo y medio, Levemente pesadas Veteado en arcos superpuestos y bandas paralelas Grano inclinado
Anatómicas	Color de duramen de *Podocarpus oleifolius y Prumnopitys montana* es marrón, mientras que para *Cupressus macrocarpa y Pinus patula* es blanquecino-cremoso. Límites de anillos de crecimiento distintos

Tipo de característica	*Semejanzas*
	Picadura de traquea en paredes radiales uniseriados
	Disposición de fosas traqueales en paredes radiales alternas
	Presencia de espacios intercelulares en toda la madera
	Espesor del muro traqueal de la madera tardía de pared delgada
	Paredes transversales suaves
	Rayo traqueal comúnmente presente
	Altura media del rayo de 5 a 15 células

4.4. Similitud de la densidad básica y las características de la madera

Este analisis se basó en los dendrogramas de similtiud realizados por grupo de propiedades físicas, organolépticas y caracterísiticas anatómicas de la madera de especies latifoliadas. En donde se determinó que en la clasifiación dominaron las maderas de densidad semipesada en un 61 % con 56 especies, seguido de las maderas livianas (18 spp., 20 %) y pesadas (17 spp., 19 %) (Figura 11).

Figura 11. *Porcentaje de la madera de las especies forestales analizadas según su densidad básica*

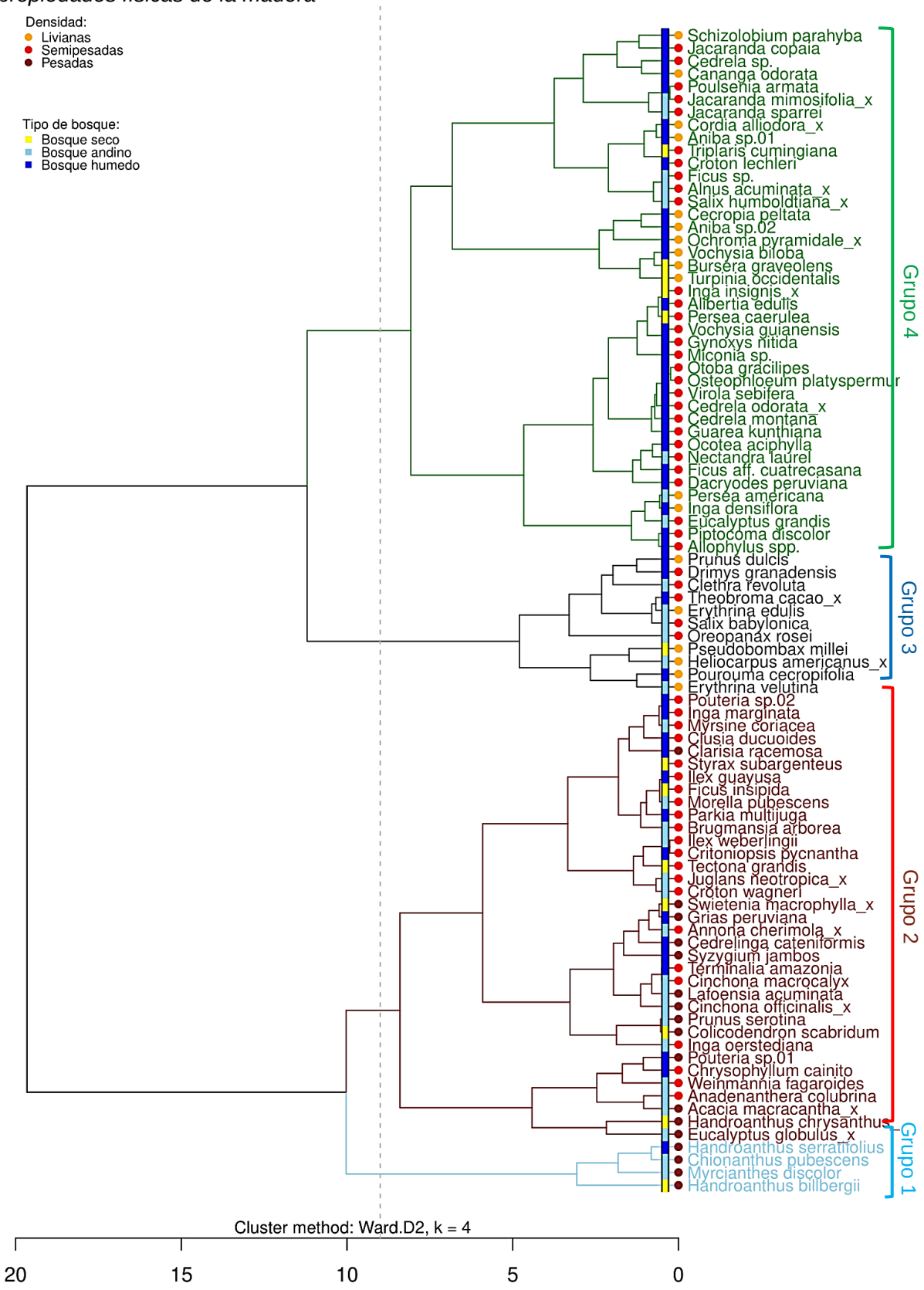


De las tres clasificaciones realizadas la similitud, hubo mayor similitud en la clasificación de las propiedades físicas, seguida de las propiedades organolépticas; mientras que, con las propiedades anatómicas la similitud fue mucho menor. Esto se observó en la altura de las ramas y nodos donde se hizo el corte para tener los cuatro grupos principales (Figuras 12, 17, y 22). A menor altura o distancia Euclidiana mayor similitud entre variables. En el dendrograma con las propiedades físicas el corte para los cuatro grupos fue a una altura o distancia Euclidiana de 9 (Figura 12), con las propiedades organolépticas fue a la altura de 13 (Figura 17), y con las características anatómicas fue a la altura de 21,4 (Figura 22).

4.4.1. Similitud entre la densidad y las propiedades físicas de la madera

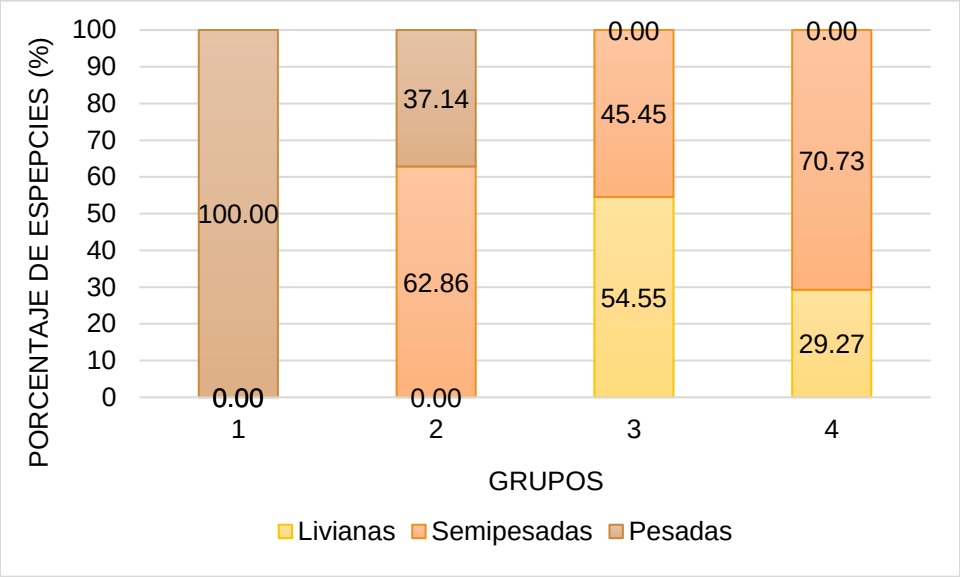
El dendrograma de similitud de las propiedades físicas de las maderas mostró una corta altura o distancia Euclidiana de 9 en el corte de los cuatro grupos principales (Figura 12). El primer (4 spp.) y tercer (11 spp.) grupo tuvieron una menor cantidad de especies, mientras que el segundo (35 spp.) y cuarto (41 spp.) grupo tuvieron el mayor número de especies.

Figura 12. *Dendrograma de clasificación de las maderas tomando en cuenta la densidad básica y las propiedades físicas de la madera*



La clasificación de los cuatro principales grupos con base a las propiedades físicas y densidad básica mostró que en cada grupo existieron un máximo de dos tipos de densidades. El primer grupo se conformó sólo de maderas pesadas (100 %), el segundo grupo de maderas pesadas (37 %) y semipesadas (63 %), el tercero de semipesadas (45 %) y livianas (55 %), y así mismo el cuarto grupo se conformó de maderas semipesadas (71 %) y livianas (29 %) (Figura 13).

Figura 13. *Porcentaje de maderas (livianas, semipesadas, y pesadas) en cada grupo con base a la clasificación de densidad básica y propiedades físicas de la madera*



.

- El Grupo 1 estuvo formado por cuatro especies con madera de densidad pesada como la de los Guayacanes (*Handroanthus*).
- El Grupo 2 estuvo formado por 35 especies de las cuáles 13 especies fueron maderas de densidad pesada (37,14 %) como el Faique (*Acacia macracatha*) y Zeique (*Cedrelinga cateniformis*), y las 22 especies restantes fueron de madera semipesada (62,86 %) como la Teca (*Tectona grandis*) y Nogal (*Juglans neotropica*).
- El Grupo 3 en cambio, estuvo conformado por 11 especies, siendo el segundo grupo con menor cantidad de especies. En este grupo la madera de cinco especies fue semipesada (45,45 %) y las seis especies restantes fueron de madera liviana (54,55 %) como la Balsilla (*Heliocarpus americanus*) y el Porotillo (*Erytrina velutina*).

- Finalmente, el Grupo 4 estuvo formado por 41 especies de las cuales 12 fueron maderas de densidad liviana (29,27 %) como la Balsa y Palo Santo, y las 29 especies restantes fueron maderas semipesadas (70,73 %) como el Arabisco y Cedro.

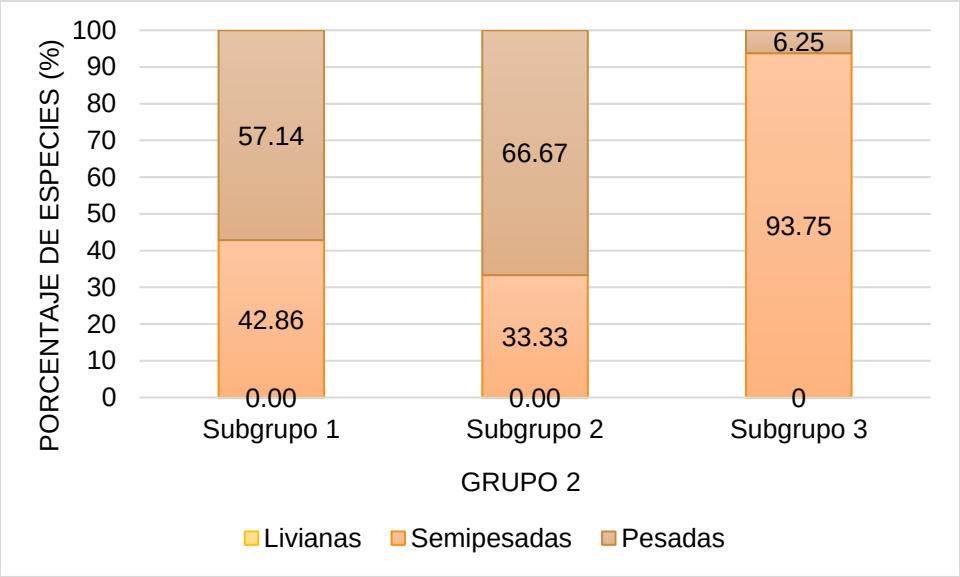
Grupo 1: el primer conglomerado estuvo bien definido por cuatro especies, conformado por los Guayacanes (*Handroanthus serratifolius y H. billbergii)*. Este grupo se destacó por agrupar especies de alta densidad o pesadas. En la tabla a continuación se presenta las propiedades físicas de la madera de las especies de este conglomerado (Tabla 27).

Tabla 27. Propiedades físicas de *Handroanthus serratifolius* (Guayacán), *Chionanthus pubescens* (Arupo), *Myrcianthes discolor* (Arrayán)y *Handroanthus billbergii* (Guayacán) - Grupo 1

Especie	*Handroanthus serratifolius*	*Chionanthus pubescens*	*Myrcianthes discolor*	*Handroanthus billbergii*
Probeta de madera				
Propiedad física				
Contenido de humedad (%)	26,76	34,00	68,36	17,62
Densidad (D)				
D. en verde: (g/cm^3)	1,27	1,19	1,13	1,12
D. equilibrio (g/cm^3):	1,15	1,14	1,14	1,63
D. anhidro (g/cm^3):	1,14	1,06	1,15	1,38
D. básica (g/cm^3):	1,00	0,89	1,16	0,96
Contracción volumétrica (cm^3):	0,20	0,30	0,12	0,31

Grupo 2: este conglomerado agrupó 35 especies forestales, se dividió en tres subgrupos conformados por especies de madera de densidad pesada y semipesada (Figura 14):

Figura 14. *Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de propiedades físicas de la madera del Grupo 2*



- El primer subgrupo lo conformaron siete especies de las cuáles tres son maderas de densidad semipesada (42,86 %) y las cuatro especies restantes fueron de densidad pesada (57,14 %).
- El segundo subgrupo estuvo conformado por 12 especies de las cuales ocho fueron de madera pesada (66,67 %) y las cuatro restantes fueron de madera de densidad semipesada (33,33 %).
- Y el tercer subgrupo estuvo conformado por 16 especies de las cuáles 15 fueron de densidad media (93,7 %) y una de densidad pesada.

De cada subgrupo identificado del segundo conglomerado se destacó el par de especies de mayor similitud con sus propiedades físicas (Tabla 28, 29 y 30).

Tabla 28. Propiedades físicas de *Chrysophylum cainito* (Yarazo) y *Pouteria sp.01* (Yarazo)-*Subgrupo 1*

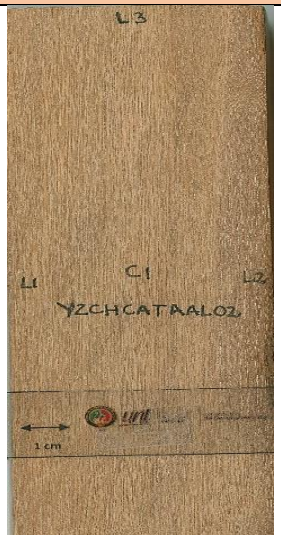
Especie	*Chrysophyllum cainito*	*Pouteria sp.01*
Probeta de madera		
Propiedad física		
Contenido de humedad (%):	68,40	50,95
Densidad (D)		
D. en verde (g/cm^3):	1,10	1,16
D. equilibrio (g/cm^3):	0,80	0,92
D. anhidro (g/cm^3):	0,70	0,85
D. básica (g/cm^3):	0,70	0,77
Contracción volumétrica:	2,20	2,25

Tabla 29. Propiedades físicas de *Grias peruviana* (Apai) y *Swietenia macrophylla* (Caoba) – *Subgrupo 2*

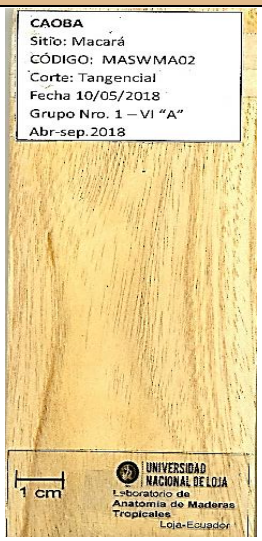
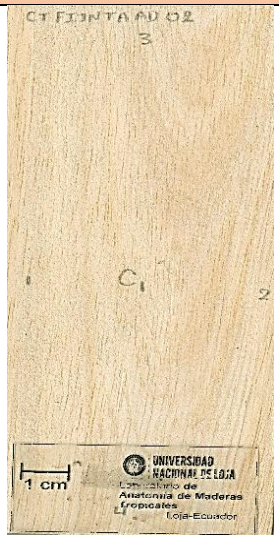
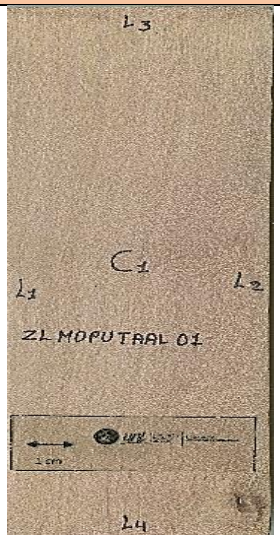
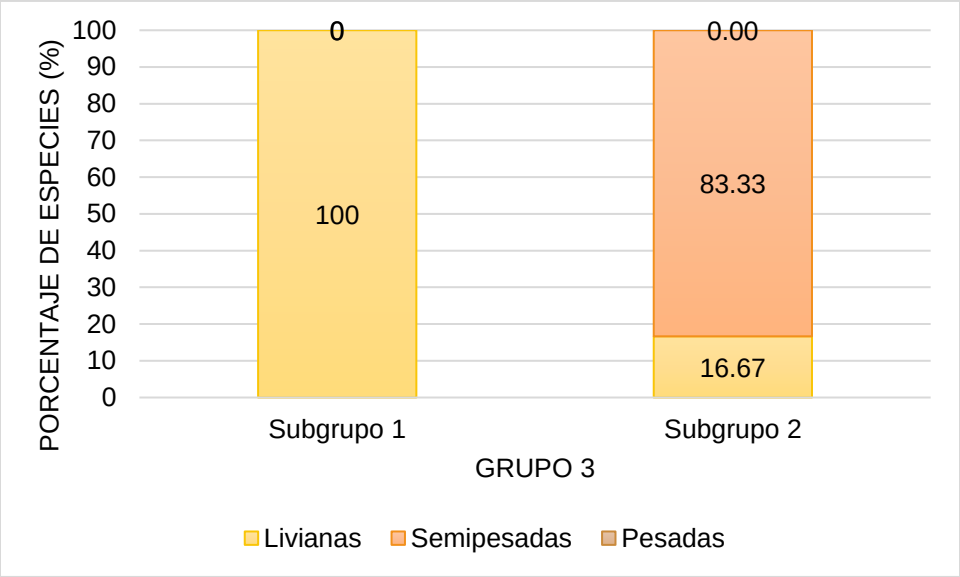
Especie	*Grias peruviana*	*Swietenia macrophylla*
Probeta de madera		
Propiedad física		
Contenido de humedad (%):	43,84	45,89
Densidad (D)		
D. en verde (g/cm^3):	1,09	1,05
D. equilibrio (g/cm^3):	0,82	0,72
D. anhidro (g/cm^3):	0,72	0,77
D. básica (g/cm^3):	0,76	0,71
Contracción volumétrica (g/cm^3):	0,73	0,72

Tabla 30. Propiedades físicas de *Ficus insipida* (Higuerón) y *Morella pubescens* (Laurel de cera) – *Subgrupo 3*

Especie	*Ficus insipida*	*Morella pubescens*
Probeta de madera		
Propiedad física		
Contenido de humedad (%):	83,04	86,20
Densidad (D)		
D. en verde (g/cm^3):	1,00	1,06
D. equilibrio (g/cm^3):	1,63	0,67
D. anhidro (g/cm^3):	0,61	0,67
D. básica (g/cm^3):	0,55	0,57
Contracción volumétrica (cm^3):	0,96	0,84

Grupo 3: este conglomerado estuvo conformado por 11 especies forestales y fue de los grupos menos extensos formados por el dendrograma. En este grupo constaron especies como el Guato (*Erythrina edulis*) y Porotillo (*E. velutina*). Además, se dividió en dos subgrupos (Figura 15):

Figura 15. *Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de propiedades físicas de la madera del Grupo 3*



- El primer subgrupo estuvo conformado por cuatro especies de madera de densidad liviana (100 %) como la Balsa (*Ochroma pyramidale*), la Uvilla (*Pourouma cecropifolia*) y Ceibo negro (*Pseudobombax* millei).
- Y el segundo subgrupo estuvo conformado por seis especies, de las cuáles cinco fueron maderas semipesadas (83 %) y una especies fue de densidad liviana (17 %).

Del primer subgrupo se detalló las propiedades físcas de todas las especies que lo conformaron (Tabla 31 y 32). Mientras que del segundo subgrupo se destacó el par de especies con mayor similitud según el dendrograma (Tabla 31 y 32).

Tabla 31. Propiedades físicas de *Erythrina velutina* (Porotillo), *Pourouma cecropifolia* (Uvilla), *Heliocarpus americanus* (Balsilla) y *Pseudobombax millei* (Ceibo negro) – *Subgrupo 1*

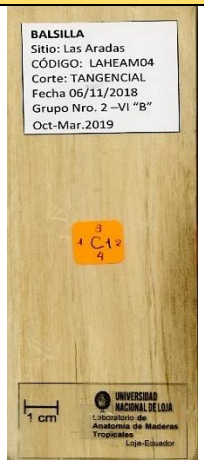
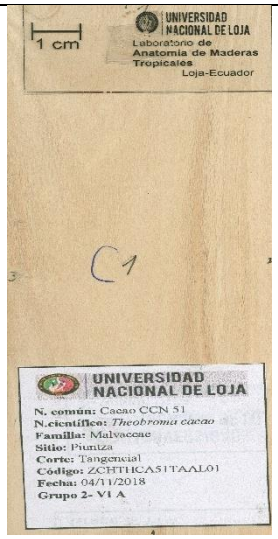
Especie	*Erythrina velutina*	*Pourouma cecropifolia*	*Heliocarpus americanus*	*Pseudobombax millei*
Probeta de madera				
Propiedad física				
Contenido de humedad (%):	182,65	183,08	205,37	162,40
Densidad (D)				
D. en verde (g/cm^3):	1,09	1,01	0,65	0,78
D. equilibrio (g/cm^3):	0,38	0,40	0,24	0,34
D. anhidro (g/cm^3):	0,37	0,39	0,24	0,30
D. básica (g/cm^3):	0,41	0,35	0,22	0,30
Contracción volumétrica (cm^3):	1,57	0,93	0,94	1,23

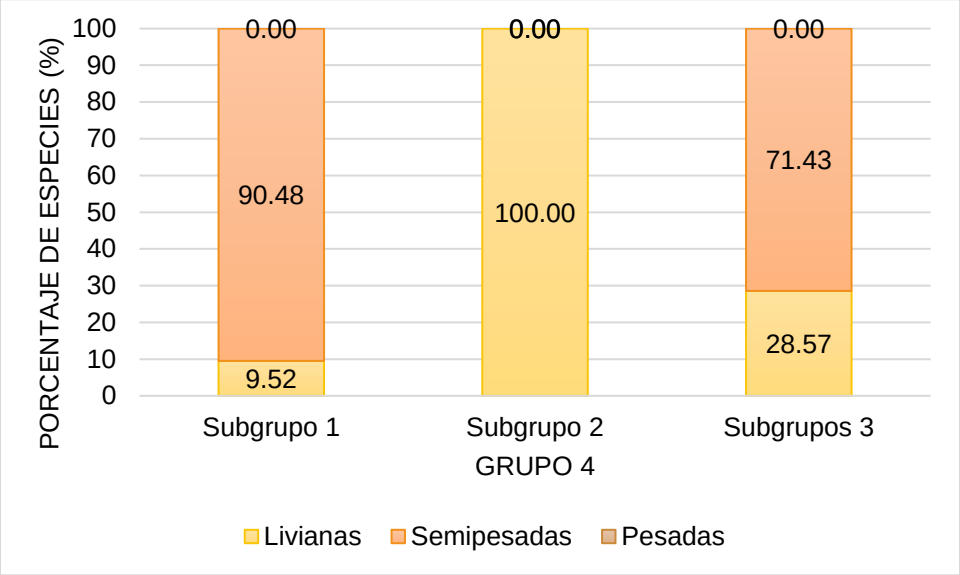
Tabla 32. Propiedades físicas de *Salix babylonica* (Sauce llorón) y *Theobroma cacao* (Cacao) – *Subgrupo 2*

Especie	*Salix babylonica*	*Theobroma cacao*

Probeta de madera		
Propiedad física		
Contenido de humedad (%):	140,60	116,25
Densidad (D)		
D. en verde (g/cm^3):	1,02	0,91
D. equilibrio (g/cm^3):	0,48	0,49
D. anhidro (g/cm^3):	0,46	0,46
D. básica (g/cm^3):	0,42	0,43
Contracción volumétrica (cm^3):	0,74	0,61

Grupo 4: este conglomerado estuvo conformado por 41 especies. Y este grupo se dividió en tres subgrupos (Figura 16):

Figura 16. *Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de propiedades físicas de la madera del Grupo 4*



- El primer subgrupo estuvo conformado por 21 especies, se destacó por contener las diferentes especies de Cedro (*Cedrela odorata y C. montana)*. En este subgrupo hubo 19 especies de densidad semipesada (90,48 %) y las dos especies restantes fueron de madera de liviana densidad (9,52 %).
- El segundo subgrupo estuvo conformado por seis especies, todas de madera de densidad liviana como la Balsa, Palo santo (*Bursera graveolens*) y Guarumo (*Cecropia peltata*).
- Finalmente, el tercer subgrupo estuvo conformado por 14 especies de las cuales 10 fueron maderas de densidad semipesada (71,43 %) y las cuatro especies restantes fueron de liviana densidad (28,57 %). En todo el grupo no constaron maderas de alta densidad o pesadas.

De cada subgrupo del Grupo 4 se destacó el par de especies con mayor similitud con sus propiedades físicas (Tabla 33, 34 y 35).

Tabla 33. Propiedades físicas de *Cedrela odorata* (Cedro colorado) y *Cedrela montana* (Cedro) – *Subgrupo 1*

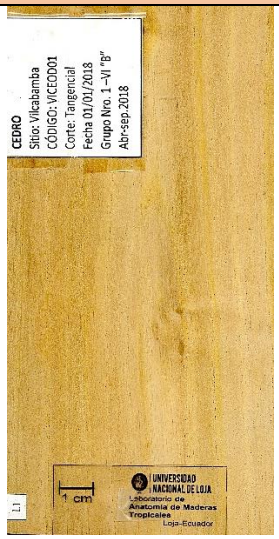
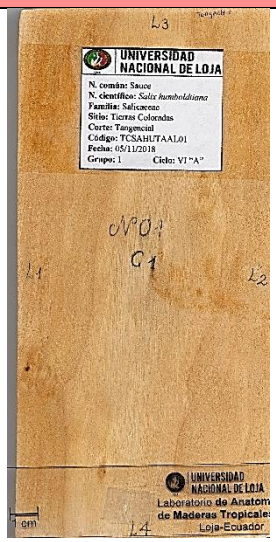
Especie	*Cedrela montana*	*Cedrela odorata*
Probeta de madera		
Propiedad física		
Contenido de humedad (%):	59,09	55,72
Densidad (D)		
D. en verde (g/cm^3):	0,77	0,73
D. equilibrio (g/cm^3) :	0,64	0,52
D. anhidro (g/cm^3):	0,50	0,53
D. básica (g/cm^3):	0,48	0,49
Contracción volumétrica (cm^3):	0,65	0,88

Tabla 34. Propiedades físicas de *Bursera graveolens* (Palo santo) y *Vochysia biloba* (Bella maría)– *Subgrupo 2*

Especie	*Bursera graveolens*	*Vochysia biloba*
Probeta de madera		
Propiedad física		
Contenido de humedad (%):	81,50	80,50
Densidad (D)		
D. en verde (g/cm^3):	0,67	0,55
D. equilibrio (g/cm^3) :	0,32	0,34
D. anhidro (g/cm^3):	0,33	0,33
D. básica (g/cm^3):	0,30	0,30
Contracción volumétrica (cm^3):	0,40	0,65

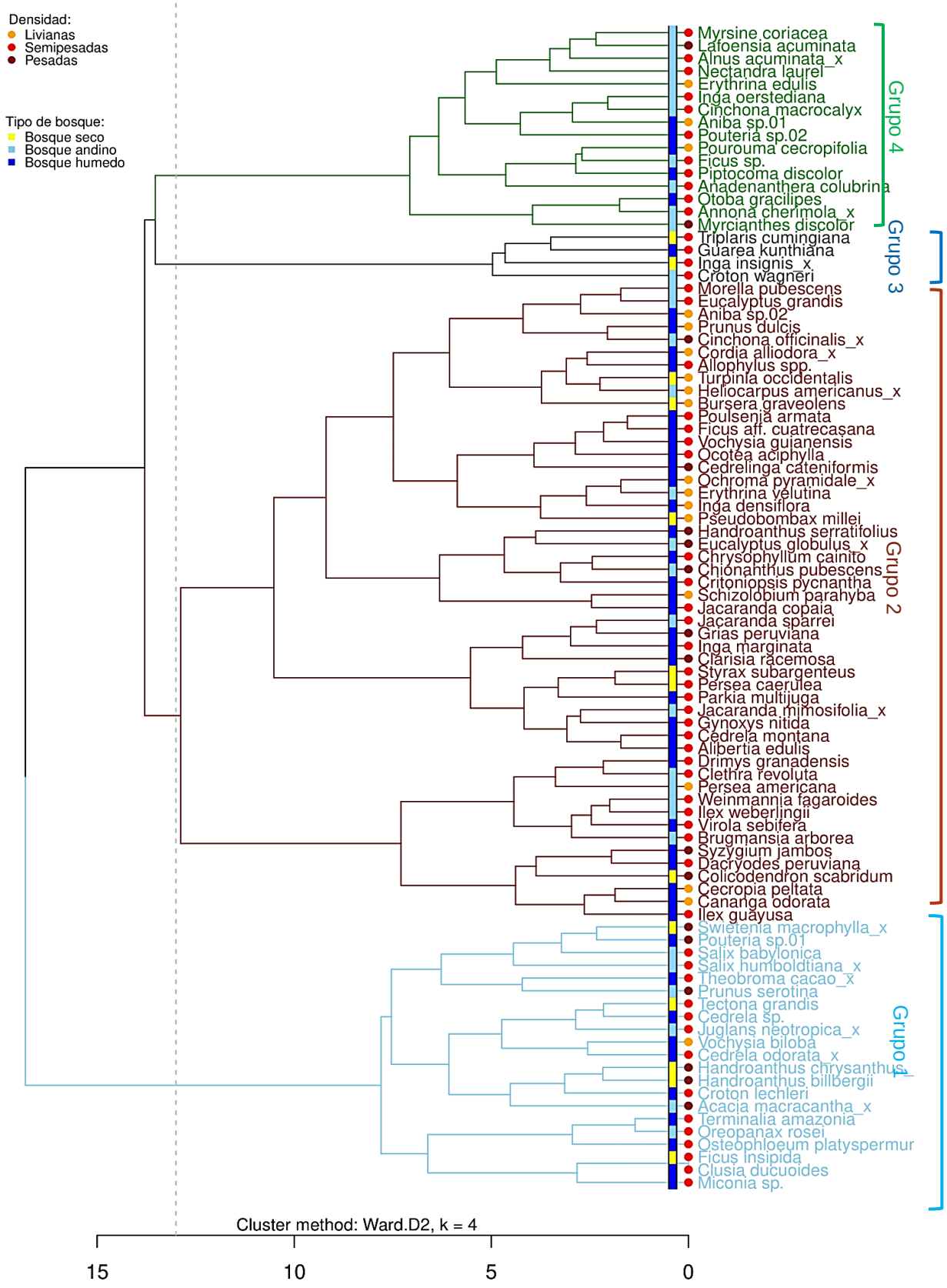
Tabla 35. Propiedades físicas de *Alnus acuminata* (Aliso) y *Salix humboldtiana* (Sauce común) – *Subgrupo 3*

Especie	*Alnus acuminata*	*Salix humboldtiana*
Probeta de madera		
Propiedad física		
Contenido de humedad (%):	103,60	92,13
Densidad (D)		
D. en verde (g/cm^3):	0,85	0,81
D. equilibrio (g/cm^3) :	0,51	0,50
D. anhidro (g/cm^3):	0,47	0,46
D. básica (g/cm^3):	0,42	0,42
Contracción volumétrica (cm^3):	1,10	1,39

4.4.2. Similitud entre la densidad y las propiedades organolépticas de la madera

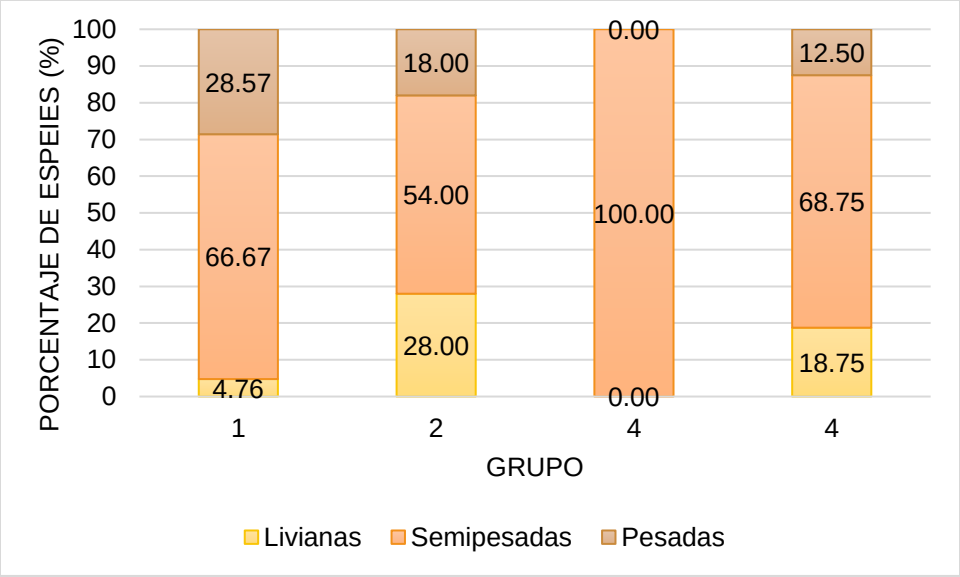
El dendrograma de similitud obtenido con base en la densidad básica y las propiedades organolépticas de las maderas se clasificó a una corta altura o distancia Euclidiana de 13 en la ramificación de los cuatro grupos (Figura 17). Donde el tercer (4 spp.) y cuarto (16 spp.) grupo estuvieron formados por la menor cantidad de especies mientras que el primer (21 spp.) y segundo (50 spp.) grupo los conformaron un mayor número de especies. Los grupos formaron a la vez subgrupos que también fueron analizados.

Figura 17.*Dendrograma de clasificación de las maderas tomando en cuenta la densidad básica y las propiedades organolépticas de la madera*



La clasificación de los cuatro principales grupos con base a las propiedades organolépticas de la madera mostró que en tres de los cuatro grupos existió la presencia de los distintos tipos de densidad clasificadas. El primer grupo se conformó de maderas de densidad pesada (29 %), semipesadas (67 %) y livianas en menor cantidad (4 %); el segundo tuvo maderas pesadas en menor cantidad (18 %), de livianas (28 %) y semipesadas en mayor cantidad (54 %); en cambio, el tercer grupo se conformó solo por maderas de densidad semipesada y el cuarto grupo tuvo en mayor cantidad maderas semipesadas (69 %), livianas (19 %) y pesadas (12 %) (Figura 18).

Figura 18. *Porcentaje de maderas (livianas, semipesadas y pesadas) en cada grupo con base a la clasificación de la densidad básica y propiedades organolépticas de la madera*

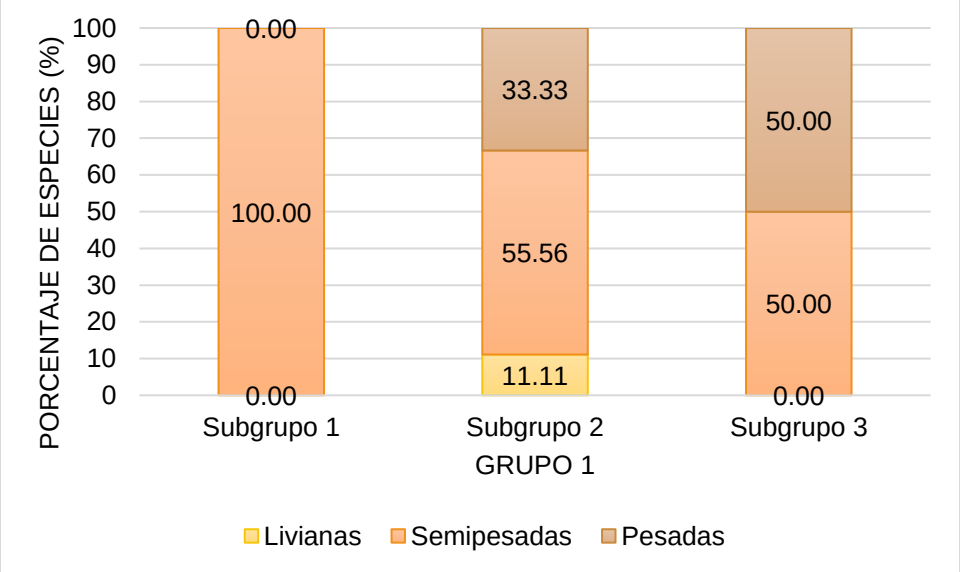


- El Grupo 1 estuvo conformado por 21 especies forestales de las cuales la madera de 14 especies fue de densidad semipesada (66,67 %) como Yumbingue (*Terminalia amazonia*), Pumamaqui (*Oreopanax rosei*), Nogal (*Jugalns neotropica*) *y* Caoba (*Swietenia macrophylla*), seis especies de densidad pesada (28,57 %) como Faique (*Acacia macracantha*) y los Guayacanes (*Handroanthus chrysanthus y H. billbergii*), y una especie fue de densidad liviana (4,75 %) esta fue Bella maría (*Vochysia biloba)*.

- El Grupo 2 estuvo conformado por 50 especies y fue considerado como uno de los conglomerados con mayor cantidad de especies de las cuales 27 especies fueron de densidad semipesada (54 %) como las especies de Arabisco (*Jacaranda copaia y J. sparrei*), 14 fueron de densidad liviana (28 %) como las Balsas (*Ochroma pyramidale y Heliocarpus americanus)* y nueve especies fueron de densidad pesada (18 %) como el Arupo (*Chionanthus pubescens*) y la Pituca (*Clarisia racemosa*).
- El Grupo 3 estuvo conformado por cuatro especies, todas de madera semipesada.
- Y el Grupo 4 estuvo conformado por 20 especies de las cuales 11 fueron maderas semipesadas (68,75 %) como Aliso (*Alnus acuminata*) y Chirimoya (*Annona cherimola*), tres especies fueron de densidad liviana (18,75 %) como Guato (*Erytrina edulis*) y Uvilla (*Pourouma cecropifolia*), y dos fueron de densidad pesada (12,50 %) como el Guararo (*Lafoensia acuminata*) y Arrayán (*Myrcianthes discolor*).

Grupo 1: este conglomerado estuvo conformado por 21 especies forestales, dentro de este grupo se identificó tres subgrupos (Figura 19):

Figura 19. *Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de propiedades organolépticas de la madera del grupo 1*



- El primer subgrupo estuvo formado por seis especies forestales y se caracterizó por agrupar maderas de densidad semipesada en su totalidad.
- El segundo subgrupo estuvo formado por nueve especies, de las cuales cinco fueron de densidad semipesada (55 %), tres de densidad pesada (33 %) y una especie de densidad liviana (11 %).
- Y el tercer subgrupo en cambio, estuvo conformado por seis especies donde tres fueron maderas semipesadas (50 %) y las tres especies restantes de densidad pesada (50 %).

A continuación, de cada subgrupo que se identificó en el primer conglomerado se destacó el par de especies con mayor similitud con base a sus propiedades organolépticas (Tabla 36, 37 y 38).

Tabla 36. Propiedades organolépticas de *Terminalia amazonia* (Yumbingue) *y Oreopanax rosei* (Pumamaqui) – *Subgrupo 1*

	Terminalia amazonia		*Oreopanax rosei*
	Sin olor Color oscuro Textura media Sin brillo* Levemente pesada Grano entrecruzado		Sin olor Color oscuro Textura media Brillo bajo* Levemente pesada Grano entrecruzado

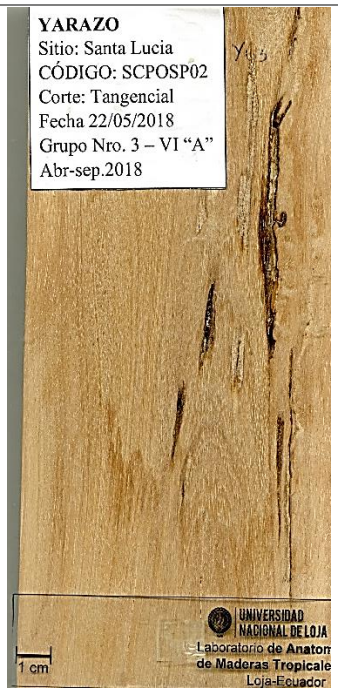
Nota: ** Característica distinta*

Tabla 37. Propiedades organolépticas de *Handroanthus chrysanthus* (Guayacán) y *Handroanthus billbergii* (Guayacán)– *Subgrupo 2*

	Handroanthus chrysanthus		*Handroanthus billbergii*
	Olor agradable* Color marrón Textura media Brillo medio Pesada Veteado en arcos superpuesto Grano inclinado*	 	Sin olor* Color marrón Textura media Brillo bajo Pesada Veteado en arcos superpuesto Grano recto*

Nota: ** Característica distinta*

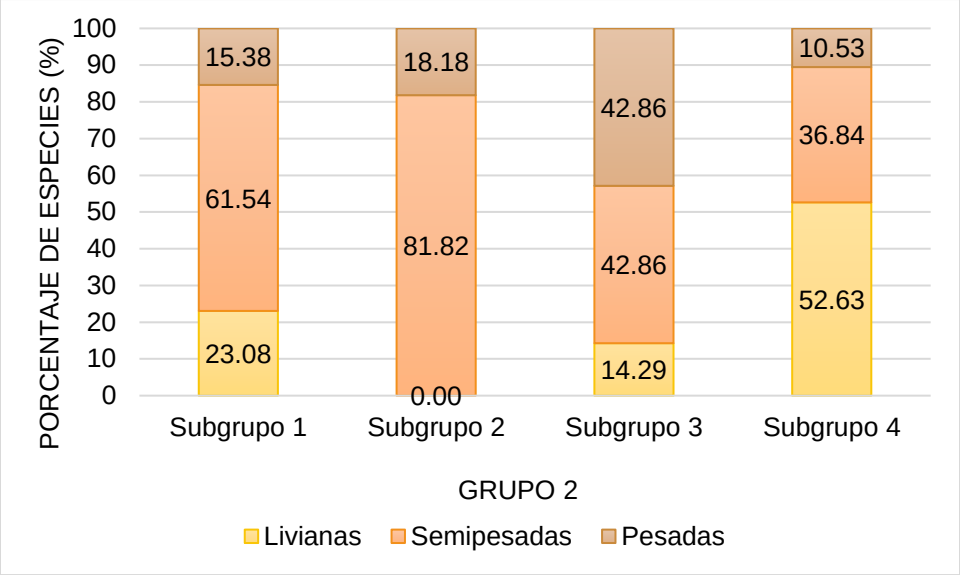
Tabla 38. Propiedades organolépticas de *Swietenia macrophylla* (Caoba) y *Pouteria sp.01* (Yarazo) – *Subgrupo 4*

	Swietenia macrophylla		*Pouteria sp.01*
	Olor característico Color marrón Textura fina* Brillo bajo Pesada Veteado bandas paralelas Grano inclinado		Olor característico Color marrón Textura media* Brillo medio Pesada Veteado en bandas paralelas Grano inclinado

Nota: ** Característica distinta*

Grupo 2: el segundo conglomerado estuvo conformado por 50 especies forestales, se lo consideró como un grupo diverso debido a la cantidad de especies agrupadas de distintas densidades. Este grupo estuvo conformado por cuatro subgrupos principales (Figura 20):

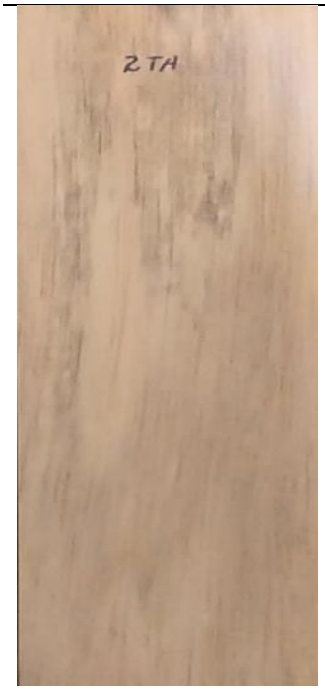
Figura 20. *Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de propiedades organolépticas de la madera del Grupo 2*



- El primer subgrupo fue diverso en cuanto a densidades pues agrupó 13 especies de las cuales ocho fueron de densidad semipesada (61,54 %), tres fueron de densidad liviana (23,08 %) y dos de pesada densidad (15,38 %).
- En cambio, el segundo subgrupo estuvo conformado por 11 especies de las cuales nueve maderas semipesadas (81,82 %) y las dos especies restantes fueron de densidad pesada (18,2 %), en este subgrupo no existieron especies con madera de liviana densidad.
- El tercer subgrupo agrupó especies de distinta densidad y tuvo un reducido número de especies, lo conformaron siete especies de las cuales tres fueron de madera de densidad semipesada (42,86 %), tres de densidad pesada (42,86 %) y una de liviana densidad (14,29 %).
- Finalmente, el cuarto subgrupo fue el más extenso, agrupó 19 especies de las cuales 10 especies fueron de densidad liviana (52,63 %), siete de densidad semipesada (36,84 %) y dos de pesada densidad (10,53 %).

De cada subgrupo que se identificó en el Grupo 2 se destacó el par de especies forestales de mayor similitud con base en las propiedades organolépticas de la madera (Tabla 39, 40, 41 y 42).

Tabla 39. Propiedades organolépticas de *Cecropia peltata* (Guarumo) y *Cananga odorata*– *Subgrupo 1*

	Cecropia peltata		*Cananga odorata*
	Olor agradable* Color claro Textura gruesa Sin brillo Pesada Veteado en satinado Grano inclinado*		Sin olor* Color claro Textura gruesa Sin brillo Pesada Veteado en satinado Grano recto*

*Nota: * Característica distinta*

Tabla 40. Propiedades organolépticas de *Styrax subargenteus* (Saquilamo) y *Persea caerulea* (Paltón) – *Subgrupo 2*

	Styrax subargenteus		*Persea caerulea*

	Olor agradable Color amarillo Textura media Brillo bajo Levemente pesada Veteado en arcos superpuestos Grano entrecruzado*		Olor agradable Color amarillo Textura media Brillo bajo Levemente pesada Veteado en arcos superpuestos Grano inclinado*

*Nota: * Característica distinta*

Tabla 41. Propiedades organolépticas de *Chrysophylum cainito* (Yarazo) y *Chionanthus pubescens* (Arupo) – *Subgrupo 3*

	Chrysophylum cainito		*Chionanthus pubescens*

	Sin olor Color marrón Textura media Brillo alto* Levemente pesada* Grano inclinado		Sin olor Color marrón Textura media Brillo medio* Pesada* Grano inclinado

*Nota: * Característica distinta*

Tabla 42. Propiedades organolépticas de *Ochroma pyramidale* (Balsa) y *Erytrina velutina* (Porotillo) – *Subgrupo 4*

	Ochroma pyramidale		*Erytrina velutina*

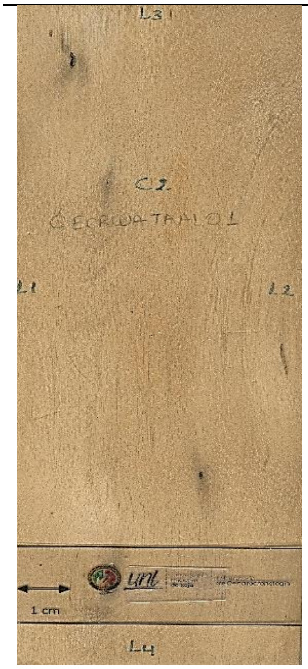
	Sin olor Color claro* Textura media Brillo bajo* Pesada Veteado en bandas paralelas Grano recto		Sin olor Color amarillo* Textura media Sin brillo* Pesada Veteado en bandas paralelas Grano recto

*Nota: * Característica distinta*

Grupo 3: el tercer conglomerado estuvo conformado totalmente por maderas de densidad semipesada y estuvo bien definido por cuatro especies forestales (Tabla 42).

Tabla 43. Propiedades organolépticas de *Croton wagneri* (Moshquera), *Inga insignis* (Guabo), *Guarea kunthiana* (Yanzao) y *Triplaris cumingiana* (Fernán Sánchez) – *Grupo 3*

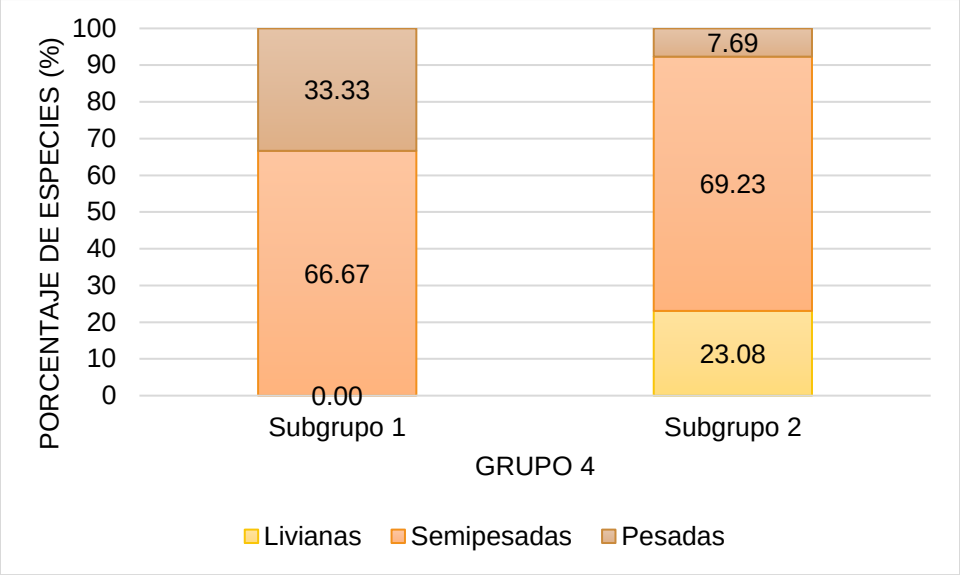
	Croton wagneri		*Inga insignis*

	Olor desagradable Color marrón Textura media* Brillo medio* Pesada Veteado jaspeado* Grano recto*		Sin olor Color marrón Textura fina* Brillo bajo* Pesada Veteado en arcos superpuestos* Grano inclinado*
	Guarea kunthiana		*Triplaris cumingiana*
	Sin olor* Color marrón Textura media* Brillo medio Pesada Veteado jaspeado* Grano inclinado*		Olor agradable* Color marrón Textura gruesa* Brillo alto Pesada Veteado en arcos superpuestos* Grano recto*

*Nota: * Característica distinta*

Grupo 4: finalmente, el cuarto conglomerado estuvo conformado por 16 especies forestales y se identificó dos subgrupos (Figura 21):

Figura 21. *Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de las propiedades organolépticas de la madera del Grupo 4*



- El primer subgrupo agrupó tres especies de las cuales dos fueron de madera de densidad semipesada y una de densidad pesada.
- Y el segundo subgrupo estuvo conformado por 13 especies de las cuales nueve fueron especies de densidad semipesada (69,23 %), tres especies de densidad liviana (23,08 %) y una especie de densidad pesada.

A continuación, de cada subgrupo identificado del Grupo 4 se destacó el par de especies con mayor similitud con sus propiedades organolépticas (Tabla 44 y 45):

Tabla 44. Propiedades organolépticas de *Myrcianthes discolor* (Arrayán) *y Annona cherimola* (Chirimoya) – *Subgrupo 1*

	Myrcianthes discolor		*Annona cherimola*

	Olor agradable Color oscuro Textura fina Brillo medio Pesada Veteado en arcos superpuestos Grano recto		Olor agradable Color marrón Textura fina Brillo bajo Levemente pesada Veteado en arcos superpuestos Grano inclinado

*Nota: * Característica distinta*

Tabla 45. Propiedades organolépticas de *Lafoensia acuminata* (Guararo) y *Myrsine coriacea* (Cucharo blanco)– *Subgrupo 2*

Lafoensia acuminata	*Myrsine coriacea*

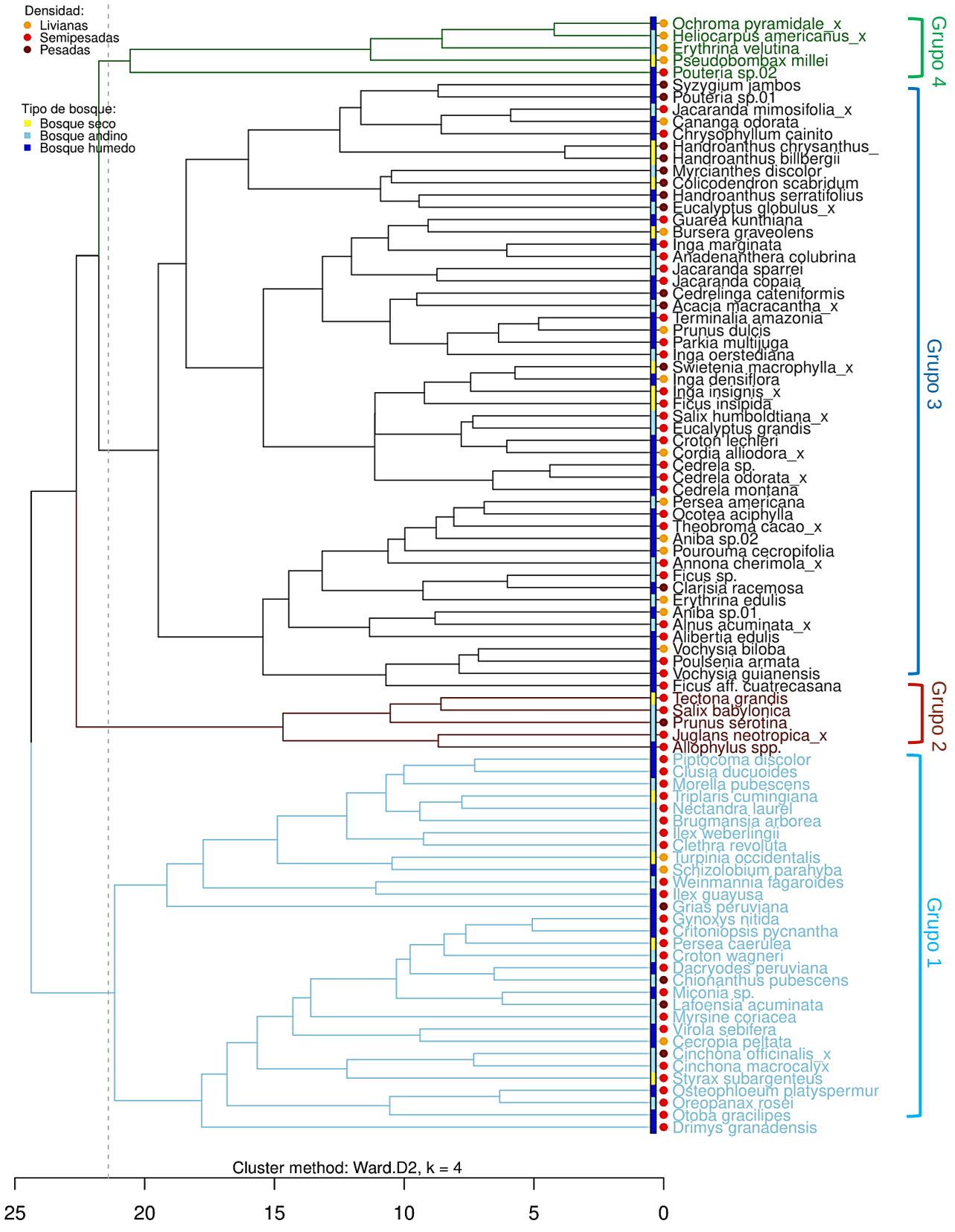
	Sin olor Color amarillo* Textura fina Brillo medio* Pesada* Grano recto		Sin olor Color claro* Textura fina Brillo bajo* Levemente pesada* Grano recto

*Nota: * Característica distinta*

4.4.3. Similitud entre la densidad y las características anatómicas de la madera

El dendrograma de las características anatómicas de la madera se clasificó a una distancia Euclidiana alta de 21,4 en el corte de los cuatro grupos principales (Figura 22). El segundo (5 spp.) y cuarto (5 spp.) grupo fueron los conglomerados con menor cantidad de esecies, mientras que el primer (31 spp.) y tercer (50 spp.) grupo fueron los grupo tuvieron mayor número de especies. Los grupos formaron a la vez subgrupos que también fueron analizaron acontinuación.

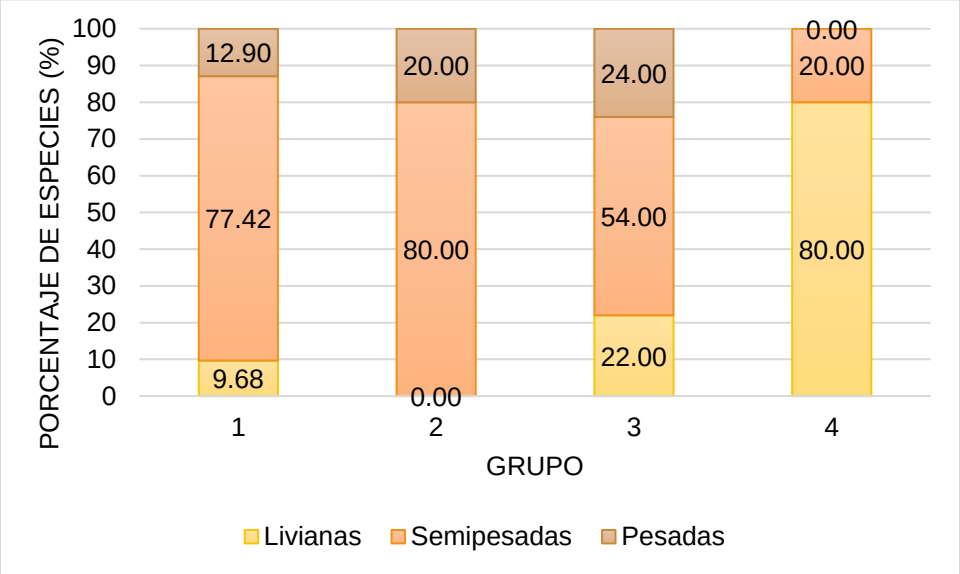
Figura 22. *Dendrograma de clasificación de las maderas tomando en cuenta la densidad básica y las características anatómicas de la madera*



La clasificación de los cuatro principales grupos con base a las características anatómicas mostró que en cada grupo existieron de dos a tres distintas categorías de densidad.

El primer grupo se conformó en su mayoría por maderas de densidad semipesada (77 %), pesadas (13 %) y livianas (10 %); el segundo grupo se conformó sólo de maderas semipesadas (80 %) y pesadas (20 %); el tercero de maderas semipesadas (54 %), pesadas (24 %) y livianas (22 %); finalmente el cuarto grupo se conformó por especies de liviana densidad en su mayoría (80 %) y de densidad semipesada (20 %) (Figura 23).

Figura 23. *Porcentaje de maderas (livianas, semipesadas y pesadas) en cada grupo con base a la clasificación de densidad básica y características anatómicas de la madera.*

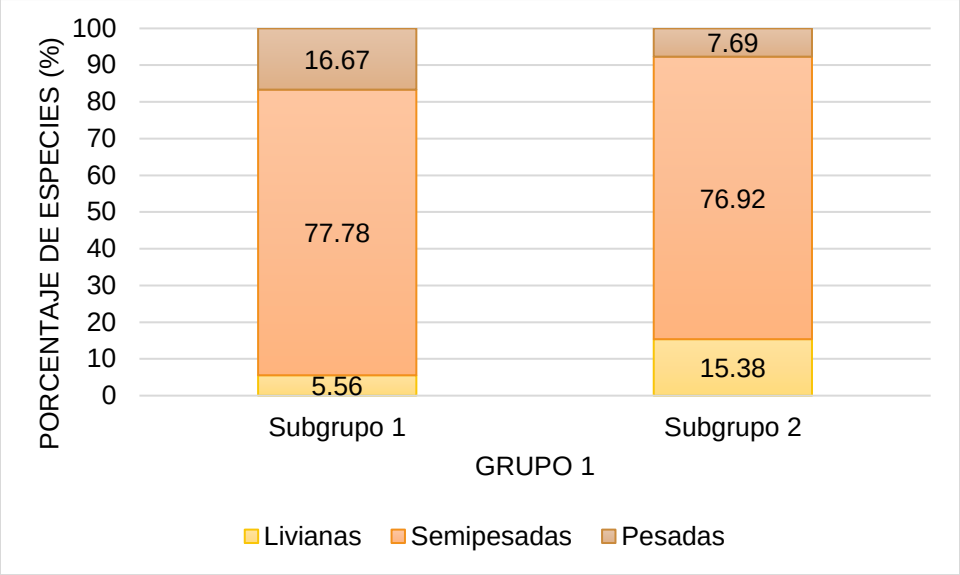


- El Grupo 1 fue uno de los más extensos con 31 especies forestales de las cuales 24 fueron especies de madera de semipesada (77,42 %) como el Huando (*Brugmansia arborea*), Canelo (*Nectandra laurel*), Pumamaqui *y* Tunash (*Gynoxys nitida*), cuatro especies de densidad pesada (12,90 %) y tres de densidad liviana (9,69%) como el Pachaco (*Schizolobium parahyba*) y Guarumo (*Cecropia peltata*). El Grupo 1 se destacó por la presencia de algunas especies como las cascarillas (*Cinchona officinalis y C. macrocalyx*) y que ambién en este conglomerado predominaron especies de bosque andino.

- El Grupo 2 estuvo formado por cinco especies de las cuales cuatro fueron de densidad semipesada (8 %) estas fueron Teca, Sauce llorón (*Salix humboldtiana*), Nogal y Shiringo (*Allophylus* spp.); y el Capulí (*Prunus serotina*) que es de densidad pesada (20 %).
- El Grupo 3 estuvo conformado por el mayor numero de especies forestales de todo el dendrograma. Estuvo formado por 50 especies de las cuáles 27 fueron especies de madera de densidad semipesada (54 %) como el Cedro colorado (*Cedrela odorata*), Cedro de montaña (*C. montana*), Arabiscos (*Jacaranda mimosifolia, J. sparrei, J. copaia*) y Aliso (*Alnus acuminata*), 12 especies fueron de densidad pesada como Faique, Zeique (*Cedrelinga cateniformis*), Guayacánes *(Handroanthus chrysanthus, H. bilbergii, H. serratifolius)* y Sapote de perro (*Colicodendron scabridum*); y 11 especies fueron de densidad liviana (22 %) como el Laurel costeño (*Cordia alliodora*) y Guato (*Erytrina edulis*).
- Finalmente, el Grupo 4 estuvo formado por cinco especies de las cuales cuatro fueron de densidad liviana (80 %) como la Balsa, Balsilla, Porotillo (*Erytrina velutina*) y Ceibo negro (*Pseudobombax millei*); y Sacha Yarazo (*Pouteria sp.02)* que fue de densidad semipesada.

Grupo 1: este conglomerado estuvo conformado por 31 especies forestales, y se destacaron dos subgrupos (Figura 24):

Figura 24. *Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de características anatómicas de la madera del Grupo 1*



- El primer subgrupo se conformó por 18 especies forestales de las cuales 14 especies tuvieron madera de densidad semipesada (77,78 %) como Paltón (*Persea caerulea*), Moshquera (*Croton wagneri*) y Cascarilla (*Cinchona macrocalyx*), tres especies fueron de densidad pesada (16,67 %) como la Cascarilla (*Cinchona officinalis*) y el Guarumo (*Cecropia peltata*) que fue de liviana densidad.
- En el segundo subgrupo igualmente predominaron las especies con madera de densidad semipesada con 10 especies (76,92 %) como Canelo, Dishindó (*Ilex weberlingi*) y Guayusa (*Ilex guayusa*), y dos especies de densidad liviana como el Pachaco (*Schizolobium parahyba*) y el Apai o Aguacate de Monte (*Grias peruviana*) que fue de densidad pesada.

A continuación de cada subgrupo se destacó el par de especies con mayor similitud (Tablas 46 y 47):

Tabla 46. Características anatómicas de *Gyxonyx nitida* (Tunash) y *Critoniopsis pycnantha* (Tunash) – *Subgrupo 1*

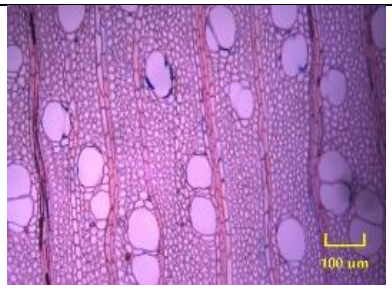
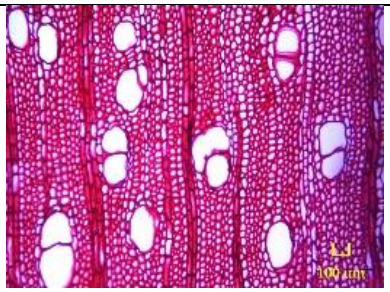
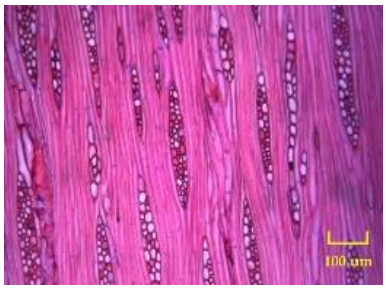
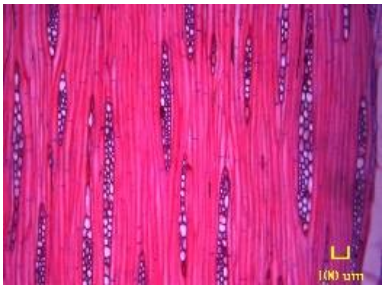
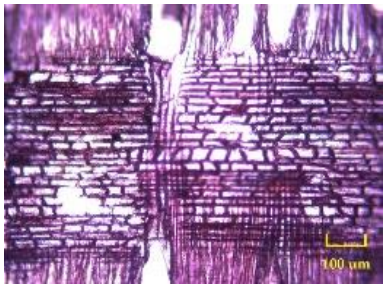
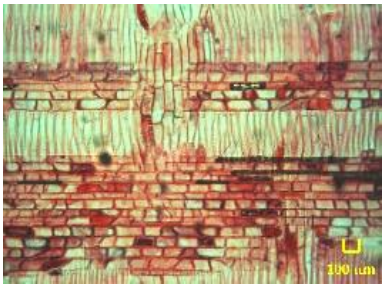
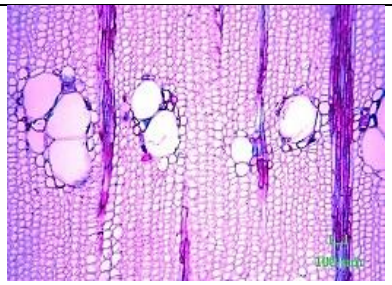
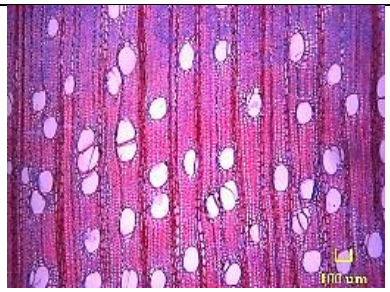
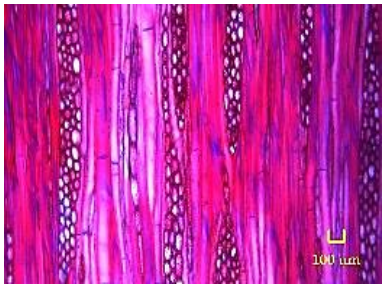
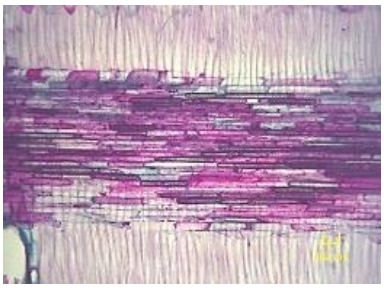
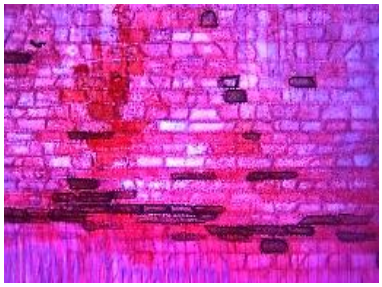
Corte anatómico	*Gynoxys nitida*	*Critoniopsis pycnantha*
Transversal		
Tangencial		
Radial		
Anillos de crecimiento ausentes Anillos con poros difusos Vasos dispuestos en patrones radiales Vasos agrupados en grupos comunes Placas de perforación simple Punteaduras alternas Punteaduras diminutas (≤ 4 um) Fibras de pared de delgadas a gruesas Parenquima paratarqueal escaso Cuatro células por hebra de parénquima Ancho de radios de 1 a 3 células Radios de tamaños distintos Radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales		Vasos dispuestos en patrones dendríticos

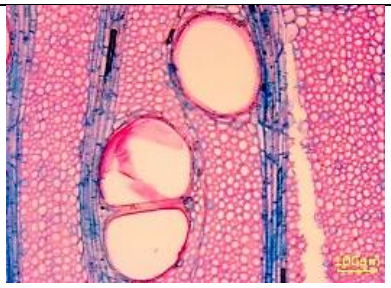
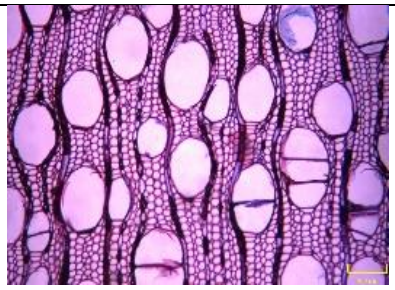
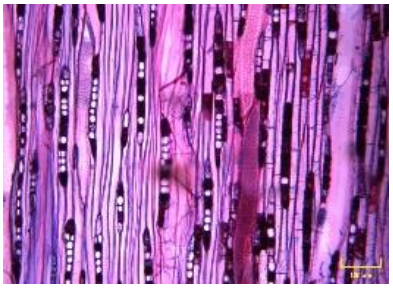
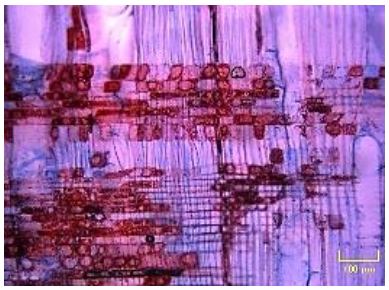
Tabla 47. Características anatómicas de *Piptocoma discolor* (Pigüe) y *Clusia ducuoides* (Duco) – *Subgrupo 2*

Corte anatómico	*Piptocoma discolor*	*Clusia ducuoides*
Transversal		
Tangencial		
Radial		
Anillos de crecimiento ausentes		
Anillos de poros difusos		
Vasos dispuestos en patrones dendriticos y agrupados en grupos comunes		
Placas de perforación simples		
Punteaduras alternas		Punteaduras escalariformes
Punteaduras diminutas ≤ 4 um		Punteaduras de tamaño medio 7-10 um
Presencia de gomas		
Fibras de pared de delgadas a gruesas		
Parénquima paratraqueal vasicéntrico y confluente		
Parenquima axial en bandas marginal		
Cuatro (3-4) células por hebra de parénquima		

Corte anatómico	*Piptocoma discolor*	*Clusia ducuoides*
Ancho de radios de 4 a 10 series		
Radios de tamaños distintos		
Células de radios todas procumbentes		Radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales

Grupo 2: este conglomerado estuvo conformado por el menor número de especies y fue de los menos diversos en cuanto a tipos de densidad. Estuvo conformado por cinco especies en su mayoría especies de madera de densidad semipesada, a excepción de el Capulí (*Prunus serotina*) que fue una especie de madera pesada o alta densidad. A continuación se destacó el par de especies con mayor similitud con sus caracteristicas anatómicas (Tabla 48).

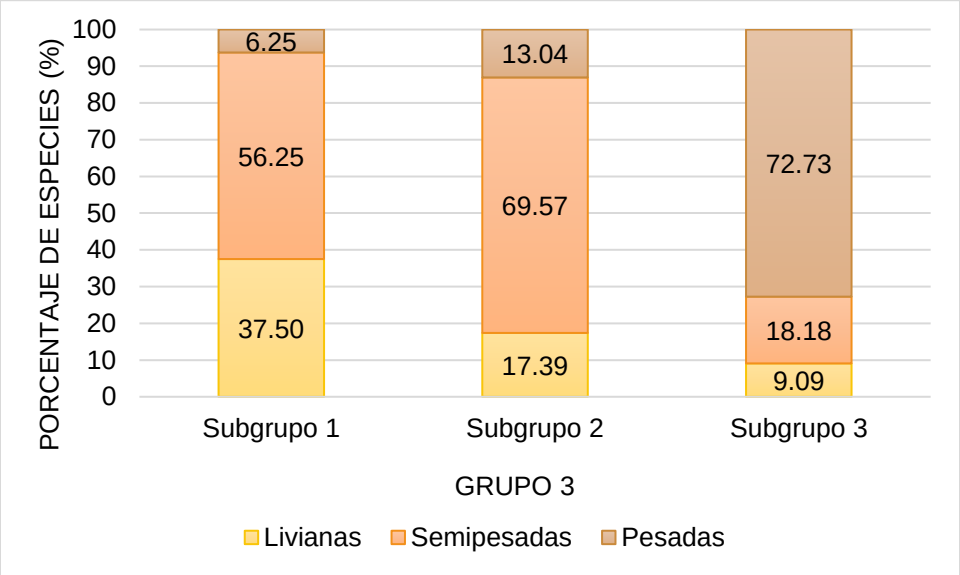
Tabla 48. Características anatómicas de *Tectona grandis* (Teca) y *Salix babylonica* (Sauce llorón) – *Grupo 2*

Corte anatómico	*Tectona grandis*	*Salix babylonica*
Transversal		
Tangencial		
Radial		
Anillos de crecimiento ausente		
Anillos de poros difusos		Anillos semiporosos
Vasos solitarios dispuestos en patrones radiales		
Placas de perforación escalariforme		Placas de perforación simple
Punteaduras opuestas		
Punteaduras pequeñas 4-7um		Punteaduras de tamaño medio 7-10 um
Presencia de tilósis común		
Fibras de parénquima de delgada a gruesa		
Parénquima paratraqueal vasicéntrico		Parénquima paratraqueal escaso y vasicéntrico
		Parénquima en bandas marginal
Ocho células por hebra de parénquima		

Corte anatómico	*Tectona grandis*	*Salix babylonica*
Ancho de radios de 4 a 10 series		Dos células por hebra de parénquima
Cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales		Radios exclusivamente uniseriados

Grupo 3: Este conglomerado al igual que el primero fue extenso y el más variado en cuanto a tipos de densidades dentro de la clasificación. En este grupo se destacaron tres subgrupos principales (Figura 25).

Figura 25*. Porcentaje de maderas según su densidad (livianas, semipesadas y pesadas) con base a la clasificación de características anatómicas de la madera del Grupo 3*



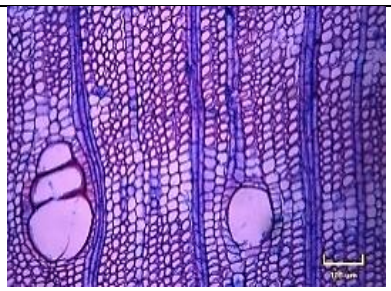
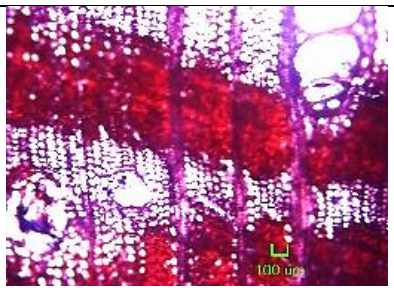
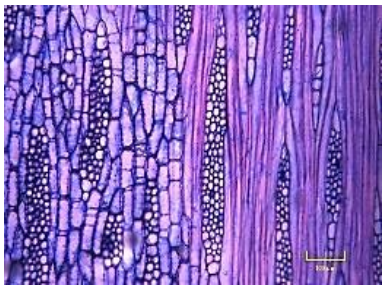
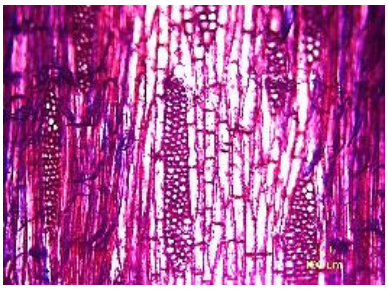
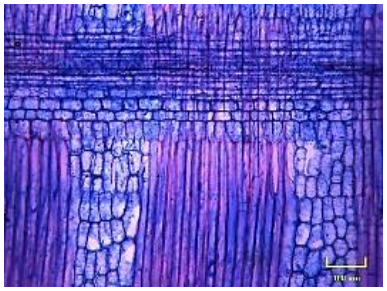
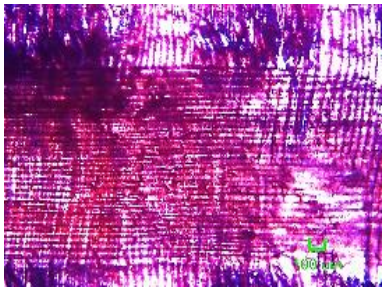
- El primer subgrupo identificado estuvo conformado por 16 especies forestales de las cuales nueve fueron de densiad semipesada (56,25 %), seis de liviana densidad (37,50 %) como Guato (*Erythrina edulis*), Amarillo *(Aniba sp.*), y la Pituca (*Clarisica racemosa*) que fue una especie de madera de pesada densidad.
- El segundo subgrupo fue extenso y se conformó por los Cedros y Arabiscos, estuvo conformado por 23 especies de las cuales 16 fueron especies de densidad semipesada

(59,57 %) como el Cedro colorado (*Cedrela odorata*), Cedro de montaña (*Cedrela montana),* Arabiscos (*Jacaranda sparrei, J. copaia*) y Wilco (*Parkia multijuga*), cuatro especies fueron de densidad liviana (17,39 %) como Laurel costeño (*Cordia alliodora*) y tres fueron de densidad pesada como Faique (*Acacia macracantha*) y Caoba (*Swietenia macrophylla*).

- Y el tercer subgrupo lo conformaron en cambio los Guayacanes, este subgrupo estuvo conformado en su mayoría por especies de densidad pesada. Lo conformaron 11 especies de las cuales ocho fueron especies de densidad pesada (72,73 %) como los Guayacanes (*Handroanthus chrysanthus, H. billbergii, H. serratifolius*), Sapote de perro (*Colicodendron scabridum*) *y* Arrayán (*Myrcianthes discolor*), dos especies fueron de densidad semipesada y *Cananga odorata* que fue una especie de densidad liviana.

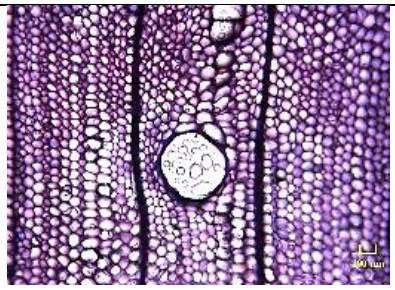
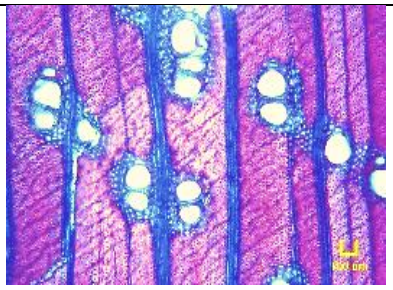
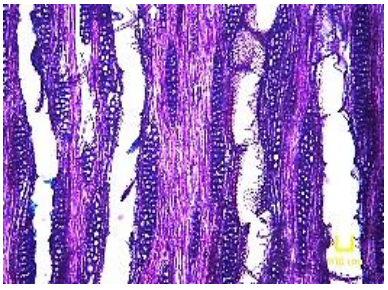
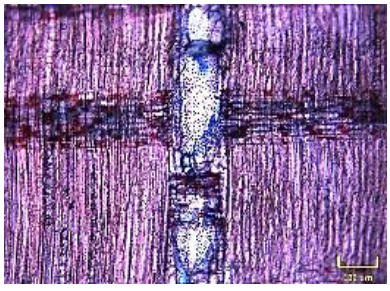
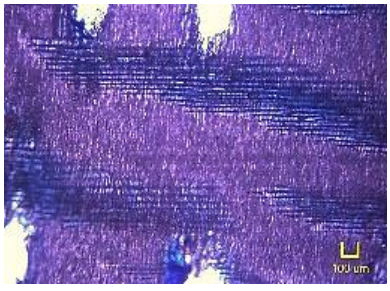
De cada subgrupo identificado del Grupo 3 se destacó el par de especies forestales con mayor similitud con base a sus características anatómicas (Tablas 49, 50 y 51).

Tabla 49. Características anatómicas de *Ficus sp.* (Higuerón) y *Clarisia racemosa* (Pituca) – *Subgrupo 1*

Corte anatómico	*Ficus sp.*	*Clarisia racemosa*
Transversal		
Tangencial		
Radial		
Anillos de crecimiento ausentes		
Anillos de poros difusos		
Vasos solitarios dispuestos en patrones radiales		
Placas de perforación simples		
		Placas de perforación escalariforme
Punteaduras opuestas		Punteaduras alternas
Punteaduras de tamaño medio 7-10 um		Punteaduras pequeñas 4-7um
		Presencia de gomas
Fibras de pared de delgadas a gruesas		
Parénquima paratraqueal confluente		
Parénquima en bandas de más de 3 células de ancho		

Ocho células por hebra de parénquima
Ancho de radios de 4-10 series
Cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4
filas de células verticales y/o cuadradas marginales

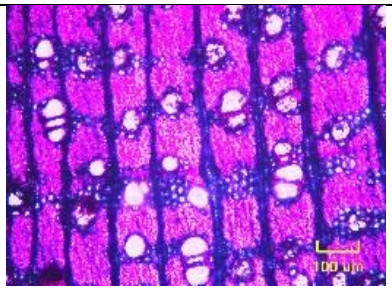
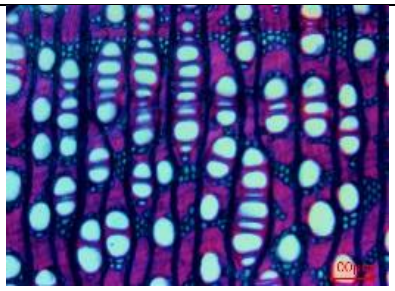
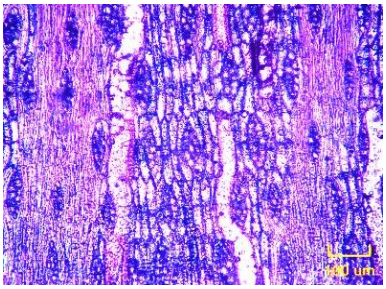
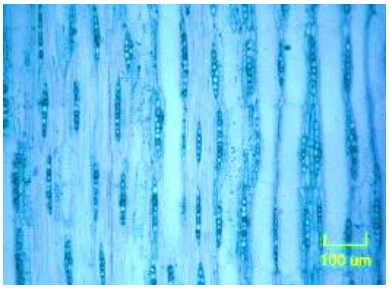
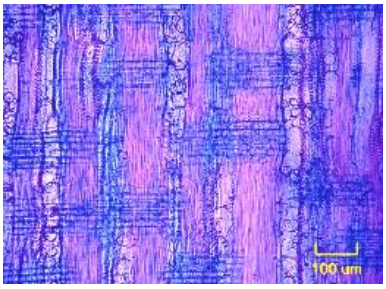
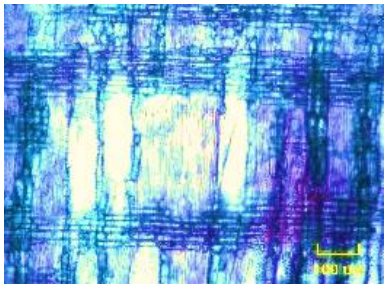
Tabla 50. Características anatómicas de *Inga marginata* (Guabillo) y *Anadenanthera colubrina* (Wilco) – *Subgrupo 2*

Corte anatómico	*Inga marginata*	*Anadenanthera colubrina*
Transversal		
Tangencial		
Radial		

Anillos de crecimiento visibles
Anillos de poros difusos
Vasos dispuestos en patrones radiales
Placas de perforación escalariformes
Punteaduras alternas
Punetaduras pequeñas 4-7um

Corte anatómico	*Inga marginata*	*Anadenanthera colubrina*
	Presencia de tilósis común	
	Fibras de pared muy delgadas	
	Parénquima paratraqueal confluente	Parénquima paratraqueal escaso
	Parénquima en bandas marginal	
	Dos células por hebra de parénquima	
	Ancho de radios de 1 a 3 series	Radios exclusivamente uniseriados
	Radios agregados	
	Células de radios todas procumbentes	

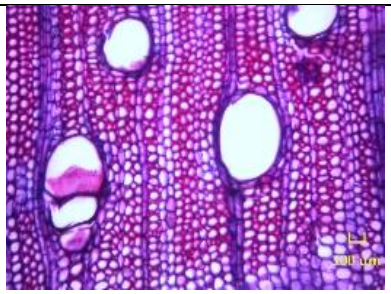
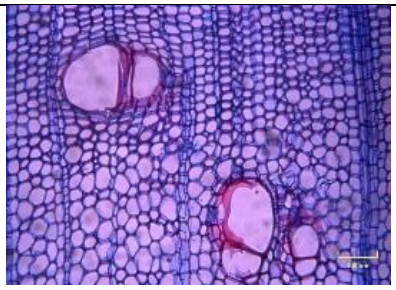
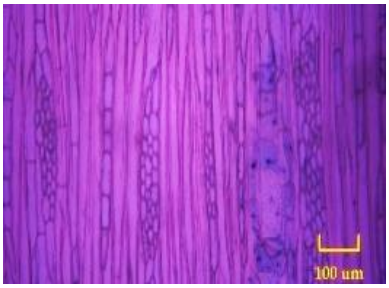
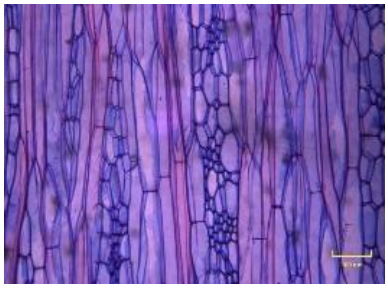
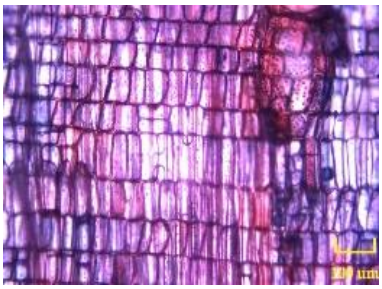
Tabla 51. Características anatómicas de *Handroanthus chrysanthus* (Guayacán) y H*androanthus billbergii* (Guayacán) – *Subgrupo 3*

Corte anatómico	*Handroanthus chrysanthus*	*Handroanthus billbergii*
Transversal		
Tangencial		
Radial		

Corte anatómico	*Handroanthus chrysanthus*	*Handroanthus billbergii*
Anillos de crecimiento visible		
Anillos de poros difusos		
Vasos dispuestos en patrones radiales		
Vasos agrupados en grupos radiales		
Placas de perforación simple		
Punteaduras de tamaño medio 7-10 um		Punteaduras pequeñas 4-7um
Fibras de pared muy gruesas		
Parénquima paratraqueal vasicéntrico		
Parénquima en bandas finas de hasta 3 células		
Dos células por hebra de parénquima		
Ancho de radios de 1 a 3 series		
Células de radios todas procumbentes		

Grupo 4: Finalmente, este conglomerado estuvo conformado por cinco especies forestales, de las cuales cuatro fueron de liviana densidad y una especie, *Pouteria sp*. (Yarazo), fue la única de densidad semipesada. A continuación, se destacó el par de especies con mayor similitud con base a sus características anatómicas del Grupo 4 (Tabla 52).

Tabla 52. Características anatómicas de *Heliocarpus americanus* (Balsilla) y *Ochroma pyramidale* (Balsa) – *Grupo 4*

Corte anatómico	*Heliocarpus americanus*	*Ochroma pyramidale*
Transversal		
Tangencial		
Radial		
Anillos de crecimiento ausentes		
Anillos de poros difusos		
Vasos solitarios dispuestos en patrones radiales		
Placas de perforación simples		
Punteaduras alternas		
Punteaduras de tamaño medio 7-10 um		
Parénquima paratraqueal vasicéntrico		
Parénquima en bandas marginal		
Cuatro células por hebra de parénquima		
Parénquima axial no lignificado		
Ancho de radios de 4 a 10 series		
Radios de más de 1 mm de altura		

Cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales	

4.5. Correlación de la densidad básica y las propiedades de la madera

En los correlogramas se pudo observar, con un p valor de 0.05 la correlación tanto positiva y negativa de la densidad básica y las 83 propiedades y características de la madera de las 91 especies forestales latifoliadas estudiadas en esta investigación.

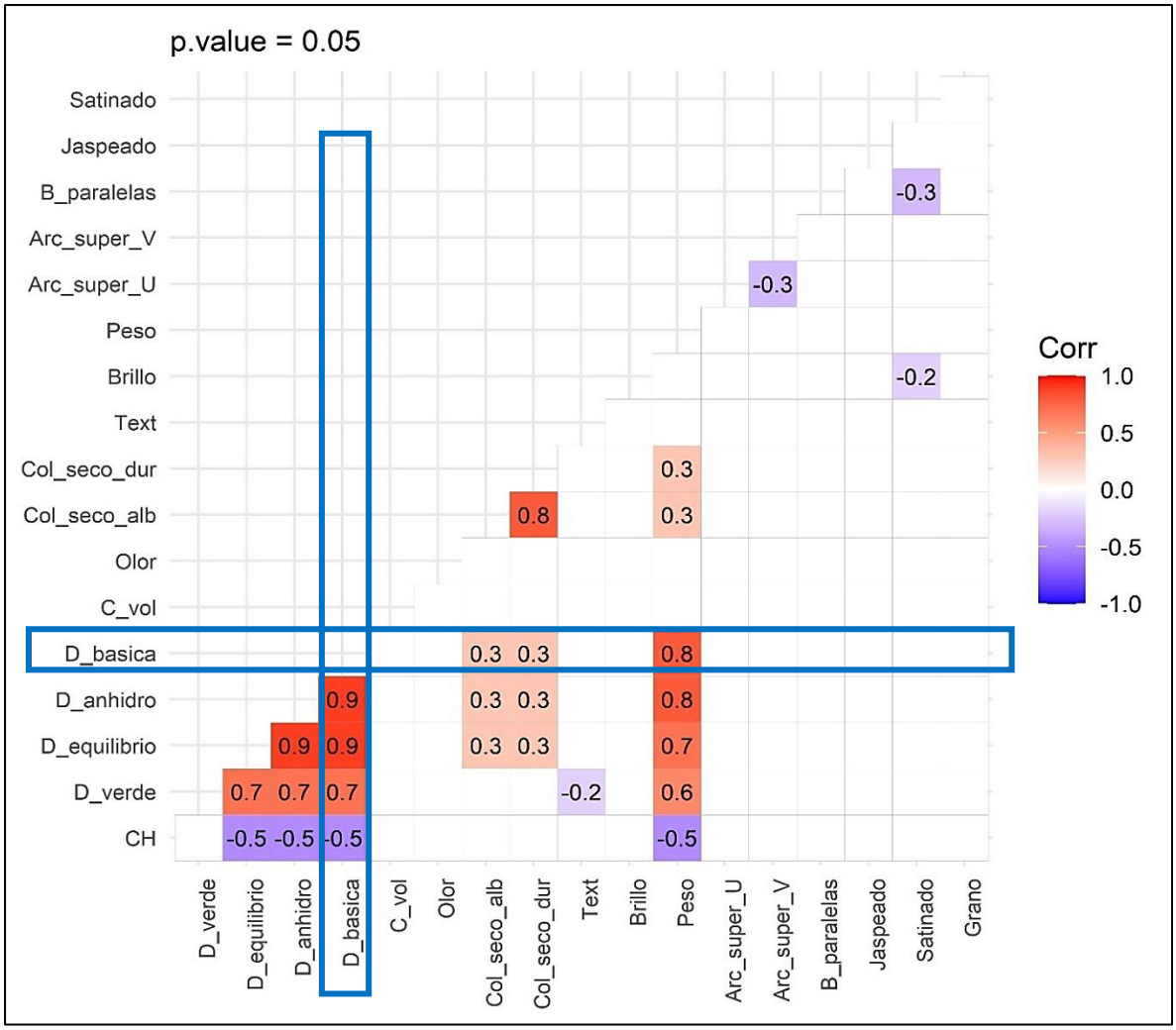
4.5.1. Correlación de la densidad básica y las propiedades físicas y organolépticas de la madera

De acuerdo al correlograma obtenido del análisis de correlación entre las 17 propiedades físicas y organolépticas de la madera de las 91 especies latifoliadas, se encontró algunas relaciones significativas entre variables. Se encontró valores que van desde – 0,3 (mínimos) hasta valores de 0,8 y 0,9 (máximos), esto usando un p-valor de 0.05 (ver Figura 26).

En las propiedades físicas, en el análisis se pudo identificar que la densidad básica tuvo una alta correlación con la densidad en verde, anhidro y en equilibrio. Mientras que, la correlación con el contenido de humedad de la madera y la densidad básica fue negativa; es decir, con esta propiedad la densidad presentó una correlación inversa (Figura 26).

Del mismo modo, las propiedades organolépticas que se correlacionaron con la densidad básica fue el color en seco de la albura y el color en seco del duramen de la madera con un valor de 0,3; mientras que, con el peso tuvo un valor más alto de 0,8 (Figura 26).

Figura 26. *Correlograma de las propiedades físicas y organolépticas de la madera de 91 especies de latifoliadas*



Nota: CH= Contenido de humedad
D_= Densidad
C_vol= Contracción volumétrica
Col_seco_alb= color en seco de albura
Col_seco_dur= color en seco del duramen
Text= textura
Arc_super_U= veteado en arcos superpuesto en U
Arc_super_V= veteado en arcos superpuestos en V
B_paralelas= veteado en bandas paralelas

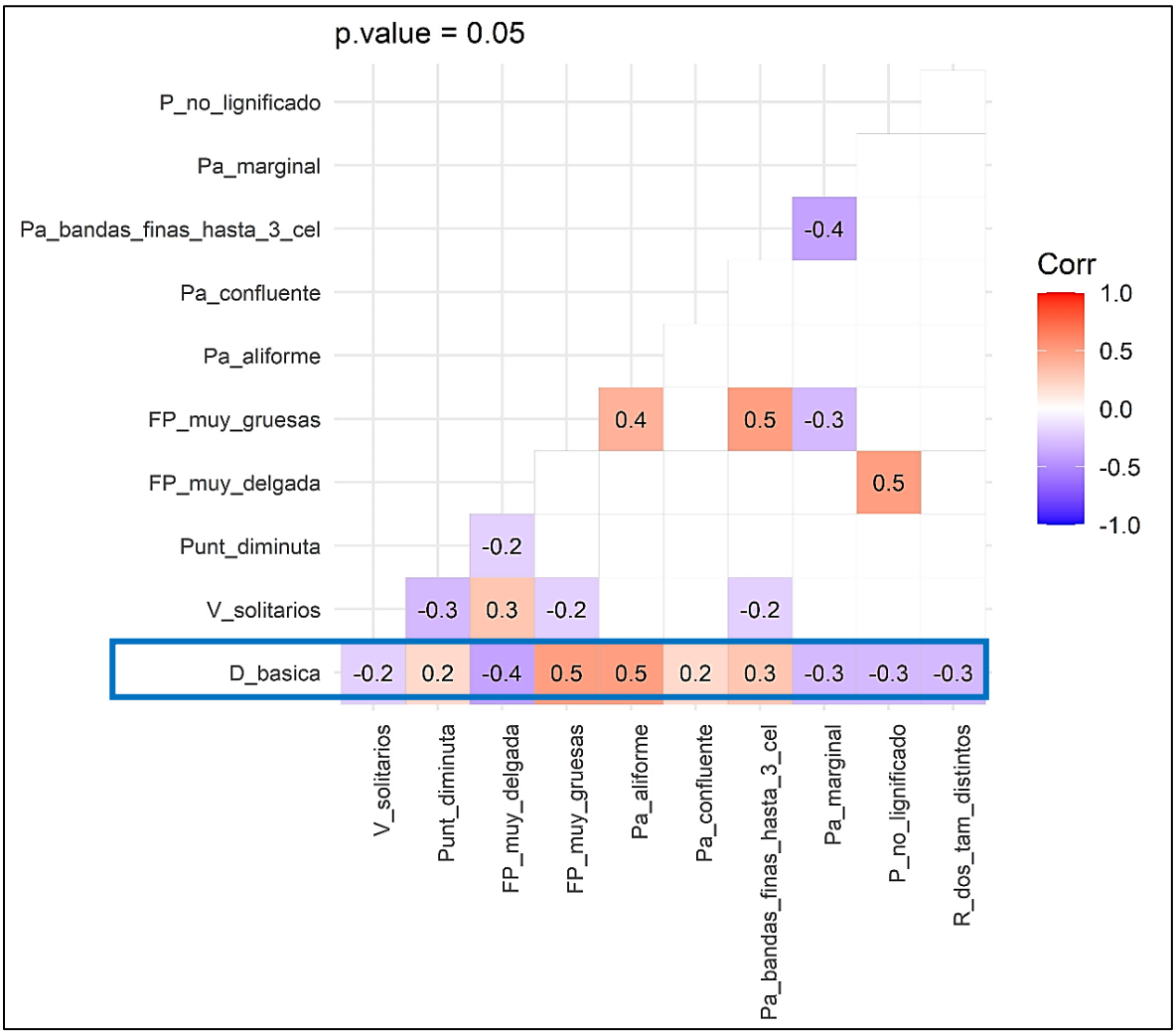
4.5.2. Correlación de la densidad básica y las características anatómicas de la madera

De acuerdo al correlograma obtenido del análisis de correlación entre las 67 características anatómicas y la densidad básica de la madera de las 91 especies latifoliadas se encontró relaciones significativas entre variables que se destacan (Ver la Figura 27).

Se obtuvo valores que van desde – 0,3 (mínimos) hasta valores de 0,5 (máximos), con un p-valor de 0.05. En el Anexo 8 se puede observar el correlograma donde se muestran el análisis realizado con todas las características anatómicas.

En el correlograma se pudo identificar que la densidad básica tiene correlación negativa con algunas características como vasos solitarios, tamaño grosor de la pared de la fibra delgada, parénquima axial marginal, parénquima no lignificado y radios de dos tamaños distintos. En cambio, las características que tienen correlación positiva con la densidad básica fueron el tamaño diminuto de las punteaduras, el grosor de la pared de fibra muy gruesa, parénquima paratraqueal aliforme y confluente, y parénquima axial en bandas final de hasta 3 células (Figura 27).

Figura 27. *Correlograma de las características anatómicas (significativas) de la madera de 91 especies de latifoliadas*



Nota: V_solitarios= Vasos o poros solitarios
Punt_diminuta= Tamaño de punteaduras diminutas
FP__muy_delgada= Pared de la fibra muy delgada
FP_muy _gruesas= Pared de la fibra muy gruesa
Pa_aliforme= Parénquima axial paratraqueal aliforme
Pa_confluente= Parénquima axial paratraqueal confluente
Pa_bandas_finas_hasta_3_cel= Parénquima axial apotraqueal en bandas finas de hasta 3 células
Pa_marginal= Parénquima axial marginal
P_no_lignificado= Parénquima no lignificado
R_dos_tamaños distintos= Radios de dos tamaños distintos

5. DISCUSIÓN

Las maderas de especies forestales al sur de Ecuador por su alta diversidad y variabilidad genética y fenotípica no han sido clasificadas con gran precisión (León, 2013; Grande y Polanco, 2007; Araya, 2012). Por lo que, esta investigación muestra una primera caracterización y clasificación de la madera de 95 especies forestales del sur de Ecuador. Esto, mediante clústeres o dendrogramas de clasificación no supervisada, de los cuales se obtuvo cuatro grupos de especies en base a las propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas de su madera.

Hay que destacar que, al realizar clasificación general o global de maderas, el número de propiedades físicas y organolépticas evaluadas fueron 17 y las características anatómicas fueron 67. Estás últimas tuvieron mayor peso sobre las demás, a mayor número de variables el dendrograma se vuelve más sensible (Lara-Albín, 2014).

A nivel nacional y regional existe la caracterización de 93 especies forestales con información de propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de la madera realizado por el Ministerio del Ambiente (MAE) y la Organización de las Naciones Unidas (FAO) (2014). Sin embargo, no ha existido un estudio como el presente a nivel nacional que realice una clasificación global mediante herramientas estadísticas (clústeres) o una metodología que tome en cuenta las propiedades y características de la madera de especies nativas de Ecuador.

A nivel local, algunos estudios han llegado a clasificar las maderas por sus características anatómicas, como el realizado por Armijos (2019) en donde agrupa 50 especies de acuerdo a la anatomía de su madera usando herramientas estadísticas como clústeres y análisis de correlación entre especies. Según Armijos (2019) este tipo de clasificaciones se pueden perfeccionar al considerar otro tipo de características de la especie como características dendrológicas, físicas y mecánicas de la madera, estacionalidad climática, gremio ecológico y

ecología funcional. Pues estudios demuestran que las características anatómicas de la madera se asocian con las propiedades físico mecánicas de la madera (León, 2010; Ninin, 1993).

Así mismo, en el estudio realizado por Enríquez (2017) sobre grupos funcionales y su papel en la restauración de paisajes en la región sur de Ecuador, usa análisis clúster para clasificar 30 especies forestales de acuerdo a los rasgos de su historia de vida. Obteniendo como resultado dos grupos bien definidos de especies de tipo caducifolio de estrato intermedio y de tipo perennifolio de estrato alto. Este estudio consolida la capacidad de este tipo de análisis para clasificar y estudiar una amplia variedad de especies forestales. Y así, contribuir con información que permite determinar estrategias ecológicas adecuadas para el uso de los recursos en una amplia variedad de especies y ecosistemas. En este estudio se incluye especies que coinciden con esta investigación.

Por otra parte, en otros países si han creado propuestas de clasificación para especies forestales, como en Cuba la propuesta de clasificación de especies maderables para el manejo forestal integral de acuerdo a los usos y preferencias tradicionales, densidad, dureza, madurez, propiedades físicas y mecánicas de las maderas siendo una de las investigaciones más usada en el país por la información técnica que aporta. Sin embargo, en este estudio se destaca que no hay clasificación perfecta, sino una aproximación, condicionada por diferentes factores (Álvarez, 2007). Así mismo, en Perú también se ha realizado la clasificación de maderas mediante clústeres con la finalidad de agruparlas en función de la similitud de sus propiedades físicas y mecánicas y así, agrupar especies poco conocidas en el mercado con uso potencial (Montenegro, 2018). En ambos países se usó una metodología basada en análisis clúster para manejar bases de datos extensas, mediante métodos jerárquicos y distancias euclídeas.

El análisis de conglomerados o de clústeres también ha sido muy usado en Brasil para estudiar especies forestales de la Amazonía, con la finalidad de encontrar similaridad entre especies y promover el uso de un mayor número de especies desde el punto de vista tecnológico

y para identificar el uso potencial según su grupo de clasificación (Melo et.al., 2013; Nascimento et al., 1997; Lobao et al., 2011).

5.1. Caracterización y clasificación de la maderas por sus propiedades físicas, organolépticas y anatómicas

Es importante tener en cuenta que para el buen uso de la madera es mucho mejor tener conocimiento e información de sus propiedades físicas, organolépticas, mecánicas, y anatómicas ya que permiten estimar con mayor factibilidad y confianza las condiciones de utilización y procesamiento adecuado de las especies forestales (Refort y Keil, 2012). En esta investigación se presentó una base de datos robusta y detallada de 95 especies forestales del sur de Ecuador.

5.1.1. Maderas de latifoliadas

En la clasificación global de especies se puede observar distintos grupos, tanto en extensión como por las distintas especies que lo conforman. En el Grupo 1 se destacan algunas especies como *Brugmansia arborea, Nectantra laurel, Ilex weberlingii y Cletra revoluta* especies nativas del sur de Ecuador. En su mayoría las especies que conforman el grupo son de bosque andino, sin embargo, especies como *Clusia ducuoides* (Duco) que en este estudio se recolectó en bosque húmedo también se encuentra distribuida en diferentes provincias de la sierra como Carchi, Imbabura, Azuay, Bolívar y Loja, y en algunas provincias de la región amazónica como Pastaza, Napo y Zamora Chinchipe, esto según Tropicos.org (2021).

Cabe resaltar que la mayoría de especies de este grupo aún no han sido registradas en la mayor lista global de anatomía de maderas Insidewood (Insidewood, 2021; Wheeler, 2011). Así mismo, *Clethra revoluta, Illex weberlingii y Turpinia occidentalis* son especies que han sido evaluadas sólo a nivel de género y familia (Giebel y Dickson, 1967; Aguilar y Barajas, 2005; Grande y Polanco, 2007), por lo que, en la presente investigación se incluye información pionera de estas especies, y de las propiedades y características de su madera.

El Grupo 2 contiene un número alto de maderas pesada como los Guayacanes, *Handroanthus chrysanthus, H. billbergii, H. serratifolius;* al igual que algunas especies como

Colicodendron scabridum (Sapote de perro) *y Cinchona officinales* cuyas densidades van de 0,79 g/cm^3 hasta 1,00 g/cm^3 (Zanne et al., 2009). Todas estas especies pertenecen distintos tipos de bosque, como *H. chrysanthus y billbergii* estás dos especies de Guayacán son de clima cálido-desértico característico de bosque seco (Herbario LOJA et al. 2001; Aguirre, 2012). En cambio, *H. serratifolius* es una especie que prefiere clima húmedo, y se registran poblaciones en la provincia de Zamora-Chinchipe (Ágila et al. 2018; Armijos, 2019). Las especies de Guayacán que presentaron una mayor similitud fueron *Handroanthus chrysanthus* y *H. billbergii* cuyas características coinciden con las identificadas por Ágila et al (2018) al igual que de *H. serratifolius* con pequeñas diferencias en la presencia del parénquima paratraqueal, ancho de radios y en agrupación de vasos.

Así mismo, al Grupo 2 lo conforman otras especies como *Oreopanax rosei* (Pumamaqui)*, Myrcianthes discolor* (Arrayán)*, Cinchona officinalis* (Cascarilla), *Cinchona macrocalyx* y *Chionanthus pubescens* (Arupo) que son especies características de bosque andino (Aguirre, 2018; Feijoo et al., 2019). Especies como *Myrsine coriacea* (Cucharo blanco) y *Croton wagneri* (Moshquera) recolectadas en bosque andino, se encontró registro de la especie en el Parque Nacional Podocarpus ubicado entre las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (Lozano et al., 2007; Arévalo, 2012).

En el Grupo 2 predominan maderas oscuras y marrones como *Chionanthus pubescens* (Arupo)*, Handroanthus billbergii Critoniopsis pycnantha, Oreopanax rosei* (Pumamaqui)*, Chrysophyllum cainito* (Yarazo) y *Myrcianthes discolor* (Arrayán)*,* según Guardia et al. (2020) el color de la madera depende del color de las paredes de sus células y del contenido intercelular, y es una propiedad que da atractivo a las maderas, volviéndolas más valiosas.

El Grupo 3 conformado por las Balsas, *Heliocarpus americanus* (Balsilla)*, Ochroma pyramdale* (Balsa)*, Pseudobombax millei* (Ceibo negro) *y Erythrina velutina* (Porotillo) son maderas de color claro, propiedad que caracteriza las maderas blandas o de baja densidad según Guardia et al. (2020). En este conglomerado la madera de las especies es de alto contenido de

humedad, baja densidad y contracción volumétrica alta. La densidad de estas especies va desde 0,15 g/cm^3 hasta 0,40 g/cm^3 (Zanne et al., 2019). En cuanto a las características organolépticas de *Ochroma pyramidale* esta una especie de color claro, inodora, insabora, veteado en satinado, brillo de medio a alto y grano recto (León, 2014; Rosales et al., 2015). Otra característica común de las Balsas es la presencia de parénquima axial, pues este tejido es accesible a la observación macroscópica en muchas maderas de latifoliadas procedentes de climas subtropical y tropical convirtiéndola en una característica de fácil identificación. Este tejido se destaca generalmente por dar color más claro a la madera (Conafor, 2007). También son maderas de grano recto, propiedad determinante para la trabajabilidad de la madera (Conafor, 2007).

Finalmente, el Grupo 4 es muy diverso pues contiene especies de madera de alto valor comercial, que se caracterizan por su alta trabajabilidad como *Cordia alliodora* (Laurel costeño)*, Swietenia macrophylla* (Caoba)*, Cedrela odorata* (Cedro colorado)*, Cedrela montana* (Cedro de montaña)*, Jacaranda sparrei* (Arabisco)*, Jacaranda copaia* (Arabisco)*, Cedrelinga cateniformis* (Zeique)*, Juglans neotropica* (Nogal) *y Schizolobium parahyba* (Pachaco) (Mejía y Pacheco, 2013; Aguirre et al. 2015)*.*

Otra especie dentro de este conglomerado que se considera de alto valor en la agroindustria ecuatoriana es el Cacao, *Theobroma cacao.* En el presente estudio se analizó el cacao conocido como “criollo” o nacional y la variedad (clon) denominada CCN-51, que en la actualidad se siembra por su excelente comportamiento agronómico, productividad y tolerancia a enfermedades; sin embargo, la industria demanda el cacao “criollo” por su alta calidad en sabor y olor (Guerrón, 2009; Zambrano et al., 2010). Así mismo, otra especie de valor dentro de este grupo es el Palo Santo, *Bursera graveolens,* que en la actualidad ha sido demandada por su utilización para la extracción de aceites esenciales con bondades etnomédicas como fatigas, mareos, latidos acelerados de corazón y jaquecas (Manzano, 2012).

Las especies con mayor similitud del Grupo 4 son *Terminalia amazonia* (Yumbinge) y P*arkia multijuga* (Wilco) que, aunque organolépticamente no son similares presentan densidades

entre 0,58 g/cm^3 y 0,61 g/cm^3 (MAE y FAO, 2014). Así mismo, *Swietenia macrophylla* (Caoba) *y Cedrela odorata* (Cedro) con propiedades organolépticas y físicas más o menos similares, se caracterizan por tener una alta homogeneidad anatómica entre sí, como los anillos de crecimiento visibles, vasos solitarios, parénquima axial difuso, cuatro células por hebra de parénquima y radios de 1 a 3 series de ancho (Armijos, 2019; León, 2013).

Las maderas de este cuarto conglomerado tienen veteado o figura en arcos superpuestos y bandas paralelas como *Alnus acuminata, Aniba sp., Salix humboldtiana, Cedrela montana, Jacaranda mimosifolia, Cordia alliodora, Swietenia macrophylla, Virola sebifera, Ficus sp., Clarisia racemosa, Inga marginata, I. oerstediana, Terminalia amazonia, Juglans neotropica y Vochysia guianensis.* El veteado o figura de la madera es una característica muy atractiva que proporciona valor a las especies (Fuentes et al., 2012). A pesar de la diversidad de este cuarto conglomerado, otra característica común que agrupó las especies fue la disposición de los vasos en patrones radiales y solitarios, considerada como una característica importante en la identificación de maderas, pues es un rasgo apreciable a simple vista en un grupo específico de maderas (Araya-Montero, 2012).

5.1.2. Maderas de coníferas

Las cuatro especies forestales estudiadas de coníferas se destacan por ser similares entre sí; es decir física, organoléptica y anatómicamente. Es interesante destacar que los datos de densidad de las maderas de este grupo son similares a las registradas en la base de datos de Zanne et al. (2009) que va desde 0,6 g/cm^3 hasta 0,8 g/cm^3. Las maderas de Pino (*Pinus patula*) y Cipré (*Cupressus macrocarpa*) son muy utilizadas comercialmente pues poseen propiedades físicas y organolépticas que las vuelven fácilmente trabajables y vistosas a causa de los colores y figuras que forman (Hans et al. 2012). Por lo contrario, especies como *Podocarpus* y *Prumnopitys* se encuentran en la lista de especies de aprovechamiento condicionado, es decir se

prohíbe su extracción a gran escala debido a la baja densidad poblacional de estas especies (MAE, 2015b).

La información existente de Pino y Cipré es extensa pues son especies muy estudiadas debido a su importancia económica que se les atribuye por sus características particulares. Estas especies son de madera trabajable, se desarrolla bien en plantaciones a costos relativamente bajos (Rivera et al., 1998).

5.2. Similitud de la densidad básica con las propiedades de la madera

Los resultados mostraron que, en general, la densidad es una característica clave dentro de la caracterización y agrupación de las especies forestales. Según Williamzon y Wiemann (2010) la densidad es una de las propiedades físicas de la madera que más aporta al conocimiento de este material y entre las diferentes variables que cuantifica la densidad se encuentra la densidad básica que se emplea habitualmente como indicador de calidad de la madera (Riesco, Imaña y De Paula, 2019).

La clasificación más clara de las maderas se evidenció con base a las propiedades físicas de la madera, pues estas son propiedades cuantitativas que se asocian entre sí. El conocimiento de las propiedades físicas permite identificar contracciones, hinchamientos, punto de saturación de fibra, anisotropía, entre otras permitiendo definir mejor el uso y aplicación de las maderas (Nájera-Luna et. al, 2005). Los grupos obtenidos con base a las propiedades físicas de la madera se forman con un distanciamiento mínimo, son más compactos, heterogéneos en tamaño y se resalta un patrón de agrupamiento con influencia de la densidad básica.

Seguidamente, las propiedades organolépticas tuvieron una menor claridad en su agrupación pues estas propiedades presentan altas variaciones dentro de la misma especie e incluso en una misma pieza de madera. Las propiedades organolépticas pueden variar de acuerdo al contenido de humedad. Así mismo, otras propiedades de este tipo como el olor y sabor son producidos por sustancias químicas que se volatizan con el tiempo. Y el brillo de la madera

suele depender del ángulo de incidencia de luz sobre la superficie, el tipo de células expuestas y la infiltración de sustancias cerosas o aceitosas en el duramen por lo que puede variar (Gonzales, 2008; Chavesta, 2007).

Finalmente, las características anatómicas fueron las que tuvieron la menor claridad en la agrupación debido a la gran variabilidad y número de características analizadas. Las especies se mostraron anatómicamente muy cambiantes entre especies del mismo género y entre la especie misma, según algunos autores son consideradas como características de alta heterogeneidad. La variabilidad anatómica se da principalmente porque en la xilogénesis la formación de nuevos tejidos es en base a las condiciones ambientales y necesidades de la planta en el momento de su crecimiento. Por lo que, incluso individuos de la misma especie tienen diferencias significativas en su estructura anatómica dependiendo del lugar de procedencia (Agila et al 2018, Barrera et al 2018; Vásquez y Ramírez, 2011).

Es interesante destacar el tipo de bosque o ecosistema no influye de forma significativa en la expresión de las propiedades de la madera, especialmente en propiedades físicas y organolépticas de la madera (Igartúa et al., 2009; Vázques et al, 2015)

Los cuatro grupos formados por el dendrograma con base en las propiedades físicas se cortó en una distancia de 9 puntos, el dendrograma con base en las propiedades organolépticas se cortó a una distancia de 13 puntos y en el dendrograma con base en las características anatómicas este corte fue a una distancia de 21 puntos. Según De la Fuente (2011) esta es una medida de similaridad o de distanciamiento entre los grupos formado, es decir, mientras mayor es esta distancia los grupos formados tienen un mayor distanciamiento y estas más alejados de ser similares, y viceversa. Por lo tanto, el clúster con menor similitud fue el análisis realizado con las características anatómicas, y el análisis clúster con mayor similitud en la formación de los grupos fue el realizado con las propiedades físicas de la madera.

5.3. Correlación de la densidad básica con las propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas de la madera

El análisis de correlación de Pearson permite identificar la relación positiva o negativa entre dos variables (Restrepo y González, 2007). En esta investigación se buscó la relación de la densidad básica, y las propiedades y características de la madera mediante análisis de correlación Pearson.

5.3.1. Correlación con las propiedades físicas y organolépticas

La densidad básica es un factor que influye sobre el resto de propiedades físicas de la madera como flexibilidad, contracción, anisotropía, contenido de humedad y resistencia (Montenegro, 2018). Por lo que, los resultados mostraron altas correlación positiva con los otros tipos de densidad evaluadas, mientras que con el contenido de humedad tuvo una correlación negativa (r=-0,5). Según Pérez-Peña et al. (2011) el contenido de humedad es mayor en maderas de mayor porosidad y menor densidad.

Por otra parte, con las propiedades organolépticas la densidad tuvo una alta correlación con el color en seco de la albura y duramen (r=0,5). En general, las maderas duras o pesadas suelen ser de color más oscuro y vivo que el color de maderas blandas (Guardia et al., 2020). Sin embargo, según otros autores esta propiedad suele depender de los rasgos genéticos de las especies y el contenido de pigmentos de las células de lignina, celulosa y del grano de mineralización de la madera (Nutsch, 1999). Así mismo, el color de la madera en seco varía por el hecho de haber sido sometida a procesos de secado, por lo que en esta investigación sólo se consideró la correlación con el color de la madera en seco o comercial.

5.3.2. Correlación con las características anatómicas

Una de las características anatómicas que tuvo alta correlación con la densidad básica de la madera fue la pared de la fibra muy gruesa (r=0,5), mientras que con la característica pared de fibra muy delgada esta correlación se presentó negativa (r=- 0,4). La pared de las fibras de

especies de ecosistemas secos y cálidos suelen ser más delgadas que la pared de las fibras de las especies propias de ecosistemas húmedos (Velásquez et al., 2014)

Así mismo, otras características que tuvieron correlaciones significativas (desde r=-0,4 a 0,5) con la densidad básica fueron los patrones de parénquima axial paratraqueal aliforme y parénquima axial en bandas finas de hasta tres células (Figura 27). Estos patrones de tejido parenquimático son más comunes en especies de regiones tropicales que en las regiones templadas (Wheeler et al., 2007; Armijos, 2019).

Otras características que se correlacionaron de forma negativa con la densidad en base al correlograma fue la presencia de vasos solitarios, patrones de parénquima marginal, parénquima no lignificado y radios de tamaño distinto. Características que indican que en la estructura de la madera el contenido de celulosa es alto, por lo que la madera suele ser de baja densidad (Espinoza y León, 2002; León, 2014; Gimenez et al., 2005). También se consideran características claves para la identificación de especies pues son propias de algunos géneros y familias desde el punto de vista taxonómico (Armijos, 2019; Wheeler y Gasson, 1989; Valverde y Rincón, 2008).

6. CONCLUSIONES

- La madera de 91 especies forestales latifoliadas con base en las propiedades físicas, organolépticas y características anatómicas se clasifican en cuatro grupos. El Grupo 1 de los Laureles (*Nectandra laurel* y *Morella pubescens),* el Grupo 2 de los Guayacánes (*Handroanthus chrysanthus, H. billbergii,* el Grupo 3 de las Balsas (*Ochroma pyramidale* y *Heliocarpus americanus),* y el Grupo 4 de los Cedros (*Cedrela odorata, C. montana)*, Arabiscos (*Jacaranda mimosifolia, J. sparrei y J. copaia)* y Sauces (*Salix humboldtiana y S. babylonica*).
- La similitud más clara de las maderas se evidencia con base a sus propiedades físicas, seguida de las por propiedades organolépticas, y finalmente por las características anatómicas.
- Las maderas del sur de Ecuador tienen una alta heterogeneidad a nivel macro y microscópico; sin embargo, existen propiedades y características claves que permiten su diferenciación e identificación desde el punto de vista taxonómico como el color, olor, sabor, presencia de gomas o látex, disposición y tamaño de vasos o poros, patrones de parénquima axial paratraqueal y apotraqueal, y disposición y tamaño de radios.
- La densidad básica de la madera se relaciona fuertemente con las propiedades físicas, por lo que se considera una característica relevante para la clasificación de maderas de acuerdo a su uso. Las propiedades físicas permiten estimar con facilidad y confiabilidad las condiciones de utilización y procesamiento adecuado de las especies forestales.
- Propiedades organolépticas como el color en seco del duramen y de la albura son propiedades que se relacionan directamente con la densidad básica, pues maderas de alta densidad suelen tener colores más oscuros y vivos que las maderas de baja densidad.
- Características anatómicas como los patrones de parénquima paratraqueal y apotraqueal, y el espesor de la pared de la fibra se relacionan directamente con la densidad básica.

- Características anatómicas de la madera como la disposición de vasos, parénquima no lignificado y distintos tamaños de radios se relacionan inversamente con la densidad de la madera.

7. RECOMENDACIONES

- La metodología aplicada puede usarse para clasificar especies forestales de acuerdo al tipo de aproximación que se desee obtener, ya que se puede complementar con características de sitio, climáticas, edáficas, mecánicas, químicas, de trabajabilidad y durabilidad de la madera. Con la finalidad de generar información completa y útil para los actores del sector forestal en la toma de decisiones.
- Para obtener una clasificación más compacta y heterogénea se puede realizar una selección adecuada de características y propiedades a incluir, pues el dendrograma se vuelve sensible con un gran número de variable.
- Realizar estudios de especies forestales nativas poco conocidas y usadas, con la finalidad de generar información para el uso adecuado de los recursos forestales con base a información técnica.
- Se debe profundizar los estudios anatómicos de la madera, a nivel de familia y género, debido a que las características anatómicas son consideradas claves para la identificación de cierto grupo de taxas y se relacionan con las propiedades físicas de la madera.

8. BIBLIOGRAFÍA

Agila, S., Burneo, A., Narváez, L., y Pucha-Cofrep, D. (2018). Propiedades físicas y características anatómicas de la madera de tres especies de Guayacán al sur de Ecuador. *Bosques Latitud Cero,* 8(2), 1-15. https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/490/385

Aguilar-Alcántara, M., Aguilar-Rodríguez, S., y Terrazas, T. (2014). Anatomía de la madera de doce especies de un bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas, *Revista México*, 20(4), 45-50. http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v20n3/v20n3a7.pdf

Aguilar, S. y Barajas, J. (2005). Anatomía de la madera de especies arbóreas de un bosque mesófilo de montaña: un enfoque ecológico-evolutivo*. Bol.Soc. Bot.Méx*. 77, 51-58

Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos de Ecuador*. https://www.researchgate.net/publication/280625434_Especies_forestales_de_los_bosques_secos_del_Ecuador

Aguirre-Mendoza, Z. (2013). *Diversidad florística de la provincia de Zamora Chinchipe.* Universidad Nacional de Loja. 1-14. https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2013/07/diversidad-floristica-de-zamora-chinchipe1.pdf

Aguirre, Z. (2018). *Especies vegetales del Bosque Andino*. https://www.researchgate.net/publication/328466302_ESPECIES_VEGETALES_DEL_BOSQUE_ANDINO

Aguirre, Z. (2019). *Guía de especies vegetales del bosque tropical humedo*. https://www.researchgate.net/publication/333653515_GUIA_DE_ESPECIES_VEGETALES_DEL_BOSQUE_TROPICAL_HUMEDO

Aguirre, Z., Loja, A., Solano, M. y Aguirre, N. (2015). *Especies Forestales más aprovechas del Sur del Ecuador.* Universidad Nacional de Loja. 128p. https://nikolayaguirre.files.wordpress.com/2011/12/lb-especies-forestales-sur-ecuador-2015.pdf

Aguirre, Z. Aguirre, N. y Muñoz, J. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja. Universidad Nacional de Loja. *Arnaldoa* 24(2), 523-542. Loja, Ecuador. http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v24n2/a06v24n2.pdf

Aguirre, Z. (2018). *Especies vegetales del Bosque Andino.* https://www.researchgate.net/publication/328466302_ESPECIES_VEGETALES_DEL_BOSQUE_ANDINO

Álvarez, P. (2007). Propuesta de clasificación de las especies maderables para el manejo forestal

integral (segunda parte). Universidad de Pinar del Río. *Revista Forestal Baracoa*, 26 (2), 1-10. http://www.actaf.co.cu/revistas/rev_forestal/Baracoa-2007-2/FAO2%202007/PROPUESTA%20DE%20CLASIFICACION%202%20PARTE.pdf

Araya-Montero, M. (2012). *Manual para la identificación de maderas a nivel macroscópico de 110 especies maderables del caribe norte de Costa Rica* [Tesis de pregrado]. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. https://core.ac.uk/download/pdf/60992163.pdf

Araya-Montero, M., y Moya-Roque, R. (2013). Claves de identificación macroscópica de la madera de 110 especies del Caribe Norte de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 10. www.tec.ac.cr/revistaforestal

Arbo, M. (2019). Fibras y parénquima xilemático. http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema15/15-6fibras.htm

Arévalo, A. (2012). *Estructura y distribución espacial de Croton wagneri Müll. Arg. (Euphorbiaceae) en un gradiente del matorral seco del sur del Ecuador* [Tesis de biología]. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador. 35-44. http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/3219

Armijos, A., Alvarado, Y., Quito, G., Gonzalez, T., Guamán, L., Pucha-Cofrep, D. (2017). Anatomía de la madera de diez especies forestales de bosque andino del sur de Ecuador. https://www.researchgate.net/publication/323794556_Anatomia_de_la_madera_de_diez_especies_forestales_de_bosque_andino_del_sur_del_Ecuador_Wood_anatomy_of_ten_tree_species_from_Andean_forest_in_southern_Ecuador/stats

Armijos, A. (2019). *Evaluación anatómica de 50 especies forestales en el Sur de Ecuador* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables. Loja, Ecuador.

Barrera, E., Castro, J., Muñoz-Chamba, D. y Pucha.Cofrep, D. (2018). Variabilidad anatómica de la madera en cuatro especies forestales de diferentes procedencias al sur del Ecuador. *Revista Bosques Latitud Cero*, 2(1), 9-10. https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/491

Benítez, R. y Montesinos, J.L. (1988). *Catálogo de cien especies forestales de Honduras: Distribución, Propiedades y Uso.* Escuela Nacional de Ciencias Forestales.

Bustillo, R. (2020). *Análisis de conglomerados (Hierarchical clustering) & dendrogramas en R* (ESP) . R Que R. https://rquer.netlify.app/clustering/

Camacho-Sandoval, J. (2008). Asociación entre variables cuantitativas: análisis de correlación. Scielo. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0001-

60022008000200005&script=sci_arttext

Chavesta, M. (2007). *Separata de capacitación sobre la identificación de maderas* [Tesis de grado]. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. 75-79.

Conafor. (2007). Ficha técnica sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México. https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/catalogo-maderas-tomo2.pdf

Cruz de León, J. (2005). Consideraciones tecnológicas en la protección de la madera. *Revista Forestal Kurú*. https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Consideraciones-tecnologicas-de-la-madera.pdf+&cd=12&hl=en&ct=clnk&gl=ec

De la Fuente, S. (2011). Análisis Conglomerados. https://www.estadistica.net/Master-Econometria/Analisis_Cluster.pdf

Díaz, A. (2020). Biogeografía: Factores. Biogeografía. http://biogeografia.net/factores.html

Dongo, B. (2017). *Descripción metodológica del análisis clúster utilizando el algoritmo de Ward* [Tesis de grado]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú

Elizalde, A., Marti, M., y Matínez, F. (2006). Una revisión crítica del debate sobre las necesidades humanas desde el enfoque centrado en la persona. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 101(4), 396. https://doi.org/10.1097/00005053-194504000-00026

Enríquez, V. (2017). *Grupos funcionales y su papel en la restauración de paisajes en la Región Sur de Ecuador* [Tesis de pregrado]. Facultad de Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/19053

Escobar, O. (1985). *Memorias II Congreso Nacional de Productos Derivados de la madera*. Bogotá-Colombia. https://catalogo.zamorano.edu/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=664

Espinoza, N. y León, W. (2002). Estudio anatómico del leño de 56 especies de la subfamilia papilionoideae (Leguminoseae) en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana,* 45(1): 58-71

Everitt, B., Landau, S., Leese, M., y Stahl, D. (2011). Cluster Analysis. *John Wiley & Sons Ltd*, 5(1), 75–100. https://www.researchgate.net/publication/235961409_Cluster_Analysis/stats

Feijoó, C., Espinoza, F., Cueva, M., Hidalgo, F., Ramón, D., Jumbo, J., Moreno, J., Yaguana, M., Eras-Guamán, V. y Pucha-Cofrep, D. (2019). Propiedades físicas y características anatómicas de la madera de *Cinchona officinalis (*L.) Ruiz *y Cinchona macrocalyx* Pav. Ex DC en relictos boscosos al sur del Ecuador. *Bosque Latitud Cero*, 9(1), 94-109

Fernández-Golfin, J., y Conde, M. (2007). *Manual técnico de secado de madera. Asociación de*

Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho (AITIM). https://infomadera.net/uploads/publicaciones/pdf_6_Manual Técnico de Secado de Madera.pdf

Fierro, P. y Asintimba, S. (2019). *Manual de laboratorio de ensayo de materiales para la construcción* [Tesis de grado]. Universidad Politécnica Salesiana De Quito. Quito, Ecuador.

Fuentes, F., Hernández, J., y Suárez, E. (2012). Caracterización Tecnológica de las Especies de Madera. Capítulo 3. Proyecto ITTO, 4. http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2596/Technical/Capitulo 3 Caracterizacion tecnológica de las especies de madera.pdf

Ganzhi, J. (2006). *Estudio anatómico de las especies arbóreas del bosque nublado de la Estación Científica San Francisco* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Loja. Carrera de Ingeniería Forestal. Loja, Ecuador.

Giebel, K. y Dickson, W. (1976). Wood anatomy of Clethraceae*. The journal of the Mitchell society,* 92(1), 17-26

Gimenez, A., Moglia, J., Hernández, P. y Gerex, R. (2005). *Anatomía de la madera.* Universidad Nacional de Santiago Estero. Facultad de Ciencias Forestales. Segunda Edición, 35-88. ISBN 978-987-1676-08-8. https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/sd-1-anatomia-de-madera.pdf

Gonzales, E. (2008). *Identificación organoléptica y macroscópica de maderas comerciales* (J. Moscoso, E. Barreto, y C. Gutiérrez (eds.); 1st ed.). https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/571598/02._Identificacion.pdf

Grande, D. y Polanco, C. (2007). Descripción anatómica de la madera de cuarenta especies del bosque alto andino en Guasca, Cundinamarca. *Revista Forestal* 10(20), 180-206

Guardia, P., Caballero, J., y Barriola, M. (2020). *Color: Manual Técnico de formación para la caracterización de madera de uso estructural*. Tknika - Centro de Innovación y Aprendizaje Permanente. https://normadera.tknika.eus/es/content/color.html

Guerrón, V. (2009). *Elaboración de pastas a partir de mezclas de cacao Nacional (Theobroma cacao L.) y CCN-51 producidos en Quevedo* [Tesis de grado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ingenierías Agroindustrial. Quevedo-Ecuador. 38-40.

Hans, G., Richter, J., Silva, J., Fuentes, F. y Rodriguez, A. (2012). *Usos-Caracterización Tecnológica de las Especies de madera.* Capitulo 3. Industrialización, Comercialización y manejo Sostenible de especies nativas de Mexico. Proyecto ITTO PD 385/05 Rev. 4. https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2596/Technical/Capitulo%203%20Caracteri

zacion%20tecnol%C3%B3gica%20de%20las%20especies%20de%20madera.pdf

HERBARIO LOJA, UNISIG, CINFA. (2001). *Zonificación y determinación de los tipos de bosque seco en el suroccidente de la provincia de Loja*. Informe Final. Herbario Loja. Proyecto Bosque Seco, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador 144 p

Hernández, J., Espinosa, J., Peñaloza, M., Rodríguez, J., Chacón, J., Toloza, C., Arenas, M., Carrillo, S. y Bérmudez, V. (2018). *Sobre el uso adecuado de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones.* Archivos venezolanos de farmacología y terapéutica, 37 (5), 135-150. https://www.revistaavft.com/images/revistas/2018/avft_5_2018/25sobre_uso_adecuado_coeficiente.pdf

Interián-Ku, V. M., Borja de la Rosa, M., Valdez-Hernández, J., García-Moya, E., Romero-Manzanares, A., y Vaquera-Huerta, H. (2011). Características anatómicas y propiedades físicas de la madera de *Caesalpinia gaumeri* Greenm en Dzan, Yucatán. *Madera y Bosques*, 17(1), 23–36. https://www.redalyc.org/pdf/617/61721586002.pdf

Igartúa, D., Monteoliva, S., y Piter, J. (2009). Estudio de algunas propiedades físicas de la madera de Acacia melanoxylon en Argentina. *Revista Maderas*, *Ciencia y Tecnología*, 11(1), 3–18. Obtenido de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718221X2009000100001&script=sci_arttext

InsideWood. (10 de mayo de 2021). A web resource for hardwood anatomy. *IAWA Journal*, 32 (2), 199-211. Published on the Internet. http://insidewood.lib.ncsu.edu/search [date of accession].

Instituto Geográfico Militar (IGM). (2010). *Atlas geográfico de la República del Ecuador*. Quito, Ecuador.

Intriago, J. (2001). *Análisis dinámico de la Deforestación en el Ecuador* [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4048/1/6576.pdf

Lara-Albín, J. de D. (2014). *Técnicas de clusterización PFC*. http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5453/fichero/PFC+tecnicas+clusterizacion.pdf

Larrechi, M. (s.f). *Exploración de resultados multidimensionales: análisis de agrupaciones mediante métodos jerárquicos*. Departament de química analitica i quimica orgánica. Universitat Rovira i Virgili Pl. 5(2), 13-15. Cataluña, España

León, W. (2010). *Anatomía y densidad o peso específico de la madera.* Pittieria 39, 10-169.

León, W. (2013). Anatomía de la madera de 69 especies de la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela). *Revista Forestal Venezolana*, 56(2), 167-195

León, W. (2014). Anatomía de la Madera de 108 Especies de Venezuela. *Pittieria,* 13(5), 35-38. https://www.researchgate.net/publication/265467248_Anatomia_de_la_Madera_de_108_Especies_de_Venezuela

Lobao, M., Castro, V., Rangel, A., Sarto, C., Tomazello, M., Da Silva, F., Neto, L. y Chávez-Bermudez, M. (2011). Agroupamento de espécies florestais por análises univariadas e multivariadas das catacterísticas anatômica, física e química das suas madeiras. *Scientia forestalis. Picacicaba,* 39(92), 469-477.

Lozano, P., Bussmann, R. y Küppers, M. (2007). *Lista de verificación de la regeneración de plantas pioneras en deslizamientos de tierra antropogénicos en el lado este del Parque Nacional Podocarpus, Ecuador.* Proyecto Plantas medicinales y su ecología en el norte de Perú y sur de Ecuador. https://www.academia.edu/14439300/A_checklist_of_pioneer_plant_regeneration_on_natural_and_anthropogenic_landslides_on_the_eastern_side_of_Podocarpus_National_Park_Southern_Ecuador?auto=citations&from=cover_page

Manzano, P. (2012). Potencial fitofármaco de *Bursera graveolens* (Palo Santo), del bosque seco tropical, Península Santa Elena. Provincia del Guayas. Instituto de Ciencias Químicas y Ambientales. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Guayaquil-Ecuador. 1-8. https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4729/1/7252.pdf

Megías M, Molist P, Pombal MA. (2019). *Atlas de histología vegetal y animal. La célula*. http://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/1-introduccion.php

Mejía, E. y Pacheco, P. (2013). *Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana.* Centro Internacional de Investiación Forestal (CIFOR). Ecuador. ISBN: 978-602-1504-14-7. https://www.cifor.org/knowledge/publication/4290/

Melo, R., Araldi, D., Stangerilin, D., Müller, M. y Gatto, D. (2013). Uso das características tecnológicas da madeira para o agrupamiento de estécies florestais. *Revista Nativa*, 1(1), 1-7

Meneses, O. (2016). *Identificación de usos probables de Pinus patula Schlect.et cham. con base en la determinación de las propiedades físico- mecánicas y de trabajabilidad de la madera en Iltaqui- Cotacachi- Imbabura* [Tesis de grado]. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. 35-40. http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1982/1/03TESIS192.pdf

Meza, B. (2016). *Características anatómicas y físicas de Inga acreana Harms en la zona de Satipo – Perú* [Tesis de grado]. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ciencias Agrarias.

http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3991/Meza%20Rodriguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE). 2013. *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas de Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf

Ministerio del Ambiente (MAE) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales.* Quito-Ecuador. 105p. https://www.fao.org/3/i4407s/i4407s.pdf

Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAEa). (2015). *Parque Nacional Podocarpus, Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Ecuador*. Loja, Ecuador. http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/parque-nacional-podocarpus

Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAEb). (2015). *Acuerdo N° 0125. Las normas para el manejo forestal sostenible de los bosques*, Ministerio del Ambiente de Ecuador. http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu162523.pdf

Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) (2016). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015 - 2030*. http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/WebAPs/Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030 - CALIDAD WEB.pdf

Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2017). *Deforestación del Ecuador Continental periodo 2014-2016*. http://reddecuador.ambiente.gob.ec/redd/wp-content/uploads/2019/12/Anexo-5.-Informe-de-Deforestación-Ecuador-Continental-periodo-2014-2016.pdf

Mogrovejo, P. (2017). *Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente forestal como actor clave en la mitigación del cambio climático* [Tesis de pregrado]. Universidad Andina Simón Bolívar. http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5862/1/T2432-MCCNA-Mogrovejo-Bosques.pdf

Monge, W., y Suasnabar, C. (2019). *Características Anatómicas y Propiedades físico-mecánicas de tres especies forestales, Oxapamba-Pasco* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Centro del Perú http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5192/T010_N°72551964_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mogrovejo, P. (2017). *Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente forestal como actor clave en la mitigación del cambio climático* [Tesis de grado]. Universidad Andina Simón Bólivar. http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5862/1/T2432-MCCNA-Mogrovejo-Bosques.pdf

Montaño, J., Rosillo, E., Zhiñin, H. y Pucha.Cofrep. (2019). Características anatómicas y propiedades físicas de la madera de Ilex guayusa Loes. *Bosque Latitud Cero*. 9(1), 31-45

Montenegro, J. (2018). *Clasificación de especies forestales maderables de la Amazonía peruana aplicando análisis clúster con algortimo CLARA* [Tesis de maestria]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3759/montenegro-muro-rolando-antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Muñoz-Acosta, Freddy, y Moreno-Perez, P. A. (2013). Contracciones y propiedades físicas de Acacia mangium Willd., Tectona grandis L. f. y Terminalia amazonia A. Chev, maderas de plantación en Costa Rica. *Revista Chapingo*, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente, 19(2), 287–303. https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.06.040

Nascimento, C., Gracía, J. y Díaz, M. (1997). Agrupamiento de especies madereiras da amazônia em funcao de densidade básica e propriedades mecánicas*. Madera y Bosques*, 3(1), 33-52.

Nájera-Luna, J., Rodríguez-Reta, I., Méndez-González, J., Graciano-Luna, J., Rosas-García, F. y Hernández, F. (2005). Evaluación de tres sistemas de asierre en *Quercus sideroxyl*a Humb & Bompl. de El salto, Durango. *Ra Ximhai*, 2(2), 497-513 Universidad Autónoma Indígena de México El Fuerte, México. ISSN: 1665-0441

Neil, D. y Moller-Jorgensen. (1999). *Climas in Catálogo de plantas vasculares del Ecuador*. P. Moller-Jorgensen and S. León Eds. Missouri. Botanical Garden Press, St. Louis, USA.

Ninin, L. (1993). La anatomía de la madera y la resolución de problemas tecnológicos. *Revista Forestal Venezolana* 39, 107-116. Caracas, Venezuela.

Núñez, C. (2016). Relaciones entre densidad básica y densidad seca de madera. Universidad Nacional de Misiones. C*iencia y Tecnología,* 9(1), 1-7. http://www.cenunez.com.ar/archivos/126-ConversdensRECYT.pdf

Nutsch, W. (1999). *Tecnología de la madera y mueble.* Editorial Reverté, SA, 1-5.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2002). Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal, Glosario de términos. www.ippc.int

Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2010). *Factores de manejo*. http://www.fao.org/3/x8234s/x8234s09.htm

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *El problema de la deforestación en Ecuador. Actualidad Agropecuaria de América Latina y El Caribe*. http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/513063/

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2014). *El Estado de los bosques del mundo – SÍNTESIS: potenciar los beneficos socio-económicos de los bosques.* 1-8 https://www.fao.org/3/i3727s/i3727s.pdf.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO-. (2015). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015*. 253 p. Roma. .https://www.fao.org/3/i4808s/i4808s.pdf

Pacheco, M., Molist-García, P., y Pombal, M. (2015). *Tejidos vegetales. Conductores. Atlas de Histología Vegetal y Animal.* https://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/guiada_v_conductores.php

Pedroso, M., y Alvarez, N. (2018). Análisis comparativo de las propiedades de la madera laminada y madera maciza utilizada en las cubiertas de la Parada de Ómnibus: Parcela 19. Varadero, Cuba. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 12(2), 22-27. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6548143.pdf+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=ec

Pérez-Peña, N., Valenzuela, L., Díaz-vaz, J. y Ananías, R. (2011). Predicción del contenido de humedad de equilibrio de la madera en función del peso específico de la pared celular y variables ambientales. *Revista Maderas*, *Cienc. Tecno,* 13 (3), 253-266. Chile. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2011000300002

Pineda, E., Valdéz, J., Pérez, C. y Dávalos, R. (2017). Fenología, incremento en diámetro y periodicidad de anillos de crecimiento de *Enterolobium cyclocarpum y Hura poliandra*. *Revista Polibotánica*, 43(1), 13-18. Costa Rica. https://www.redalyc.org/jatsRepo/621/62150424009/62150424009.pdf

Quema, G. (2015). *Evaluación de características anatómicas y propiedades físicas-químicas de dos especies forestales de la Amazonía ecuatoriana* [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica del Norte. http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5704/1/03 FOR 225 TRABAJO GRADO.pdf

Raisman, J., y González, A. (2007). *Maderas: Crecimiento secundario.* http://www.biologia.edu.ar/plantas/maderas.htm

Refort, M. y Keil, D. (2012). Importancia y determinación de las propiedades mecánicas de la madera. Facultad de Ciencias Agrarias. *Contacto Rural,* 1(1), 4-5. ISSN: 1853-4252

Restrepo, L. y González, J. (2007). De Pearson a Spearman. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias,* 20(2), 183-192. Universidad de Antioquia. Colombia. ISSN: 0120-0690. https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023034010.pdf

Retete, C., Zhiñin, H., Angamarca, E., Merino, B. y Pucha-Cofrep, D. (2020). Anatomía de la madera de Cedro del sur y centro de Ecuador. *Bosque latitude cero,* 9(1), 1-5.

Richter, H. G., Grosser, D., Heinz, I., y Gasson, P. E. (Eds.). (2004). IAWA list of microscopic features for softwood identification. *IAWA Journal*, 25(1): 1-70.

Riesco, G., Imaña, J. y Elias de Paula, J. (2019). Densidad de la madera de 59 especies del orden Sapindales procedentes de bosques naturales brasileños. Instituto de Ecología, A.C. *Madera y Bosques*, 25(2), 15-20. https://doi.org/10.21829/myb.2019.2521817

Rivera, H., Venga, E., y Herrera-Chitiva, G. (1998). Guía para plantaciones comerciales. *Revista América Forestal*, 32(4), 45-60. http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD39 95/pd 39-95-4 rev 1 (F) s.pdf

Rosales, E., Jurado, E. y Hurtado, A. (2015). Identificación anatómica de tres especies forestales de la familia Bombacaceae, Tambopata – Madre de Dios*. Revista CEPROSIMAD,* 03(1), 07-13. https://journal.ceprosimad.com/index.php/ceprosimad/article/download/19/17/

Schachner, H., Reiterer, A. y Stanzl-Tschegg, S. (2000). Orthotropic fracture toughness of wood. *Journal of Materials science letters,* 19(20), 1783-1785.

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2019). Agendas Zonales: Zona 7 Sur. El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Primera edición. Loja, Ecuador. https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/Agenda-Coordinaci%C3%B3n-Zonal-Z7-2017-2021.pdf

Serrano, S. (2019). *Influencia del contenido de humedad sobre las propiedades físicas, densidad y contracción de tres especies forestales* [Tesis de grado]. Universidad Estatal del Sur de Manabí http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1928/1/UNESUM-ECU-FORESTAL-2019-28.pdf

Spavento, E., Keil, G., y Monteoliva, S. (2008). *Propiedades físicas de la madera.* https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/1689/mod_resource/content/0/Propiedades_Fisicas_2008.pdf

Tropicos.org. (1 de marzo de 2021). *Distribución de Clusia ducuoides Engl.* Missouri Botanical Garden. Saint Louis, Missouri. https://www.tropicos.org/name/7800136

Valarezo, G., Báez, S., y Ospina, P. (2004). *Una breve historia del espacio ecuatoriano.* http://biblioteca.clacso.edu.ar/Ecuador/iee/20121116022503/modulo2.pdf

Valverde, L. y Rincón, A. (2008). Anatomía de la madera de tres especies de la familia Tiliaceae en Venezuela*. Revista Agricultura Andina* 14(1): 85-99. Caracas, Venezuela.

Vásquez, A. y Ramírez, A. (2011). *Curso de anatomía e identificación de maderas*. Universidad Nacional de Colombia. http://www.bosquesflegt.gov.co/sites/default/files/publicaciones/MEMORIAS.pdf

Vázquez, O., Zamora-Campos, E., García-Gallegos, E. y Ramírez-Flores, J. (2015). Densidad

básica de la madera de dos pinos y su relación con propiedades edáficas. *Madera y Bosques*, 21(1), 129-138. Xalapa, México. ISSN: 1405-0471

Velásquez, J., Jiménez, B., Monagas, P., Terzo, F., Toro, M. y Ruíz, Y. (2014). Aspectos morfológicos en las fibras de la madera. *Revista Interciencia*, 39(5), 344-349. Carácas, Venézuela. https://www.redalyc.org/pdf/339/33930879007.pdf

Wheeler, E. y Gasson, P. (1989). IAWA List of microscopic feature for hardwood identification: with an Appendix on non-anatomical information. *IAWA Bulleti*. 10(2), 219-332.

Wheeler, E., Bass, P. y Rodgers, S. (2007). Variations in dieot wood anatomy: a global analysis based on the insidewood database. *IAWA Journal*. 28(3): 229-258

Wheeler, E.A. (2011). InsideWood, web resource for hardwood anatomy. *IAWA Journal*, 32 (2), 199-211.

Williamson, G. y Wiemann, M. (2010). Measuring Wood Specific Gravity Correctly. *American Journal of Botany,* 97, 519-524. http://dx.doi.org/10.3732/ajb.0900243

Zambrano, A., Romero, C., Gómez, A., Ramos, G., La Cruz, C., Brunetto, M., Gallignani, M., Gutiérrez, L. y Delago, Y. (2010). Evaluación química de precursores de aroma y sabor del cacao criollo merideño durante la fermentación en dos condiciones edafoclimáticas. *Revista Agronómica Tropical*, 60(2), 211-219.

Zanne, A., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N., Wiemann, M., and Chave, J. (2009). *Global wood density database*. Dryad. Identifier: http://hdl.handle.net/10255/dryad.235.

Zhiñin, H., Pucha, D., Narváez, L., Retete, C., Angamarca, E. y Merino, B. (2020). Características anatómicas de la madera de cinco tipos de *Theobroma cacao* (L.) Del Sur De Ecuador. Universidad Nacional de Loja. *Investigación Agraria,* 2(3), 6-7. Loja, Ecuador. http://revistas.unheval.edu.pe/index.php/reina/article/view/903

9. ANEXOS

9.1. Anexo 1. Listado completo de características. Caracteristicas anatómicas para especies latifoliadas de la normativa IAWA en español e inglés

Características anatómicas para especies latifoliadas de la normativa IAWA [ESPAÑOL]	IAWA Anatomical features for hardwood tree species [ENGLISH]
Anillos de crecimiento - pág. 234	**Growth rings — p. 234**
1. Anillos de crecimiento visibles	1. Growth ring boundaries distinct
2. Anillos de crecimiento poco visibles o ausentes	2. Growth ring boundaries indistinct or absent
Vasos	**Vessels — p. 236**
Porosidad - pág. 236	**Porosity — p. 236**
3. Anillos porosos	3. Wood ring-porous
4. Anillos semiporosos	4. Wood semi-ring-porous
5. Anillos con poros difusos	5. Wood diffuse-porous
Disposición de los vasos o poros - pág. 238	**vasos arrangement — p. 238**
6. Vasos (poros) en bandas tangenciales	6. vasoss in tangential bands
7. Vasos (poros) en patrones radiales o diagonales	7. vasoss in diagonal and/or radial pattern
8. Vasos (poros) en patrones dendríticos	8. vasoss in dendritic pattern
Agrupación de vasos - pág. 242	**Vasos groupings — p. 242**
9. Vasos (poros) exclusivamente solitarios (90 % o más)	9. vasoss exclusively solitary (90% or more)
10. Vasos (poros) en grupos radiales de 4 o más	10. vasoss in radial multiples of 4 or more common
11. Vasos (poros) en grupos comunes (de 3 o más vasos)	11. vasos clusters common
Perfil de vasos solitarios - pág. 244	**Solitary vasos outline — p. 244**
12. Perfil angular de vasos solitarios	12. Solitary vasos outline angular
Placas de perforación - pág. 246	**Perforation plates — p. 246**
13. Placas perforadas simples	13. Simple perforation plates
14. Placas de perforación escalariformes	14. Scalariform perforation plates
15. Placas de perforación escalariformes con ≤ 10 barras	15. Scalariform perforation plates with ≤ 10 bars
16. Placas de perforación escalariformes con 10 -20 barras	16. Scalariform perforation plates with 10 –20 bars
17. Placas de perforación escalariforme con 20- 40 barras	17. Scalariform perforation plates with 20– 40 bars
18. Placas de perforación escalariformes con ≥ 40 bares	18. Scalariform perforation plates with ≥ 40 bars
19. Reticular, foraminado y/u otros tipos de placas perforadas múltiples	19. Reticulate, foraminate, and/or other types of multiple perforation plates
Punteaduras comunes: disposición y tamaño - pág. 250	Intervasos pits: arrangement and size — p. 250
20. Punteaduras intervasculares escalariformes	20. Intervasos pits scalariform
21. Puntedauras intervasculares opuestas	21. Intervasos pits opposite
22. Punteaduras intervasculares alternas	22. Intervasos pits alternate
23. Forma de las punteaduras intervasculares alternas	23. Shape of alternate pits polygonal
24. Diminutas- ≤ 4 µm	24. Minute – ≤ 4 µm
25. Pequeño - 4-7 µm	25. Small – 4–7 µm
26. Medio - 7-10 µm	26. Medium – 7–10 µm
27. Grande - ≥ 10 µm	27. Large – ≥ 10 µm
28. Rango de tamaño de la fosa intermodal (µm)	28. Range of intervasos pit size (µm)
Punteaduras con relieve - pág. 252	Vestured pits — p. 252
29. Punteaduras con relieve	29. Vestured pits
Punteaduras radiovasculares- pág. 253	Vasos–ray pitting — p. 253
30. Punteaduras radiovasculares con bordes distintos, similares en forma y tamaño a las intervasculares	30. vasos–ray pits with distinct borders; similar to intervasos pits in size and shape throughout the ray cell
31. Punteaduras radiosvasculares con areola reducida o aparentemente simples; forma redondeada o angular	31. vasos–ray pits with much reduced borders to apparently simple: pits rounded or angular

Características anatómicas para especies latifoliadas de la normativa IAWA [ESPAÑOL]	IAWA Anatomical features for hardwood tree species [ENGLISH]
32. Punteaduras radiosvasculares con areola reducida o aparentemente simples; forma alargada horizontal o verticalmente	32. vasos–ray pits with much reduced borders to apparently simple: pits horizontal (scalariform, gash-like) to vertical (palisade)
33. Punteaduras radiosvasculares de dos tamaños o tipos distintos en la misma celda de radios	33. vasos–ray pits of two distinct sizes or types in the same ray cell
34. Punteaduras radiosvasculares unilateralmente compuestas y gruesas (más de 10 µm)	34. vasos–ray pits unilaterally compound and coarse (over 10 µm)
35. Punteaduras radiosvasculares restringidas a filas marginales	35. vasos–ray pits restricted to marginal rows
Estrías espiraladas - pág. 256	**Helical thickenings — p. 256**
36. Estrías espiraladas en los elementos del vaso	36. Helical thickenings in vasos elements present
37. Estrías espiraladas en todo el cuerpo del elemento del vaso	37. Helical thickenings throughout body of vasos element
38. Estrías espiraladas sólo en las colas de los elementos del vaso	38. Helical thickenings only in vasos element tails
39. Estrías espiraladas sólo en elementos del vasomás estrechos	39. Helical thickenings only in narrower vasos elements
Diámetro tangencial del lumen del vaso– pág. 258	**Tangential diameter of vasos lumina — p. 258**
Diámetro tangencial promedio del lumen del vaso	**Mean tangential diameter of vasos lumina**
40. ≤ 50 µm	40. ≤ 50 µm
41. 50 -100 µm	41. 50 –100 µm
42. 100-200 µm	42. 100–200 µm
43. ≥ 200 µm	43. ≥ 200 µm
44. Media, +/- Desviación estándar, Rango, n = x	44. Mean, +/– Standard Deviation, Range, n = x
45. Vasos de dos clases diamétricas distintas, madera sin anillos porosos	45. vasoss of two distinct diameter classes, wood not ring-porous
Vasos (poros) por milímetro cuadrado - pág. 259	**Vasoss per square millimetre — p. 259**
46. ≤ 5 poros por milímetro cuadrado	46. ≤ 5 vasoss per square millimetre
47. 5-20 poros por milímetro cuadrado	47. 5–20 vasoss per square millimetre
48. 20-40 poros por milímetro cuadrado	48. 20–40 vasoss per square millimetre
49. 40-100 poros por milímetro cuadrado	49. 40–100 vasoss per square millimetre
50. ≥ 100 poros por milímetro cuadrado	50. ≥ 100 vasoss per square millimetre
51. Media, +/- Desviación estándar, Rango, n = x	51. Mean, +/– Standard Deviation, Range, n = x
Longitud media del elemento del vaso - pág. 259	**Mean vasos element length — p. 259**
52. ≤ 350 µm	52. ≤ 350 µm
53. 350-800 µm	53. 350–800 µm
54. ≥ 800 µm	54. ≥ 800 µm
55. Media, +/- Desviación estándar, Rango, n = x	55. Mean, +/– Standard Deviation, Range, n = x
Tilosis y depósitos en vasos - pág. 259	**Tyloses and deposits in vasoss — p. 259**
56. Tilosis común	56. Tyloses common
57. Tilosis esclerótica	57. Tyloses sclerotic
58. Gomas y otros depósitos en vasos del duramen.	58. Gums and other deposits in heartwood vasoss
Madera sin vasos- pág. 262	**Wood vasosless — p. 262**
59. Madera sin vasos	59. Wood vasosless
Traqueidas y fibras - pág. 262	**Tracheids and fibres — p. 262**
60. Traqueídeas vasculares /vasicéntricas presentes	60. Vascular /vasicentric tracheids present
Fibras con punteaduras - pág. 264	**Ground tissue fibres — p. 264**
61. Fibras con punteaduras de simple a minuciosamente bordeadas	61. Fibres with simple to minutely bordered pits
62. Fibras con punteaduras claramente delimitadas	62. Fibres with distinctly bordered pits
63. Punteaduras de fibra comunes en paredes radiales y tangenciales	63. Fibre pits common in both radial and tangential walls
64. Estrías espiraladas en fibras de tejido permanente	64. Helical thickenings in ground tissue fibres
Fibras septadas y bandas de fibras similares al parénquima - pág. 266	**Septate fibres and parenchyma-like fibre bands — p. 266**
65. Fibras septadas presentes	65. Septate fibres present
66. Fibras no septadas presentes	66. Non-septate fibres present

Características anatómicas para especies latifoliadas de la normativa IAWA [ESPAÑOL]	IAWA Anatomical features for hardwood tree species [ENGLISH]
67. Bandas de fibras similares al parénquima que alternan con fibras ordinarias	67. Parenchyma-like fibre bands alternating with ordinary fibres
Espesor de la pared de fibra - pág. 268	**Fibre wall thickness — p. 268**
68. Fibras de pared muy fina	68. Fibres very thin-walled
69. Fibras de pared delgada a gruesa	69. Fibres thin- to thick-walled
70. Fibras de paredes muy gruesas	70. Fibres very thick-walled
Longitud media de las fibras - pág. 269	**Mean fibre lengths — p. 269**
71. ≤ 900 µm	71. ≤ 900 µm
72. 900 -1600 µm	72. 900 –1600 µm
73. ≥ 1600 µm	73. ≥ 1600 µm
74. Media, +/- Desviación estándar, Rango, n = x	74. Mean, +/– Standard Deviation, Range, n = x
Parénquima axial - pág. 270	**Axial parenchyma — p. 270**
75. Parénquima axial ausente o extremadamente raro.	75. Axial parenchyma absent or extremely rare
Parénquima axial apotraqueal - pág. 270	**Apotracheal axial parenchyma — p. 270**
76. Parénquima axial difuso	76. Axial parenchyma diffuse
77. Parénquima axial difuso en agregados.	77. Axial parenchyma diffuse-in-aggregates
Parénquima axial paratraqueal - pág. 272	**Paratracheal axial parenchyma — p. 272**
78. Parénquima axial paratraqueal escaso	78. Axial parenchyma scanty paratracheal
79. Parénquima axial vasicéntrico	79. Axial parenchyma vasicentric
80. Parénquima axial aliforme	80. Axial parenchyma aliform
81. Parénquima axial adiamantado aliforme	81. Axial parenchyma lozenge-aliform
82. Parénquima axial alado aliforme	82. Axial parenchyma winged-aliform
83. Parénquima axial confluente	83. Axial parenchyma confluent
84. Parénquima axial unilateral paratraqueal	84. Axial parenchyma unilateral paratracheal
Parénquima en bandas - pág. 276	**Banded parenchyma — p. 276**
85. Parénquima axial en bandas con más tres células de ancho	85. Axial parenchyma bands more than three cells wide
86. Parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho	86. Axial parenchyma in narrow bands or lines up to three cells wide
87. Parénquima axial reticulado	87. Axial parenchyma reticulate
88. Parénquima axial escaliforme	88. Axial parenchyma scalariform
89. Parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales	89. Axial parenchyma in marginal or in seemingly marginal bands
Parénquima axial por tipo de células / longitud de hebra - pág. 280	**Axial parenchyma cell type/strand length — p. 280**
90. Células de parénquima fusiforme	90. Fusiform parenchyma cells
91. Dos células por hebra de parénquima	91. Two cells per parenchyma strand
92. Cuatro (3-4) células por hebra de parénquima	92. Four (3– 4) cells per parenchyma strand
93. Ocho (5-8) células por hebra de parénquima	93. Eight (5–8) cells per parenchyma strand
94. Más de ocho células por hebra de parénquima	94. Over eight cells per parenchyma strand
95. Parénquima no lignificado	95. Unlignified parenchyma
Radios - pág. 282	**Rays — p. 282**
Ancho de radio - pág. 282	**Ray width — p. 282**
96. Radios exclusivamente uniseriados	96. Rays exclusively uniseriate
97. Radios con ancho de 1 a 3 series	97. Ray width 1 to 3 cells
98. Radios comunmente de 4 a 10 series	98. Larger rays commonly 4- to 10-seriate
99. Radios comunmente mayores a 10 series	99. Larger rays commonly > 10-seriate
100. Radios con porciones multiseriadas y porciones uniseriadas.	100. Rays with multiseriate portion(s) as wide as uniseriate portions
Radios agregados - pág. 284	**Aggregate rays — p. 284**
101. Radios agregados	101. Aggregate rays
Altura de radio - pág. 284	**Ray height — p. 284**
102. Radios de altura mayor a 1mm	102. Ray height > 1 mm
Radios de dos tamaños distintos - pág. 286	**Rays of two distinct sizes — p. 286**
103. Radios de dos tamaños distintos	103. Rays of two distinct sizes
Radios: composición celular - pág. 288	**Rays: cellular composition — p. 288**
104. Todas las células procumbentes	104. All ray cells procumbent

Características anatómicas para especies latifoliadas de la normativa IAWA [ESPAÑOL]	**IAWA Anatomical features for hardwood tree species [ENGLISH]**
105. Todas las células verticales y/o cuadradas	105. All ray cells upright and /or square
106. Cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales	106. Body ray cells procumbent with one row of upright and /or square marginal cells
107. Cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales	107. Body ray cells procumbent with mostly 2– 4 rows of upright and/or square marginal cells
108. Cuerpo del radio con células procumbentes con más de 4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales	108. Body ray cells procumbent with over 4 rows of upright and/or square margina
109. Radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales	109. Rays with procumbent, square and upright cells mixed throughout the ray
Células envolventes - pág. 292	**Sheath cells — p. 292**
110. Células radiales envolventes	110. Sheath cells
Células tipo teja - pág. 292	**Tile cells — p. 292**
111. Células tipo teja	111. Tile cells
Células radiales perforadas - pág. 294	**Perforated ray cells — p. 294**
112. Células radiales perforadas	112. Perforated ray cells
Pared celular del parénquima radial disyuntivo - pág. 294	**Disjunctive ray parenchyma cell walls — p. 294**
113. Pared celular del parénquima radial disyuntivo	113. Disjunctive ray parenchyma cell walls
Radios por milímetro - pág. 296	**Rays per millimetre — p. 296**
114. ≤ 4 / mm	114. ≤ 4 / mm
115. 4-12 / mm	115. 4–12 / mm
116. ≥ 12 / mm	116. ≥ 12 / mm
Madera sin radios - pág. 297	**Wood rayless — p. 297**
117. Madera sin radios	117. Wood rayless
Estructuras apiladas - pág. 298	**Storied structure — p. 298**
118. Todos los radios apilados	118. All rays storied
119. Radios bajos apilados, radios altos no apilados	119. Low rays storied, high rays non-storied.
120. Parénquima axial y/o elementos del vaso apilados	120. Axial parenchyma and/or vasos elements storied
121. Fibras apiladas	121. Fibres storied
122. Radios y/o elementos axiales apilados irregularmente	122. Rays and /or axial elements irregularly storied
123. Número de niveles de radios por eje mm	123. Number of ray tiers per axial mm
Elementos secretores y variantes cambiales - pág. 300	**Secretory elements and cambial variants — p. 300**
Células de aceite y mucílago - pág. 300	**Oil and mucilage cells — p. 300**
124. Células oleíferas y/o mucilaginosas asociadas al parénquima radial	124. Oil and /or mucilage cells associated with ray parenchyma
125. Células oleíferas y/o mucilaginosas asociadas al parénquima axial	125. Oil and /or mucilage cells associated with axial parenchyma
126. Células oleíferas y/o mucilaginosas presentes entre las fibras	126. Oil and /or mucilage cells present among fibres
Canales intercelulares - pág. 302	**Intercellular canals — p. 302**
127. Canales axiales en líneas tangenciales largas	127. Axial canals in long tangential lines
128. Canales axiales en líneas tangenciales cortas	128. Axial canals in short tangential lines
129. Canales axiales difusos	129. Axial canals diffuse
130. Canales radiales	130. Radial canals
131. Canales intercelulares de origen traumático	131. Intercellular canals of traumatic origin
Tubos/tubos - pág. 306	**Tubes / tubules — p. 306**
132. Laticiferos o tubos taninos	132. Laticifers or tanniniferous tubes
Variantes cambiales- pág. 308	**Cambial variants — p. 308**
133. Floema incluído, concéntrico	133. Included phloem, concentric
134. Floema incluído, difuso	134. Included phloem, diffuse
135. Otras variantes cambiales	135. Other cambial variants
Inclusiones minerales - pág. 310	**Mineral inclusions — p. 310**
Cristales prismáticos - pág. 310	**Prismatic crystals — p. 310**
136. Cristales prismáticos presentes	136. Prismatic crystals present

Características anatómicas para especies latifoliadas de la normativa IAWA [ESPAÑOL]	IAWA Anatomical features for hardwood tree species [ENGLISH]
137. Cristales prismáticos en células de radio rectas y/o cuadradas	137. Prismatic crystals in upright and /or square ray cells
138. Cristales prismáticos en células de radios procumbentes	138. Prismatic crystals in procumbent ray cells
139. Cristales prismáticos en alineación radial en células de radio procumbent	139. Prismatic crystals in radial alignment in procumbent ray cells
140. Cristales prismáticos en células de radios rectos y/o cuadrados en cámara	140. Prismatic crystals in chambered upright and /or square ray cells
141. Cristales prismáticos en células de parénquima axial sin cámara	141. Prismatic crystals in non-chambered axial parenchyma cells
142. Cristales prismáticos en células de parénquima axial en cámara	142. Prismatic crystals in chambered axial parenchyma cells
143. Cristales prismáticos en fibras	143. Prismatic crystals in fibres
Drusas — pág. 313	**Druses — p. 313**
144. Drusas presentes	144. Druses present
145. Drusas en las células del parénquima del radio	145. Druses in ray parenchyma cells
146. Drusas en las células del parénquima axial	146. Druses in axial parenchyma cells
147. Drusas en fibras	147. Druses in fibres
148. Drusas en las células compartimentadas	148. Druses in chambered cells
Otros tipos de cristal - pág. 313	**Other crystal types — p. 313**
149. Rafidios	149. Raphides
150. Cristales aciculares	150. Acicular crystals
151. Cristales estiloides y/o alargados	151. Styloids and /or elongate crystals
152. Cristales de otras formas (en su mayoría pequeños)	152. Crystals of other shapes (mostly small)
153. Cristales de arena	153. Crystal sand
Otras características de los cristales - pág. 315	**Other diagnostic crystal features — p. 315**
154. Más de un cristal de aproximadamente el mismo tamaño por célula o cámara	154. More than one crystal of about the same size per cell or chamber
155. Dos tamaños distintos de cristales por célula o cámara	155. Two distinct sizes of crystals per cell or chamber
156. Cristales en células agrandadas	156. Crystals in enlarged cells
157. Cristales en tilosis	157. Crystals in tyloses
158. Cistolitos	158. Cystoliths
Sílice - pág. 318	**Silica — p. 318**
159. Cuerpos de sílice presentes	159. Silica bodies present
160. Cuerpos de sílice en células de radios	160. Silica bodies in ray cells
161. Cuerpos de sílice en células de parénquima axial	161. Silica bodies in axial parenchyma cells
162. Cuerpos de sílice en fibras	162. Silica bodies in fibres
163. Sílice vítrea	163. Vitreous silica
APÉNDICE - Información no anatómica - pág. 321	**APPENDIX — Non-anatomical information — p. 321**
Distribución geográfica - pág. 321	**Geographical distribution — p. 321**
164. Europa y Asia templada (región de Brazier y Franklin 74)	164. Europe and temperate Asia (Brazier and Franklin region 74)
165. Europa, excluido el Mediterráneo	165. Europe, excluding Mediterranean
166. Mediterráneo, incluyendo África del Norte y Oriente Medio	166. Mediterranean including Northern Africa and Middle East
167. Asia templada (China), Japón, URSS	167. Temperate Asia (China), Japan, USSR
168. Asia Central del Sur (región de Brazier y Franklin 75)	168. Central South Asia (Brazier and Franklin region 75)
169. India, Pakistán, Sri Lanka	169. India, Pakistan, Sri Lanka
170. Birmania	170. Burma
171. Asia sudoriental y el Pacífico (región de Brazier y Franklin 76)	171. Southeast Asia and the Pacific (Brazier and Franklin region 76)
172. Tailandia, Laos, Vietnam, Camboya (Indochina)	172. Thailand, Laos, Vietnam, Cambodia (Indochina)
173. Indomalesia: Indonesia, Filipinas, Malasia, Brunei, Papúa Nueva Guinea e Islas Salomón.	173. Indomalesia: Indonesia, Philippines, Malaysia, Brunei, Papua New Guinea, and Solomon Islands

Características anatómicas para especies latifoliadas de la normativa IAWA [ESPAÑOL]	IAWA Anatomical features for hardwood tree species [ENGLISH]
174. Islas del Pacífico (incluidas Nueva Caledonia, Samoa, Hawai y Fiji)	174. Pacific Islands (including New Caledonia, Samoa, Hawaii, and Fiji)
175. Australia y Nueva Zelanda (región de Brazier y Franklin 77)	175. Australia and New Zealand (Brazier and Franklin region 77)
176. Australia	176. Australia
177. Nueva Zelanda	177. New Zealand
178. África continental tropical e islas adyacentes (región de Brazier y Franklin 78)	178. Tropical mainland Africa and adjacent islands (Brazier and Franklin region 78)
179. África tropical	179. Tropical Africa
180. Madagascar & Mauricio, Reunión & Comores	180. Madagascar & Mauritius, Réunion & Comores
181. África meridional (al sur del trópico de Capricornio) (región de Brazier y Franklin 79)	181. Southern Africa (south of the Tropic of Capricorn) (Brazier and Franklin region 79)
182. América del Norte, al norte de México (región 80 de Brazier y Franklin)	182. North America, north of Mexico (Brazier and Franklin region 80)
183. Neotrópico y Brasil templado (región 81 de Brazier y Franklin)	183. Neotropics and temperate Brazil (Brazier and Franklin region 81)
184. México y Centroamérica	184. Mexico and Central America
185. Caribeño	185. Caribbean
186. América del Sur tropical	186. Tropical South America
187. Sur de Brasil	187. Southern Brazil
188. América del Sur templada, incluyendo Argentina, Chile, Uruguay y S. Paraguay (región Brazier y Franklin 82).	188. Temperate South America including Argentina, Chile, Uruguay, and S. Paraguay (Brazier and Franklin region 82)
Hábito de crecimiento - pág. 321	**Habit — p. 321**
189. Árbol	189. Tree
190. Arbusto	190. Shrub
191. Viña/liana	191. Vine/liana
Madera de importancia comercial - pág. 322	**Wood of commercial importance — p. 322**
192. Madera de importancia comercial	192. Wood of commercial importance
Peso específico - pág. 322	**Specific gravity — p. 322**
193. Gravedad específica básica baja, ≤ 0.40	193. Basic specific gravity low, ≤ 0.40
194. Gravedad media específica básica, 0.40-0.75	194. Basic specific gravity medium, 0.40–0.75
195. Gravedad específica básica alta, ≥ 0,75	195. Basic specific gravity high, ≥ 0.75
Color duramen - pág. 323	**Heartwood colour — p. 323**
196. Color duramen más oscuro que el color albura	196. Heartwood colour darker than sapwood colour
197. Duramen básicamente marrón o tonos de marrón	197. Heartwood basically brown or shades of brown
198. Duramen básicamente rojo o tonos de rojo	198. Heartwood basically red or shades of red
199. Duramen básicamente amarillo o matices de amarillo	199. Heartwood basically yellow or shades of yellow
200. Duramen básicamente blanco a gris	200. Heartwood basically white to grey
201. Duramen con vetas	201. Heartwood with streaks
202. Duramen no como el anterior	202. Heartwood not as above
Olor - pág. 325	**Odour — p. 325**
203. Olor característico	203. Distinct odour
Fluorescencia del duramen - pág. 325	**Heartwood fluorescence — p. 325**
204. Duramen fluorescente	204. Heartwood fluorescent
Extractos de agua y etanol: fluorescencia y color - pág. 326	**Water & ethanol extracts: fluorescence & colour — p. 326**
205. Extracto de agua fluorescente	205. Water extract fluorescent
206. Extracto de agua básicamente incoloro a marrón o tonos de marrón	206. Water extract basically colourless to brown or shades of brown
207. Extracto de agua básicamente rojo o tonos de rojo	207. Water extract basically red or shades of red
208. Extracto de agua básicamente amarillo o tonos de amarillo	208. Water extract basically yellow or shades of yellow
209. Extracto de agua no como arriba	209. Water extract not as above
210. Extracto de etanol fluorescente	210. Ethanol extract fluorescent

Características anatómicas para especies latifoliadas de la normativa IAWA [ESPAÑOL]	IAWA Anatomical features for hardwood tree species [ENGLISH]
211. Extracto de etanol básicamente incoloro a marrón o tonos de marrón	211. Ethanol extract basically colourless to brown or shades of brown
212. Extracto de etanol básicamente rojo o tonos de rojo	212. Ethanol extract basically red or shades of red
213. Extracto de etanol básicamente amarillo o matices de amarillo	213. Ethanol extract basically yellow or shades of yellow
214. Extracto de etanol no como el anterior	214. Ethanol extract not as above
Prueba de espuma - pág. 327	**Froth test — p. 327**
215. Prueba de espuma positiva	215. Froth test positive
Prueba del cromo Azurol-S - pág. 328	**Chrome Azurol-S test — p. 328**
216. Prueba de Cromo Azurol-S positiva	216. Chrome Azurol-S test positive
Prueba de la astilla en llamas - pág. 328	**Burning splinter test — p. 328**
217. La astilla se quema hasta convertirse en carbón	217. Splinter burns to charcoal
218. La astilla se quema hasta convertirse en ceniza: Color del fresno blanco brillante	218. Splinter burns to a full ash: Colour of ash bright white
219. La astilla se quema hasta convertirse en ceniza: Color del fresno amarillo-marrón	219. Splinter burns to a full ash: Colour of ash yellow-brown
220. La astilla se quema hasta convertirse en ceniza: Color de la ceniza distinto del anterior	220. Splinter burns to a full ash: Colour of ash other than above
221. La astilla se quema hasta convertirse en una ceniza parcial	221. Splinter burns to a partial ash

9.3. Anexo 2.- Listado completo de características anatómicas de la normativa IAWA para especies coníferas

Características anatómicas de la normativa IAWA para especies coníferas [ESPAÑOL]	IAWA Anatomical features for softwood tree species [ENGLISH]
Información General	**General information**
Distribución geográfica - pág. 12	**Geographical distribution — p. 12**
1. Europa y Asia templada (región de Brazier y Franklin 74)	1. Europe and temperate Asia (Brazier and Franklin region 74)
2. Europa, excluido el Mediterráneo	2. Europe, excl. Mediterranean
3. Mediterráneo incl. África del Norte y Oriente Medio	3. Mediterranean incl. Northern Africa and Middle East
4. Asia templada (China, Japón, Rusia)	4. Temperate Asia (China, Japan, Russia)
5. Asia Central del Sur (región de Brazier y Franklin 75)	5. Central South Asia (Brazier and Franklin region 75)
6. India, Pakistán, Sri Lanka	6. India, Pakistan, Sri Lanka
7. Birmania (Myanmar)	7. Burma (Myanmar)
8. Asia sudoriental y el Pacífico (región de Brazier y Franklin 76)	8. Southeast Asia and the Pacific (Brazier and Franklin region 76)
9. Tailandia, Laos, Vietnam, Camboya (Indochina)	9. Thailand, Laos, Vietnam, Cambodia (Indochina)
10. Indomalesia (Indonesia, Filipinas, Malasia, Brunei, Singapur, Papua Nueva Guinea e Islas Salomón)	10. Indomalesia (Indonesia, Philippines, Malaysia, Brunei, Singapore, Papua New Guinea, and Solomon Islands)
11. Islas del Pacífico (incl. Nueva Caledonia, Samoa, Hawai y Fiji)	11. Pacific Islands (incl. New Caledonia, Samoa, Hawaii, and Fiji)
12. Australia y Nueva Zelanda (región de Brazier y Franklin 77)	12. Australia and New Zealand (Brazier and Franklin region 77)
13. Australia	13. Australia
14. Nueva Zelanda	14. New Zealand
15. África continental tropical e islas adyacentes (región de Brazier y Franklin 78)	15. Tropical mainland Africa and adjacent islands (Brazier and Franklin region 78)
16. África tropical	16. Tropical Africa
17. Madagascar, Mauricio, Reunión y Comores	17. Madagascar, Mauritius, Reunion and Comores
18. África meridional (al sur del trópico de Capricornio) (región de Brazier y Franklin 79)	18. Southern Africa (south of the Tropic of Capricorn) (Brazier and Franklin region 79)
19. América del Norte (norte de México) (región 80 de Brazier y Franklin)	19. North America (north of Mexico) (Brazier and Franklin region 80)
20. Neotrópico y Brasil templado (región 81 de Brazier y Franklin)	20. Neotropics and temperate Brazil (Brazier and Franklin region 81)
21. México y Centroamérica	21. Mexico and Central America
22. caribeño	22. Caribbean
23. América del Sur tropical	23. Tropical South America
24. Sur de Brasil	24. Southern Brazil
25. América del Sur templada, incluyendo Argentina, Chile, Uruguay y el sur de Paraguay (región Brazier y Franklin 82)	25. Temperate South America including Argentina, Chile, Uruguay and southern Paraguay (Brazier and Franklin region 82)
Propiedades físicas	**Physical properties**
Color duramen - pág. 12	**Heartwood colour — p. 12**
26. Marrón o tonos de marrón	26. Brown or shades of brown
27. Rojo o tonos de rojo	27. Red or shades of red
28. Amarillo o tonos de amarillo	28. Yellow or shades of yellow
29. Color claro (blanquecino, cremoso, gris)	29. Light coloured (whitish, creamy, grey)
30. Púrpura o tonos de púrpura	30. Purple or shades of purple
31. Otro que no sea el anterior (especifique)	31. Other than above (specify)
Diferencia entre el color del duramen y el de la albura - pág. 14	**Difference between heartwood and sapwood colour — p. 14**
32. Color del duramen similar al color de la albura	32. Heartwood colour similar to sapwood colour
33. Color del duramen distinto del color de la albura	33. Heartwood colour distinct from sapwood colour
Presencia de duramen con vetas de color - pág. 14	**Presence of heartwood with colour streaks — p. 14**

Características anatómicas de la normativa IAWA para especies coníferas [ESPAÑOL]	IAWA Anatomical features for softwood tree species [ENGLISH]
34. Duramen con vetas	34. Heartwood with streaks
Presencia de un olor distintivo - pág. 14	**Presence of a distinct odour — p. 14**
35. Olor distintivo (especificar)	35. Odour distinct (specify)
Densidad media del aire seco / gravedad específica básica - pág. 15	**Average air-dry density / basic specific gravity — p. 15**
36. ... < g/cm3 > > >...	36. … < g/cm3 >
Densidad media del aire seco(g/cm3) (categorías) - pág. 15	**Average air-dry density [g/cm3] (categories) — p. 15**
37. Bajo 0,48 g/cm3	37. Less than 0.48 g/cm3
38. 0,48-0,60 g/cm3	38. 0.48–0.60 g/cm3
39. Superior a 0,60 g/cm3	39. Above 0.60 g/cm3
Anillos de crecimiento	GROWTH RINGS
Presencia de límites en el anillo de crecimiento - pág. 16	**Presence of growth ring boundaries — p. 16**
40. Anillo de crecimiento definidos	40. Growth ring boundaries distinct
41. Anillo de crecimiento borrosos o ausentes	41. Growth ring boundaries indistinct or absent
Transición de la madera temprana a la madera tardía - pág. 16	**Transition from earlywood to latewood — p. 16**
42. Abrupto	42. Abrupt
43. Gradual	43. Gradual
Traqueidas	TRACHEIDS
Punteaduras en traqueidas en paredes radiales (sólo en madera temprana) - pág. 19	**Tracheid pitting in radial walls (in earlywood only) — p. 19**
44. (predominantemente) uniseriadas	44. (predominantly) Uniseriate
45. (predominantemente) dos o más seriadas	45. (predominantly) Two or more seriate
Disposición de (dos o más seriados) punteaduras de traqueidas en paredes radiales (sólo madera temprana) - pág. 19	**Arrangement of (two or more seriate) tracheid pitting in radial walls (earlywood only) — p. 19**
46. Opuesta	46. Opposite
47. Alterna	47. Alternate
Depósitos orgánicos (en las traqueidas del duramen) - pág. 21	**Organic deposits (in heartwood tracheids) — p. 21**
48. Presente	48. Present
Longitud promedio de traqueídas - pág. 22	**Average tracheid length — p. 22**
49. ... < µm >>>...	49. … < µm >
Longitud media de la traqueída (clases de tamaño) - pág. 22	**Average tracheid length (size classes) — p. 22**
50. Corto (menos de 3000 µm)	50. Short (less than 3000 µm)
51. Medio (3000 a 5000 µm)	51. Medium (3000 to 5000 µm)
52. Largo (más de 5000 µm)	52. Long (over 5000 µm)
Espacios intercelulares en toda la madera (en sección transversal) - pág. 23	**Intercellular spaces throughout the wood (in transverse section) — p. 23**
53. Presente	53. Present
Grosor de paredes en traqueidas de la madera tardía - pág. 24	**Latewood tracheid wall thickness — p. 24**
54. Pared delgada (espesor de pared doble inferior al diámetro del lumen radial)	54. Thin-walled (double wall thickness less than radial lumen diameter)
55. Pared gruesa (espesor de doble pared mayor que el diámetro del lumen radial)	55. Thick-walled (double wall thickness larger than radial lumen diameter)
Torus (hoyos sólo en traqueídeas de madera temprana) - pág. 25	**Torus (pits in earlywood tracheids only) — p. 25**
56. Presente	56. Present
57. Escapolado	57. Scalloped
Extensiones torus - pág. 26	**Torus extensions — p. 26**
58. Presente	58. Present
Punteaduras con bordes ranurados - pág. 28	**Pits with notched borders — p. 28**
59. Presente	59. Present

Características anatómicas de la normativa IAWA para especies coníferas [ESPAÑOL]	IAWA Anatomical features for softwood tree species [ENGLISH]
Capa verrugosa (visible bajo el microscopio de luz) - pág. 28	**Warty layer (visible under the light microscope) — p. 28**
60. Presente	60. Present
Estrías helicoidales y otros espesamientos de pared	**Helical and other wall thickenings**
Estrías helicoidales en las traqueidas - pág. 30	**Helical thickenings in tracheids — p. 30**
Estrías helicoidales en las traqueidas longitudinales (presencia) - pág. 32	**Helical thickenings in longitudinal tracheids (presence) — p. 32**
61. Presente	61. Present
Estrías helicoidales (en las traqueidas longitudinales - localización) - pág. 32	**Helical thickenings (in longitudinal tracheids - location) — p. 32**
62. Presente a lo largo de todo el crecimiento	62. Present throughout the growth increment
63. Bien desarrollado sólo en madera temprana	63. Well developed only in earlywood
64. Bien desarrollado sólo en madera tardía	64. Well developed only in latewood
Estrías helicoidales (en traqueídeas longitudinales, ya sean simples o agrupadas) - pág. 32	**Helical thickenings (in longitudinal tracheids - whether single or grouped) — p. 32**
65. Solitario	65. Single
66. Agrupado (doble o triple)	66. Grouped (double or triple)
Estrías helicoidales (en traqueidas longitudinales - espaciamiento, solo traqueidas de madera temprana) - pág. 32	**Helical thickenings (in longitudinal tracheids - spacing, earlywood tracheids only) — p. 32**
67. Espaciado estrecho (número de bobinas superior a 120 por mm)	67. Narrowly spaced (number of coils more than 120 per mm)
68. Ampliamente espaciados (número de bobinas inferior a 120 por mm)	68. Widely spaced (number of coils less than 120 per mm)
Estrías helicoidales en las traqueídeas de radios - pág. 33	**Helical thickenings in ray tracheids — p. 33**
69. Comúnmente presente	69. Commonly present
70. (presente pero) raro	70. (present but) Rare
Estrías de callitroides - pág. 34	**Callitroid thickenings — p. 34**
71. Presente	71. Present
Parénquima axial	Axial parenchyma
Parénquima axial (excluidas las células epiteliales y subsidiarias de los canales intercelulares) - pág. 35	**Axial parenchyma (excl. epithelial and subsidiary cells of intercellular canals) — p. 35**
72. Presente	72. Present
Disposición del parénquima axial - pág. 37	**Arrangement of axial parenchyma — p. 37**
73. Difusa (distribuida uniformemente a lo largo de todo el crecimiento)	73. Diffuse (evenly scattered throughout the entire growth increment)
74. Tangencialmente	74. Tangentially zonate
75. Marginal	75. Marginal
Paredes de los extremos transversales - pág. 39	**Transverse end walls — p. 39**
76. Lisos	76. Smooth
77. Engrosamiento irregular	77. Irregularly thickened
78. Perlas o nodulares	78. Beaded or nodular
Composición de radios	**Ray composition**
Traqueidas radiales - pág. 40	**Ray tracheids — p. 40**
79. Comúnmente presente	79. Commonly present
80. Ausentes o muy escasas	80. Absent or very rare
Paredes celulares de las traqueidas radiales - pág. 43	**Cell walls of ray tracheids — p. 43**
81. Liso	81. Smooth
82. Dentado	82. Dentate
83. Reticular	83. Reticulate
Bordes de la fosa traqueal de radios con espesamientos angulares o dentados (sólo sección radial, larix & picea) - pág. 45	**Ray tracheid pit borders angular or with dentate thickenings (radial section, Larix & Picea only) — p. 45**
84. Presente	84. Present

Características anatómicas de la normativa IAWA para especies coníferas [ESPAÑOL]	IAWA Anatomical features for softwood tree species [ENGLISH]
Paredes finales de las células del parénquima del radio - pág. 47	**End walls of ray parenchyma cells — p. 47**
85. Lisa (sin punteaduras)	85. Smooth (unpitted)
86. Claramente punteadas	86. Distinctly pitted
Paredes horizontales de las células del parénquima del radio - pág. 48	**Horizontal walls of ray parenchyma cells — p. 48**
87. Lisa (sin punteaduras)	87. Smooth (unpitted)
88. Claramente punteadas	88. Distinctly pitted
Indentaduras- pág. 49	**Indentures — p. 49**
89. Presente	89. Present
Punteaduras transversales	**Cross-field pitting**
Punteaduras en el ares de cruce (según phillips 1948, modificado por vogel 1995) - pág. 51	**Cross-field pitting (according to Phillips 1948, amended by Vogel 1995) — p. 51**
90. "como una ventana" (fenestriforme)	90. “Window-like” (fenestriform)
91. Pinoide	91. Pinoid
92. Piceoideo	92. Piceoid
93. Cupressoide	93. Cupressoid
94. Taxodioide	94. Taxodioid
95. Araucarioide	95. Araucarioid
Número de punteaduras por área de cruce (sólo para traqueidas de madera temprana) - pág. 54	**Number of pits per cross-field (earlywood tracheids only) — p. 54**
96. ... < número por campo cruzado > número por campo cruzado	96. … < number per crossfield >
Número de punteaduras por área de cruce (sólo para traqueidas de madera temprana- categorias) - pág. 54	**Number of pits per cross-field (earlywood only – categories) — p. 54**
97. (grande como una ventana) 1-2	97. (large window-like) 1–2
98. 1–3	98. 1–3
99. 3–5	99. 3–5
100. 6 o más	100. 6 or more
Tamaño radio	**Ray size**
Altura media de los radios - pág. 55	**Average ray height — p. 55**
101. ... < µm >>>...	101. … < µm >
Altura media del radio (número de celdas) - pág. 57	**Average ray height (number of cells) — p. 57**
102. Muy bajo (hasta 4 células)	102. Very low (up to 4 cells)
103. Medio (5 a 15 células)	103. Medium (5 to 15 cells)
104. Alto (de 16 a 30 células)	104. High (from 16 to 30 cells)
105. Muy alta (más de 30 células)	105. Very high (more than 30 cells)
Altura media de los radios fusiformes - pág. 57	**Average fusiform ray height — p. 57**
106. ... < µm >>>...	106. … < µm >
Ancho del radio (celdas) - pág. 57	**Ray width (cells) — p. 57**
107. Exclusivamente uniseriado	107. Exclusively uniseriate
108. 2-3-seriales en parte	108. 2–3-seriate in part
Canales intercelulares	**Intercellular canals**
Canales intercelulares axiales (resina) - pág. 58	**Axial intercellular (resin) canals — p. 58**
109. Presente	109. Present
Canales intercelulares radiales (resina) - pág. 60	**Radial intercellular (resin) canals — p. 60**
110. Presente	110. Present
Canales traumáticos (de resina) (axiales, radiales) - pág. 60	**Traumatic (resin) canals (axial, radial) — p. 60**
111. Presente	111. Present
Diámetro medio de los canales intercelulares axiales normales - pág. 60	**Average diameter of normal axial intercellular canals — p. 60**
112. Diámetro tangencial, delimitado por células epiteliales (método a) < µm > >	112. Tangential diameter, delimited by epithelial cells (Method A) < µm >
113. Diámetro tangencial de todo el complejo de canales de resina (método b) < µm > >	113. Tangential diameter of entire resin canal complex (Method B) < µm >

Características anatómicas de la normativa IAWA para especies coníferas [ESPAÑOL]	IAWA Anatomical features for softwood tree species [ENGLISH]
114. Diámetro radial, delimitado por células epiteliales (método c) < µm > >	114. Radial diameter, delimited by epithelial cells (Method C) < µm >
Diámetro medio de los canales intercelulares radiales normales - pág. 62	**Average diameter of normal radial intercellular canals — p. 62**
115. ... < µm >>>...	115. … < µm >
Células epiteliales (de canales intercelulares) - pág. 62	**Epithelial cells (of intercellular canals) — p. 62**
116. De pared gruesa	116. Thick-walled
117. De pared delgada	117. Thin-walled
Inclusiones minerales	Mineral inclusions
Cristales - pág. 65	**Crystals — p. 65**
118. Presente	118. Present
Tipo de cristales - pág. 65	**Type of crystals — p. 65**
119. Prismático	119. Prismatic
120. Drusas	120. Druses
121. Otras formas (especifique)	121. Other forms (specify)
Cristales ubicados en - pág. 65	**Crystals located in — p. 65**
122. Radios	122. Rays
123. Parénquima axial	123. Axial parenchyma
124. Células asociadas a canales intercelulares	124. Cells associated with intercellular canals

9.4. Anexo 3.- Autores de informes y especies estudiadas

Periodo	Paralelo	Grupo	Autores	Especie – Nombre científico
2017-2018	Artículo científico		Feijoo Cesar; Espinoza Francis; Cueva Milena; Hidalgo Fanny; Ramón Danny; Jumbo Jorge; Yaguana Magaly; Eras-Guamán Victor; Pucha-Cofrep Darwin	*Cinchona macrocalyx*
				Cinchona officinalis
2019	Árticulo científico		Montaño Jessenia; Rosillo Edith; Zhiñin Héctor; Pucha-Cofrep Darwin	*Ilex guayusa*
2017-2018	A	1	Rueda Johana; Azanza Klever; Hidalgo Fanny; Morán Alejandra; Sánchez Mayra	*Alnus acuminata*
				Cinchona officinalis
				Eucalyptus globulus
				Oreopanax rosei
		2	Abad Yadira; Eras Miriam; Gonzalez Leonardo; Lima Katty; Sarango Rosa	*Cordia alliodora*
				Guarea kunthiana
				Alnus acuminata
		3	Narváez Luis; Barrera Estefania; Castro Josue; Muñoz Darwin	*Handroanthus chrysanthus*
				Cedrela sp.
				Jacaranda sparrei
				Cinchona officinalis
		4	Agila Shirley; Anglade Jorge; Burneo María; Cartuche Franklin	*Schizolobium parahyba*
				Jacaranda copaia
				Pseudobombax millei
				Tectona grandis

Periodo	Paralelo	Grupo	Autores	Especie – Nombre científico
2017-2018	B	1	Samaniego Karla; Cabrera Byron; Espinoza Francis; Feijoo Cesar; Llumiquinga Paúl	*Juglans neotropica*
				Jacaranda mimosifolia
		2	Sisalima Nixon; Armijos Cesar; Cueva Milena; Quiñonez Daniel; Rojas Aldo	*Acacia macracantha*
				Podocarpus oleifolius
				Chionanthus pubesens
		3	Jumbo Jorge; Castillo Henry; Chimbo Christian; Cuenca Mayra; Ruiz Carlos	*Handroanthus chrysanthus*
				Handroanthus billbergii
				Erythrina velutina
		4	Ramon Danny; Valverde Jhuliana; Mocha Jonathan; Sigcho Jefferson	*Salix humboldtiana*
				Alnus acuminata
				Cedrela odorata
2018 abr-sep	A	1	Jaramillo Alexis; Japón Jairo; Jimenez Dayanna; Granda Edison	*Swietenia macrophylla*
				Ocotea aciphylla
				Cedrelinga cateniformis
				Osteophloeum platyspermum
		2	Reyes Sandro; Castillo Guadalupe; Correaa Michelle; Toledo Homero	*Clarisia racemosa*
				Terminalia amazonia
				Swietenia macrophylla
				Parkia miltijuga
		3	Jiménez Lorena; Labanda Dayra; Rosales Jilson; Sanchez Johanna	*Pouteria sp.*
				Cinchona officinalis
				Cedrela odorata
				Handroanthus sp.
		4	Castillo Estefania; Chimbo Christian; Orelllana Fanny; Poma Bladimir	*Acacia macracantha*
				Dacryodes peruviana
				Virola sebifera
				Alibertia edulis
	B	1	Castillo Henry; Correa Gabriela; Reinoso Andrea; Samaniego Karla; Llumiquinga Jonathan	*Cedrela odorata*
				Annona cherimola (variedad umbonata)
				Annona cherimola (variedad impresa)
				Annona cherimola (variedad lisa)
				Cupressus macrocarpa
		2	Martinez Julio; Cordova Líder; Fernández Erendida; Jumbo Wilmer; Labanda Cristian; Torres Richard	*Poulsenia armata*
				Prumnopitys montana
				Ochroma pyramidale
				Acacia macracantha
				Cordia alliodora
		3	Zambrano Edinson; Cabrera Orlando; Correa	*Ficus aff. cuatrecasana*
				Cedrela odorata

Periodo	Paralelo	Grupo	Autores	Especie – Nombre científico
			Margarita; Veintimilla Jessica; Jara Kelly	*Inga marginata*
				Eucalyptus globulus
				Vochysia guianensis
		4	Quito Gonzalo; López Jonathan; Merino Mijail; Salazar Andrés; Guamán Jonathan	*Anadenanthera colubrina*
				Acacia macracantha
				Aniba sp.
				Persea americana
				Pinus patula
2018 - 2019	A	1	Campoverde Dalton; Montaño Jessenia; Rosillo Edith; Samaniego Karla; Vire Valeria	*Myrsine coriacea*
				Salix humboldtiana
				Croton lechleri
		2	Luzón Daniel, Atiencie Doris, Guaman Alonso; Ordoñez Klever; Zhingre William	*Ochroma pyramidale*
				Theobroma cacao (aromatico)
				Theobroma cacao (CCN51)
		3	Aponte Lady; Benalcázar Joel; Jaramillo Yuri; Salas Paula; Troya Byron	*Ficus sp.*
				Annona muricata
				Juglans neotropica
		4	Cartuche Keyla; González Blanca; Herrera Greymi; Luzuriaga Loida; Sánchez Katty	*Alnus acuminata*
				Aniba sp.
				Pinus patula
	B	1	Retete Cristian; Angamarca Erick; Lanche Karla; Oña Evelyn; Chuquirima Banner	*Vochysia biloba*
				Cedrela odorata
				Pouteria sp.
		2	Nuninga Jayro; Cabrera David; Correa Margarita; Cuenca Gerardo; Diaz Mayra; Guachizaca José	*Jacaranda mimosifolia*
				Heliocarpus americanus
				Inga insignis
		3	Cuenca José; Guaillas Erik; Labanda Cristian; Ulloa Maribel; Sarango Guido; Torres Richard	*Piptocoma discolor*
				Inga densiflora
				Allophylus spp.
		4	Contento Cristián; Guamán Marco; Guamán Jenny; Jumbo Marco; Peralta Yadira	*Cedrela montana*
				Salix babylonica
				Clethra revoluta
2019 abr - sep	A	1	Arias Cristina; Cordova Juan; Quezada Jefferson;Reategui César; Vivanco Mishell	*Pourouma cecropiifolia*
				Otoba gracilipes
				Heliocarpus americanus
		2	Pérez Johanna; Abad Monica; Jiménez Jose; Orellana Jessica	*Gynoxys nitida*
				Drimys granadensis
				Alnus acuminata
		3	Masache Yulisa; Castillo Katty; Quispe Juan; Tapia Marlon; Burneo Luis	*Bursera graveolens*
				Prunus dulcis
				Miconia sp.

Periodo	Paralelo	Grupo	Autores	Especie – Nombre científico
		4	Espinosa Lesly; Lalangui Franco; Robalino Allison; Vera Josselyn; Yunga Jackson	*Alnus acuminata*
				Inga insignis
				Ochroma pyramidale
	B	1	Rengel Alexis; Cabrera Isaac; Cabrera David; Nuninga Jayro	*Cananga odorata*
				Grias peruviana
				Syzygium jambos
		2	Orellana Noe; Jaramillo John; Ordoñes Rosa; Sánchez Katty	*Ficus insipida*
				Clusia ducuoides
				Critoniopsis pycnantha
		3	Zapata Alex; Celi Leidy; Espinoza Evelyn; Vaca Jason; Verdesoto Tania	*Lafoensia acuminata*
				Styrax subargenteus
				Persea caerulea
2019-2020	A	1	Rogel Lesly; Armijos Jefferson; Morales Jean; Vasquez Joe	*Rhizophora racemosa*
				Laguncularia racemosa
		2	Jaramillo Allison; Alvarado Bertha; Pinta Gabriela; Ulloa Liliana; Ulloa Evelyn; Sarango Deysi	*Chrysophyllum cainito*
				Brugmansia arborea
				Triplaris cumingiana
				Ilex weberlingii
		3	Benitez Juan; Bustamante Jorge; Espinoza Susana; Gualan Gabriela; Torres Melissa; Vele Yelena	*Erythrina edulis*
				Croton wagneri
		4	Moreno Carlos; Cartuche Juan; Faican Edwin; Fajardo Natalia; Llivigañay Diego; Patiño Yosselyn	*Inga oerstediana*
				Prunus serotina
				Colicodendron scabridum
		5	Morocho Bryan; Cartuche Carla; Castillo Erika; Cueva Christian; Jumbo Jefferson; Luzón Carlos	*Eucalyptus grandis*
				Turpinia occidentalis
		6	Bermeo Jessica; Córdova Jason; Crespo Luis; Ortega Oscar; Poma Carlos; Troya Jackson	*Nectandra laurel*
				Myrcianthes discolor
				Weinmannia fagaroides
				Morella pubescens
		8	Rengel Alexis	*Cecropia peltata*

9.5. Anexo 4.- Metodolgías aplicada para la determinación de las propiedades físicas, organoléptcas y anatómicas de la madera

Metodología utilizada para la determinación de las propiedades físicas de la madera

Propiedades físicas cuantitativas

Peso: las muestras fueron pesadas en gramos (gr), se utilizó la balanza que se encuentra en el Laboratorio de "Fisiología Vegetal" del Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Área: se utilizó la fórmula matemática de la figura geométrica del paralelepípedo rectangular, para ello se tomó medidas de los extremos (*Anexo 2*) de cada una de las probetas con las cuales se realizó un promedio para obtener una medida más confiable.

$$A = 2(a\ x\ b) + 2(a\ x\ c) + 2(b\ x\ c)$$

Volumen: se utilizó la fórmula matemática de la figura geométrica del paralelepípedo rectangular, los datos utilizados fueron los promedios calculados para las áreas.

$$V = a\ x\ b\ x\ c$$

Densidad de la madera: De acuerdo a la norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 1162:2013, la densidad (aparente) de la madera se determinó por la relación de la masa-volumen. La masa de la pieza de ensayo se determinó mediante el pesaje en gramos y el volumen por el método directo o indirecto, en centímetros cúbicos.

Fórmula:

$$D = \frac{M}{V}$$

En donde:

D= densidad aparente

M= masa (en gramos)

V= volumen (en centímetros cúbicos)

Tipos de densidad de la madera: Se obtuvo mediante las siguientes fórmulas.

$$Densidad\ Verde\ (g/cm^3) = \frac{Peso\ verde}{Volumen\ verde}$$

$$Densidad\ Anhidra\ (g/cm^3) = \frac{Peso\ anhidro}{Volumen\ anhidro}$$

$$Densidad\ en\ Equilibrio\ (g/cm^3) = \frac{Peso\ en\ equilibrio}{Volumen\ en\ equilibrio}$$

$$Densidad\ Básica\ (g/cm^3) = \frac{Peso\ anhidro}{Volumen\ verde}$$

El volumen en verde se determinó sumergiendo las probetas en un vaso de precipitación con cierta cantidad de agua. Sumergida la probeta se calculó el volumen de acuerdo al volumen de agua.

Para obtener el peso anhidro, se puso las probetas húmedas en la estufa a 100 °C de temperatura durante 24 horas.

Humedad de la madera: De acuerdo a la norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 1160:1983 se calculó el contenido de humedad.

Fórmula: $CH\% = \frac{Pv\ - Psh}{Psh} \times 100$

En donde:

CH%: Contenido de Humedad en Porcentaje

Pv: Peso en verde

Psh: Peso seco o Anhidro

Contracción de la madera: Se identificó y marcó el plano tangencial y radial en cada probeta. Se midió los 6 lados de la probeta. Se calculó utilizando las siguientes fórmulas:

$$Contracción\ longitudinal = \frac{dimensión\ longitudinal\ verde - dimensión\ longitudinal\ seca}{dimensión\ longitudinal\ verde} * 100$$

$$Contracción\ tangencial = \frac{dimensión\ tangencial\ verde - dimensión\ tangencial\ seca}{dimensión\ tangencial\ verde} * 100$$

$$Contracción\ radial = \frac{dimensión\ radial\ verde - dimensión\ radial\ seca}{dimensión\ radial\ verde} * 100$$

$$Contracción\ volumétrica = \frac{volumen\ verde - volumen\ seco}{volumen\ verde} * 100$$

$$Relación\ tangencial - radial = \frac{contracción\ tangencial}{contracción\ radial}$$

Metodología para determinar las características macroscópicas (organolépticas)

Se lo realiza mediante la observación a simple vista de cada una de las probetas.

Sabor: para determinar el sabor de las probetas de cada una de las especies se procedió a probar mediante el sentido del gusto y se lo clasifico mediante criterios como: dulce, amargo, acido, astringente, ausente o característico.

Olor: para determinar el olor de las probetas, se procedió a identificar el olor utilizando el sentido del olfato y se lo clasifico de acuerdo a criterios como: aromático, desagradable, ausente o característico.

Color: para determinar el color de las probetas de cada una de las especies, se utilizó la aplicación "*Soil Analysis Pro*" conjuntamente con la *Tabla de Colores Munsell*. El número de colores seleccionados en la aplicación fueron dos y se registró el color con mayor porcentaje (%), tanto de la albura como del duramen.

Textura: la textura de las probetas se identificó mediante la observación y para ello se utilizó criterios como: fina, media y gruesa.

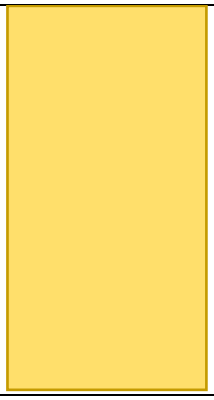
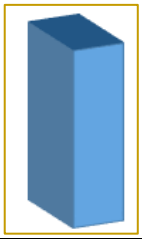
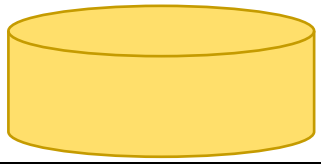
Brillo: el brillo se identificó mediante la observación y se determinó criterios para su valoración tales como: alto, medio, bajo o sin brillo.

Peso: el peso se lo determino mediante la pulsación de cada probeta y se lo valoró de acuerdo a criterios como: liviano o pesado.

Veteado o figura: las características del veteado se lo realizo a simple vista, clasificando de acuerdo a criterios como: arcos superpuestos en “U” “V”, jaspeado, líneas / bandas paralelas, satinado, espigado o ausente.
Grano: Para determinar el grano se utilizó las probetas medianas de cada especie. Con ayuda de un cincel y martillo se golpeó una de sus caras sin traspasar el cincel por toda la probeta. La rajadura producida por el golpe permitió determinar el tipo de grano que se calificó dentro de recto, inclinado y entrecruzado.
Las características macroscópicas de la madera de las rodajas de cada una de las especies se las determinó mediante la observación a simple vista:

Anillos de crecimiento: presentes (visibles o poco visibles) y ausentes.
Transición de duramen a albura: no cambia, cambia gradualmente y cambia abruptamente.
Color: albura y duramen (nombre y código).
Proporciones (ancho en cm): diámetro total y diámetro en albura, duramen y corteza.

Dimensiones de las probetas

Tipo	Grande	Mediana	Rodaja	Cubo
				
Cordia alliodora	**20 x 10 x 2,5**	**10 x 5 x 5**	**17 cm**	**1 x 1**
Guarea kunthiana	**20 x 10 x 2,5**	**10 x 5 x 5**	**12,8 cm**	**1 x 1**
Alnus acuminata	**20 x 10 x 2,5**	**10 x 5 x 5**	**28,5 cm**	**1 x 1**

<u>Metodología para determinar las características antómicas de la madera</u>

Materiales, equipos y reactivos de laboratorio.

a) Materiales de campo.
Probetas de madera de 1cm3
Muestras de ramas forestales, diámetro ≤ 1cm y 2,5 cm longitud.
b) Materiales de laboratorio. Cajas Petri
Cuchillas para micrótomo
Imanes
Jeringa

Lámina plástica
Moldes plásticos (pipetas recicladas)
Pinceles de cerda fina
Pinza quirúrgica
Pipetas
Placa metálica
Podadora de mano
Porta objetos
Cubre objetos
Regla milimetrada

c) Reactivos.

Agua destilada
Alcohol potable al 50%, 75%, y 96%
Bálsamo de Canadá
Formaldehído o Metanal
Parafina (vela)
Tintes (Astrablue o Azul de metileno y Safranina)

d) Equipos.

Micrótomo
Estufa
Estereoscopio
Hornilla o placa calentadora
Microscopio con cámara digital
Computador

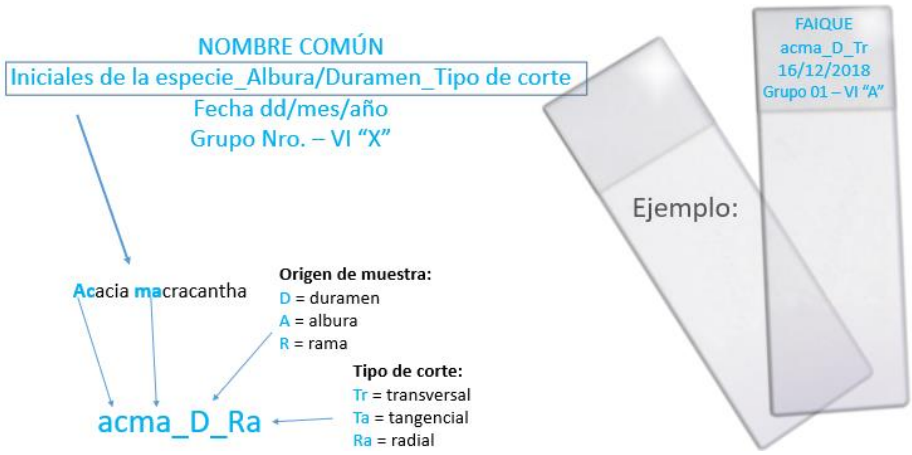
Obtención de cortes anatómicos de madera.

Para realizar los cortes se utiliza los cubos de madera de volumen 1x1x1 (cm) y las ramas de 0,5cm de diámetro de las 50 especies en estudio. Con el fin de suavizar y evitar astillamientos de la madera se utiliza una caja Petri con agua destilada para remojar las muestras. Usando un micrótomo con cuchillas tipo estilete y la ayuda de dos pinceles (punta fina y muy fina) se realiza los cortes transversal, tangencial y radial del duramen y albura de cada especie. En el caso de las ramas se realiza solamente el corte transversal. Seguidamente los cortes obtenidos serán sumergidos en agua destilada.

Montaje de los cortes anatómicos.

Para el montaje de los cortes obtenidos de las especies forestales, se seleccionan los tres mejores cortes por cada uno de los planos de corte de la madera (radial, tangencial y transversal) de duramen y albura. En el caso de las ramas se montan cinco muestras debido al pequeño diámetro. Para evitar confusión de muestras en el montaje se utiliza una nomenclatura específica para cada tipo de corte y especie tal como se muestra en la Figura.

Nomenclatura para montaje de cortes anatómicos.



Tinción, lavado y deshidratación de las finas láminas de madera

De acuerdo a Gärtner y Schweingruber (2013) citado por Feijoo et al., (2018) menciona que la combinación Safranina /Astrablue crea los mejores contrastes entre diferentes tipos de paredes celulares. En donde la Safranina tiñe las estructuras de células lignificadas de color rojo, y el Astrablue tiñe las estructuras de celulosa o no lignificadas de color azul.

La tinturación de las muestras se realiza mediante un tinte resultado de la mezcla de Astrablue y Safranina. El tinte se deja actuar por 5 minutos en cada una de las muestras. Pasado este tiempo las muestras serán lavadas con agua destilada y alcohol al 50%, 95% y 100%, con la finalidad de dejar la muestra sin excesos de tinte. El tinte utilizado se prepara con los siguientes materiales y reactivos:

Materiales:

- 1 pipeta
- 1 vaso de precipitación
- Balanza

Reactivos:

- 0,5 gr de Astrablue en polvo (color azul)
- 1 gr de Safranina en polvo (color rojo)
- 2 gr de Ácido tartárico
- 100 ml de agua destilada

Sellado permanente de los cortes anatómicos.

Para guardar las muestras por un largo periodo de tiempo (más de un año) se realiza el sellado permanente. Para ello seleccionan las mejores muestras ya deshidratadas y se las ubica en un portaobjetos limpio. Luego, con la ayuda de una Jeringa sin ajuga se extrae una parte de Bálsamo de Canadá y se coloca una gota a un extremo de la muestra. Una vez colocado el B. Canadá con la ayuda de una pinza, se coloca inclinadamente el cubre objetos sobre la muestra desde el extremo donde está el B. Canadá de tal forma que éste se extienda sobre toda la muestra.

Finalmente, se presiona con precaución con la ayuda de una varilla metálica o alambre evitando que queden burbujas en la muestra y se dejó secar en una estufa a una temperatura de 60 grados centígrados durante 24 horas.

9.6. Anexo 5: Datos e información recopilada (Variables y/o categorías de análisis)

Datos generales
1. Nombre común
2. Nombre científico
3. Familia
4. Diámetro a la altura del pecho (cm)
5. Altura total (m)
6. Tipo de bosque
Variables biogeográficas
1. Sitio
2. Altitud (msnm)
3. Longitud
4. Latitud
5. Temperatura (°C)
6. Precipitación (mm/anuales)
Características organolépticas
1. Sabor
2. Olor
3. Color en verde
4. Color en seco
5. Textura
6. Brillo
7. Peso
8. Veteado o figura
9. Grano
Características físicas
1. Contenido de humedad
2. Densidad en verde (g/cm3)
3. Densidad en equilibrio (g/cm3)
4. Densidad Anhidra (g/cm3)
5. Densidad básica
6. Contracción longitudinal
7. Contracción tangencial
8. Contracción radial
9. Contracción volumétrica
10.Relación tangencial-radial
Características anatómicas para latifoliadas
Anillos de crecimiento
1. Anillos de crecimiento visibles
2. Anillos de crecimiento poco visibles o ausentes
Vasos
Porosidad

3. Anillos porosos
4. Anillos semiporosos
5. Anillos con poros difusos
Disposición de los vasos o poros
6. Vasos (poros) en bandas tangenciales
7. Vasos (poros) en patrones radiales o diagonales
8. Vasos (poros) en patrones dendríticos
Agrupación de vasos
9. Vasos (poros) exclusivamente solitarios (90% o más)
10. Vasos (poros) en grupos radiales de 4 o más
11. Vasos (poros) en grupos comunes (de 3 o más vasos)
Perfil de vasos solitarios
12. Perfil angular de vasos solitarios
Placas de perforación
13. Placas de perforación simple
14. Placas de perforación escalariforme
15. Placas de perforación escalariformes con ≤ 10 barras
16. Placas de perforación escalariformes con 10-20 barras
17. Placas de perforación escalariformes con 20-40 barras
18. Placas de perforación escalariformes con ≥ 40 barras
19. Reticular, foraminado, y/u otros tipos de placas perforadas múltiples
Punteaduras comunes: disposición y tamaño
20. Punteaduras intervasculares escalariformes
21. Punteaduras intervasculares opuestas
22. Punteaduras intervasculares alternas
23. Forma de las punteaduras intervasculares alternas
24. Punteadura diminutas ≤ 4 um
25. Punteadura pequeña 4-7um
26. Punteadura medio 7-10 um
27. Punteadura grande ≥10 um
Tilosis y depósitos en vasos
31. Tilosis común
32. Tilosis esclerótica
33. Gomas y otros depósitos en vasos del duramen
Espesor de la pared de fibra
34. Fibras de pared muy finas
35. fibras de pared de delgada a gruesa
36. Fibras de pared muy gruesas
Parénquima axial
37. Parénquima axial ausente o extremadamente raro.
Parénquima axial apotraqueal
38. Parénquima axial difuso
39. Parénquima axial difuso en agregados

Parénquima axial paratraqueal
40. Parénquima axial paratraqueal escaso
41. Parénquima axial vasicéntrico
42. Parénquima axial aliforme
43. Parénquima axial adiamantado aliforme
44. Parénquima axial alado aliforme
45. Parénquima axial confluente
46. Parénquima axial unilateral paratraqueal
Parénquima en bandas
47. Parénquima axial en bandas con más tres células de ancho
48. Parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho
49. Parénquima axial reticulado
50. Parénquima axial escalariforme
51. Parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginal
Parénquima axial por tipo de células / longitud de hebra
52. Células de parénquima fusiforme
53. Dos células por hebra de parénquima
54. Cuatro (3-4) células por hebra de parénquima
55. Ocho (5-8) células por hebra de parénquima
56. Más de ocho células por hebra de parénquima
57. Parénquima no lignificado
Radios
Ancho de radio
58. Radios exclusivamente uniseriados
59. Radios con ancho de 1 a 3 series
60. Radios comúnmente de 4 a 10 series
61. Radios comúnmente mayores a 10 series
62. Radios con porciones multiseriadas y porciones uniseriadas.
Radios agregados
63. Radios agregados
Altura de radio
64. Radios de altura mayor a 1mm
Radios de dos tamaños distintos
65. Radios de dos tamaños distintos
Radios: composición celular
66. Todas las células procumbentes
67. Todas las células verticales y/o cuadradas
68. Cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales
69. Cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales
70. Cuerpo del radio con células procumbentes con más de 4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales

71. Radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales
Características anatómicas para coníferas
Presencia de límites en el anillo de crecimiento
1. Límites del anillo de crecimiento distintos
2. Límites del anillo de crecimiento borrosos o ausentes
Transición de la madera temprana a la madera tardía
3. Abrupto
4. Gradual
Traqueidos
5. Picadura de traquea en paredes radiales (sólo en madera temprana)
6. (predominantemente) Uniseriados
7. (predominantemente) Dos o más seriados
Disposición de (dos o más seriados) fosas traqueales en paredes radiales (sólo madera temprana)
8. Opuesto
9. Suplente
Depósitos orgánicos (en las traqueidas del duramen)
10. Presente
Longitud promedio de la tráquea - p. 22
11. ... < µm > >
Longitud media de la traqueída (clases de tamaño)
12. Corto (menos de 3000 µm)
13. Medio (3000 a 5000 µm)
14. Largo (más de 5000 µm)
Espacios intercelulares en toda la madera (en sección transversal)
15. Presente
Espesor del muro traqueal de la madera tardía -
16. Pared delgada (espesor de pared doble menor que el diámetro del lumen radial)
17. Pared gruesa (espesor de doble pared mayor que el diámetro del lumen radial)
Parénquima axial
Parénquima axial (excluidas las células epiteliales y subsidiarias de los canales intercelulares)
18. Presente
Disposición del parénquima axial
19. Difusa (distribuida uniformemente a lo largo de todo el crecimiento)
20. Tangencialmente zonificar
21. Marginal
Paredes transversales
22. Suave
23. Engrosamiento irregular
24. Perlas o nodular
Composición en rayo
Rayo traqueal

25. Comúnmente presente
26. Ausente o muy raro
Tamaño rayo
Altura media del rayo
27. ... < µm > >
Altura media del rayo (número de celdas)
28. Muy bajo (hasta 4 células)
29. Medio (5 a 15 células)
30. Alto (de 16 a 30 células)
31. Muy alta (más de 30 células)
Canales intercelulares
Canales intercelulares axiales (resina)
32. Presente
Canales intercelulares radiales (resina)
33. Presente
Canales traumáticos (de resina) (axiales, radiales)
34. Presente
Células epiteliales (de canales intercelulares)
35. De pared gruesa
36. De pared delgada
Inclusiones minerales
Cristales
37. Presente
Tipo de cristales
38. Prismático
39. Drusas
40. Otras formas (especifique)
Cristales localizados en
41. Rayos
42. Parénquima axial
43. Células asociadas a canales intercelulares

9.1. Anexo 6. Propiedades físicas, organolépticas, y características anatómicas de la madera por especie (Base de datos)

- Latifoliadas

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
Acacia macracantha	Faique	Contenido de humedad (%): 49.36, Densidad en verde (g/cm3): 1.13, D. equilibrio (g/cm3): 0.97, D. anhidro (g/cm3): 0.98, D. básica (g/cm3): 0.81, contracción volumétrica (cm3): 1.65	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde marrón, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde rojizo, color de duramen en seco rojizo, textura media, brillo bajo, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en U, arcos superpuestos en V, bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con ≤ 10 barras, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, tilósis común, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial paratraqueal confluente, dos células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Alibertia edulis	Juan colorado	Contenido de humedad (%): 58.02, Densidad en verde (g/cm3): 0.88, D. equilibrio (g/cm3): 0.64, D. anhidro (g/cm3): 0.61, D. básica (g/cm3): 0.56, contracción volumétrica (cm3): 0.95	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde rojiza, color de albura en seco rojizo, color de duramen en verde rojizo, color de duramen en seco rojizo, textura fina, brillo bajo, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación escalariformes con ≤ 10 barras, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial escaliforme, ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Allophylus spp.	Shiringo	Contenido de humedad (%): 52.38, Densidad en verde (g/cm3): 0.68, D. equilibrio (g/cm3): 0.5, D. anhidro (g/cm3):	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro,	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa,

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		0.49, D. básica (g/cm3): 0.43, contracción volumétrica (cm3): 0.13	color de duramen en seco claro, textura fina, brillo medio, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, bandas paralelas, grano recto.	parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial reticulado, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes y una sola fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Alnus acuminata	Aliso	Contenido de humedad (%): 103.6, Densidad en verde (g/cm3): 0.85, D. equilibrio (g/cm3): 0.51, D. anhidro (g/cm3): 0.47, D. básica (g/cm3): 0.42, contracción volumétrica (cm3): 1.1	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco rojizo, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura media, brillo bajo, peso levemente pesado, veteado: arcos superpuestos en V, grano inclinado.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación escalariformes con ≤ 10 barras, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, Radios agregados, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Anadenanthera colubrina	Wilco	Contenido de humedad (%): 76.13, Densidad en verde (g/cm3): 1.19, D. equilibrio (g/cm3): 0.97, D. anhidro (g/cm3): 0.94, D. básica (g/cm3): 0.68, contracción volumétrica (cm3): 1.81	Sabor ausente, olor desagradable, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura media, brillo alto, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en V, satinado, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, tilósis común, fibras de pared muy finas, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, Radios agregados, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Aniba sp.01	Amarillo	Contenido de humedad (%): 84.47, Densidad en verde (g/cm3): 0.73, D. equilibrio (g/cm3): 0.49, D. anhidro (g/cm3): 0.47, D. básica	Sabor ausente, olor Caracteristico, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con ≤ 10 barras, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared muy finas, parénquima axial apotraqueal difuso,

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		(g/cm3): 0.4, contracción volumétrica (cm3): 1.67	duramen en seco amarilla, textura media, brillo medio, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en V, bandas paralelas, grano inclinado.	parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial en bandas con más tres células de ancho, dos células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Aniba sp.02	Amarillo	Contenido de humedad (%): 91.3, Densidad en verde (g/cm3): 0.46, D. equilibrio (g/cm3): 0.37, D. anhidro (g/cm3): 0.32, D. básica (g/cm3): 0.19, contracción volumétrica (cm3): 0.98	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo bajo, peso levemente pesado, veteado: satinado, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, tilósis esclerótica, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Annona cherimola	Chirimoya	Contenido de humedad (%): 34.15, Densidad en verde (g/cm3): 0.95, D. equilibrio (g/cm3): 0.8, D. anhidro (g/cm3): 0.76, D. básica (g/cm3): 0.69, contracción volumétrica (cm3): 0.55	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde marrón, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura fina, brillo bajo, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en V, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial reticulado, ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Brugmansia arborea	Huando	Contenido de humedad (%): 108.7, Densidad en verde (g/cm3): 1.1, D. equilibrio (g/cm3): 0.6, D. anhidro (g/cm3):	Sabor amargo-astringente, olor característico, color de albura en verde rojiza, color de albura en seco claro, color de duramen en	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, forma de las punteaduras intervasculares alternas, tamaño de

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		0.6, D. básica (g/cm3): 0.5, contracción volumétrica (cm3): 0.95	verde rojiza, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo bajo, peso liviano, veteado: satinado, grano recto.	punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Bursera graveolens	Palo santo	Contenido de humedad (%): 81.5, Densidad en verde (g/cm3): 0.67, D. equilibrio (g/cm3): 0.32, D. anhidro (g/cm3): 0.33, D. básica (g/cm3): 0.3, contracción volumétrica (cm3): 0.4	Sabor dulce, olor agradable, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco claro, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco claro, textura gruesa, brillo alto, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared muy finas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Cananga odorata	0	Contenido de humedad (%): 52.39, Densidad en verde (g/cm3): 0.59, D. equilibrio (g/cm3): 0.42, D. anhidro (g/cm3): 0.42, D. básica (g/cm3): 0.39, contracción volumétrica (cm3): 0.87	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura gruesa, brillo sin brillo, peso liviano, veteado: satinado, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Cecropia peltata	Guarumo	Contenido de humedad (%): 56.06, Densidad	Sabor ausente, olor agradable, color de albura	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, reticular,

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		en verde (g/cm3): 0.38, D. equilibrio (g/cm3): 0.28, D. anhidro (g/cm3): 0.26, D. básica (g/cm3): 0.24, contracción volumétrica (cm3): 0.83	en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura gruesa, brillo sin brillo, peso liviano, veteado: satinado, grano inclinado.	forminado, y/u otro tipos de placas perforadas, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared muy finas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Cedrela montana	Cedro de montaña	Contenido de humedad (%): 59.09, Densidad en verde (g/cm3): 0.77, D. equilibrio (g/cm3): 0.64, D. anhidro (g/cm3): 0.5, D. básica (g/cm3): 0.48, contracción volumétrica (cm3): 0.65	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura fina, brillo medio, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en U, grano inclinado.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal adiamantado aliforme, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Cedrela odorata	Cedro colorado	Contenido de humedad (%): 55.72, Densidad en verde (g/cm3): 0.73, D. equilibrio (g/cm3): 0.52, D. anhidro (g/cm3): 0.53, D. básica (g/cm3): 0.49, contracción volumétrica (cm3): 0.88	Sabor amargo-astringente, olor característico, color de albura en verde marrón, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura media, brillo medio, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, bandas paralelas, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
				procumbentes y una sola fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Cedrela sp.	Cedro	Contenido de humedad (%): 20, Densidad en verde (g/cm3): 0.49, D. equilibrio (g/cm3): 0.53, D. anhidro (g/cm3): 0.48, D. básica (g/cm3): 0.42, contracción volumétrica (cm3): 1	Sabor amargo-astringente, olor agradable, color de albura en verde marrón, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura media, brillo medio, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, cuerpo del radio con células procumbentes y una sola fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Cedrelinga cateniformis	Zeique	Contenido de humedad (%): 23.56, Densidad en verde (g/cm3): 0.93, D. equilibrio (g/cm3): 0.84, D. anhidro (g/cm3): 0.85, D. básica (g/cm3): 0.82, contracción volumétrica (cm3): 0.85	Sabor amargo-astringente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco marrón, textura gruesa, brillo medio, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, más de ocho células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Chionanthus pubescens	Arupo	Contenido de humedad (%): 34, Densidad en verde (g/cm3): 1.19, D. equilibrio (g/cm3): 1.14, D. anhidro (g/cm3): 1.06, D. básica (g/cm3): 0.89, contracción volumétrica (cm3): 0.3	Sabor amargo-astringente, olor ausente, color de albura en verde oscuro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde oscuro, color de duramen en seco claro, textura media, brillo medio, peso pesado, veteado: bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal escaso, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
Chrysophyllum cainito	Yarazo	Contenido de humedad (%): 68.4, Densidad en verde (g/cm3): 1.1, D. equilibrio (g/cm3): 0.8, D. anhidro (g/cm3): 0.7, D. básica (g/cm3): 0.7, contracción volumétrica (cm3): 2.2	Sabor amargo-astringente, olor ausente, color de albura en verde rojiza, color de albura en seco claro, color de duramen en verde rojiza, color de duramen en seco claro, textura media, brillo alto, peso pesado, veteado: bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho, células de parénquima fusiforme, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Cinchona macrocalyx	Cascarilla	Contenido de humedad (%): 43.63, Densidad en verde (g/cm3): 0.99, D. equilibrio (g/cm3): 0.81, D. anhidro (g/cm3): 0.79, D. básica (g/cm3): 0.65, contracción volumétrica (cm3): 1.2	Sabor amargo-astringente, olor agradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco amarilla, textura fina, brillo bajo, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en V, bandas paralelas, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial escaliforme, más de ocho células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de altura mayor a 1mm, cuerpo del radio con células procumbentes con más de 4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Cinchona officinalis	Cascarilla	Contenido de humedad (%): 61.48, Densidad en verde (g/cm3): 1.04, D. equilibrio (g/cm3): 0.89, D. anhidro (g/cm3): 0.74, D. básica (g/cm3): 0.79, contracción volumétrica (cm3): 1.35	Sabor amargo-astringente, olor agradable, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco claro, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura fina, brillo bajo, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., más de ocho células por hebra de parénquima, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, cuerpo del radio con células procumbentes con más de 4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
Clarisia racemosa	Pituca	Contenido de humedad (%): 94.16, Densidad en verde (g/cm3): 1.11, D. equilibrio (g/cm3): 0.67, D. anhidro (g/cm3): 0.68, D. básica (g/cm3): 0.75, contracción volumétrica (cm3): 0.55	Sabor ausente, olor desagradable, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura fina, brillo alto, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en U, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial en bandas con más tres células de ancho, ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Clethra revoluta	Almizcle	Contenido de humedad (%): 122.8, Densidad en verde (g/cm3): 1.13, D. equilibrio (g/cm3): 0.63, D. anhidro (g/cm3): 0.64, D. básica (g/cm3): 0.51, contracción volumétrica (cm3): 0.3	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura fina, brillo medio, peso pesado, veteado: satinado, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos en grupos comunes, perfil angular de vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con ≤ 10 barras, punteaduras intervasculares opuestas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes y una sola fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Clusia ducuoides	Duco	Contenido de humedad (%): 84.42, Densidad en verde (g/cm3): 1.14, D. equilibrio (g/cm3): 0.73, D. anhidro (g/cm3): 0.71, D. básica (g/cm3): 0.62, contracción volumétrica (cm3): 1.3	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde marrón, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura fina, brillo sin brillo, peso pesado, veteado: , bandas paralelas, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares escalariforme, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
				hebra de parénquima, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Colicodendron scabridum	Sapote de perro	Contenido de humedad (%): 30.66, Densidad en verde (g/cm3): 1.21, D. equilibrio (g/cm3): 0.89, D. anhidro (g/cm3): 0.89, D. básica (g/cm3): 0.82, contracción volumétrica (cm3): 0.17	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura gruesa, brillo bajo, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en U, satinado, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares opuestas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial paratraqueal aliforme, parénquima axial en bandas con más tres células de ancho, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Cordia alliodora	Laurel costeño	Contenido de humedad (%): 72.22, Densidad en verde (g/cm3): 0.63, D. equilibrio (g/cm3): 0.48, D. anhidro (g/cm3): 0.4, D. básica (g/cm3): 0.37, contracción volumétrica (cm3): 1.7	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco amarilla, textura media, brillo medio, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, bandas paralelas, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Critoniopsis pycnantha	Tunash	Contenido de humedad (%): 60.16, Densidad en verde (g/cm3): 0.99, D. equilibrio (g/cm3): 0.74, D. anhidro	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde marrón, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		(g/cm3): 0.71, D. básica (g/cm3): 0.62, contracción volumétrica (cm3): 1.43	marrón, color de duramen en seco amarilla, textura gruesa, brillo alto, peso pesado, veteado: satinado, grano inclinado.	delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial paratraqueal confluente, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Croton lechleri	Sangre de drago	Contenido de humedad (%): 60.87, Densidad en verde (g/cm3): 0.68, D. equilibrio (g/cm3): 0.49, D. anhidro (g/cm3): 0.49, D. básica (g/cm3): 0.42, contracción volumétrica (cm3): 1.4	Sabor amargo-astringente, olor agradable, color de albura en verde marrón, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura media, brillo sin brillo, peso levemente pesado, veteado: arcos superpuestos en U, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Croton wagneri	Moshquera	Contenido de humedad (%): 55.22, Densidad en verde (g/cm3): 0.86, D. equilibrio (g/cm3): 0.65, D. anhidro (g/cm3): 0.64, D. básica (g/cm3): 0.55, contracción volumétrica (cm3): 1.6	Sabor amargo-astringente, olor desagradable, color de albura en verde oscuro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde oscuro, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo medio, peso pesado, veteado: jaspeado, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, forma de las punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
Dacryodes peruviana	Copal	Contenido de humedad (%): 52.1, Densidad en verde (g/cm3): 0.83, D. equilibrio (g/cm3): 0.57, D. anhidro (g/cm3): 0.83, D. básica (g/cm3): 0.55, contracción volumétrica (cm3): 0.34	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura media, brillo sin brillo, peso levemente pesado, veteado: satinado, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal escaso, dos células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Drimys granadensis	Cascarilla picante	Contenido de humedad (%): 174.74, Densidad en verde (g/cm3): 1.12, D. equilibrio (g/cm3): 0.53, D. anhidro (g/cm3): 0.51, D. básica (g/cm3): 0.41, contracción volumétrica (cm3): 0.26	Sabor Picante, olor agradable, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura fina, brillo alto, peso liviano, veteado: satinado, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal unilateral paratraqueal, más de ocho células por hebra de parénquima, ancho de radios con porciones multiseriadas y porciones , radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Erythrina edulis	Porotillo	Contenido de humedad (%): 132, Densidad en verde (g/cm3): 0.9, D. equilibrio (g/cm3): 0.44, D. anhidro (g/cm3): 0.42, D. básica (g/cm3): 0.39, contracción volumétrica (cm3): 0.85	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde oscuro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde oscuro, color de duramen en seco claro, textura gruesa, brillo medio, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en V, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial en bandas con más tres células de ancho, células de parénquima fusiforme, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con más de 4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
Erythrina velutina	Porotillo	Contenido de humedad (%): 182.65, Densidad en verde (g/cm3): 1.09, D. equilibrio (g/cm3): 0.38, D. anhidro (g/cm3): 0.37, D. básica (g/cm3): 0.41, contracción volumétrica (cm3): 1.57	Sabor amargo-astringente, olor ausente, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura media, brillo sin brillo, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, tilósis esclerótica, fibras de pared muy finas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial en bandas con más tres células de ancho, parénquima no lignificado, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Eucalyptus globulus	Eucalipto	Contenido de humedad (%): 39.25, Densidad en verde (g/cm3): 1.1, D. equilibrio (g/cm3): 1.06, D. anhidro (g/cm3): 1.27, D. básica (g/cm3): 1.06, contracción volumétrica (cm3): 2.12	Sabor amargo-astringente, olor agradable, color de albura en verde marrón, color de albura en seco claro, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco claro, textura media, brillo medio, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en V, bandas paralelas, grano entrecruzado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal aliforme, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Eucalyptus grandis	Eucalipto rosado	Contenido de humedad (%): 88.5, Densidad en verde (g/cm3): 0.9, D. equilibrio (g/cm3): 0.49, D. anhidro (g/cm3): 0.48, D. básica (g/cm3): 0.48, contracción volumétrica (cm3): 0	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo medio, peso pesado, veteado: satinado, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de dos tamaños

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
				distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Ficus aff. cuatrecasana	Higuerón	Contenido de humedad (%): 45.7, Densidad en verde (g/cm3): 0.8, D. equilibrio (g/cm3): 0.6, D. anhidro (g/cm3): 0.6, D. básica (g/cm3): 0.69, contracción volumétrica (cm3): 0.77	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco amarilla, textura media, brillo medio, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal alado aliforme, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial en bandas con más tres células de ancho, ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, Radios agregados, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Ficus insipida	Yamiro	Contenido de humedad (%): 83.04, Densidad en verde (g/cm3): 1, D. equilibrio (g/cm3): 0.63, D. anhidro (g/cm3): 0.61, D. básica (g/cm3): 0.55, contracción volumétrica (cm3): 0.96	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde marrón, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura fina, brillo sin brillo, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, placas de perforación escalariformes con 10-20 barras, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial en bandas con más tres células de ancho, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Ficus sp.	Higuerón	Contenido de humedad (%): 91.32, Densidad en verde (g/cm3): 0.82, D. equilibrio (g/cm3): 0.45, D. anhidro (g/cm3): 0.48, D. básica (g/cm3): 0.44,	Sabor ausente, olor característico, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura media, brillo medio, peso liviano,	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial en bandas con más tres células de ancho, ocho (5-8)

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		contracción volumétrica (cm3): 1	veteado: arcos superpuestos en V, grano inclinado.	células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Grias peruviana	Apai o Aguacate de monte	Contenido de humedad (%): 43.84, Densidad en verde (g/cm3): 1.09, D. equilibrio (g/cm3): 0.82, D. anhidro (g/cm3): 0.82, D. básica (g/cm3): 0.76, contracción volumétrica (cm3): 0.73	Sabor amargo-astringente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo medio, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en U, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares escalariforme, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente mayores a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son verticales y/o cuadradas.
Guarea kunthiana	Yanzao	Contenido de humedad (%): 69, Densidad en verde (g/cm3): 0.83, D. equilibrio (g/cm3): 0.58, D. anhidro (g/cm3): 0.55, D. básica (g/cm3): 0.48, contracción volumétrica (cm3): 1.07	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura media, brillo medio, peso pesado, veteado: bandas paralelas, jaspeado, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared muy finas, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal adiamantado aliforme, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., células de parénquima fusiforme, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Gynoxys nitida	Tunash	Contenido de humedad (%): 63.93, Densidad en verde (g/cm3): 0.94, D. equilibrio (g/cm3):	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde marrón, color de albura en seco amarillo,	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		0.69, D. anhidro (g/cm3): 0.61, D. básica (g/cm3): 0.58, contracción volumétrica (cm3): 0.58	color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco amarilla, textura media, brillo medio, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, , grano recto.	punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal escaso, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Handroanthus billbergii	Guayacán	Contenido de humedad (%): 17.62, Densidad en verde (g/cm3): 1.12, D. equilibrio (g/cm3): 1.63, D. anhidro (g/cm3): 1.38, D. básica (g/cm3): 0.96, contracción volumétrica (cm3): 0.31	Sabor amargo-astringente, olor ausente, color de albura en verde marrón, color de albura en seco oscuro, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco oscuro, textura media, brillo bajo, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en U, , grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Handroanthus chrysanthus	Guayacán	Contenido de humedad (%): 19.11, Densidad en verde (g/cm3): 1.05, D. equilibrio (g/cm3): 1.39, D. anhidro (g/cm3): 0.99, D. básica (g/cm3): 0.88, contracción volumétrica (cm3): 2.04	Sabor amargo-astringente, olor agradable, color de albura en verde marrón, color de albura en seco oscuro, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco oscuro, textura media, brillo medio, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en U, grano inclinado.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho, dos células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Handroanthus serratifolius	Guayacán	Contenido de humedad (%): 26.76, Densidad en verde (g/cm3): 1.27, D. equilibrio (g/cm3): 1.15, D. anhidro (g/cm3): 1.14, D. básica	Sabor acido, olor agradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		(g/cm3): 1, contracción volumétrica (cm3): 0.2	en seco amarilla, textura fina, brillo alto, peso pesado, veteado: bandas paralelas, grano entrecruzado.	axial paratraqueal aliforme, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Heliocarpus americanus	Balsilla	Contenido de humedad (%): 205.37, Densidad en verde (g/cm3): 0.65, D. equilibrio (g/cm3): 0.24, D. anhidro (g/cm3): 0.24, D. básica (g/cm3): 0.22, contracción volumétrica (cm3): 0.94	Sabor Dulce, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo medio, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared muy finas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, parénquima no lignificado, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Ilex guayusa	Guayusa	Contenido de humedad (%): 83.75, Densidad en verde (g/cm3): 1.04, D. equilibrio (g/cm3): 0.65, D. anhidro (g/cm3): 0.64, D. básica (g/cm3): 0.56, contracción volumétrica (cm3): 1.14	Olor ausente, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco claro, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco claro, textura gruesa, brillo bajo, peso , veteado: , satinado, grano inclinado.	Anillos ausentes, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, perfil angular de vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con 20-40 barras, punteaduras intervasculares escalariforme, punteaduras intervasculares opuestas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios comunmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Ilex weberlingii	Dishindó	Contenido de humedad (%): 62.7, Densidad en	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos en grupos

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		verde (g/cm3): 1, D. equilibrio (g/cm3): 0.7, D. anhidro (g/cm3): 0.7, D. básica (g/cm3): 0.6, contracción volumétrica (cm3): 1.35	verde rojiza, color de albura en seco claro, color de duramen en verde rojiza, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo medio, peso liviano, veteado: satinado, grano inclinado.	comunes, placas de perforación escalariformes con 10-20 barras, punteaduras intervasculares opuestas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Inga densiflora	Guaba	Contenido de humedad (%): 93.08, Densidad en verde (g/cm3): 0.78, D. equilibrio (g/cm3): 0.44, D. anhidro (g/cm3): 0.45, D. básica (g/cm3): 0.4, contracción volumétrica (cm3): 0.09	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura gruesa, brillo medio, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Inga insignis	Guabo	Contenido de humedad (%): 60.98, Densidad en verde (g/cm3): 0.93, D. equilibrio (g/cm3): 0.62, D. anhidro (g/cm3): 0.63, D. básica (g/cm3): 0.56, contracción volumétrica (cm3): 1.02	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo bajo, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en V, jaspeado, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial paratraqueal confluente, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, Radios agregados, radios de dos

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
				tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Inga marginata	Guabillo	Contenido de humedad (%): 63.49, Densidad en verde (g/cm3): 1.07, D. equilibrio (g/cm3): 0.7, D. anhidro (g/cm3): 0.73, D. básica (g/cm3): 0.67, contracción volumétrica (cm3): 0.98	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura media, brillo medio, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, tilósis común, fibras de pared muy finas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, Radios agregados, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Inga oerstediana	Guaba	Contenido de humedad (%): 41.7, Densidad en verde (g/cm3): 1.09, D. equilibrio (g/cm3): 0.81, D. anhidro (g/cm3): 0.68, D. básica (g/cm3): 0.59, contracción volumétrica (cm3): 0.16	Sabor Característico, olor agradable, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarillo, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarillo, textura fina, brillo medio, peso levemente pesado, veteado: arcos superpuestos en V, bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal adiamantado aliforme, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, Radios agregados, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Jacaranda copaia	Arabisco	Contenido de humedad (%): 60.31, Densidad en verde (g/cm3): 0.47, D. equilibrio (g/cm3): 0.33, D. anhidro (g/cm3): 0.44, D. básica (g/cm3): 0.29, contracción volumétrica (cm3): 1.44	Sabor ausente, olor característico, color de albura en verde oscuro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco claro, textura gruesa, brillo medio, peso liviano,	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con 20-40 barras, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared muy finas, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal adiamantado aliforme, dos células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series,

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
			veteado: bandas paralelas, grano recto.	composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Jacaranda mimosifolia	Arabisco	Contenido de humedad (%): 37.84, Densidad en verde (g/cm3): 0.7, D. equilibrio (g/cm3): 0.63, D. anhidro (g/cm3): 0.59, D. básica (g/cm3): 0.53, contracción volumétrica (cm3): 1.12	Sabor amargo-astringente, olor agradable, color de albura en verde rojiza, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura media, brillo alto, peso levemente pesado, veteado: arcos superpuestos en U, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Jacaranda sparrei	Arabisco	Contenido de humedad (%): 6.41, Densidad en verde (g/cm3): 0.66, D. equilibrio (g/cm3): 0.65, D. anhidro (g/cm3): 0.63, D. básica (g/cm3): 0.53, contracción volumétrica (cm3): 1.4	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco claro, textura media, brillo medio, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con 10-20 barras, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared muy finas, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal confluente, células de parénquima fusiforme, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Juglans neotropica	Nogal	Contenido de humedad (%): 59.57, Densidad en verde (g/cm3): 0.9, D. equilibrio (g/cm3): 0.61, D. anhidro (g/cm3): 0.56, D. básica (g/cm3): 0.51, contracción volumétrica (cm3): 1.35	Sabor amargo-astringente, olor ausente, color de albura en verde marrón, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura media, brillo medio, peso levemente pesado, veteado: arcos	Anillos visibles, anillos semiporoso, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial en bandas con más tres células de ancho, parénquima axial reticulado, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
			superpuestos en U, bandas paralelas, grano inclinado.	del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Lafoensia acuminata	Guararo	Contenido de humedad (%): 48.71, Densidad en verde (g/cm3): 1.07, D. equilibrio (g/cm3): 0.82, D. anhidro (g/cm3): 0.86, D. básica (g/cm3): 0.72, contracción volumétrica (cm3): 1.24	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura fina, brillo medio, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en V, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, Radios agregados, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Miconia sp.	Miconia	Contenido de humedad (%): 72.58, Densidad en verde (g/cm3): 0.98, D. equilibrio (g/cm3): 0.53, D. anhidro (g/cm3): 0.66, D. básica (g/cm3): 0.45, contracción volumétrica (cm3): 0.69	Sabor amargo-astringente, olor ausente, color de albura en verde marron, color de albura en seco marron, color de duramen en verde marron, color de duramen en seco marron, textura fina, brillo sin brillo, peso liviano, veteado: bandas paralelas, satinado, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Morella pubescens	Laurel de cera	Contenido de humedad (%): 86.2, Densidad en verde (g/cm3): 1.06, D. equilibrio (g/cm3): 0.67, D. anhidro (g/cm3): 0.67, D. básica (g/cm3):	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco claro, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco claro, textura fina,	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con ≤ 10 barras, punteaduras intervasculares escalariforme, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso,

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		0.57, contracción volumétrica (cm3): 0.84	brillo medio, peso levemente pesado, veteado: satinado, grano inclinado.	parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Myrcianthes discolor	Arrayán	Contenido de humedad (%): 68.36, Densidad en verde (g/cm3): 1.13, D. equilibrio (g/cm3): 1.14, D. anhidro (g/cm3): 1.15, D. básica (g/cm3): 1.16, contracción volumétrica (cm3): 0.12	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco oscuro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco oscuro, textura fina, brillo bajo, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en V, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal aliforme, parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho, células de parénquima fusiforme, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Myrsine coriacea	Cucharo blanco	Contenido de humedad (%): 76.24, Densidad en verde (g/cm3): 1.13, D. equilibrio (g/cm3): 0.72, D. anhidro (g/cm3): 0.72, D. básica (g/cm3): 0.64, contracción volumétrica (cm3): 0.91	Sabor amargo-astringente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo bajo, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en V, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos comunes, perfil angular de vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente mayores a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes y una sola fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Nectandra laurel	Canelo	Contenido de humedad (%): 48.67, Densidad en verde (g/cm3): 0.89,	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde marrón, color de	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples,

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		D. equilibrio (g/cm3): 0.61, D. anhidro (g/cm3): 0.6, D. básica (g/cm3): 0.6, contracción volumétrica (cm3): 0.22	albura en seco amarillo, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco amarillo, textura fina, brillo alto, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en V, grano recto.	punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal adiamantado aliforme, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Ochroma pyramidale	Balsa	Contenido de humedad (%): 119.81, Densidad en verde (g/cm3): 0.35, D. equilibrio (g/cm3): 0.2, D. anhidro (g/cm3): 0.17, D. básica (g/cm3): 0.16, contracción volumétrica (cm3): 0.41	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura media, brillo bajo, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared muy finas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, parénquima no lignificado, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, Radios agregados, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Ocotea aciphylla	Canelo	Contenido de humedad (%): 29.12, Densidad en verde (g/cm3): 0.81, D. equilibrio (g/cm3): 0.65, D. anhidro (g/cm3): 0.66, D. básica (g/cm3): 0.63, contracción volumétrica (cm3): 0.4	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura fina, brillo medio, peso liviano, veteado: , bandas paralelas, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Oreopanax rosei	Pumamaqui	Contenido de humedad (%): 192.15, Densidad	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		en verde (g/cm3): 1.09, D. equilibrio (g/cm3): 0.75, D. anhidro (g/cm3): 0.79, D. básica (g/cm3): 0.24, contracción volumétrica (cm3): 0.81	verde amarilla, color de albura en seco rojizo, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco marrón, textura media, brillo bajo, peso pesado, veteado: bandas paralelas, grano entrecruzado.	radiales, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares opuestas, tamaños de punteaduras grande -≥10 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal escaso, células de parénquima fusiforme, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Osteophloeum platyspermum	Lotería	Contenido de humedad (%): 57.26, Densidad en verde (g/cm3): 0.83, D. equilibrio (g/cm3): 0.55, D. anhidro (g/cm3): 0.57, D. básica (g/cm3): 0.53, contracción volumétrica (cm3): 0.79	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco oscuro, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco oscuro, textura fina, brillo medio, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano entrecruzado.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras grande -≥10 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal escaso, dos células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Otoba gracilipes	Achotillo	Contenido de humedad (%): 62.4, Densidad en verde (g/cm3): 0.84, D. equilibrio (g/cm3): 0.59, D. anhidro (g/cm3): 0.56, D. básica (g/cm3): 0.52, contracción volumétrica (cm3): 0.76	Sabor amargo-astringente, olor agradable, color de albura en verde marrón, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura media, brillo medio, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en V, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras grande -≥10 um, tilósis esclerótica, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
Parkia multijuga	Wilco	Contenido de humedad (%): 69.35, Densidad en verde (g/cm3): 1.15, D. equilibrio (g/cm3): 0.64, D. anhidro (g/cm3): 0.63, D. básica (g/cm3): 0.58, contracción volumétrica (cm3): 0.77	Sabor amargo-astringente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco marrón, textura gruesa, brillo bajo, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, grano inclinado.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal adiamantado aliforme, parénquima axial paratraqueal confluente, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, Radios agregados, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Persea americana	Aguacate	Contenido de humedad (%): 98.3, Densidad en verde (g/cm3): 0.75, D. equilibrio (g/cm3): 0.46, D. anhidro (g/cm3): 0.56, D. básica (g/cm3): 0.38, contracción volumétrica (cm3): 0.18	Sabor amargo-astringente, olor agradable, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco claro, textura media, brillo alto, peso liviano, veteado: satinado, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal escaso, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Persea caerulea	Paltón	Contenido de humedad (%): 65.35, Densidad en verde (g/cm3): 0.99, D. equilibrio (g/cm3): 0.66, D. anhidro (g/cm3): 0.66, D. básica (g/cm3): 0.6, contracción volumétrica (cm3): 0.97	Sabor amargo-astringente, olor agradable, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura media, brillo bajo, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en U, grano entrecruzado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
				procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Piptocoma discolor	Pigue	Contenido de humedad (%): 73.25, Densidad en verde (g/cm3): 0.73, D. equilibrio (g/cm3): 0.47, D. anhidro (g/cm3): 0.47, D. básica (g/cm3): 0.42, contracción volumétrica (cm3): 0.1	Sabor ausente, olor desagradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo sin brillo, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en V, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Poulsenia armata	Yamila	Contenido de humedad (%): 33.79, Densidad en verde (g/cm3): 0.73, D. equilibrio (g/cm3): 0.61, D. anhidro (g/cm3): 0.62, D. básica (g/cm3): 0.55, contracción volumétrica (cm3): 1.13	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura media, brillo bajo, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal alado aliforme, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Pourouma cecropifolia	Uvilla	Contenido de humedad (%): 183.08, Densidad en verde (g/cm3): 1.02, D. equilibrio (g/cm3): 0.4, D. anhidro (g/cm3): 0.39, D. básica (g/cm3): 0.35, contracción volumétrica (cm3): 0.93	Sabor amargo-astringente, olor desagradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura media, brillo bajo, peso liviano, veteado: arcos	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, tilósis esclerótica, fibras de pared muy finas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., ocho (5-8) células por

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
			superpuestos en V, grano recto.	hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Pouteria sp.01	Yarazo	Contenido de humedad (%): 50.95, Densidad en verde (g/cm3): 1.16, D. equilibrio (g/cm3): 0.92, D. anhidro (g/cm3): 0.85, D. básica (g/cm3): 0.77, contracción volumétrica (cm3): 2.25	Sabor ausente, olor característico, color de albura en verde rojiza, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco marrón, textura media, brillo medio, peso pesado, veteado: bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho, ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes y una sola fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Pouteria sp.02	Sacha Yarazo	Contenido de humedad (%): 69.15, Densidad en verde (g/cm3): 1.02, D. equilibrio (g/cm3): 0.74, D. anhidro (g/cm3): 0.73, D. básica (g/cm3): 0.67, contracción volumétrica (cm3): 0.91	Sabor amargo-astringente, olor ausente, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura fina, brillo sin brillo, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en V, bandas paralelas, satinado, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de vasos en bandas tangenciales, vasos en grupos comunes, reticular, foraminado, y/u otro tipos de placas perforadas, punteaduras intervasculares alternas, forma de las punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial escaliforme, ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Prunus dulcis	Almendro	Contenido de humedad (%): 159.26, Densidad en verde (g/cm3): 1.01, D. equilibrio (g/cm3): 0.64, D. anhidro (g/cm3): 0.32, D. básica	Sabor Dulce, olor agradable, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco claro, color de duramen en verde marrón, color de duramen	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro,

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		(g/cm3): 0.32, contracción volumétrica (cm3): 0.29	en seco claro, textura fina, brillo medio, peso pesado, veteado: bandas paralelas, grano entrecruzado.	parénquima axial paratraqueal adiamantado aliforme, parénquima axial paratraqueal confluente, dos células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Prunus serotina	Capulí	Contenido de humedad (%): 37.48, Densidad en verde (g/cm3): 1.22, D. equilibrio (g/cm3): 0.79, D. anhidro (g/cm3): 0.84, D. básica (g/cm3): 0.83, contracción volumétrica (cm3): 0.26	Sabor amargo-astringente, olor desagradable, color de albura en verde oscuro, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde oscuro, color de duramen en seco marrón, textura gruesa, brillo medio, peso pesado, veteado: satinado, grano inclinado.	Anillos visibles, anillos semiporosos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, tilósis esclerótica, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal escaso, células de parénquima fusiforme, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Pseudobombax millei	Ceibo negro	Contenido de humedad (%): 162.4, Densidad en verde (g/cm3): 0.78, D. equilibrio (g/cm3): 0.34, D. anhidro (g/cm3): 0.3, D. básica (g/cm3): 0.3, contracción volumétrica (cm3): 1.23	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde oscuro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco claro, textura gruesa, brillo sin brillo, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con 20-40 barras, forma de las punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, tilósis común, fibras de pared muy finas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., parénquima no lignificado, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, Radios agregados, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Salix babylonica	Sauce	Contenido de humedad (%): 140.6, Densidad en verde (g/cm3): 1.02, D. equilibrio (g/cm3):	Sabor amargo-astringente, olor desagradable, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco	Anillos visibles, anillos semiporosos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		0.48, D. anhidro (g/cm3): 0.46, D. básica (g/cm3): 0.42, contracción volumétrica (cm3): 0.74	amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura media, brillo bajo, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano inclinado.	pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., células de parénquima fusiforme, dos células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Salix humboldtiana	Sauce lloron	Contenido de humedad (%): 92.13, Densidad en verde (g/cm3): 0.81, D. equilibrio (g/cm3): 0.5, D. anhidro (g/cm3): 0.46, D. básica (g/cm3): 0.42, contracción volumétrica (cm3): 1.39	Sabor amargo-astringente, olor desagradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura media, brillo bajo, peso liviano, veteado: bandas paralelas, satinado, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes y una sola fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Schizolobium parahyba	Pachaco	Contenido de humedad (%): 30.32, Densidad en verde (g/cm3): 0.55, D. equilibrio (g/cm3): 0.45, D. anhidro (g/cm3): 0.48, D. básica (g/cm3): 0.4, contracción volumétrica (cm3): 1.78	Sabor Dulce, olor desagradable, color de albura en verde oscuro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde oscuro, color de duramen en seco claro, textura gruesa, brillo medio, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con 10-20 barras, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared muy finas, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal adiamantado aliforme, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., dos células por hebra de parénquima, ancho de radios con porciones multiseriadas y porciones , Radios agregados, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
Styrax subargenteus	Saquilamo	Contenido de humedad (%): 75.5, Densidad en verde (g/cm3): 1.04, D. equilibrio (g/cm3): 0.67, D. anhidro (g/cm3): 0.66, D. básica (g/cm3): 0.59, contracción volumétrica (cm3): 1.04	Sabor ausente, olor característico, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco amarilla, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura media, brillo bajo, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en U, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos radiales, perfil angular de vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con ≤ 10 barras, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., más de ocho células por hebra de parénquima, ancho de radios con porciones multiseriadas y porciones , radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Swietenia macrophylla	Caoba	Contenido de humedad (%): 45.89, Densidad en verde (g/cm3): 1.05, D. equilibrio (g/cm3): 0.72, D. anhidro (g/cm3): 0.77, D. básica (g/cm3): 0.71, contracción volumétrica (cm3): 0.72	Sabor ausente, olor característico, color de albura en verde rojiza, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura fina, brillo bajo, peso liviano, veteado: , bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Syzygium jambos	Poma rosa	Contenido de humedad (%): 35.39, Densidad en verde (g/cm3): 1.15, D. equilibrio (g/cm3): 0.94, D. anhidro (g/cm3): 0.94, D. básica (g/cm3): 0.85, contracción volumétrica (cm3): 0.93	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura media, brillo bajo, peso pesado,	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal adiamantado aliforme, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial en bandas

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
			veteado: satinado, grano recto.	finas o líneas de hasta tres células de ancho, ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, Radios agregados, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con más de 4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Tectona grandis	Teca	Contenido de humedad (%): 77.57, Densidad en verde (g/cm3): 1, D. equilibrio (g/cm3): 0.62, D. anhidro (g/cm3): 0.64, D. básica (g/cm3): 0.63, contracción volumétrica (cm3): 1.74	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde oscuro, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde oscuro, color de duramen en seco marrón, textura gruesa, brillo alto, peso pesado, veteado: bandas paralelas, grano inclinado.	Anillos visibles, anillos semiporosos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con 10-20 barras, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes y una sóla fila de células verticales y/o cuadradas marginales.
Terminalia amazonia	Yumbingue	Contenido de humedad (%): 44.13, Densidad en verde (g/cm3): 0.99, D. equilibrio (g/cm3): 0.75, D. anhidro (g/cm3): 0.76, D. básica (g/cm3): 0.68, contracción volumétrica (cm3): 0.99	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco marrón, textura media, brillo sin brillo, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano entrecruzado.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial ausente o extremadamente raro, parénquima axial paratraqueal adiamantado aliforme, parénquima axial paratraqueal confluente, dos células por hebra de parénquima, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de dos tamaños distintos, composición celular de los radios todas las células son procumbentes.
Theobroma cacao	Cacao	Contenido de humedad (%): 116.25, Densidad en verde (g/cm3): 0.91, D. equilibrio (g/cm3): 0.49, D. anhidro	Sabor Suave, olor agradable, color de albura en verde marrón, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, gomas y otros depósitos en vasos

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		(g/cm3): 0.46, D. básica (g/cm3): 0.43, contracción volumétrica (cm3): 0.61	marrón, color de duramen en seco marrón, textura media, brillo bajo, peso pesado, veteado: arcos superpuestos en U, satinado, grano entrecruzado.	del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Triplaris cumingiana	Fernán Sánchez	Contenido de humedad (%): 64.4, Densidad en verde (g/cm3): 0.7, D. equilibrio (g/cm3): 0.5, D. anhidro (g/cm3): 0.4, D. básica (g/cm3): 0.4, contracción volumétrica (cm3): 1.32	Sabor amargo-astringente, olor agradable, color de albura en verde rojiza, color de albura en seco claro, color de duramen en verde rojiza, color de duramen en seco claro, textura gruesa, brillo alto, peso liviano, veteado: jaspeado, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos en grupos comunes, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, tilósis común, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con más de 4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Turpinia occidentalis	Cedrillo	Contenido de humedad (%): 75.5, Densidad en verde (g/cm3): 0.56, D. equilibrio (g/cm3): 0.31, D. anhidro (g/cm3): 0.31, D. básica (g/cm3): 0.32, contracción volumétrica (cm3): 0	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde claro, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo medio, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, grano inclinado.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones dendríticos, vasos en grupos comunes, placas de perforación escalariformes con 10-20 barras, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal escaso, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., células de parénquima fusiforme, ancho de radios con porciones multiseriadas y porciones , radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Virola sebifera	Sangre	Contenido de humedad (%): 61.97, Densidad	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		en verde (g/cm3): 0.79, D. equilibrio (g/cm3): 0.54, D. anhidro (g/cm3): 0.54, D. básica (g/cm3): 0.5, contracción volumétrica (cm3): 0.8	verde amarilla, color de albura en seco amarillo, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco amarilla, textura fina, brillo sin brillo, peso liviano, veteado: satinado, grano inclinado.	radiales, reticular, foraminado, y/u otro tipos de placas perforadas, punteaduras intervasculares alternas, tamaños de punteaduras diminutas -≤ 4 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., células de parénquima fusiforme, ancho de radios exclusivamente uniseriados, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, composición celular de radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales.
Vochysia biloba	Bella maría	Contenido de humedad (%): 80.5, Densidad en verde (g/cm3): 0.55, D. equilibrio (g/cm3): 0.34, D. anhidro (g/cm3): 0.33, D. básica (g/cm3): 0.3, contracción volumétrica (cm3): 0.65	Sabor amargo-astringente, olor Característico, color de albura en verde amarilla, color de albura en seco marrón, color de duramen en verde rojizo, color de duramen en seco marrón, textura gruesa, brillo medio, peso liviano, veteado: arcos superpuestos en U, bandas paralelas, grano recto.	Anillos ausentes, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación escalariformes, punteaduras intervasculares alternas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, gomas y otros depósitos en vasos del duramen, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal alado aliforme, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con más de 4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Vochysia guianensis	Bella maría	Contenido de humedad (%): 56.77, Densidad en verde (g/cm3): 0.9, D. equilibrio (g/cm3): 0.63, D. anhidro (g/cm3): 0.62, D. básica (g/cm3): 0.58, contracción volumétrica (cm3): 0.73	Sabor ausente, olor ausente, color de albura en verde claro, color de albura en seco claro, color de duramen en verde amarilla, color de duramen en seco claro, textura fina, brillo medio, peso liviano, veteado: bandas paralelas, grano recto.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos solitarios, placas de perforación simples, punteaduras intervasculares opuestas, tamaño de punteaduras media -7-10 um, fibras de pared de delgada a gruesa, parénquima axial apotraqueal difuso, parénquima axial paratraqueal alado aliforme, parénquima axial paratraqueal confluente, parénquima axial marginal o en bandas aparentemente marginales., ocho (5-8) células por hebra de parénquima, ancho de radios comúnmente de 4 a 10 series, radios de dos tamaños

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
				distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con más de 4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.
Weinmannia fagaroides	Cascho	Contenido de humedad (%): 93.91, Densidad en verde (g/cm3): 1.08, D. equilibrio (g/cm3): 0.72, D. anhidro (g/cm3): 0.71, D. básica (g/cm3): 0.56, contracción volumétrica (cm3): 2.4	Sabor ausente, olor agradable, color de albura en verde marrón, color de albura en seco amarillo, color de duramen en verde marrón, color de duramen en seco amarillo, textura fina, brillo bajo, peso pesado, veteado: satinado, grano inclinado.	Anillos visibles, anillos difusos, disposición de los vasos en patrones radiales, vasos en grupos comunes, perfil angular de vasos solitarios, placas de perforación escalariformes con 20-40 barras, punteaduras intervasculares escalariforme, tamaño de punteaduras pequeña -4-7um, fibras de paredes muy gruesas, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados, parénquima axial paratraqueal vasicéntrico, parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho, cuatro (3-4) células por hebra de parénquima, ancho de radios con ancho de 1 a 3 series, radios de altura mayor a 1mm, radios de dos tamaños distintos, cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales.

- Coníferas

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
Podocarpus oleifolius	Romerillo	Contenido de humedad (%): 43, Densidad en verde (g/cm3): 0.76, D. en equilibrio (g/cm3): 0.69, D. anhidra (g/cm3):0.75, D. básica (g/cm3):0.45, contracción volumétrica: 1.34, relación tangencial-radial0.52.	Sabor ausente, olor ausente, color en verde oscuro, color en seco oscuro, textura fina, brillo bajo, peso pesado, veteado en arcos superpuestos en U, grano inclinado.	Color de duramen marrón o tonos de marrón, color del duramen distinto del color de la albura, límites del anillo de crecimiento distintos, transición de la madera temprana a la madera tardía gradual, picadura de tráquea en paredes radiales (sólo en madera temprana): uniseriados, disposición de (dos o más seriados) fosas traqueales en paredes radiales (sólo madera temprana): alternos, presencia de espacios intercelulares en toda la madera (en sección transversal), espesor del muro traqueal de la madera tardía: pared delgada (espesor de pared doble menor que el diámetro del lumen radial), disposición de parénquima axial : difusa (distribuida uniformemente a lo largo de todo el crecimiento),

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
				Paredes transversales: suave, rayo traqueal comúnmente presente, altura media del rayo (número de celdas): medio (5 a 15 células)
Cupressus macrocarpa	Cipré	Contenido de humedad (%): 43, Densidad en verde (g/cm3): 0.76, D. en equilibrio (g/cm3): 0.69, D. anhidra (g/cm3):0.75, D. básica (g/cm3):0.45, contracción volumétrica: 1.34, relación tangencial-radial0.52.	Sabor ausente, olor ausente, color en verde oscuro, color en seco oscuro, textura fina, brillo bajo, peso pesado, veteado en arcos superpuestos en U, grano inclinado.	Color de duramen claro (blanquecino, cremoso, gris), color duramen similar al color albura, límites del anillo de crecimiento distintos, transición de la madera temprana a la madera tardía abrupto, picadura de tráquea en paredes radiales (sólo en madera temprana): uniseriados, disposición de (dos o más seriados) fosas traqueales en paredes radiales (sólo madera temprana): opuesto, presencia de depósitos orgánicos (en las traqueidas del duramen), presencia de espacios intercelulares en toda la madera (en sección transversal), espesor del muro traqueal de la madera tardía: pared delgada (espesor de pared doble menor que el diámetro del lumen radial), disposición de parénquima axial : difusa (distribuida uniformemente a lo largo de todo el crecimiento), Paredes transversales: suave, rayo traqueal comúnmente presente, altura media del rayo (número de celdas): medio (5 a 15 células)
Prumnopitys montana	Romerillo	Contenido de humedad (%): 43, Densidad en verde (g/cm3): 0.76, D. en equilibrio (g/cm3): 0.69, D. anhidra (g/cm3):0.75, D. básica (g/cm3):0.45, contracción volumétrica: 1.34, relación tangencial-radial0.52.	Sabor ausente, olor ausente, color en verde oscuro, color en seco oscuro, textura fina, brillo bajo, peso pesado, veteado en arcos superpuestos en U, grano inclinado.	Color de duramen marrón o tonos de marrón, color duramen similar al color albura, límites del anillo de crecimiento distintos, transición de la madera temprana a la madera tardía gradual, picadura de tráquea en paredes radiales (sólo en madera temprana): uniseriados, disposición de (dos o más seriados) fosas traqueales en paredes radiales (sólo madera temprana): alternos, presencia de espacios intercelulares en toda la madera (en sección transversal), espesor del muro traqueal de la madera tardía: pared delgada (espesor de pared doble menor que el diámetro del lumen radial), Paredes transversales: suave, rayo traqueal comúnmente presente, altura media del rayo (número de celdas): medio (5 a 15 células)
Pinus patula	Pino	Contenido de humedad (%): 43, Densidad en	Sabor ausente, olor ausente, color en verde	Color de duramen claro (blanquecino, cremoso, gris), color duramen similar al color albura, límites del anillo

Nombre científico	Nombre común	Propiedades físicas	Propiedades organolépticas	Características anatómicas
		verde (g/cm3): 0.76, D. en equilibrio (g/cm3): 0.69, D. anhidra (g/cm3):0.75, D. básica (g/cm3):0.45, contracción volumétrica: 1.34, relación tangencial-radial0.52.	oscuro, color en seco oscuro, textura fina, brillo bajo, peso pesado, veteado en arcos superpuestos en U, grano inclinado.	de crecimiento distintos, transición de la madera temprana a la madera tardía abrupto, picadura de tráquea en paredes radiales (sólo en madera temprana): uniseriados, disposición de (dos o más seriados) fosas traqueales en paredes radiales (sólo madera temprana): alternos, presencia de depósitos orgánicos (en las traqueidas del duramen), presencia de espacios intercelulares en toda la madera (en sección transversal), espesor del muro traqueal de la madera tardía: pared delgada (espesor de pared doble menor que el diámetro del lumen radial), Paredes transversales: suave, rayo traqueal comúnmente presente, altura media del rayo (número de celdas): medio (5 a 15 células)

9.2. Anexo 7. Código R utilizado para el análisis clúster y gráfico de correlaciones

```
#' -------
#' title: "Caracterización de la madera de 95 especies forestales al sur de Ecuador con base en la propiedades físicas, organolépticas y anatómicas de la madera."
#' subtitle: "Analisis de clasificacion de datos: Dendrogramas"
#' author: "Keyla Cartuche"
#  date: "30.oct.2020"#' -------
# Codificado: Darwin Pucha C.
################################################################################DENDROGRAMAS CON TODAS LAS VARIABLES ################################################################################################################################################
rm(list=ls())     # Limpiar espacio de trabajo
graphics.off()    # Limpiar area de graficos
#  Ctrl + l       # Limpiar consola
## 1. IMPORTACION, VISUALIZACION, ESTADISTICOS BASICOS Y EXPORTACION DE DATOS
# Fijar la carpeta de trabajo

setwd("E:/TESIS_DIC")
setwd("D:/Users/DARWIN/OneDrive/Trabajo/UNL/Tesis forestal/16 Keyla Cartuche/24nov2021")
# importar archivo CSV
db <- read.csv("BD_all.csv", sep = ";")
# Subtabla
db2.1  <- db[, c("Familia",  "N_.cientifico", "CAT_densidad", "Tipo.de.bosque") ]   # Categorias
db2.2 <-  db[, sapply(db, class) == "numeric"]  # solo numericos
db2.3 <-  db[, sapply(db, class) == "integer"]  # solo enteros
# nueva tabla
db2 <-  cbind(db2.1, db2.2, db2.3)
# Eliminar manualmente variables
#db2$DAP_cm <- NULL
#db2$HT_m <- NULL
#db2$C_long <- NULL
#db2$R_tan_rad <- NULL
db2[, c("Temp", "Coor_x", "Coor_y","Familia","DAP_cm","HT_m", "Prec",
        "Alt", "A_poroso", "PP_escalariforme_40", "Col_verd_alb",
        "Col_verd_dur")] <- NULL
```

```
# Filtro para dejar solo celdas completas
db3.0 <- db2[complete.cases(db2), ]  #para colores
db3 <- db2[complete.cases(db2), ]
rownames(db3) <-  db3$N_.cientifico # poner nombres a las filas
# Guardar db3 database
write.csv(db3, "db3_all.csv")

## ANALISIS DE DATOS
# 2. DENDROGRAMAS
################################
db4 <- data.matrix(db3) # to matrix
##db4 <- t(db4)  # Transponer datos
db4 <- scale(db4, center=T, scale=T) # data standarization
##############################################
###### SOLO DENDROGRAMAS ####################
#based on: https://www.r-graph-gallery.com/340-custom-your-dendrogram-with-dendextend.html
# Library
library(tidyverse)

db4 %>%
  dist(method ="euclidean") %>%
  hclust(method = "ward.D2") %>%
  as.dendrogram() -> db4.den

par(mar = c(10, 3, 1, 1))
plot(db4.den, main = "ward.D2")
#######################
# Setting color by forest type
## Subset a new dataframe with spp names

db3.spp_names <- db3.0 [, 1:3]  # solo variables categoricas
##db3.spp_names[,       c("CH",       "D_verde",       "D_equilibrio","D_anhidro","D_basica","C_vol",       "Num",
"Alt","Sabor","Olor","Col_verd_alb",
  ##                "Col_seco_alb","Col_verd_dur","Col_seco_dur","Text","Brillo")] <- NULL
#Set color by tipo de bosque
db3.spp_names$col.bosque<- NA       # new empty column
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque seco"] <- "yellow"
```

```
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque andino"] <- "skyblue"
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque humedo"] <- "blue"
# Set color by forest type
db3.spp_names$col.densidad <- NA       # new empty column

db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Livianas"] <- "orange"
db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Semipesadas"] <- "red"
db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Pesadas"] <- "brown4"

# Empy column
#db3.spp_names$empty <- NA
# getting labels list of Dendrogram
db4.den.labs <- data.frame(number = 1:length(labels(db4.den)), N_.cientifico = labels(db4.den))
# Merging and match
db4.den.col.densidad <- merge(db3.spp_names, db4.den.labs, all.x =T)
#  Order / Sorting a data frame by the contents of a column
db4.den.col.densidad <- db4.den.col.densidad[order(db4.den.col.densidad$number), ]
########################

library(dendextend)
#par(mar=c(15,3,2,2)) # Horizontal
#par(mar=c(2,2,2,8)) # Vertical
#graphics.off()    # Limpiar area de graficos

pdf("Dendro_maderas_ward.D2_TODAS_27_11_21.pdf", onefile= TRUE, paper="a4",  width=0, height=0)

par(mar=c(2,2,2,8)) # Vertical
db4.den %>%
  set("labels_col", value = c("skyblue", "brown4", "grey30", "forestgreen"), k=4) %>%
  set("branches_k_color", value = c("skyblue", "brown4", "grey30", "forestgreen"), k = 4) %>%
  set("labels_cex", 0.8) %>%

  set("leaves_pch", 19)  %>% # Inserta puntos de colores
  set("leaves_cex", 0.8) %>%
  set("leaves_col", db4.den.col.densidad$col.densidad) %>%   # Set color by forst type

  plot(horiz = T, axes = T, main = "CLASIFICACIÓN DE LAS MADERAS DEL SUR DE ECUADOR
```

```
      por sus características físicas, organolépticas y anatómicas", sub = "Method: Ward.D2")
abline(v=22.8, lty = 2, col = "grey")
# rect.dendrogram(db4.den, k=4, horiz = T, lty = 0, lwd = 1, x=80,
#                 col=rgb(0.1, 0.2, 0.4, 0.1) )
legend(28, 85, inset = 0, title.adj = 0.2,
       title = "Tipo de bosque:",
      c("Bosque seco", "Bosque andino", "Bosque humedo"),
      col = c("yellow", "skyblue", "blue"), horiz = F,
       pch = 15, cex = 0.7, bty = "n", y.intersp =  0.75)
legend(28, 93, inset = 0, title.adj = 0.2,
       title = "Densidad: ",
       c("Livianas", "Semipesadas", "Pesadas"),
       col = c("orange", "red", "brown4"), horiz = F,
       pch = 19, cex = 0.7, bty = "n", y.intersp =  0.75)

mtext("Cluster method: Ward.D2, k = 4", line= -1, side = 1, cex = 0.8)

# agregar anotaciones
colored_bars(colors = db4.den.col.densidad[,4], dend = db4.den, rowLabels = "",
             sort_by_labels_order = F,   horiz = T,
             y_scale = 0.2, y_shift = -0.3,
             text_shift = 5,
             cex.rowLabels = 0.55)

dev.off()

################# a. Características fisicas ######################
rm(list=ls())     # Limpiar espacio de trabajo
graphics.off()    # Limpiar area de graficos
#  Ctrl + l       # Limpiar consola

## 1. IMPORTACION, VISUALIZACION, ESTADISTICOS BASICOS Y EXPORTACION DE DATOS
# Fijar la carpeta de trabajo
setwd("E:/TESIS_DIC")
# importar archivo CSV
db <- read.csv("BD_fisicas.csv", sep = ";")
# Subtabla
```

```
db2.1  <- db[, c("Familia",  "N_.cientifico", "CAT_densidad", "Tipo.de.bosque") ]   # Categorias
db2.2 <-  db[, sapply(db, class) == "numeric"]  # solo numericos
#db2.3 <-  db[, sapply(db, class) == "integer"]  # solo enteros

# nueva tabla
db2 <-  cbind(db2.1, db2.2)
# Filtro para dejar solo celdas completas
db3.0 <- db2[complete.cases(db2), ]  #para colores
db3 <- db2[complete.cases(db2), ]

rownames(db3) <-  db3$N_.cientifico # poner nombres a las filas

## ANALISIS DE DATOS
# 2. DENDROGRAMAS
################################
db4 <- data.matrix(db3) # to matrix
##db4 <- t(db4)  # Transponer datos
db4 <- scale(db4, center=T, scale=T) # data standarization
##############################################
###### SOLO DENDROGRAMAS ####################
#based on: https://www.r-graph-gallery.com/340-custom-your-dendrogram-with-dendextend.html
library(tidyverse)
db4 %>%
  dist(method ="euclidean") %>%
  hclust(method = "ward.D2") %>%
  as.dendrogram() -> db4.den

par(mar = c(10, 3, 1, 1))
plot(db4.den, main = "Ward.D2")

#######################
# Setting color by forest type
## Subset a new dataframe with spp names
db3.spp_names <- db3.0 [, 1:3]  # solo variables categoricas
##db3.spp_names[,       c("CH",       "D_verde",       "D_equilibrio","D_anhidro","D_basica","C_vol",       "Num",
"Alt","Sabor","Olor","Col_verd_alb",
##                "Col_seco_alb","Col_verd_dur","Col_seco_dur","Text","Brillo")] <- NULL
```

```
#Set color by tipo de bosque
db3.spp_names$col.bosque<- NA       # new empty column
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque seco"] <- "yellow"
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque andino"] <- "skyblue"
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque humedo"] <- "blue"
# Set color by forest type
db3.spp_names$col.densidad <- NA       # new empty column

db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Livianas"] <- "orange"
db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Media"] <- "red"
db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Pesadas"] <- "brown4"
# Empy column
#db3.spp_names$empty <- NA
# getting labels list of Dendrogram
db4.den.labs <- data.frame(number = 1:length(labels(db4.den)), N_.cientifico = labels(db4.den))
# Merging and match
db4.den.col.densidad <- merge(db3.spp_names, db4.den.labs, all.x =T)
#  Order / Sorting a data frame by the contents of a column
db4.den.col.densidad <- db4.den.col.densidad[order(db4.den.col.densidad$number), ]
########################
library(dendextend)
#par(mar=c(15,3,2,2)) # Horizontal
#par(mar=c(2,2,2,8)) # Vertical
#graphics.off()    # Limpiar area de graficos

pdf("Dendro_maderas_Ward.D2_FISICAS_letra.pdf", onefile= TRUE, paper="a4",  width=0, height=0)
par(mar=c(2,2,2,8)) # Vertical
db4.den %>%
  set("labels_col", value = c("skyblue", "brown4", "grey30", "forestgreen"), k=4) %>%
  set("branches_k_color", value = c("skyblue", "brown4", "grey30", "forestgreen"), k = 4) %>%
  set("labels_cex", 0.8) %>%
    set("leaves_pch", 19)  %>% # Inserta puntos de colores
  set("leaves_cex", 0.8) %>%
  set("leaves_col", db4.den.col.densidad$col.densidad) %>%   # Set color by forst type
  plot(horiz = T, axes = T, main = "CLASIFICACIÓN DE LAS MADERAS DEL SUR DE ECUADOR
       por sus características físicas", sub = "Method: Ward.D2")
```

```
abline(v=9, lty = 2, col = "grey")
# rect.dendrogram(db4.den, k=4, horiz = T, lty = 0, lwd = 1, x=80,
#                 col=rgb(0.1, 0.2, 0.4, 0.1) )
legend(20, 85, inset = 0, title.adj = 0.2,
       title = "Tipo de bosque:",
       c("Bosque seco", "Bosque andino", "Bosque humedo"),
       col = c("yellow", "skyblue", "blue"), horiz = F,
       pch = 15, cex = 0.7, bty = "n", y.intersp =  0.75)
legend(20, 93, inset = 0, title.adj = 0.2,
       title = "Densidad: ",
       c("Livianas", "Media", "Pesadas"),
       col = c("orange", "red", "brown4"), horiz = F,
       pch = 19, cex = 0.7, bty = "n", y.intersp =  0.75)
mtext("Cluster method: Ward.D2, k = 4", line= -1, side = 1, cex = 0.8)
# agregar anotaciones
colored_bars(colors = db4.den.col.densidad[,4], dend = db4.den, rowLabels = "",
             sort_by_labels_order = F,   horiz = T,
             y_scale = 0.2, y_shift = -0.3,
             text_shift = 5,
             cex.rowLabels = 0.55)

dev.off()

########## b. Caracteristicas organolepticas #########
rm(list=ls())     # Limpiar espacio de trabajo
graphics.off()    # Limpiar area de graficos
#  Ctrl + l       # Limpiar consola
## 1. IMPORTACION, VISUALIZACION, ESTADISTICOS BASICOS Y EXPORTACION DE DATOS
# Fijar la carpeta de trabajo
setwd("E:/TESIS_DIC")
# importar archivo CSV
db <- read.csv("BD_org.csv", sep = ";")
# Subtabla
db2.1  <- db[, c("Familia",  "N_.cientifico", "CAT_densidad", "Tipo.de.bosque") ]   # Categorias
#db2.2 <-  db[, sapply(db, class) == "numeric"]  # solo numericos
db2.3 <-  db[, sapply(db, class) == "integer"]  # solo enteros
# nueva tabla
```

```
db2 <-  cbind(db2.1, db2.3)
# Eliminar manualmente variables
#db2$DAP_cm <- NULL
#db2$HT_m <- NULL
#db2$C_long <- NULL
#db2$R_tan_rad <- NULL
db2[, c("Familia","Prec", "Numero","Alt", "COl_verd_alb","Col_verd_dur")] <- NULL
# Filtro para dejar solo celdas completas
db3.0 <- db2[complete.cases(db2), ]  #para colores
db3 <- db2[complete.cases(db2), ]
rownames(db3) <-  db3$N_.cientifico # poner nombres a las filas

## ANALISIS DE DATOS
# 2. DENDROGRAMAS
################################
db4 <- data.matrix(db3) # to matrix
##db4 <- t(db4)  # Transponer datos
db4 <- scale(db4, center=T, scale=T) # data standarization
##############################################
###### SOLO DENDROGRAMAS ####################
#based on: https://www.r-graph-gallery.com/340-custom-your-dendrogram-with-dendextend.html
library(tidyverse)
db4 %>%
  dist(method ="euclidean") %>%
  hclust(method = "ward.D2") %>%
  as.dendrogram() -> db4.den
par(mar = c(10, 3, 1, 1))
plot(db4.den, main = "Ward.D2")
#######################
# Setting color by forest type
## Subset a new dataframe with spp names
db3.spp_names <- db3.0 [, 1:3]  # solo variables categoricas
##db3.spp_names[,       c("CH",       "D_verde",       "D_equilibrio","D_anhidro","D_basica","C_vol",       "Num",
"Alt","Sabor","Olor","Col_verd_alb",
##              "Col_seco_alb","Col_verd_dur","Col_seco_dur","Text","Brillo")] <- NULL
#Set color by tipo de bosque
db3.spp_names$col.bosque<- NA       # new empty column
```

```
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque seco"] <- "yellow"
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque andino"] <- "skyblue"
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque humedo"] <- "blue"
# Set color by forest type
db3.spp_names$col.densidad <- NA       # new empty column
db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Livianas"] <- "orange"
db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Media"] <- "red"
db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Pesadas"] <- "brown4"
# Empy column
#db3.spp_names$empty <- NA
# getting labels list of Dendrogram
db4.den.labs <- data.frame(number = 1:length(labels(db4.den)), N_.cientifico = labels(db4.den))
# Merging and match
db4.den.col.densidad <- merge(db3.spp_names, db4.den.labs, all.x =T)
#  Order / Sorting a data frame by the contents of a column
db4.den.col.densidad <- db4.den.col.densidad[order(db4.den.col.densidad$number), ]
########################
library(dendextend)
#par(mar=c(15,3,2,2)) # Horizontal
#par(mar=c(2,2,2,8)) # Vertical
#graphics.off()    # Limpiar area de graficos
pdf("Dendro_maderas_Ward.D2_ORGANOLEPTICAS.pdf", onefile= TRUE, paper="a4",  width=0, height=0)
par(mar=c(2,2,2,8)) # Vertical
db4.den %>%
  set("labels_col", value = c("skyblue", "brown4", "grey30", "forestgreen"), k=4) %>%
  set("branches_k_color", value = c("skyblue", "brown4", "grey30", "forestgreen"), k = 4) %>%
  set("labels_cex", 0.8) %>%

  set("leaves_pch", 19)  %>% # Inserta puntos de colores
  set("leaves_cex", 0.8) %>%
  set("leaves_col", db4.den.col.densidad$col.densidad) %>%   # Set color by forst type
    plot(horiz = T, axes = T, main = "CLASIFICACIÓN DE LAS MADERAS DEL SUR DE ECUADOR
       por sus características organolépticas", sub = "Method: Ward.D2")
abline(v=13, lty = 2, col = "grey")
# rect.dendrogram(db4.den, k=4, horiz = T, lty = 0, lwd = 1, x=80,
#                 col=rgb(0.1, 0.2, 0.4, 0.1) )
legend(17.5, 85, inset = 0, title.adj = 0.2,
```

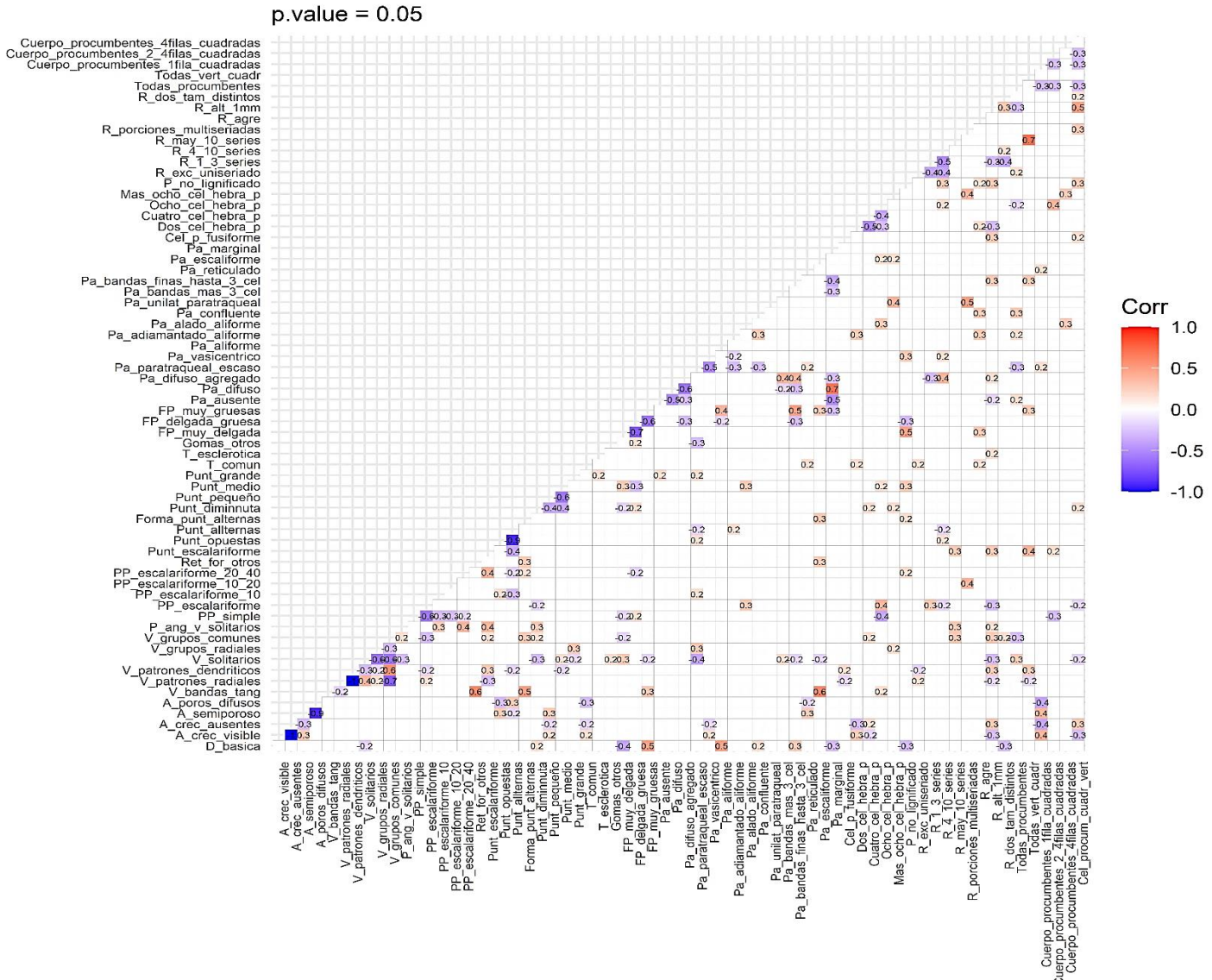
```
      title = "Tipo de bosque:",
      c("Bosque seco", "Bosque andino", "Bosque humedo"),
      col = c("yellow", "skyblue", "blue"), horiz = F,
      pch = 15, cex = 0.7, bty = "n", y.intersp =  0.75)
legend(17.5, 93, inset = 0, title.adj = 0.2,
      title = "Densidad: ",
      c("Livianas", "Media", "Pesadas"),
      col = c("orange", "red", "brown4"), horiz = F,
      pch = 19, cex = 0.7, bty = "n", y.intersp =  0.75)

mtext("Cluster method: Ward.D2, k = 4", line= -1, side = 1, cex = 0.8)
# agregar anotaciones
colored_bars(colors = db4.den.col.densidad[,4], dend = db4.den, rowLabels = "",
            sort_by_labels_order = F,   horiz = T,
            y_scale = 0.2, y_shift = -0.3,
            text_shift = 5,
            cex.rowLabels = 0.55)

dev.off()

########## c. Caracteristicas anatomicas #########
rm(list=ls())     # Limpiar espacio de trabajo
graphics.off()    # Limpiar area de graficos
#  Ctrl + l       # Limpiar consola

## 1. IMPORTACION, VISUALIZACION, ESTADISTICOS BASICOS Y EXPORTACION DE DATOS
# Fijar la carpeta de trabajo
setwd("E:/TESIS_DIC")

# importar archivo CSV
db <- read.csv("BD_ana.csv", sep = ";")
# Subtabla
db2.1  <- db[, c("Familia",  "N_.cientifico", "CAT_densidad", "Tipo.de.bosque") ]   # Categorias
#db2.2 <-  db[, sapply(db, class) == "numeric"]  # solo numericos
db2.3 <-  db[, sapply(db, class) == "integer"]  # solo enteros
# nueva tabla
db2 <-  cbind(db2.1, db2.3)
```

```
# Eliminar manualmente variables
#db2$DAP_cm <- NULL
#db2$HT_m <- NULL
#db2$C_long <- NULL
#db2$R_tan_rad <- NULL
db2[, c("Familia","Prec", "Numero","Alt")] <- NULL
# Filtro para dejar solo celdas completas
db3.0 <- db2[complete.cases(db2), ]  #para colores
db3 <- db2[complete.cases(db2), ]
rownames(db3) <-  db3$N_.cientifico # poner nombres a las filas
db3$N_.cientifico <- NULL
db3$CAT_densidad<- NULL
db3$Tipo.de.bosque <- NULL
#db3$Alt <- NULL
## ANALISIS DE DATOS
# 2. DENDROGRAMAS
##############################
db4 <- data.matrix(db3) # to matrix
##db4 <- t(db4)  # Transponer datos
db4 <- scale(db4, center=T, scale=T) # data standarization

###############################################
###### SOLO DENDROGRAMAS ####################
#based on: https://www.r-graph-gallery.com/340-custom-your-dendrogram-with-dendextend.html
library(tidyverse)
db4 %>%
  dist(method ="euclidean") %>%
  hclust(method = "ward.D2") %>%
  as.dendrogram() -> db4.den
par(mar = c(10, 3, 1, 1))
plot(db4.den, main = "Ward.D2")

#######################
# Setting color by forest type
## Subset a new dataframe with spp names

db3.spp_names <- db3.0 [, 1:3]  # solo variables categoricas
```

```
##db3.spp_names[,      c("CH",      "D_verde",      "D_equilibrio","D_anhidro","D_basica","C_vol",      "Num",
"Alt","Sabor","Olor","Col_verd_alb",
##              "Col_seco_alb","Col_verd_dur","Col_seco_dur","Text","Brillo")] <- NULL
#Set color by tipo de bosque
db3.spp_names$col.bosque<- NA       # new empty column
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque seco"] <- "yellow"
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque andino"] <- "skyblue"
db3.spp_names$col.bosque[db3.spp_names$Tipo.de.bosque=="Bosque humedo"] <- "blue"
# Set color by forest type
db3.spp_names$col.densidad <- NA       # new empty column
db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Livianas"] <- "orange"
db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Media"] <- "red"
db3.spp_names$col.densidad[db3.spp_names$CAT_densidad=="Pesadas"] <- "brown4"

# Empy column
#db3.spp_names$empty <- NA
# getting labels list of Dendrogram
db4.den.labs <- data.frame(number = 1:length(labels(db4.den)), N_.cientifico = labels(db4.den))
# Merging and match
db4.den.col.densidad <- merge(db3.spp_names, db4.den.labs, all.x =T)
#  Order / Sorting a data frame by the contents of a column
db4.den.col.densidad <- db4.den.col.densidad[order(db4.den.col.densidad$number), ]
########################
library(dendextend)
#par(mar=c(15,3,2,2)) # Horizontal
#par(mar=c(2,2,2,8)) # Vertical
#graphics.off()    # Limpiar area de graficos
pdf("Dendro_maderas_Ward.D2_ANATOMICAS.pdf", onefile= TRUE, paper="a4",  width=0, height=0)
par(mar=c(2,2,2,8)) # Vertical
db4.den %>%
  set("labels_col", value = c("skyblue", "brown4", "grey30", "forestgreen"), k=4) %>%
  set("branches_k_color", value = c("skyblue", "brown4", "grey30", "forestgreen"), k = 4) %>%
  set("labels_cex", 0.8) %>%
   set("leaves_pch", 19)  %>% # Inserta puntos de colores
  set("leaves_cex", 0.8) %>%
  set("leaves_col", db4.den.col.densidad$col.densidad) %>%   # Set color by forst type
    plot(horiz = T, axes = T, main = "CLASIFICACIÓN DE LAS MADERAS DEL SUR DE ECUADOR
```

```
      por sus características anatómicas", sub = "Method: Ward.D2")
abline(v=21.4, lty = 2, col = "grey")
# rect.dendrogram(db4.den, k=4, horiz = T, lty = 0, lwd = 1, x=80,
#                 col=rgb(0.1, 0.2, 0.4, 0.1) )

legend(25, 85, inset = 0, title.adj = 0.2,
       title = "Tipo de bosque:",
       c("Bosque seco", "Bosque andino", "Bosque humedo"),
       col = c("yellow", "skyblue", "blue"), horiz = F,
       pch = 15, cex = 0.7, bty = "n", y.intersp =  0.75)
legend(25, 93, inset = 0, title.adj = 0.2,
       title = "Densidad: ",
       c("Livianas", "Media", "Pesadas"),
       col = c("orange", "red", "brown4"), horiz = F,
       pch = 19, cex = 0.7, bty = "n", y.intersp =  0.75)
mtext("Cluster method: Ward.D2, k = 4", line= -1, side = 1, cex = 0.8)
# agregar anotaciones
colored_bars(colors = db4.den.col.densidad[,4], dend = db4.den, rowLabels = "",
             sort_by_labels_order = F,   horiz = T,
             y_scale = 0.2, y_shift = -0.3,
             text_shift = 5,
             cex.rowLabels = 0.55)

dev.off()

#########################################################################
######GRAFICOS                    DE                    CORRELACIONES###############
#########################################################################
# Basado en: https://rpkgs.datanovia.com/ggcorrplot/reference/g gcorrplot.html
rm(list=ls())     # Limpiar espacio de trabajo
graphics.off()    # Limpiar area de graficos
setwd("E:/TESIS_DIC")
setwd("D:/Users/DARWIN/OneDrive/Trabajo/UNL/Tesis forestal/16 Keyla Cartuche/24nov2021")

# Cargar datos
datos <- read.csv("db3_all.csv", row.names = 1)
 Crear matriz de correlaciones
```

```
cor <- round(cor(datos), 1)
# Crear matriz de p-values
#library(rstatix)
p.value <- cor_pmat(datos)
data(mtcars)
corr <- round(cor(mtcars), 1)
# Plot de correlaciones General
#library(ggcorrplot)
ggcorrplot(cor, p.mat = p.value, sig.level = 0.01,
          type = "lower", insig = "blank", lab = T,
          lab_size = 1, tl.cex = 5, tl.srt = 90)
####### Plot de correlaciones Prop.físicas y organolepticas
datos.fo <- datos[, 1:18]
cor.fo <- round(cor(datos.fo), 1)  # matriz de correlaciones
p.value.fo <- cor_pmat(datos.fo) # matriz de p-value

# Plot
jpeg(filename="Correlograma_pro.fis_org.jpg", width = 150, height = 150, units = "mm", res=600)  #
Exportar como JPG

ggcorrplot(cor.fo, p.mat = p.value.fo, sig.level = 0.05,
          type = "lower", insig = "blank", lab = T,
          lab_size = 3, tl.cex = 8, tl.srt = 90) +
  labs(subtitle = "p.value = 0.05")

dev.off()

####### Plot de correlación de Características anatómicas
datos.a <- datos[, c(5, 19:84)]
cor.a <- round(cor(datos.a), 1)  # matriz de correlaciones
p.value.a <- cor_pmat(datos.a) # matriz de p-value
# Plot
jpeg(filename="Correlograma_anatomia_all.jpg", width = 200, height = 200, units = "mm", res=600)  #
Exportar como JPG

ggcorrplot(cor.a, p.mat = p.value.a, sig.level = 0.05,
          type = "lower", insig = "blank", lab = T,
```

```
        lab_size = 1.5, tl.cex = 6, tl.srt = 90) +
  labs(subtitle = "p.value = 0.05")

dev.off()

####### Plot de correlacion de Características anatómicas SIGNIFICANTES p.value = 0.05
datos.a.sig <- datos[, c(5, 26, 40, 47, 49, 55, 58, 61, 64, 70, 78)]  # seleccion solo de variables significantes menores a 0.05
cor.a.sig <- round(cor(datos.a.sig), 1)  # matriz de correlaciones
p.value.a.sig <- cor_pmat(datos.a.sig) # matriz de p-value
# Plot
jpeg(filename="Correlograma_anatomia_sig.jpg", width = 150, height = 150, units = "mm", res=600)  # Exportar como JPG
ggcorrplot(cor.a.sig, p.mat = p.value.a.sig, sig.level = 0.05,
        type = "lower", insig = "blank", lab = T,
        lab_size = 3, tl.cex = 8, tl.srt = 90) +
  labs(subtitle = "p.value = 0.05")

dev.off()
```

9.3. Anexo 8. Correlograma de las Características Anatómicas de la Madera de 91 Especies de Latifoliadas