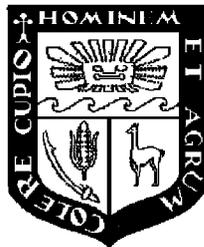


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**Estructura anatómica del leño de cinco
especies forestales provenientes de
Loreto y Junín**

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Dana Carola Sato Tokashiki

Lima – Perú
2011

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. DANA CAROLA SATO TOKASHIKI, intitulado “ESTRUCTURA ANATÓMICA DEL LEÑO DE CINCO ESPECIES FORESTALES PROVENIENTES DE LORETO Y JUNÍN”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 20 de enero de 2011

.....
Ing. Moisés Acevedo Mallque
Presidente

.....
Ing. Julio Canchucaya Rojas
Miembro

.....
Ing. Florencio Trujillo Cuellar
Miembro

.....
Ing. Manuel Chavesta Custodio
Patrocinador

.....

RESUMEN

La finalidad del presente trabajo fue estudiar la estructura anatómica de la madera de las especies *Casearia arborea*, *Ficus americana*, *Marila tomentosa*, *Pterocarpus santalinoides* y *Haplorhus peruviana*; las cuatro primeras fueron colectadas de Iquitos y la última de Huancayo.

La descripción de las características generales y macroscópicas de las maderas se realizó en muestras secas al aire. La descripción microscópica se realizó en base a lo descrito por IBAMA, habiéndose elaborado una clave de identificación microscópica establecida por el IAWA.

Las especies presentan características comunes en platina de perforación simple y punteaduras intervasculares alternas. Algunas características distintivas de cada especie fueron el parénquima difuso en *Casearia arborea*, parénquima en bandas anchas en *Ficus americana* y en bandas delgadas en *Marila tomentosa*, parénquima aliforme confluyente abundante en *Pterocarpus santalinoides* y parénquima paratraqueal unilateral en *Haplorhus peruviana*; presencia de platina de perforación simple y escaleriforme, elementos vasculares y fibras largas en *Casearia arborea*; y presencia de engrosamientos espiralados en el parénquima longitudinal en *Haplorhus peruviana*.

ÍNDICE

Página

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
ÍNDICE	VI
LISTA DE CUADROS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 LA ANATOMIA DE LA MADERA	2
2.2 ANTECEDENTES DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO	5
2.3 CLAVES DE IDENTIFICACION	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 LUGAR DE EJECUCION	14
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS	14
3.2.1 Muestras de madera.....	14
3.2.2 Materiales de laboratorio.....	14
3.2.3 Equipos de laboratorio.....	15
3.2.4 Materiales de oficina	16
3.3 METODOLOGIA.....	16
3.3.1 SELECCIÓN Y COLECCIÓN DE MUESTRAS.....	16
3.3.2 ESTUDIO ANATÓMICO.....	16
3.3.3 PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ESTUDIO ANATÓMICO.....	17
3.3.4 MICROTECNIA	17
3.3.5 DEMOSTRACION Y REGISTRO DE IMÁGENES	19
3.3.6 EVALUACION DE RESULTADOS.....	19
3.3.7 PREPARACIÓN DE LA CLAVE DE IDENTIFICACIÓN.....	19
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES.....	20
4.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	40
4.2.1 Características generales y organolépticas.....	40
4.2.2 Características macroscópicas.....	40
4.2.3 Características microscópicas.....	41
4.2.4 Análisis estadístico de las dimensiones de los elementos xilemáticos	45
4.3 CLAVES DE IDENTIFICACIÓN	46
4.3.1 Casearia arborea.....	47
4.3.2 Ficus americana	47
4.3.3 Haplorhus peruviana.....	47
4.3.4 Marila tomentosa	47
4.3.5 Pterocarpus santalinoides	47
5. CONCLUSIONES	48
6. RECOMENDACIONES.....	49

BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXO 1	53
LISTA DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MADERAS DURAS - IAWA (1989).....	53
ANEXO 2	58
CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS LEÑOSOS EN BASE A SUS DIMENSIONES	58
ANEXO 3	59
TABLAS DE COEFICIENTE VARIABILIDAD ESTABLECIDA POR RUBIO (2002)	59
ANEXO 4	60
MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE <i>CASEARIA ARBOREA</i>	60
ANEXO 5	64
MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE <i>FICUS AMERICANA</i>	64
ANEXO 6	67
MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE <i>HAPLORHUS PERUVIANA</i>	67
ANEXO 7	70
MEDICION DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE <i>MARILA TOMENTOSA</i>	70
ANEXO 8	73
MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE <i>PTEROCARPUS SANTALINOIDES</i>	73

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la anatomía de la madera es importante porque permite caracterizar las especies, facilitando su identificación pues cada especie se caracteriza por la presencia o ausencia de ciertas estructuras en la madera, como el tipo, la disposición y dimensiones de las células que la forman, lo cual hace factible identificarla con precisión. Esto es muy importante, sobretodo cuando se han elegido especies de utilidad para una determinada aplicación, ya que es fundamental determinar que la madera disponible pertenezca a la especie requerida.

Los bosques naturales tropicales del Perú tienen una composición florística muy heterogénea, albergando a más de 2500 especies de árboles, lo cual ocasiona problemas de utilización y comercialización de la mayoría de ellas pues muchas aún no están estudiadas. Por ello, para encontrar usos probables de estas maderas, se requiere realizar investigaciones tecnológicas entre las cuales destaca el estudio de la estructura anatómica.

Los objetivos del trabajo son determinar la estructura anatómica de las especies: *Casearia arborea* (Rich) Urb (Purma caspi), *Ficus americana* (Ojé renaco), *Haplorhus peruviana* (Ccase), *Marila tomentosa* Poep. & End. (Pichirina) y *Pterocarpus santalinoides* L. Her. Ex. Dc. (María buena); así como elaborar claves de identificación microscópica para cada una de las especies, de acuerdo con la lista dada por IAWA; con la finalidad de incrementar el conocimiento existente sobre maderas tropicales.

Lista de cuadros

Página

Cuadro 1. Especies estudiadas y lugar de procedencia.....	14
Cuadro 2. Características Generales y Macroscópicas de las cinco Especies Estudiadas	43
Cuadro 3. Características Microscópicas de las cinco Especies Estudiadas	44
Cuadro 4. Valores estadísticos de los elementos xilemáticos de las especies	46

Lista de figuras

Página

Figura 1. Madera en corte tangencial y radial de <i>Casearia arborea</i>	22
Figura 2. Elementos vasculares y fibra de <i>Casearia arborea</i>	22
Figura 3. Corte transversal de <i>Casearia arborea</i>	23
Figura 4. Corte radial de <i>Casearia arborea</i> con presencia de perforación escaleriforme.....	23
Figura 5. Corte tangencial de <i>Casearia arborea</i>	23
Figura 6. Madera en corte tangencial y radial de <i>Ficus americana</i>	26
Figura 7. Elemento vascular y fibra de <i>Ficus americana</i>	26
Figura 8. Corte transversal de <i>Ficus americana</i>	27
Figura 9. Corte radial de <i>Ficus americana</i> con presencia de cristales.	27
Figura 10. Corte tangencial de <i>Ficus americana</i>	27
Figura 11. Madera en corte tangencial y radial de <i>Haplorhus peruviana</i>	30
Figura 12. Elemento vascular y fibra de <i>Haplorhus peruviana</i>	30
Figura 13. Corte transversal de <i>Haplorhus peruviana</i>	31
Figura 14. Corte radial de <i>Haplorhus peruviana</i>	31
Figura 15. Corte tangencial de <i>Haplorhus peruviana</i> con presencia de canal gomífero.	31
Figura 16. Madera en corte tangencial y radial de <i>Marila tomentosa</i>	34
Figura 17. Elementos vasculares y fibra de <i>Marila tomentosa</i>	34
Figura 18. Corte transversal de <i>Marila tomentosa</i>	35
Figura 19. Corte radial de <i>Marila tomentosa</i>	35
Figura 20. Corte tangencial de <i>Marila tomentosa</i>	35
Figura 21. Madera en corte tangencial y radial de <i>Pterocarpus santalinoides</i>	38
Figura 22. Elemento vascular y fibra de <i>Pterocarpus santalinoides</i>	38
Figura 24. Corte radial de <i>Pterocarpus santalinoides</i> con presencia de cristales.	39
Figuras 25. Corte tangencial de <i>Pterocarpus santalinoides</i>	39

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 LA ANATOMÍA DE LA MADERA

CATIE (1994) menciona que la anatomía de la madera comprende el estudio de características generales y estructuras macro y microscópicas. Se divide en dos partes: anatomía sistemática, la cual permite establecer una clave de identificación, de acuerdo a sus propiedades anatómicas; y la anatomía aplicada, que estudia la influencia anatómica en las propiedades tecnológicas de la madera.

Pérez (1986) indica que la anatomía de la madera permite recabar información fundamental sobre la estructura de maderas de una localidad o región determinada mediante la elaboración de claves, descripciones o su incorporación a un banco de datos.

Zobel y Van Buijtenen, citados por Pérez (1986), señalan que la estructura de la madera es el resultado de la influencia de factores intrínsecos (genéticos) y extrínsecos (ambientales). La naturaleza e intensidad de la influencia de estos factores sobre los elementos anatómicos pueden diferir según la especie o el género. Agregan Pérez y De la Paz, citados por Silva (2005), que existen variaciones por interacción entre el carácter genético y medio ambiente, los cuales repercuten en las características anatómicas.

Costa, citado por Voigt (2009), menciona que factores como la sequía, inundación, altitud, latitud, formación de suelo, estadíos sucesionales de vegetación y la contaminación pueden alterar significativamente la estructura anatómica del xilema.

León y Espinoza (2001), consideran que a través del conocimiento de la estructura anatómica de la madera se puede obtener información directa en aspectos relacionados con taxonomía, ecología, filogenia, dendrocronología y tecnología de la madera. Esta información puede servir para la solución adecuada de problemas en faenas de explotación forestal, procesamiento y utilización de la madera.

García et al (2003) indica que los criterios evolutivos fijados son: cuando el parénquima se presenta agrupado, la especie que la alberga es más evolucionada que si fuera disperso; los radios heterogéneos son más primitivos que los homogéneos; un mayor diámetro de los poros supone mayor evolución; la perforación escaleriforme se sitúa sobre las especies primitivas, a medida que va perdiendo barras es más evolucionada, llegando al final a una perforación simple como la cima de la evolución.

Según Pérez (1986), la anatomía de la madera es importante en la identificación ordinaria de maderas por los siguientes aspectos:

- Ayuda al botánico sistemático en aquellos casos en que el correspondiente material de herbario es estéril o insuficiente, o cuando la identificación botánica mediante hojas, flores, etc. presenta algunas dificultades. La identificación de maderas tropicales es una labor mucho más difícil, debido principalmente al elevado número de especies, entre las cuales no es raro encontrar especies pertenecientes a géneros o familias diferentes con rangos estructurales bastante parecidos.
- De interés para el comerciante de maderas, ya que mediante los servicios del anatomista de madera (si éste dispone de una buena xiloteca), se puede obtener la identidad botánica de la madera. Maderas pertenecientes a especies, géneros, y aun familias diferentes pueden ser confundidas a simple vista.
- De utilidad en el control de explotación, importación y exportación de maderas. Con cierta frecuencia, principalmente en el mercado internacional, se habla de fraudes por envíos de madera involuntaria o deliberadamente confundidas. También pueden ocurrir que durante el transporte de maderas comerciales se extravíen las señales de identificación.
- Para recabar información fundamental sobre la estructura de las maderas de una localidad o región determinada, mediante la elaboración de claves, descripciones o su incorporación a un banco de datos.

León y Espinoza (2001) mencionan que mediante el conocimiento de la estructura anatómica de la madera se pueden hacer inferencias sobre las propiedades físicas y mecánicas, técnicas de procesamiento y utilización de la madera. Resaltan que la densidad tiene una relación directa

con el espesor de fibras y que es la característica anatómica de mayor influencia en las propiedades de resistencia mecánica de la madera. Otras características que afectan la densidad y resistencia mecánica de forma inversa son el diámetro de poros y frecuencia, altura y anchura de radios y parénquima.

Pérez (1986) resalta que la anatomía de maderas puede ser útil en actividades e indagaciones dendrocronológicas, pues los anillos de crecimiento tienen características que los convierten en una valiosa y excepcional fuente de información paleoclimática; tales como:

- El ancho de los anillos de crecimiento es fácilmente medible por una secuencia continua de años, y estas medidas pueden ser calibradas con datos del clima.
- Los anillos de crecimiento pueden ser fechados para los años específicos en los cuales ellos fueron formados, de manera que la información climática es precisamente ubicada en el tiempo.

Segala y Angyalossy (2002) mencionan que a menor latitud, el parénquima axial predominante es paratraqueal, los radios son más delgados y el espesor de la pared de la fibra es mayor. Por el contrario, a mayor latitud, el parénquima predominante es apotraqueal y no tan abundante, los radios son más anchos y el espesor de la pared de la fibra es más delgado. La tendencia del parénquima difuso es más común en climas templados que en climas tropicales. Los parénquimas tipo aliforme, aliforme confluyente y/o en bandas de parénquima es más común en los trópicos. Cuando el parénquima es predominantemente paratraqueal y abundante, a bajas latitudes, los radios tienden a ser uniseriados. También, cuando la latitud es mayor, la tendencia es predominante del parénquima apotraqueal y en menor abundancia, los radios son frecuentemente multiseriados.

Segala y Angyalossy (2000) mencionan que los poros múltiples radiales incrementan la seguridad para la conducción hidráulica durante los periodos de sequía. Agrega Zimmermann, citado por Silva (2005), que los poros múltiples radiales son más seguros, ya que proveen rutas alternativas para evitar la obstrucción de los vasos como estrategia.

Con respecto a las fibras, Segala y Angyalossy (2002) mencionan que el espesor de pared de las fibras está relacionado con la disponibilidad de agua. Las paredes delgadas se encuentran en

ambientes más húmedos; mientras que las paredes gruesas están asociadas a ambientes secos, lo cual coincide con lo mencionado por León y Espinoza (2001). En cuanto al incremento de espesor de la pared celular, Panshin y De Zeeuw (1980), afirman que las maderas duras muestran un incremento del grosor de pared celular desde la médula hacia afuera.

Baas, citado por Segala y Angyalossy (2000) señala que las platinas de perforación escaleriforme son encontradas comúnmente en especies de bosques templados antes que en bosques húmedo-tropicales. Agregan León y Espinoza (2001) que la presencia de este tipo de perforación es una característica primitiva.

Respecto a la influencia de inclusiones en la madera, Mohali y Castro (2005) concluyen que la presencia de tilosis en los poros ocasiona menor retención y penetración de los preservantes; agregando Kollmann (1959) que la presencia de vasos obstruidos por depósitos gomosos, además de lo anterior, también dificulta el secado de la madera. Asimismo, Ninin (1986) indica que las inclusiones minerales como cristales y sílice ocasionan el desgaste rápido de las herramientas cortantes, y que la presencia de inclusiones gomosas dificulta la evacuación del aserrín durante el corte de la madera.

2.2 ANTECEDENTES DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

***Casearia arborea* (Rich) Urb.**

Purma caspi

Flacourtiaceae

Descripción anatómica de la madera

Détienne (1983) reporta la siguiente información para el género *Casearia*:

Madera de densidad media (0,55-0,65 g/cm³); de color blanco-amarillento (*C. arborea* y *C. sylvestris*) a un pardo-rosado claro (*C. negrensis*). Otras especies presentan una mayor densidad (0,8-1,0 g/cm³).

Insidewood database (2004) presenta la siguiente descripción macroscópica y microscópica de la especie:

Descripción macroscópica:

- Porosidad difusa
- Anillos de crecimiento no diferenciados
- Duramen básicamente amarillo, más oscuro que la albura.

Descripción microscópica:

Vasos:

- Platinas de perforación simple
- Punteaduras intervasculares alternas de forma poligonal y tamaño: muy pequeñas (menor a $4\mu\text{m}$) y pequeñas (entre $4-7\mu\text{m}$)
- Diámetro tangencial promedio de poros entre $50-100\mu\text{m}$
- Entre $5-20$ poros/ mm^2
- Longitud promedio de elementos vasculares entre $350-800\mu\text{m}$
- Tilosis común en los vasos

Parénquima:

- Longitudinal ausente o extremadamente escaso

Radios:

- Punteaduras radiovasculares con bordes diferenciados, similares a las punteaduras intervasculares en forma y tamaño.
- Agregados

- De dos tamaños distintos
- Cuerpo de células radiales procumbentes, con más de cuatro hileras marginales de células erectas y/o cuadradas
- Perforaciones en células radiales
- Número de radios menor a 12/mm

Fibras:

- Con punteaduras simples a areoladas, con borde reducido
- Punteaduras comunes en las paredes radiales y tangenciales
- Presencia de fibras septadas y no septadas
- Pared delgada a gruesa
- Longitud promedio de fibras entre 900-1600 μ m

Ficus americana

Ojé, renaco

Moraceae

Descripción anatómica de la madera

Détienne (1983) presenta la siguiente información del género *Ficus*:

Madera de color blanco crema o blanco amarillento, a veces rosado claro (*F. killipii*) de textura gruesa, de densidad muy baja (0,3-0,6 g/cm³).

Poros: Dispersos, solitarios y múltiples radiales poco frecuente de dos a tres, de uno a tres por mm² y bastante grandes, entre 200-250 μ m. Perforaciones simples en los elementos vasculares; el tamaño de las puntuaciones intervasculares oscila entre 8-11 μ m.

Parénquima: En bandas tangenciales de cuatro a ocho células (alrededor de dos bandas por mm), presencia de células cristalíferas (uno a dos cristales por célula).

Radios: De dos a seis células de ancho, de cuatro a siete por mm; de estructura ligeramente heterogénea: células situadas en el centro de uno a tres hileras de células procumbentes y erectas en los extremos. Tubos laticíferos (no observados en *F. hartwegii*, *F. killipii* y *F. mathewsii*). Las puntuaciones radiovasculares son más grandes y alargadas que las intervascuales en la mayoría de casos.

Presencia de cristales en abundancia variable en las células erectas.

Fibras: Con puntuaciones simples.

Haplorhus peruviana

Ccasi

Anacardiaceae

Descripción anatómica de la madera

Aróstegui (1965) reporta que la madera cuando seca, la albura es de color blanco crema y bien diferenciada del duramen, el cual tiene un color amarillo brillante y se torna amarillo-dorado casi rojizo cuando se expone a la luz. Los anillos de crecimiento son de espesor variable y se encuentran delimitados por fajas más oscuras. El grano es entrecruzado, aunque algunas veces puede ser recto. Textura media. Olor y sabor ausentes o no característicos. Líneas vasculares claramente visibles a simple vista.

Parénquima: Paratraqueal vasicéntrico y aliforme confluyente abundante.

Insidewood database (2004), presenta la siguiente descripción para la especie:

Descripción macroscópica:

- Anillos de crecimiento no diferenciados
- Porosidad difusa
- Poros en bandas tangenciales

- Poros en disposición diagonal y/o radial

Descripción microscópica:

Vasos

- Platinas de perforación simple
- Diámetro de las punteaduras intervasculares alternas y pequeñas (4-7 μ m)
- Engrosamientos espiralados presentes en los elementos vasculares
- Diámetro tangencial promedio de poros 50-100 μ m
- Poros de dos clases de diámetros, maderas sin porosidad circular
- Entre 20-100 poros/mm²
- Longitud promedio de elementos vasculares mayor a 350 μ m
- Tilosis común e inclusiones gomosas

Parénquima

- Longitudinal paratraqueal escaso
- Dos septas por célula
- Tres a cuatro septas por célula

Radios

- Anchos, comúnmente de 4-10 células de ancho

- Todas las células radiales son procumbentes
- Células radiales procumbentes en el centro del radio, con una fila marginal de células erectas y/o cuadradas
- Células radiales procumbentes en el centro del radio con dos a cuatro hileras marginales de células erectas y/o cuadradas
- Punteaduras radiovasculares con bordes muy reducidos a aparentemente simples: punteaduras redondas o angulares
- Entre 4-12 /mm
- Canales radiales
- Cristales prismáticos en células radiales procumbentes

Fibras

- Con punteaduras simples a areoladas, con borde reducido
- No septadas
- De pared delgada a muy gruesa
- Longitud promedio menor a 900µm

***Marila tomentosa* Poep & End**

Pichirina

Clusiaceae

Descripción anatómica de la madera

Détienne (1982) presenta la siguiente información sobre la familia Clusiaceae:

Las maderas tienen pocas características en común; sin embargo, los géneros presentes en la Guyana se encuentran agrupados en subfamilias por las siguientes características:

2.3 CLAVES DE IDENTIFICACION

León y Espinoza (2001), mencionan el esquema para la identificación de maderas y añaden los criterios que deben cumplir: Ser un método simple y de bajo costo que permita el almacenamiento y rápida recuperación de la información; permitir la selección de los caracteres más adecuados para el diagnóstico; facilitar la inclusión de nuevas especies y facilitar la adición de nuevos datos adicionales respecto a las especies ya incluidas.

Agregan que en cualquier técnica de identificación, las características utilizadas para la aplicación de la misma se puede incluir en las siguientes categorías: Estructura de la madera, a nivel macroscópico como a nivel microscópico (poros, radios, parénquima, conductos, floema incluido, anillos de crecimiento, albura y duramen); características físicas (color, olor, sabor, lustre, textura, grano, peso, dureza); resultado de pruebas químicas; e información adicional (nombre vulgar, sitio de procedencia de la muestra).

Insidewood (2004), indica que para utilizar la clave de identificación microscópica conforme a la lista dada por la International Association of Wood Anatomists (IAWA) y para lograr una correcta interpretación del contenido de la base de datos, los usuarios deben estar familiarizados con la anatomía microscópica de maderas a nivel de cursos universitarios o técnicos en la anatomía de las plantas o la ciencia de la madera.

Poros: Solitarios y en filas oblicuas. Presencia de traqueidas juxtavasculares: *Calophyllum* (Calophylloideae). Puntuaciones intervasculares escaleriformes: *Clusia et Tovomitia* (Clusioideae).

Parénquima: En bandas tangenciales continuas y onduladas. Poros grandes y escasos: *Moronobea, Platonina, Symphonia* (Moronoboideae).

Radios: Con canales secretores: *Rheedia* (Garcinioideae).

***Pterocarpus santalinoides* L. Her. Ex. Dc**

María buena

Fabaceae

Descripción anatómica de la madera

Détienne (1983) menciona que la madera del género *Pterocarpus* tiene una madera de densidad media (0,4-0,65 g/cm³), presenta color gris-rojizo o marrón-rojizo a violáceo. Además, algunas especies presentan una mayor densidad (0,75-0,95 g/cm³).

Microscópicamente según Dechamps (1980), la especie presenta las siguientes características:

Vasos:

Forma: ovalado, casi redondo

Numero por mm²: Tres (poco numerosos)

Diámetro: 123µm (78-182µm)

Agrupamiento: El 57 % son solitarios, 23% múltiples radiales de dos poros y el resto de tres a más

Elementos vasculares: 263µm (221-325µm), cortos, con perforaciones simples. Puntuaciones intervasculares de forma poligonal, de un diámetro de seis a ocho µm, dispuestas en filas

Depósitos de gomas en los vasos

Parénquima:

Tipo: aliforme y aliforme confluyente

Filas de células de parénquima en altura: de dos a cuatro y de cinco a ocho

Presencia de cristales de oxalato de calcio

Radios:

Disposición: estratificada

Número por mm: 11 (muy numeroso)

Composición: homogénea

Altura: 180 μ m (cortos), con rango entre 130 a 234 μ m

Ancho: 18 μ m (muy delgado), con rango entre 12 al 40 μ m

Fibras:

Forma: muy irregular

Diámetro promedio: 6 a 20 μ m

Longitud promedio: 895 μ m con rango entre 715 a 1300 μ m

Fibras con puntuaciones simples.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCION

El estudio se realizó en el Laboratorio de Anatomía de la Madera del Departamento Académico de Industrias Forestales, de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 MUESTRAS DE MADERAS

Las especies empleadas para el estudio, así como su procedencia, se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Especies estudiadas y lugar de procedencia

Nombre común	Nombre científico	Familia	Lugar de procedencia
Purma caspi	<i>Casearia arborea</i> (Rich) Urb.	Flacourtiaceae	Iquitos - Loreto
Renaco	<i>Ficus americana</i>	Moraceae	Iquitos - Loreto
Ccasi	<i>Haplorhus peruviana</i>	Anacardiaceae	Huancayo - Junín
Pichirina	<i>Marila tomentosa</i> Poep. & End.	Clusiaceae	Iquitos - Loreto
María buena	<i>Pterocarpus santalinoides</i> L. Her. Ex. Dc.	Fabaceae	Iquitos - Loreto

3.2.2 MATERIALES DE LABORATORIO

- Lupa de 10X
- Vasos pirex graduados
- Solución de alcohol de 30°, 60° y 90°
- Solución de glicerina y alcohol 50/50
- Solución de ácido nítrico al 33%

- Safranina
- Bálsamo de Canadá
- Abrasivo grueso
- Abrasivo fino
- Agua destilada
- Xilol
- Placas Petri
- Matraz Erlenmeyer
- Pincel pelo de Martha
- Porta y cubre objetos
- Proyector
- Reglillas micrométricas
- Tabla Munsell

3.2.3 EQUIPOS DE LABORATORIO

- Micrótopo horizontal
- Microscopio binocular con cámara digital
- Proyector de láminas
- Cocina eléctrica
- Estufa eléctrica

- Afilador de cuchilla

3.2.4 MATERIALES DE OFICINA

- Computadora
- Material de escritorio

3.3 METODOLOGIA

3.3.1 SELECCIÓN Y COLECCIÓN DE MUESTRAS

Las muestras para el presente estudio corresponden a un árbol por especie. Las muestras de xiloteca de cuatro especies provienen de la concesión de la Empresa Industrial Maderera Zapote (IMAZA-Loreto) de su segundo Plan Operativo (POA, 2005), las cuales fueron identificadas por el Herbario Amazonense (AMAZ) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana y proporcionadas al Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina. En el caso de la especie *Haplorhus peruviana* (Casi), la muestra de madera utilizada es parte del material con que cuenta el Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Universidad Nacional Agraria La Molina y cuya procedencia es Huancayo.

3.3.2 ESTUDIO ANATÓMICO

El estudio anatómico de la madera se realizó en base a la Norma de procedimientos en estudios de anatomía de Madeira: I. Angiospermae, II. Gimnospermae del IBAMA (1991) y la List of microscopic features for hardwood identification del IAWA (1989).

3.3.3 PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ESTUDIO ANATÓMICO

Las muestras de xiloteca de 2x10x15cm debidamente orientadas se emplearon para la descripción de las siguientes características: color, visibilidad de anillos de crecimiento, textura, veteado, poros, parénquima y radios. Para la determinación del grano se utilizaron cubos de 5cm de lado debidamente orientados en sus tres secciones de corte. En cuanto a la resistencia al corte manual en el plano transversal, IAWA (1989), la clasificó de tres formas: blanda, moderadamente dura y dura. Igualmente para la descripción del color se utilizó la tabla Munsell (1977).

Para cada especie, se prepararon dos cubos de 1cm. de lado debidamente orientados, los cuales se emplearon para obtener láminas histológicas para la descripción microscópica; también se prepararon pequeños pedazos de madera similares a palitos de fósforo para la obtención de fibras y vasos conforme a los procedimientos empleados por el laboratorio de Anatomía de la Madera de la UNALM.

3.3.4 MICROTECNIA

A) *PREPARACIÓN DE LÁMINAS HISTOLÓGICAS*

Se siguieron los siguientes pasos:

- **Ablandamiento de cubos:** Se ablandaron en agua caliente a temperatura de ebullición del agua, cuyo tiempo de ablandamiento estuvo en función de la naturaleza propia de cada especie.
- **Corte de Láminas:** Se empleó el micrótomo de deslizamiento horizontal para cortar láminas de 20 a 25µm de espesor para las tres secciones, transversal, radial y tangencial; colocándose los cortes en placas petri con alcohol de 30°. Se realizaron 24 cortes por especie.
- **Deshidratado:** Se realizó con distintos grados de alcohol, 30°, 60° y 90°. En cada grado de alcohol permaneció 15 minutos, al término de los cuales se iba retirando para agregar otro de mayor grado.

- **Coloración y Montaje:** Una vez terminado el proceso de deshidratado, se procedió a agregar cinco gotas de safranina, manteniéndolo por un tiempo promedio de 20 a 30 minutos. Transcurrido ese tiempo se realizó el lavado de las láminas con alcohol de 90°, repitiéndose las veces necesarias hasta eliminar el exceso de colorante en los tejidos. Luego se agregó xilol para fijar el colorante. Posteriormente se llevo a cabo el montaje, colocando los tejidos ya coloreados en las placas portaobjetos y agregando una gota de Bálsamo de Canadá antes de ser cubiertas con el cubreobjetos. En cada placa portaobjeto fueron colocadas tres láminas, una por cada sección de corte; habiéndose elaborado ocho placas portaobjetos para cada especie.
- **Secado de Láminas:** Las láminas fueron secadas en estufa a 40°C durante una semana.

B) PREPARACIÓN DE LÁMINAS CON TEJIDO MACERADO

Se siguieron los siguientes pasos:

- **Maceración:** Los pedazos de madera se colocaron en un vaso pirex, luego se agregó una solución de ácido nítrico al 33% en una cantidad suficiente como para cubrirlas completamente, luego llevado a una temperatura de 40° C de la plataforma de la cocina eléctrica por un tiempo de 15 a 20 minutos.
- **Lavado, coloración y montaje:** Luego de lavar con agua para eliminar el ácido, se agregó alcohol de 90° y tres a cuatro gotas de safranina. Posteriormente, parte del tejido macerado se colocó en una placa petri y se le agregó xilol para fijar el colorante. Luego se comenzó la separación y selección de fibras y vasos con ayuda de una aguja hipodérmica y un microscopio. Los vasos y fibras escogidos se colocaron en portaobjetos, vertiéndose una gota de Bálsamo de Canadá y se cubrió con el cubreobjeto respectivo. Se prepararon cuatro portaobjetos para cada especie.
- **Secado de láminas:** Las láminas fueron secadas en estufa a 40° C durante una semana.

C) MEDICION DE ELEMENTOS XILEMÁTICOS

Se realizaron 100 mediciones por elemento anatómico que incluyen diámetro de poros y longitud de vasos, altura y ancho de radios, diámetro y longitud de fibras. Asimismo, se determinó el número de poros por mm², número de células en ancho y altura de los radios y número de radios/mm. En el caso de la especie *Casearia arborea* que presentan radios de dos tamaños distintos, estos fueron medidos por separado, grandes y pequeños.

3.3.5 DEMOSTRACION Y REGISTRO DE IMÁGENES

La estructura de la madera de cada especie se registró mediante la toma de microfotografías, mediante el software de una cámara digital Canon Power Shot S50 acoplada al microscopio y conectada a una computadora.

3.3.6 EVALUACION DE RESULTADOS

Los parámetros estadísticos de los elementos anatómicos se calcularon conforme lo indicado en la norma COPANT N° 30:012. Se calcularon el promedio, valor máximo y mínimo, desviación estándar, coeficiente de variabilidad e intervalos de confianza.

3.3.7 PREPARACIÓN DE LA CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

Se elaboró la clave de identificación microscópica conforme a la lista dada por IAWA (1989) para cada una de las especies. La lista de las características microscópicas se presenta en el anexo 1.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

Casearia arborea (Rich) Urb.

Purma caspi

Flacourtiaceae

Características generales

En condición seca al aire el duramen es de color rojizo, 2,5 Y 8/6 (Figura 1) siendo la albura ligeramente más clara que el duramen. Anillos de crecimiento no diferenciados. Olor y sabor no distintivos; grano entrecruzado, textura media, brillo medio, no presenta veteado. Madera moderadamente dura al ser cortada por cuchilla en sentido transversal a las fibras.

Descripción macroscópica

Poros: Visible a simple vista, predominantemente solitarios y de forma ovalada y escasos múltiples radiales de dos poros; líneas vasculares irregulares. Presencia de gomas.

Parénquima: Visible con lupa de 10X, apotraqueal difuso.

Radios: Visibles con lupa de 10X, sin contraste en la sección radial, no estratificado.

Descripción microscópica

Poros / Elementos vasculares: Porosidad difusa, predominantemente poros solitarios de forma ovalada y escasos múltiples radiales de dos poros. Diámetro tangencial promedio 160 μ m, clasificado como medianos. En promedio nueve poros/mm², clasificado como pocos. Longitud promedio de los elementos vasculares 916 μ m, clasificados como grandes (Figura 2). Platinas de perforación simple poco inclinada y escaleriforme con cuatro a seis barras; punteaduras intervasculares alternas de forma ovalada y aperturas incluidas de forma alargadas. Presencia de apéndices en uno o ambos extremos del elemento vascular. Presencia de gomas.

Parénquima: En sección transversal apotraqueal difuso (Figura 3); en corte longitudinal no estratificado, de tres a ocho septas por células. Presencia de cristales en forma de romboide.

Radios: En sección tangencial, radios de dos tamaños distintos; los bajos con altura promedio de $428\mu\text{m}$, clasificados como extremadamente bajos; los radios grandes con una altura promedio de $1112\mu\text{m}$, clasificados como bajos, ancho promedio de $54\mu\text{m}$, clasificado como finos. En sección radial, escasos homocelulares conformado por células cuadradas y heterocelulares formado por células procumbentes con más de cuatro líneas marginales de células erectas y por una mezcla de ambas. En promedio seis radios/mm, clasificado como poco numerosos; heterogéneos tipo I, II y III; con algunos radios longitudinalmente fusionados; no estratificados. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares en forma y tamaño. Presencia de gomas y cristales de forma romboide en las células erectas. (Figura 4 y 5).

Fibras: Libriformes; longitud promedio $2167\mu\text{m}$, clasificado como largas; diámetro promedio $18\mu\text{m}$, clasificadas como angostas; de paredes muy gruesas, en promedio $7.16\mu\text{m}$; no estratificadas; punteaduras simple a ligeramente areolada (Figura 2).



Figura 1. Madera en corte tangencial y radial de *Casearia arborea*



Figura 2. Elementos vasculares y fibra de *Casearia arborea*.



Figura 3. Corte transversal de *Caseria arborea*.

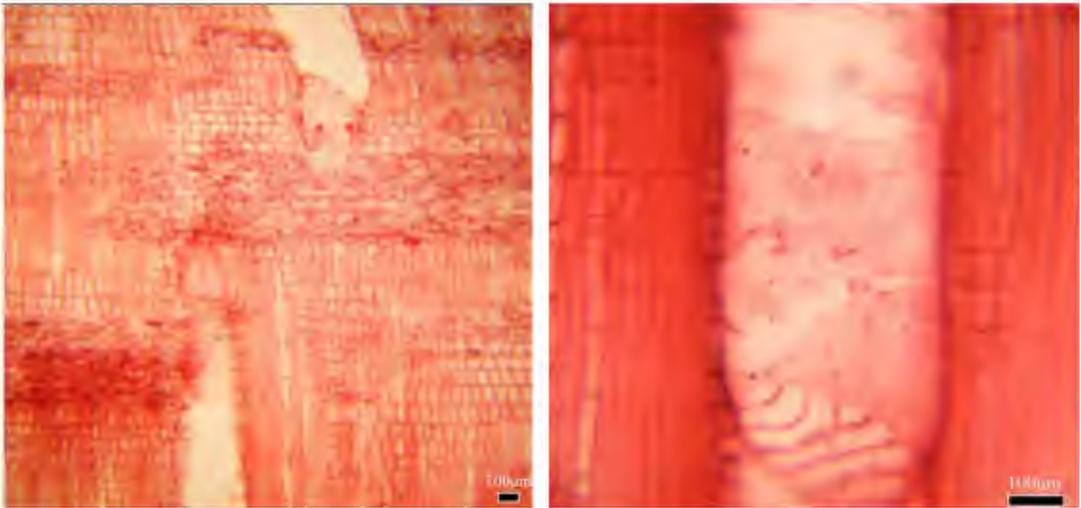


Figura 4. Corte radial de *Caseria arborea* con presencia de perforación escaleriforme.

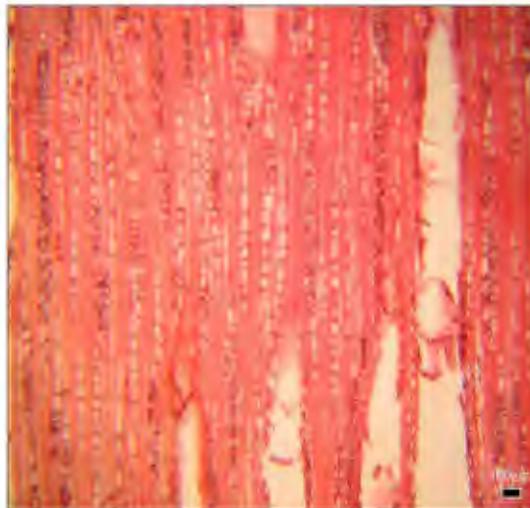


Figura 5. Corte tangencial de *Caseria arborea*.



Figura 6. Madera en corte tangencial y radial de *Ficus americana*

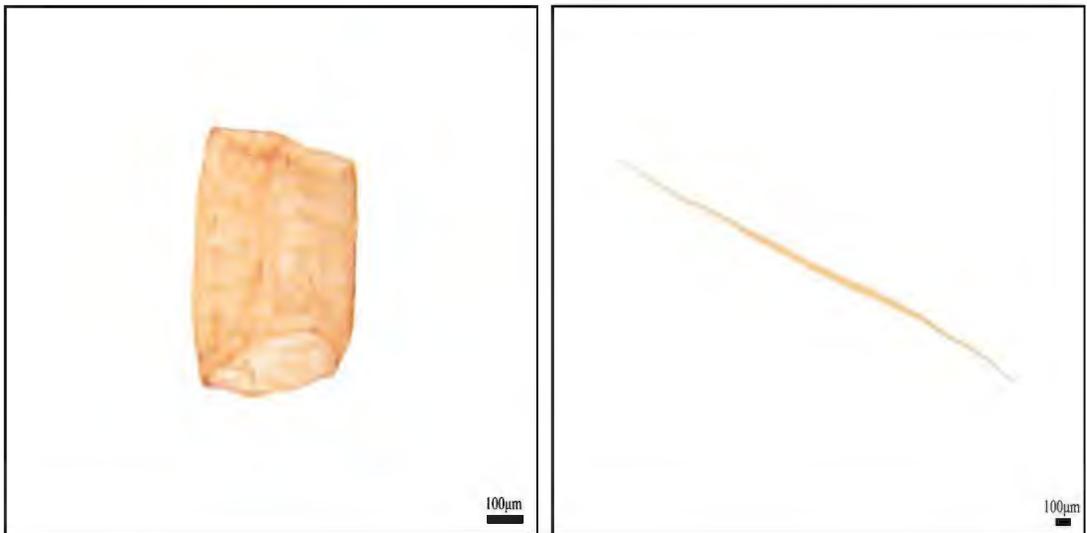


Figura 7. Elemento vascular y fibra de *Ficus americana*.

Características generales

En condición seca al aire, el duramen es de color amarillo con tendencia a pardo claro, 2.5Y 8/2 (Figura 6). Anillos de crecimiento no diferenciados. Decoloraciones de manchas oscuras originadas por hongos cromógenos. Olor y sabor no distintivos; grano recto, textura media, brillo ausente, veteado en arcos superpuestos. Madera blanda al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras.

Descripción macroscópica

Poros: visibles a simple vista, múltiples radiales de forma ovalada de dos a cuatro, también poros solitarios. Líneas vasculares rectas y finas.

Parénquima: Visible con lupa de 10X, en bandas.

Radios: Visibles con lupas de 10X, poco contrastados en sección radial, no estratificados.

Descripción microscópica

Poros / Elementos vasculares: Porosidad difusa, múltiples radiales de dos a cuatro poros y escasos solitarios de forma ovalada. Diámetro tangencial promedio $163\mu\text{m}$, clasificados como medianos. En promedio tres poros/ mm^2 , clasificados como muy pocos. Longitud promedio de los elementos vasculares $353\mu\text{m}$, clasificados como medianos (Figura 7). Platina de perforación simple y horizontal; punteaduras intervasculares alternas de forma poligonales y apertura incluidas de forma lenticular.

Parénquima: En sección transversal en bandas anchas con cuatro a seis células de ancho (Figura 8); en corte longitudinal no estratificado, con tres a ocho septas por célula. Presencia de gomas.

Radios: En sección tangencial altura promedio $484\mu\text{m}$, clasificado como extremadamente bajos; mayormente multiseriados y escasos uniseriados con $38\mu\text{m}$ de ancho promedio, clasificados como muy finos. En sección radial, homocelulares formado por células procumbentes o erectas y heterocelulares formado por células procumbentes con una hilera

marginal de células erectas. En promedio cuatro radios/mm, clasificados como muy pocos numerosos; heterogéneo tipo II, no estratificados. Punteaduras radiovasculares similares en forma y tamaño a las punteaduras radiovasculares. Presencia de tubos laticíferos uno por radio, así como cristales de forma romboide (Figura 9 y 10).

Fibras: Libriformes, longitud promedio 1366 μ m, clasificadas como cortas; diámetro promedio 26 μ m, clasificadas como medianas; de paredes muy delgadas con espesor promedio 1.51 μ m; no estratificadas (Figura 7).

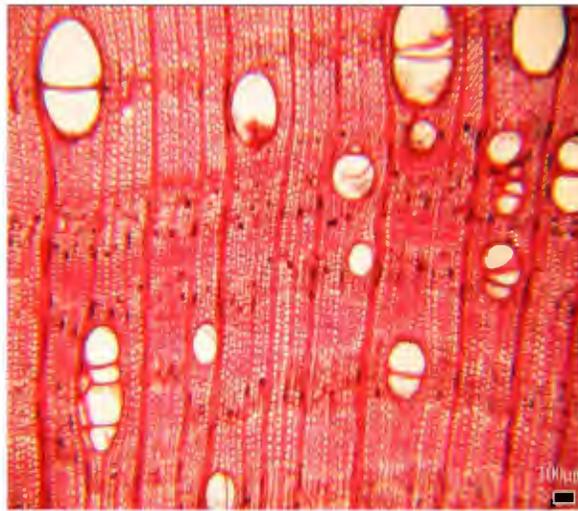


Figura 8. Corte transversal de *Ficus americana*.

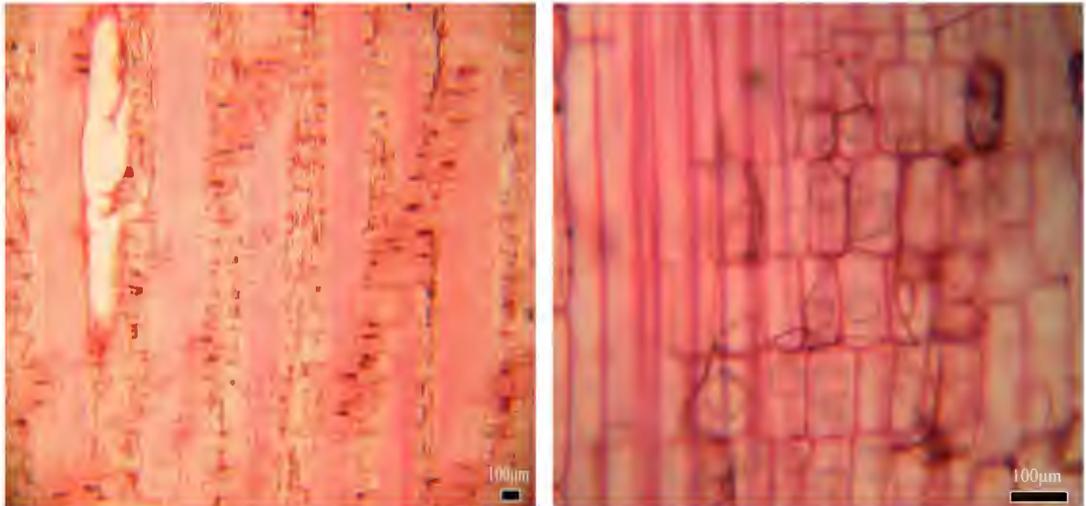


Figura 9. Corte radial de *Ficus americana* con presencia de cristales.

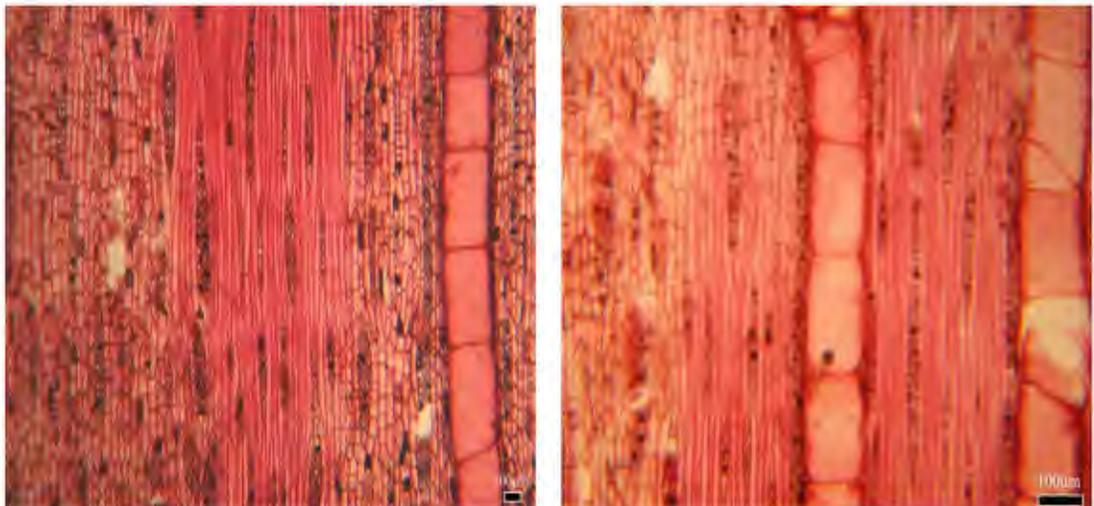


Figura 10. Corte tangencial de *Ficus americana*.

Características generales

En condición seca al aire; la albura es de color amarillo, en tanto el duramen es de color característico con vetas oscuras con tendencia a rojizo cuando se oxida (Figura 11). Anillos de crecimiento no diferenciados. Olor y sabor no distintivos; grano entrecruzado, textura fina, brillo medio y veteado en arcos superpuestos. Madera dura al ser cortada por cuchilla en sentido transversal a las fibras.

Descripción macroscópica

Poros: Visibles con lupa de 10X, de forma ovalada con arreglo en diagonal. Presencia de tilosis. Líneas vasculares rectilíneas.

Parénquima: No visible aún con lupa 10X.

Radios: Visibles con lupa de 10X, finos sin contraste en la sección radial, no estratificados. Presencia de canales radiales visibles a simple vista.

Descripción microscópica

Poros / Elementos vasculares: Porosidad difusa, agrupados con arreglo en diagonal. Diámetro tangencial promedio $72\mu\text{m}$, clasificado como pequeños. En promedio 22 poros/ mm^2 , clasificado como regulares. Longitud promedio de los elementos vasculares $183\mu\text{m}$, clasificados como pequeños (Figura 12). Platina de perforación simple y poco inclinada; punteaduras intervasculares alternas de forma redonda y apertura incluida de forma lenticular. Presencia de tilosis y engrosamientos espiralados.

Parénquima: En sección transversal paratraqueal escaso (Figura 13); en corte longitudinal no estratificado, con 5 a 8 septas por célula.

Radios: En sección tangencial, altura promedio de $275\mu\text{m}$, clasificado como extremadamente bajos; mayormente radios multiseriados y escasos uniseriados con $24\mu\text{m}$ de ancho promedio, clasificado como muy finos. En sección radial, los radios son homocelulares conformado sólo por células procumbentes y heterocelulares formado por células procumbentes con una hilera

marginal de células erectas. En promedio seis radios/mm, clasificado como poco numerosos; heterogéneo tipo II, no estratificados. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares en forma y tamaño. Presencia de gomas y de canales radiales, uno por radio (Figura 14 y 15).

Fibras: Libriformes; longitud promedio 747 μ m, clasificadas como muy cortas; en promedio 12 μ m de diámetro, clasificadas como muy angostas; de paredes gruesas con espesor promedio 2.98 μ m; no estratificadas (Figura 12).



Figura 11. Madera en corte tangencial y radial de *Haplorhus peruviana*

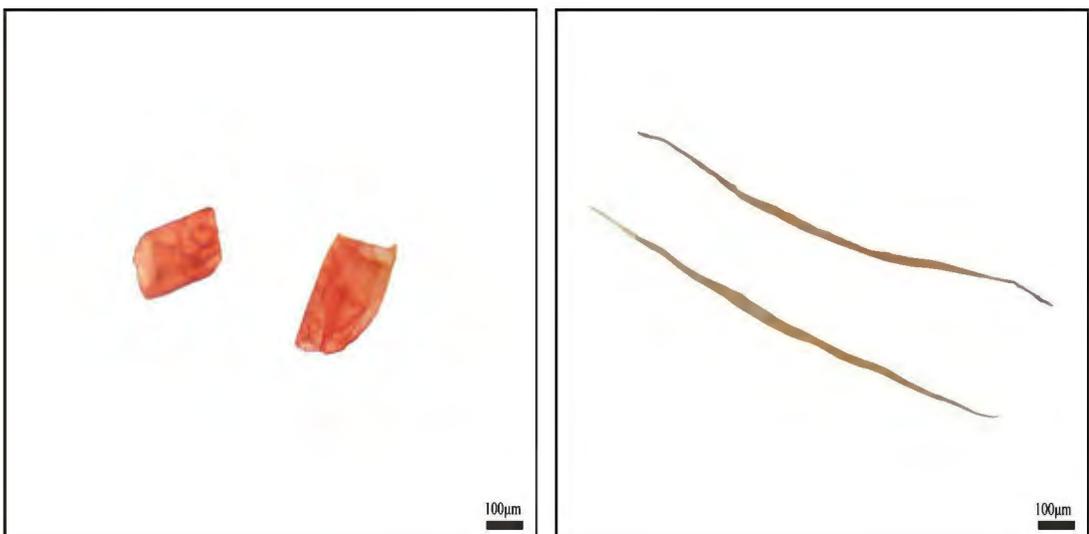


Figura 12. Elemento vascular y fibra de *Haplorhus peruviana*

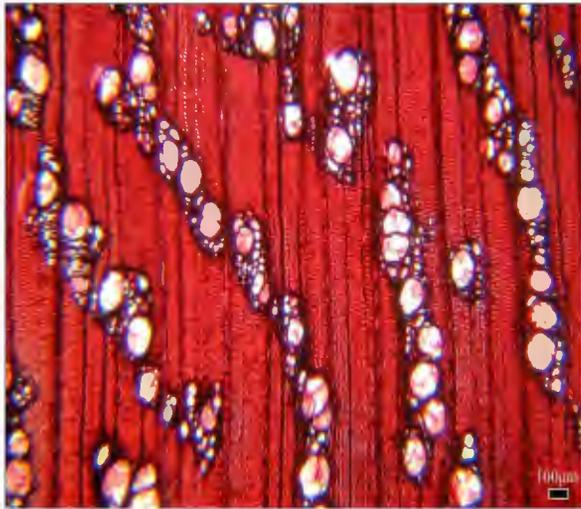


Figura 13. Corte transversal de *Haplorhus peruviana*

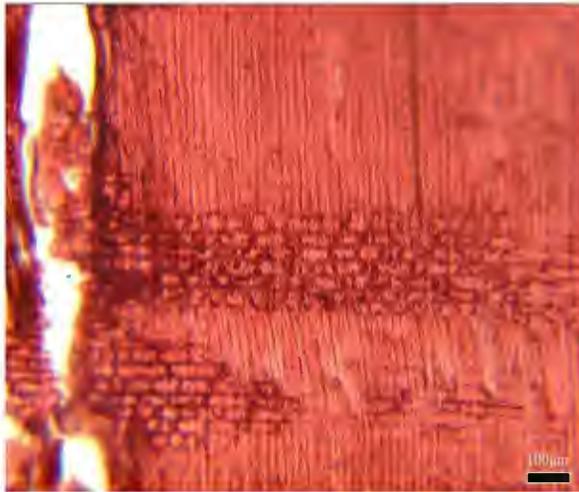


Figura 14. Corte radial de *Haplorhus peruviana*

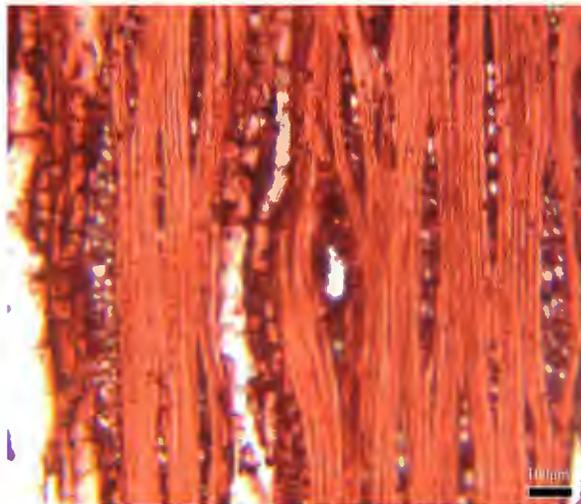


Figura 15. Corte tangencial de *Haplorhus peruviana* con presencia de canal gomífero.



Figura 16. Madera en corte tangencial y radial de *Marila tomentosa*

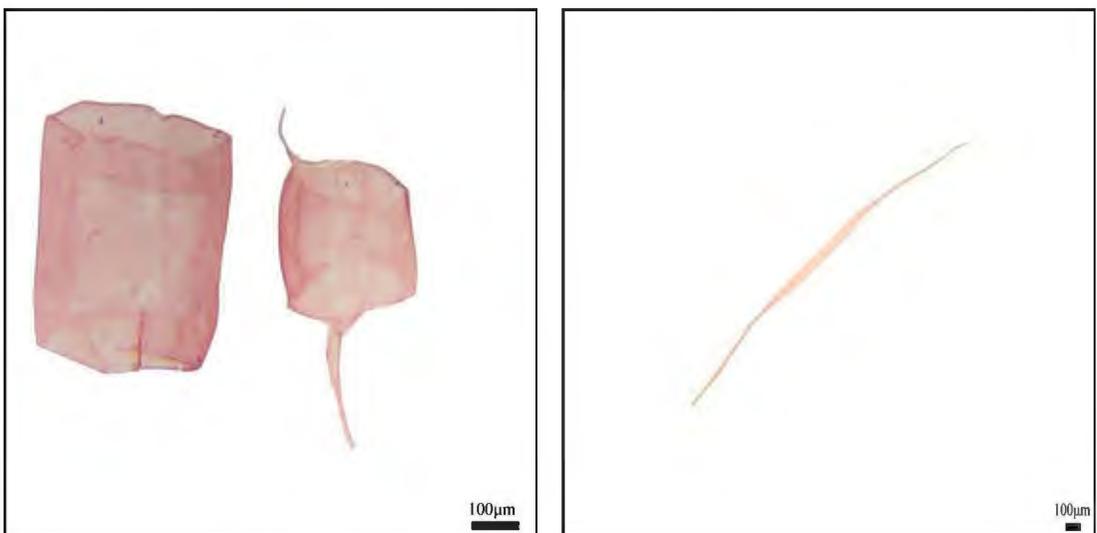


Figura 17. Elementos vasculares y fibra de *Marila tomentosa*.

Características generales

En condición seca al aire el duramen es de color rojo con tendencia a rosado, 7,5 YR 8/2 (Figura 16). Anillos no diferenciados. Olor y sabor no distintivos; grano recto, textura media, brillo medio y veteado en arcos superpuestos. Madera blanda al ser cortada con una cuchilla en sentido transversal a las fibras.

Descripción macroscópica

Poros: Visibles a simple vista, solitarios de forma ovalada. Líneas vasculares rectilíneas.

Parénquima: Visible con lupa 10X, en bandas.

Radios: Visibles con lupa 10X, finos y pocos contrastados en sección radial; no estratificados.

Presencia de floema incluido aislado o irregularmente distribuido.

Descripción microscópica

Poros / Elementos vasculares: Porosidad difusa, poros solitarios de forma ovalada. Diámetro tangencial promedio 152 μ m, clasificado como medianos. En promedio seis poros/mm², clasificado como pocos. Longitud promedio de los elementos vasculares 364 μ m, clasificado como medianos (Figura 17). Platina de perforación simple y poco inclinada; punteaduras intervasculares alternas de forma redonda y apertura incluida de forma lenticular. Presencia de apéndices en ambos o en uno de los extremos de los elementos vasculares.

Parénquima: En sección transversal en bandas delgadas con menos de tres células de ancho (Figura 18); en corte longitudinal no estratificado, con cinco a ocho septas por célula.

Radios: En sección tangencial, altura promedio 503 μ m, clasificado como extremadamente bajos. En sección radial homocelulares formado por solo células erectas y heterocelulares, formado por células procumbentes con dos a cuatro líneas marginales de células erectas y por ambos tipos de célula. En promedio ocho radios/mm, clasificado como poco numerosos; mayormente uniseriados y algunos biseriados; heterogéneos tipo III; no estratificados.

Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares en forma y tamaño (Figura 19 y 20).

Fibras: Libriformes; longitud promedio 1145 μm , clasificadas como cortas; en promedio 17 μm de diámetro, clasificados como angostas; de paredes muy delgadas con espesor promedio de 1.39 μm ; no estratificadas (Figura 17).

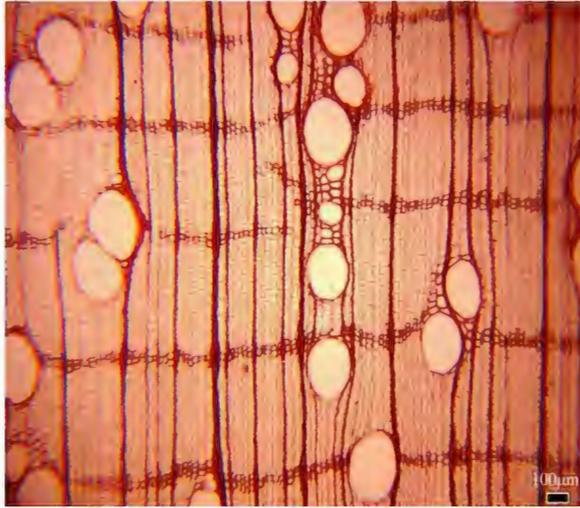


Figura 18. Corte transversal de *Marila tomentosa*.

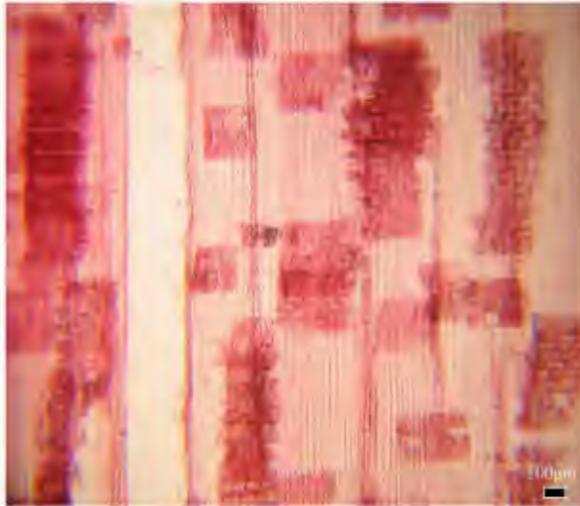


Figura 19. Corte radial de *Marila tomentosa*.

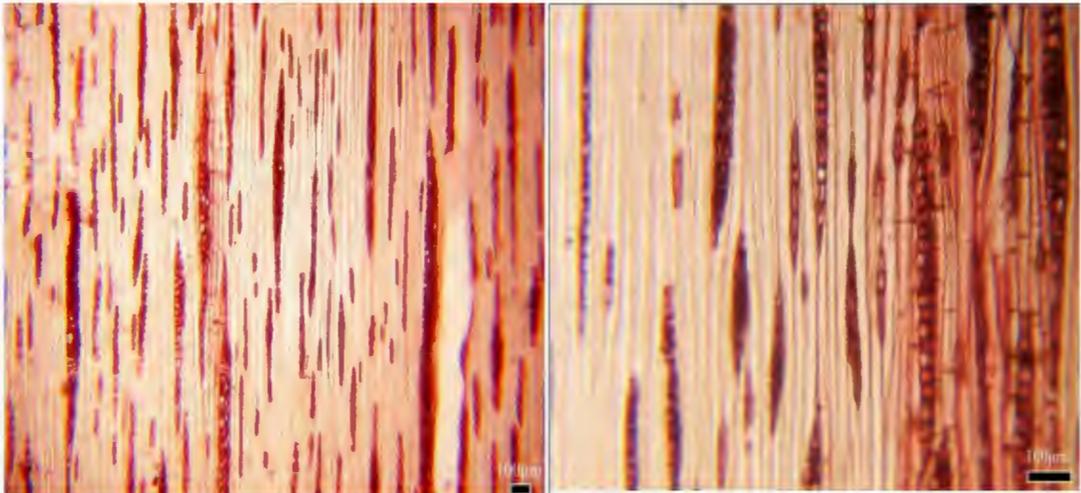


Figura 20. Corte tangencial de *Marila tomentosa*.

Características generales

En condición seca al aire el duramen es de color amarillo, 2,5Y 8/6 (Figura 21). Anillos de crecimiento no diferenciados. Olor y sabor no distintivos. Grano entrecruzado, textura media, brillo medio y vetado en arcos superpuestos. Madera dura al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras.

Descripción macroscópica

Poros: Visibles con lupa de 10X, solitarios de forma ovalada y múltiples radiales de dos a cuatro poros

Parénquima: Visible a simple vista, paratraqueal aliforme confluyente y escaso aliforme.

Radios: Visibles con lupa 10X, sin contraste en la sección radial, estratificados.

Descripción microscópica

Poros / Elementos vasculares: Porosidad difusa, mayormente múltiples radiales de dos a cuatro poros y solitarios de forma ovalada. Diámetro tangencial promedio $135\mu\text{m}$, clasificado como medianos. En promedio tres poros/ mm^2 , clasificado como muy pocos. Longitud promedio de los elementos vasculares $313\mu\text{m}$, clasificado como pequeños (Figura 22). Platina de perforación simple y poco inclinada; punteaduras intervasculares alternas de forma ovalada y apertura incluida de forma ovalada. Presencia de gomas.

Parénquima: En sección transversal paratraqueal aliforme confluyente (Figura 23); en corte longitudinal con tres a ocho septas por célula, estratificado. Presencia de cristales de forma romboide.

Radios: En sección tangencial, altura promedio es $259\mu\text{m}$, clasificado como extremadamente bajos, mayormente biseriados y escasos uniseriados con $20\mu\text{m}$ de ancho promedio, clasificado como muy finos. En sección radial homocelulares conformado por células procumbentes. En promedio 11 radios/mm, clasificados como poco numerosos; homogéneos, estratificados. Punteaduras radiovasculares iguales en forma y tamaño a las intervasculares (Figura 24 y 25).

Fibras: Libriformes; longitud promedio de 1363 μm , clasificada como medianas; en promedio 14 μm de diámetro, clasificado como angostas; de paredes gruesas con espesor promedio de 4.29 μm ; estratificadas (Figura 22).

4.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En los cuadros 2 y 3 se presenta un resumen de las características generales, macroscópicas y microscópicas para las cinco especies estudiadas.

4.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y ORGANOLÉPTICAS

De las características generales y organolépticas se puede indicar que:

De las cinco especies estudiadas; *Casearia arborea* y *Marila tomentosa* son de color rojo; *Pterocarpus santalinoides* y *Ficus americana* de color amarillo y *Haplorhus peruviana* de color característico con presencia de vetas oscuras, tornándose rojizo por oxidación.

En relación a la textura, *Haplorhus peruviana* presenta textura fina; mientras que las otras cuatro especies presentan textura media. En cuanto al grano, las especies *Ficus americana* y *Marila tomentosa* presentan grano recto, mientras que las demás especies presentan grano entrecruzado.

4.2.2 CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS

Las especies *Casearia arborea* y *Marila tomentosa* presentan poros predominantemente solitarios; mientras que *Ficus americana* y *Pterocarpus santalinoides* presentan poros múltiples radiales; destacando *Haplorhus peruviana* por la disposición diagonal de sus poros.

A este nivel, el parénquima no es visible aún con lupa en *Haplorhus peruviana*; es apotraqueal en *Casearia arborea*, paratraqueal aliforme confluyente en *Pterocarpus santalinoides* y en bandas en las especies *Ficus americana* y *Marila tomentosa*.

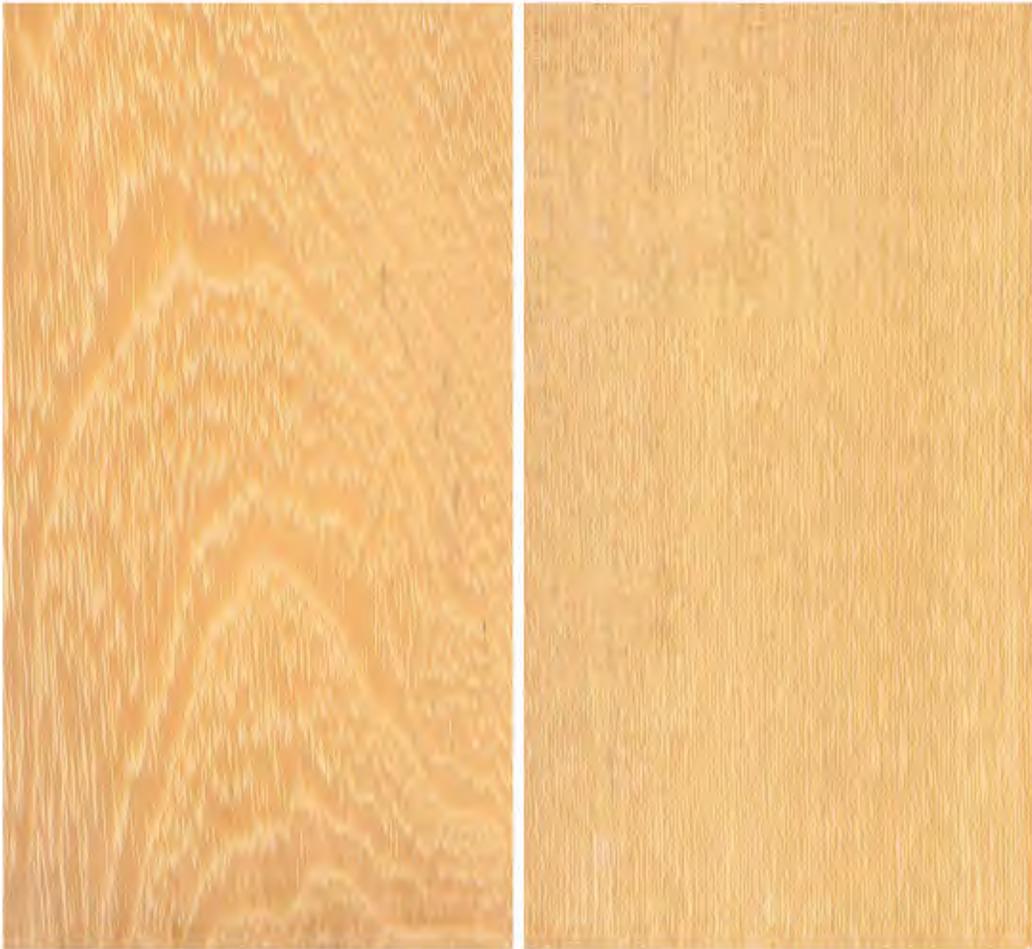


Figura 21. Madera en corte tangencial y radial de *Pterocarpus santalinoides*

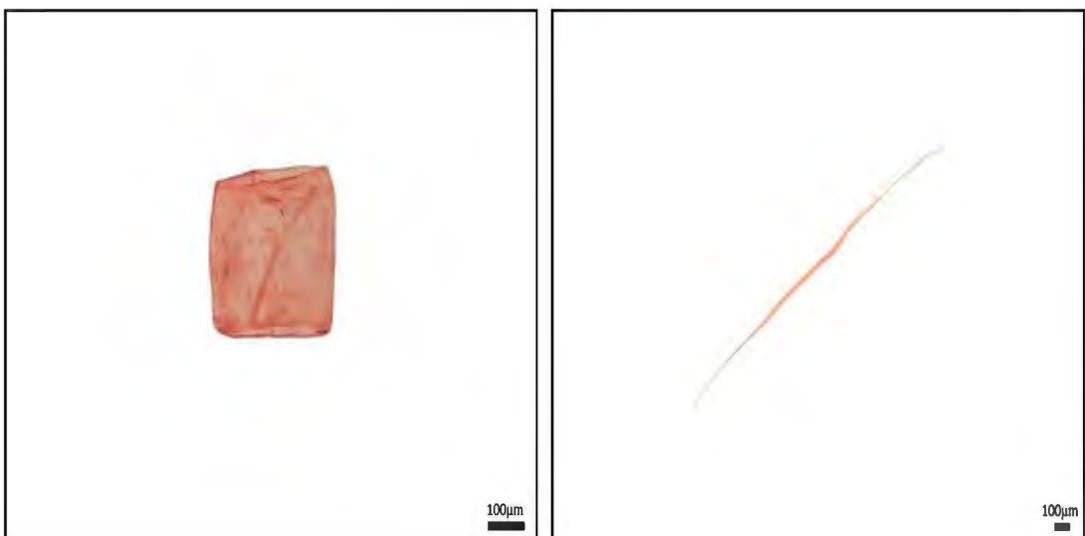


Figura 22. Elemento vascular y fibra de *Pterocarpus santalinoides*.

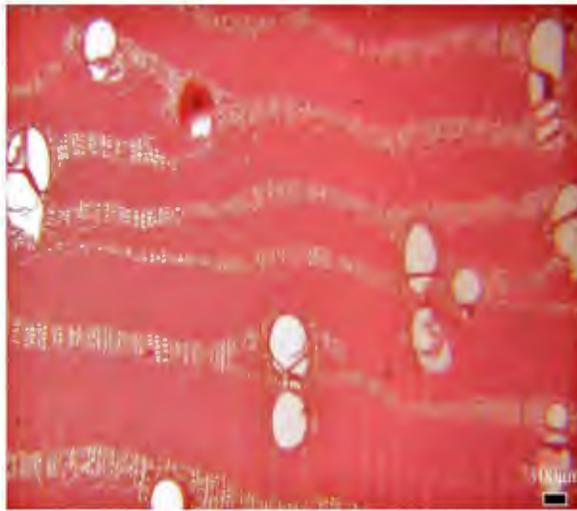


Figura 23. Corte transversal de *Pterocarpus santalinoides*.

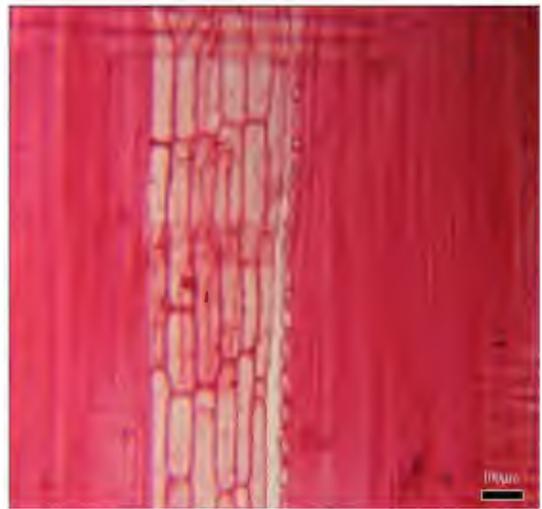
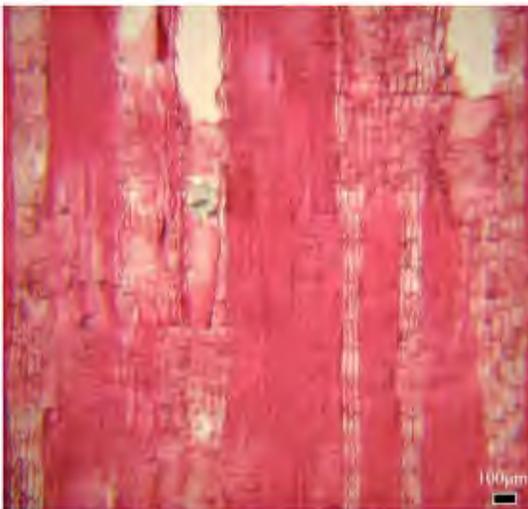
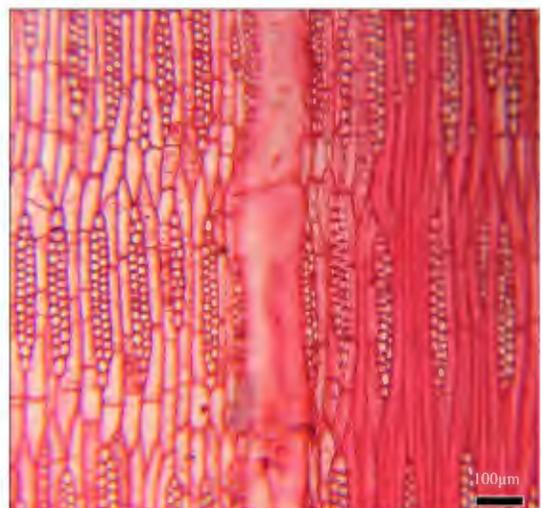
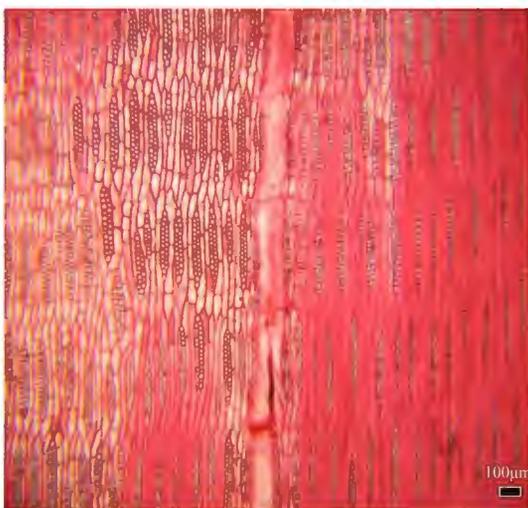


Figura 24. Corte radial de *Pterocarpus santalinoides* con presencia de cristales.



Figuras 25. Corte tangencial de *Pterocarpus santalinoides*.

Destacan la presencia de radios estratificados, de abundante tilosis y de canales gomíferos irregularmente distribuidos en *Pterocarpus santalinoides* y *Haplorhus peruviana* respectivamente. Asimismo la presencia de floema incluido aislado e irregularmente distribuido en *Marila tomentosa* y que según Ugarte (2009) podría afectar la resistencia mecánica de la madera.

4.2.3 CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

A nivel microscópico, los elementos vasculares en *Haplorhus peruviana* son cortos; en *Casearia arborea* son largos y en las otras tres especies son de longitud mediana. Todas las especies estudiadas presentan platinas de perforación simple, pero en el caso de *Casearia arborea* presenta además platina de perforación escaleriforme, resultados que confirman lo reportado por Détienne (1983), Dechamps (1980) e Insidewood (2004). Las especies *Casearia arborea* y *Marila tomentosa* presentan como característica la presencia de apéndices en los elementos vasculares; en el caso de *Casearia arborea*, los apéndices están en uno o ambos extremos del elemento vascular, mientras que en *Marila tomentosa*, los apéndices pueden estar ausentes o en ambos extremos del elemento vascular.

Respecto al parénquima, en *Casearia arborea* es apotraqueal difuso y en *Haplorhus peruviana* parénquima paratraqueal unilateral, resultados que coinciden con Insidewood (2004). En *Ficus americana* y *Marila tomentosa*, el parénquima es en bandas; en el caso de *Ficus americana* de cuatro a seis células y en *Marila tomentosa* en bandas delgadas de dos a 3 células de ancho. La especie *Pterocarpus santalinoides* presenta parénquima aliforme confluyente, resaltando la presencia de parénquima estratificado, resultados que coinciden con lo descrito por Dechamps (1980).

Pterocarpus santalinoides es la única especie que presenta radios homocelulares, mientras que las otras cuatro especies presentan radios homocelulares y heterocelulares. Asimismo, *Casearia arborea* es la única especie que presenta radios de dos tamaños distintos; además, de la presencia de radios agregados o fusionados; lo cual coincide con lo mencionado por Insidewood (2004). Destaca la presencia de radios estratificados en *Pterocarpus santalinoides*; así como la presencia de canales radiales en *Haplorhus peruviana* y de tubos laticíferos en

Ficus americana, resultados que coinciden con lo mencionado por Insidewood (2004) y Détienne (1983) respectivamente. La especie *Pterocarpus santalinoides* es la única que presenta estructura estratificada (parénquima, radios y fibras).

Con respecto a la longitud de la fibra, *Casearia arborea* es de fibra larga; *Haplorhus peruviana*, de fibra corta y las demás especies son de longitud mediana. *Casearia arborea* posee fibras de espesor de pared muy gruesas, *Haplorhus peruviana* y *Pterocarpus santalinoides* son de espesor de pared gruesa y las demás especies presentan espesor de pared de fibra muy delgada; esto último ligado directamente a la densidad y resistencia mecánica de la madera, conforme a lo señalado por León y Espinoza (2001).

En cuanto a las inclusiones, presentan cristales *Casearia arborea*, *Ficus americana* y *Pterocarpus santalinoides*; tal como lo mencionan Détienne (1983) y Dechamps (1980) y cuya presencia según Ninin (1986) pueden generar abrasividad, trayendo como consecuencia el desgaste del filo de las herramientas. Asimismo, la presencia de gomas en *Casearia arborea*, *Haplorhus peruviana*, *Ficus americana* y *Pterocarpus santalinoides* según Ninin (1986), pueden tener influencia en la evacuación de aserrín; y según León y Espinoza (2001), los depósitos gomosos obstruyen el vaso, lo cual dificulta el secado y preservación de la madera. La presencia de tilosis en *Haplorhus peruviana*, es reportado por Insidewood (2004) y que según León y Espinoza (2001), su presencia asociada a poros pequeños, es altamente impermeable por lo que el flujo de líquidos durante el secado sería muy lento; lo cual es confirmado por Mohali y Castro (2005).

4.2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS XILEMÁTICOS

En el cuadro 4 se presentan los valores estadísticos de las dimensiones de los elementos xilemáticos para las cinco especies estudiadas. De acuerdo a los coeficientes de variabilidad dados por Rubio (2002), se puede afirmar que el “diámetro tangencial de poros”, en las especies *Ficus americana* y *Haplorhus peruviana* presentan datos muy variables, mientras que las demás especies presentan de regularmente homogéneos a regularmente variables; y “longitud de elementos vasculares”, *Casearia arborea* presenta datos muy variables y en *Pterocarpus santalinoides* datos muy homogéneos, mientras que las demás especies presentan de regularmente homogéneos a regularmente variables; e cuanto a los datos de “números de poros/mm²”, especialmente en *Ficus americana*, *Marila tomentosa* y *Pterocarpus santalinoides*, son muy variables. La variabilidad de los datos puede ser explicado por razones genéticas de las especies, así como también a razones adaptativas según los factores ambientales de la zona de procedencia de cada especie, según lo explicado por León y Espinosa (2001).

Con respecto al coeficiente de variabilidad de “longitud de las fibras”, las especies presentan datos homogéneos y el “espesor de pared” muestran en general datos muy variables; lo que podría deberse a la dificultad para realizar la medición del espesor de pared.

Cuadro 4. Valores estadísticos de los elementos xilemáticos de las especies

ESPECIES/VALORES	POROS			RADIOS					FIBRAS		
	Diámetro Tangencial (µm)	Número por mm ²	Longitud de elementos vasculares (µm)	Altura (µm)	Ancho (µm)	Nº de células de alto	Nº de célula de ancho	Número por mm	Diámetro Total (µm)	Espesor de Pared (µm)	Longitud (µm)
Casearia arborea											
Valor promedio	160	9	916	1112	54	43	4	6	18	7.16	2167
				428	42	25	4				
Valor mínimo	132	5	531	720	34	27	3	1	13	3.75	1500
				202	14	6	1				
Valor máximo	197	13	1281	1790	82	71	6	19	29	12.5	2906
				610	91	38	5				
Desv. Estándar	19	2	180	192	9	9	1	3	4	1.77	278
				104	15	8	1				
Coefficiente de variabilidad (%)	12.00	17.00	30.00	17	16	21	14	55.00	20.00	24.72	13.00
				24.00	35.00	30.00	30.00				
Intervalo de confianza	160±4	9±0	916±36	1112±38	54±2	43±2	4±0	6±1	18±1	7.16±0.35	2167±55
				428±21	42±3	25±2	4±0				
Ficus americana											
Valor promedio	163	3	353	484	38	23	3	4	26	1.51	1366
Valor mínimo	92	0	219	264	14	7	1	0	16	1.25	781
Valor máximo	290	8	532	1080	62	67	5	9	39	2.5	2063
Desv. Estándar	45	2	50	176	11	10	1	2	4	0.51	193
Coefficiente de variabilidad (%)	28.00	58.00	14.00	36.00	28.00	45.00	36.00	54.00	17.00	33.77	14.00
Intervalo de confianza	163±9	3±0	353±10	484±35	38±2	23±2	3±0	4±0	26±1	1.51±0.1	1366±38
Haplorhus peruviana											
Valor promedio	72	22	183	275	24	21	2	6	12	2.98	747
Valor mínimo	38	13	125	120	14	7	1	2	8	2.5	625
Valor máximo	120	34	281	528	38	42	4	11	18	5	1000
Desv. Estándar	18	4	35	89	6	8	1	2	2	0.71	90
Coefficiente de variabilidad (%)	25.00	17.00	19.00	32.00	26.00	38.00	33.00	22.00	18.00	23.68	12.00
Intervalo de confianza	72±4	22±1	183±7	275±18	24±1	21±2	2±0	6±0	12±0	2.98±0.14	747±18
Marilia tomentosa											
Valor promedio	152	6	364	503	26	27	2	8	17	1.39	1145
Valor mínimo	118	2	219	240	14	7	1	4	8	1	656
Valor máximo	211	9	531	922	48	79	5	13	22	2	1438
Desv. Estándar	22	2	65	155	9	11	1	2	4	0.39	138
Coefficiente de variabilidad (%)	14.00	30.00	18.00	31.00	35.00	42.00	34.00	26.00	22	28.28	12
Intervalo de confianza	152±4	6±0	364±13	503±31	26±2	27±2	2±0	8±0	17±1	1.39±0.08	1145±27
Pterocarpus santalinoides											
Valor promedio	135	3	313	259	20	16	2	11	14	4.29	1363
Valor mínimo	79	0	250	202	14	10	1	7	10	2.5	1037
Valor máximo	184	11	375	326	34	22	3	18	20	6.25	1719
Desv. Estándar	22	2	25	28	5	2	1	3	2	0.8	134
Coefficiente de variabilidad (%)	16.00	60.00	8.00	11.00	27.00	15.00	11.00	24.00	14.00	18.65	10.00
Intervalo de confianza	135±4	3±0	313±5	259±6	20±1	16±0	2±0	11±1	14±0	4.29±0.16	1363±27

4.3 CLAVES DE IDENTIFICACIÓN

La clave numérica microscópica en base a la clasificación establecida por IAWA (1989), es la siguiente:

4.3.1 *Casearia arborea*

2 5 9 13 14 15 22 30 42 47 54 58 66 70 73 76 92 93 98 101 102 103
105 108 109 114 136 137 186 189 192 198

4.3.2 *Ficus americana*

2 5 10 13 23 30 42 46 53 66 68 72 85 92 93 97 98 106 107 114 132 136
137 141 186 189 192 198

4.3.3 *Haplorhus peruviana*

2 5 7 13 22 30 36 37 39 41 48 52 56 66 69 71 78 93 97 106 115 130 186
189 192 196

4.3.4 *Marila tomentosa*

2 5 9 13 22 30 42 47 53 66 68 72 86 93 97 98 103 107 109 115 134 186
189 192 198

4.3.5 *Pterocarpus santalinoides*

2 5 10 13 22 30 42 46 52 66 69 72 80 82 92 93 97 104 115 118 120 121
141 186 189 192 199

5. CONCLUSIONES

- Las maderas *Casearia arborea*, *Ficus americana*, *Marila tomentosa* y *Pterocarpus santalinoides* presentan textura media; mientras que *Haplorhus peruviana* presenta textura fina.
- A nivel general y macroscópico, resalta la disposición en diagonal de los poros y la no visibilidad del parénquima en *Haplorhus peruviana* y los radios estratificados de *Pterocarpus santalinoides*.
- La especie *Casearia arborea* se caracteriza por presentar elementos vasculares con apéndices en uno o ambos extremos, en tanto que *Marila tomentosa* tiene apéndices en ambos extremos o pueden estar ausentes.
- *Casearia arborea* presenta fibras largas; *Haplorhus peruviana*, fibras cortas y las otras especies, fibras de longitud mediana.
- La especie *Pterocarpus santalinoides* es la única especie que presenta estructura estratificada (parénquima, radios, y fibras).
- El estudio ha demostrado la presencia de tilosis y gomas en *Haplorhus peruviana*; de gomas y cristales en *Pterocarpus santalinoides*, *Casearia arborea* y *Ficus americana*.
- Las claves de identificación elaboradas para las cinco especies han probado ser eficientes, siempre que sean empleadas por personas con conocimiento en anatomía de la madera.

6. RECOMENDACIONES

- Continuar con los estudios en propiedades físicas, mecánicas y trabajabilidad de la madera, para poder determinar la posibilidad de uso de cada una de las especies y establecer las relaciones entre la anatomía y las propiedades tecnológicas de utilidad para predecir el comportamiento de la madera.
- Realizar estudios anatómicos y botánicos de las mismas especies en otros ámbitos geográficos, con la finalidad de establecer cuáles son las características inherentes a la especie y cuales se relacionan con los factores externos.
- Profundizar los estudios anatómicos a nivel de especies del mismo género para obtener conclusiones generales por especie, lo cual permitirá el acopio de información valiosa para la elaboración de fichas técnicas en identificación de maderas.

BIBLIOGRAFÍA

- ARÓSTEGUI, A. 1965. Estudio preliminar sobre las propiedades y usos de la madera “ccasi” (*Haplorhus peruviana* Engl.). Instituto de Investigaciones Forestales. Lima-Perú. 4p.
- CATIE. 1994. *Acacia Mangium*. Comportamiento potencial en Panamá (en línea). Consultado en junio de 2010. Disponible en http://books.google.com.pe/books?id=WuwNAQAIAAJ&pg=PA136&dq=anatomia+de+la+madera&hl=es&ei=zmcmtJKFDoOclgeg8qnWAw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CC8Q6AEwATgK#v=onepage&q&f=false
- COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. 1972. Maderas: Métodos para realizar el análisis estadístico de las propiedades de las maderas. Esquema 1º de Norma COPANT 30:1-012. 8 p.
- DECHAMPS, R. 1980. Étude Anatomique des Bois d'Amérique du Sud. 2 v. Service d'Anatomie des Bois Tropical du Musée Royal de L'Afrique Centrale. France. 113 p.
- DÉTIENNE, P. 1982. Manuel d'identification des Bois Tropicaux. Centre Technique Forestier Tropical. Tome 3. France. 315 p
- DÉTIENNE, P.; JACQUET, P. 1983. Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des regions voisines. Centre Technique Forestier Tropical. France. 375 p.
- GARCÍA, L; GUINDEO, A; PEREZA, C; DE PALACIOS, P. 2003. La madera y su anatomía. Ediciones Multi-Prensa Conde del Valle Salazar. Madrid-España. 346 p.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 1991. Normas de procedimientos em estudos do anatomía do madeira: I. Angiospermae, II. Gimnosperame. 19 p.
- INSIDEWOOD. 2004. Inside Wood Database (en línea). Consultado en Junio de 2009. Disponible en <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>

- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. IAWA. Bulletin. New series Vol. 10: 217-332 p.
- KOLLMANN, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Física de la madera. Teoría de la impregnación de maderas a presión, capítulo 3.3.5. 675 p.
- LEÓN, W. y ESPINOZA, N. 2001. Anatomía de la Madera. Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones. Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico. Mérida-Venezuela. 396 p.
- MOHALI, S.; CASTRO, F. 2005. Evaluación de laboratorio de la durabilidad natural e inducida de la madera Pino Caribe (*Pinus caribaea* Mor. Var. Hondurensis) y Melina (*Gmelina arborea* Roxb) (en línea). Consultado en noviembre de 2010. Disponible en http://copernico.uneg.edu.ve/numeros/c02/c02_art07.pdf.
- MUNSELL COLOR COMPANY. 1977. Munsell soil color charts. Baltimore, Maryland. U.S.A.
- NININ, L. 1986. Manual de aserrado y afilado. Mérida, Venezuela. 144 p.
- PANSHIN, A.; DE ZEEUW, C. 1980. Textbook of wood anatomy. 4th. Ed. McGraw-Hill. New York-USA. 722 p.
- PÉREZ, A. 1986. Apuntes de anatomía de la madera. Universidad Nacional de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela. 132 p.
- RUBIO, J. 2002. Estadística. Universidad Nacional Agraria La Molina. 175 p.
- SEGALA, E., ANGYALOSSY-ALFONSO, V. International Association of Wood Anatomists Journal. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some brazilian species.1. Growth rings and vessels. Vol. 21(1). 3-30 p. The Netherlands.
- SEGALA, E., ANGYALOSSY-ALFONSO, V. International Association of Wood Anatomists Journal. 2002. Ecological trends in the wood anatomy of some brazilian species.2. Growth rings and vessels. Vol. 23(4). 3-30 p. The Netherlands.

- SILVA, M. 2005. Características anatómicas y propiedades fisico-mecánicas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke (tornillo) de diferentes edades, provenientes de plantaciones de Jenaro Herrera. Tesis (Ing. Forestal). Lima-Perú. 105 p.
- UGARTE, J. 2008. Caracterización anatómica de nueve especies forestales de la concesión industrial Maderera Zapote en Loreto (Perú). Tesis (Ing Forestal). Lima-Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina .101 p.
- VOIGT, A. 2009. Anatomia comparada do lenho da espécie *Caryocar brasiliense* CAMB (Caryocaraceae) em áreas de cerrado no sudeste e centro-oeste do Brasil. Universidad Federal Do Paraná. Curitiba-Brasil. 122 p.

ANEXO 1

LISTA DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MADERAS DURAS - IAWA (1989)

CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS

Anillos de crecimiento

1. Anillos de crecimiento diferenciados
2. Anillos de crecimiento no diferenciados

Vasos/poros

Porosidad

3. Porosidad circular
4. Porosidad semicircular
5. Porosidad difusa

Arreglo o disposición de poros

6. Poros en bandas tangenciales
7. Poros en disposición diagonal o radial
8. Poros en disposición dendrítica

Agrupamiento de poros

9. Poros exclusivamente solitarios (90% o más)
10. Poros múltiples radiales de 4 o más
11. Poros en racimos o grupos

Contorno de poros solitarios

12. Poros solitarios con contorno angular

Platinas de perforación

13. Platinas de perforación simple
14. Platinas de perforación escaleriforme
 15. Platinas de perforación escaleriforme con \leq 10 barras
 16. Platinas de perforación escaleriforme con 10-20 barras
 17. Platinas de perforación escaleriforme con 20-40 barras
 18. Platinas de perforación escaleriforme con \geq 40 barras
19. Platinas de perforación reticulada, foraminada y/o otros tipos de perforación múltiple

Punteaduras intervasculares: Arreglo y tamaño

20. Punteaduras intervasculares escaleriforme
21. Punteaduras intervasculares opuestas
22. Punteaduras intervasculares alternas

23. Punteaduras intervasculares alternas de forma poligonal

24. Muy pequeñas - $\leq 4\mu\text{m}$

25. Pequeñas - 4-7 μm

26. Medianas - 7-10 μm

27. Grandes - $\geq 10\mu\text{m}$

28. Rango de tamaño punteaduras intervasculares (μm)

Punteaduras ornadas

29. Punteaduras ornadas

Punteaduras radiovasculares

30. Punteaduras radiovasculares con bordes diferenciados, similares a las punteaduras intervasculares en forma y tamaño
31. Punteaduras radiovasculares con bordes muy reducidos a aparentemente simple: punteaduras redondas o angulares
32. Punteaduras radiovasculares con bordes muy reducidos a aparentemente simple: punteaduras horizontales (escaleriforme, como un tajo) a vertical (empalizada)
33. Punteaduras radiovasculares de dos tipos o tamaños distintos en la misma célula radial.
34. Punteaduras radiovasculares unilateralmente compuestas y grandes
35. Punteaduras radiovasculares restringidas a hileras marginales

Engrosamientos espiralados

36. Engrosamientos espiralados presentes en los elementos vasculares
37. Engrosamientos espiralados en todo el cuerpo de los elementos vasculares
38. Engrosamientos espiralados sólo en las colas de los elementos vasculares
39. Engrosamientos espiralados presentes sólo en los elementos vasculares delgados

Diámetro tangencial promedio de poros

40. $\leq 50\mu\text{m}$
41. 50-100 μm
42. 100-200 μm
43. $\geq 200\mu\text{m}$
44. Promedio, \pm desviación estándar, rango, $n = x$
45. Poros de dos clases de diámetros distintas, maderas sin porosidad circular

Poros por milímetro cuadrado

46. ≤ 5 poros/ mm^2
47. 5-20 poros/ mm^2
48. 20-40 poros/ mm^2
49. 40-100 poros/ mm^2
50. ≥ 100 poros/ mm^2
51. Promedio, \pm desviación estándar, rango, $n = x$

Longitud promedio de elementos vasculares

52. $\leq 350\mu\text{m}$
53. 350-800 μm
54. $\geq 800\mu\text{m}$
55. Promedio, \pm desviación estándar, rango, $n = x$

Tilosis y depósitos en vasos

56. Tilosis común
57. Tilosis esclerótica
58. Gomas y otros depósitos en vasos en el duramen

Madera sin poros

59. Madera sin vasos

Traqueidas y fibras

60. Traqueidas vasicéntricas/vasculares presentes

Fibras de tejido macerado

61. Fibras con punteaduras simples a areoladas con borde reducido
62. Fibras con punteaduras areoladas
63. Punteaduras comunes en las paredes radial y tangencial
64. Engrosamientos espiralados en fibras de tejido macerado

Fibras septadas y bandas de fibras similares a parénquima

65. Presencia de fibras septadas
66. Presencia de fibras no septadas
67. Bandas de fibras parecidas a parénquima alternando con fibras ordinarias

Espesor de pared de las fibras

68. Fibras de pared muy delgada

69. Fibras de pared delgada a gruesa

70. Fibras de pared muy gruesa

Longitud promedio de fibras

71. $\leq 900\mu\text{m}$
72. 900-1600 μm
73. $\geq 1600\mu\text{m}$
74. Promedio, \pm desviación estándar, rango, $n = x$

Parénquima longitudinal

75. Parénquima longitudinal ausente o extremadamente raro

Parénquima longitudinal apotraqueal

76. Parénquima longitudinal difuso
77. Parénquima longitudinal difuso en agregados

Parénquima longitudinal paratraqueal

78. Parénquima longitudinal paratraqueal escaso

79. Parénquima longitudinal vasicéntrico

80. Parénquima longitudinal aliforme

81. Parénquima longitudinal aliforme romboide
82. Parénquima longitudinal aliforme en forma de alas

83. Parénquima longitudinal confluyente

84. Parénquima longitudinal paratraqueal unilateral

Parénquima longitudinal en bandas

85. Bandas de parénquima longitudinal de más de 3 células de ancho

86. Parénquima longitudinal en bandas delgadas o líneas hasta 3 células de ancho

87. Parénquima longitudinal reticulado

88. Parénquima longitudinal escaleriforme

89. Parénquima longitudinal marginal o aparentemente en bandas marginales

Tipo de célula/longitud de hilera del parénquima longitudinal

90. Células de parénquima fusiformes

91. Dos células por hilera de parénquima

92. Cuatro (3-4) células por hilera de parénquima

93. Ocho (5-8) células por hilera de parénquima

94. Más de 8 células por hilera de parénquima

95. Parénquima no lignificado

Radios

Ancho de radios

96. Radios exclusivamente uniseriados

97. Radios con 1-3 células de ancho

98. Radios mayores comúnmente de 4-10 células de ancho
99. Radios mayores comúnmente > 10 células de ancho
100. Radios con porciones multiseriadas tan anchas como las porciones uniseriadas
- Radios agregados
101. Radios agregados
- Altura de radios
102. Altura de radios > 1mm
- Radios de dos tamaños distintos
103. Radios de dos tamaños distintos
- Radios: Composición celular
104. Todas las células radiales procumbentes
105. Todas las células radiales erectas y/o cuadradas
106. Cuerpo de células radiales procumbentes con una fila marginal de células erectas y/o cuadradas
107. Cuerpo de células radiales procumbentes con 2-4 hileras marginales de células erectas y/o cuadradas
108. Cuerpo de células radiales procumbentes con más de 4 hileras marginales de células erectas y/o cuadradas
109. Radios con células procumbentes, erectas y cuadradas mezcladas en todo el radio
- Células envolventes
110. Células envolventes
- Células tipo baldosas
111. Células tipo baldosas
- Perforaciones en células radiales
112. Perforaciones en células radiales
- Paredes celulares del parénquima radial separadas
113. Paredes celulares del parénquima radial separadas
- Radios por milímetro
114. ≤ 4 /mm
115. 4-12 /mm
116. ≥ 12 /mm
- Madera sin radios
117. Madera sin radios
- Estructura estratificada**
118. Todos los radios estratificados
119. Radios menores estratificados, radios mayores no estratificados
120. Parénquima longitudinal y/o elementos vasculares estratificados
121. Fibras estratificadas
122. Radios y/o elementos axiales estratificados irregularmente
123. Número de hileras de radios por mm longitudinal
- Elementos secretorios y variantes cambiales
- Células oleosas y mucilaginosas
124. Células oleosas y/o mucilaginosas asociadas al parénquima radial
125. Células oleosas y/o mucilaginosas asociadas al parénquima longitudinal
126. Células oleosas y/o mucilaginosas presentes entre las fibras
- Canales intercelulares
127. Canales longitudinales en líneas tangenciales largas
128. Canales longitudinales en líneas tangenciales cortas
129. Canales longitudinales difusos
130. Canales radiales
131. Canales intercelulares de origen traumático
- Tubos laticíferos o taniníferos
132. Tubos laticíferos o taniníferos
- Variantes cambiales
133. Floema incluido, concéntrico
134. Floema incluido, difuso
135. Otras variantes cambiales
- Inclusiones minerales**
136. Presencia de cristales prismáticos
137. Cristales prismáticos en células radiales erectas y/o cuadradas
138. Cristales prismáticos en células radiales procumbentes
139. Cristales prismáticos en alineación radial en células radiales procumbentes
140. Cristales prismáticos en cámaras en células erectas y/o cuadradas
141. Cristales prismáticos en células del parénquima longitudinal.
142. Cristales prismáticos en cámaras en células del parénquima longitudinal
143. Cristales prismáticos en fibras
- Drusas
144. Presencia de drusas
145. Drusas en células de parénquima radial

- 146. Drusas en células de parénquima longitudinal
- 147. Drusas en fibras
- 148. Drusas en cámaras

Otros tipos de cristales

- 149. Rafidios
- 150. Cristales aciculares
- 151. Estiloides y/o cristales elongados
- 152. Cristales de otras formas (mayormente pequeños)
- 153. Cristales arenosos

Otras características de diagnóstico de cristales

- 154. Más de un cristal del mismo tamaño por célula o cámara
- 155. Cristales de dos tamaños distintos por célula o cámara
- 156. Cristales en células agrandadas
- 157. Cristales en tilosis
- 158. Cistolitos

Sílice

- 159. Presencia de cuerpos de sílice
 - 160. Cuerpos de sílice en células radiales
 - 161. Cuerpos de sílice en células de parénquima longitudinal
 - 162. Cuerpos de sílice en fibras
- 163. Sílice vítreo

APENDICE - información no anatómica

Distribución Geográfica

- 164. Europa y Asia templada (región Brazier y Franklin 74)
 - 165. Europa, excepto el Mediterráneo
 - 166. Mediterráneo incluyendo África del Norte y el Medio Oriente
 - 167. Asia Templada (China), Japón, USSR
- 168. Asia del Sur Central (región Brazier y Franklin 75)
 - 169. India, Pakistán, Sri Lanka
 - 170. Birmania
- 171. Sureste de Asia y el Pacífico (región Brazier y Franklin 76)
 - 172. Tailandia, Laos, Vietnam, Camboya (Indochina)
 - 173. Indonesia, Filipinas, Malasia, Brunci, Papua Nueva Guinea e Islas Salomón

- 174. Islas del Pacífico (incluyendo Nueva Caledonia, Samoa, Hawai y Fiji)
- 175. Australia y Nueva Zelanda (región Brazier y Franklin 77)
 - 176. Australia
 - 177. Nueva Zelanda
- 178. África Tropical e islas adyacentes (región Brazier y Franklin 78)
 - 179. África Tropical
 - 180. Madagascar y Mauricio, La Reunión y Comores
- 181. África del Sur (Sur del Trópico de Capricornio) (región Brazier y Franklin 79)
- 182. América del Norte, norte de Méjico (región Brazier y Franklin 80)
- 183. Neotrópico y Brasil templado (región Brazier y Franklin 81)
 - 184. Méjico y América Central
 - 185. El Caribe
 - 186. América del Sur Tropical
 - 187. Sur de Brasil
- 188. América del Sur templado incluyendo Argentina, Chile, Uruguay, Paraguay ((región Brazier y Franklin 82)

Hábitat

- 189. Árbol
- 190. Arbusto
- 191. Trepadora/liana
- Madera de importancia comercial
 - 192. Madera de importancia comercial
- Densidad Básica
 - 193. Densidad básica baja, ≤ 0.40
 - 194. Densidad básica media, $0.40-0.75$
 - 195. Densidad básica alta, ≥ 0.75

Color del duramen

- 196. Duramen de color más oscuro que la albura
- 197. Duramen básicamente marrón o tono marrón
- 198. Duramen básicamente rojo o tono rojo
- 199. Duramen básicamente amarillo o tono amarillo
- 200. Duramen básicamente blanco a gris
- 201. Duramen con vetas
- 202. Duramen diferente a los de arriba

Olor

- 203. Olor distinguible

Fluorescencia del duramen

204. Duramen fluorescente
Extractivos en agua y etanol: fluorescencia y color
205. Extractivo en agua fluorescente
206. Extractivo en agua básicamente sin color a color
marrón o tono marrón
207. Extractivo en agua básicamente rojo o tono rojo
208. Extractivo en agua básicamente amarillo o tono
amarillo
209. Extractivo en agua diferente a los de arriba
210. Extractivo en etanol fluorescente
211. Extractivo en etanol básicamente sin color a color
marrón o tono marrón
212. Extractivo en etanol básicamente rojo o tono rojo
213. Extractivo en etanol básicamente amarillo o tono
amarillo
214. Extractivo en etanol diferente a los de arriba
Prueba de espuma
215. Prueba de espuma positiva
Prueba de Cromo Azurol-S
216. Prueba de Cromo Azurol-S positiva
Prueba de combustión de astillas
217. Astillas combustionan hasta carbón
218. Astillas combustionan totalmente hasta cenizas:
Color de cenizas blanco brillante
219. Astillas combustionan totalmente hasta cenizas:
Color de cenizas amarillo-marrón
220. Astillas combustionan totalmente hasta cenizas:
Color de cenizas diferente a las de arriba
221. Astillas combustionan parcialmente hasta cenizas

ANEXO 2

CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS LEÑOSOS EN BASE A SUS DIMENSIONES

Nº de poros por mm²

Muy pocos	< 5
Pocos	5 a 20
Moderadamente numeroso	21 a 40
Numerosos	41 a 100
Muy numerosos	> 100

Diámetro de poros

Muy pequeños	< 50µm
Pequeños	50 < 100µm
Medianos	101 < 200µm
Grandes	> 200µm

Longitud de los elementos vasculares

Cortos	< 350 um
Medianos	351 a 800 um
Largos	> 800um

Nº de radios/mm

Pocos	< 4
Poco numerosos	4 a 11
Numerosos	>11

Longitud de fibras

Cortas	< 900µm
Medianas	901-1600µm
Largas	> 1600µm

Diámetros de fibras

Angostas	< 25µm
Medianas	25-40µm
Anchas	>40µm

Altura de radios

Extremadamente bajos	menos de 600 um
Bajos	600-2000um
Medianos	2000-5000um
Altos	5000-10000um
Muy altos	> 10000um

Ancho de radios

Muy finos	< 50µm
finos	51-100µm
Medianos	101-200µm
Anchos	> 200µm

Espesor de pared de las fibras (µm)

Muy gruesa	Cuando el diámetro del lumen es menor a 1/3 del diámetro total
Gruesa	Cuando el diámetro del lumen es de 1/3 a 1/2 del diámetro total
Delgada	Cuando el diámetro del lumen es de 1/2 a 3/4 del diámetro total
Muy delgada	Cuando el diámetro del lumen es mayor de 3/4 del diámetro total

ANEXO 3

TABLAS DE COEFICIENTE VARIABILIDAD ESTABLECIDA POR RUBIO (2002)

CV (%)	GRADO DE VARIABILIDAD
$0 < CV < 10$	Datos muy homogéneos
$10 \leq CV < 15$	Datos regularmente homogéneos
$15 \leq CV < 20$	Datos regularmente variables
$20 \leq CV < 25$	Datos variables
$CV \geq 25$	Datos muy variables

ANEXO 4

MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE *CASEARIA ARBOREA*

Nº	POROS		RADIOS								Número por mm	FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm ²	Radios grandes				Radios pequeños					D. total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
			Altura	Ancho	Número de células		Altura	Ancho	Número de células						
					Altura	Ancho			Altura	Ancho					
										15 x 40		8 x 4			
1	13	11	245	10	52	4	109	14	27	5	8	20	8	74	32
2	15	8	228	9	49	4	69	9	32	4	11	14	5	69	28
3	12	5	256	8	54	4	42	6	28	4	4	19	8	63	30
4	10	8	234	8	45	4	87	12	26	4	4	16	7	56	31
5	10	9	255	11	41	4	95	4	33	5	6	14	5	57	26
6	14	11	220	9	53	5	88	10	25	4	8	21	8	70	32
7	11	8	290	10	46	4	100	7	35	4	3	18	9	65	29
8	13	7	197	10	59	4	112	8	34	5	4	17	7	84	33
9	15	11	241	9	49	5	94	13	36	5	9	15	6	66	17
10	12	8	211	10	50	5	116	8	27	3	6	13	5	63	25
11	11	9	213	10	44	4	78	11	25	5	2	14	6	69	29
12	11	6	224	8	44	4	61	12	26	5	4	16	5	72	33
13	15	7	213	10	40	4	73	12	36	4	8	20	7	70	31
14	13	8	195	12	53	5	66	14	18	3	5	16	7	62	28
15	10	9	241	13	39	4	99	11	29	4	2	12	5	65	25
16	11	12	185	13	42	5	112	13	19	1	4	17	7	93	40
17	13	7	195	11	41	5	120	11	24	4	9	12	5	61	27
18	12	9	190	10	43	6	65	9	23	5	7	18	8	68	34
19	13	9	211	13	47	5	50	10	30	4	6	20	9	81	28
20	10	9	214	12	42	4	88	10	38	4	3	15	6	66	27

21	13	7	290	10	45	5	119	10	27	4	7	18	8	61	30
22	10	11	248	11	39	5	93	10	36	5	5	17	7	81	26
23	15	8	196	11	50	5	85	12	33	5	9	16	6	65	27
24	13	9	187	16	40	4	70	11	32	5	3	16	7	84	29
25	10	9	192	13	43	4	101	13	28	4	10	15	6	88	28
26	11	8	203	11	42	4	99	8	33	4	13	14	6	65	27
27	12	8	180	11	42	4	109	9	29	3	5	14	5	69	20
28	13	7	227	9	47	4	84	11	22	4	5	11	4	64	37
29	12	9	240	12	33	5	64	8	28	4	3	18	7	73	35
30	11	9	219	13	40	4	87	10	23	5	10	15	6	59	34
31	13	10	262	13	38	4	106	7	31	3	2	10	4	61	21
32	13	8	245	11	27	4	108	10	36	5	3	18	8	66	25
33	13	9	211	10	54	4	94	8	31	4	4	16	6	60	26
34	10	8	249	9	41	5	74	10	35	4	13	13	5	70	29
35	10	11	230	10	48	5	81	5	36	4	4	17	7	58	31
36	13	7	260	13	30	4	105	10	17	1	6	16	6	54	28
37	12	10	197	10	52	4	116	12	35	5	7	19	8	72	35
38	10	7	185	13	53	5	94	9	29	5	10	13	5	71	31
39	12	9	180	10	43	4	55	15	25	5	5	14	6	66	33
40	13	10	225	12	38	4	105	6	17	4	5	14	5	58	41
41	13	9	180	7	65	5	76	10	27	4	6	11	5	81	26
42	10	8	245	9	41	4	118	9	30	4	9	10	4	73	38
43	14	9	181	13	60	4	63	12	25	4	6	16	6	64	27
44	13	10	262	11	51	5	93	11	24	4	3	15	7	86	38
45	12	11	210	15	59	4	105	10	20	3	5	13	5	61	24
46	11	7	286	12	50	5	66	8	31	5	12	18	7	88	32
47	10	10	275	13	36	5	72	10	25	4	5	14	6	63	35
48	12	8	217	9	47	4	93	11	26	4	5	17	6	73	26
49	12	9	291	11	35	4	116	11	32	5	4	18	7	68	30
50	11	10	243	12	62	4	105	12	23	5	8	19	8	71	28
51	14	9	235	13	71	4	56	11	23	4	12	20	8	73	29

52	10	8	299	13	44	3	70	9	31	5	7	16	6	71	30
53	13	9	241	10	43	4	42	5	36	5	1	17	6	65	23
54	11	11	260	8	28	4	63	4	37	4	4	14	5	53	19
55	13	11	180	11	35	4	108	6	33	4	10	20	8	75	41
56	13	10	225	12	42	4	120	3	28	4	5	18	7	76	35
57	12	8	305	12	40	3	69	5	25	4	6	23	10	70	39
58	11	8	282	10	37	4	116	7	37	4	2	13	5	75	23
59	11	11	208	12	35	4	60	8	19	3	8	14	6	71	32
60	10	7	254	11	30	4	80	11	35	5	9	10	4	79	33
61	11	11	296	10	56	4	103	11	25	4	5	13	5	54	25
62	13	6	225	9	35	3	48	4	23	4	4	14	6	71	19
63	13	12	230	10	28	4	116	3	31	4	11	12	5	66	31
64	12	6	210	11	37	4	102	10	28	3	4	13	5	65	28
65	13	8	216	11	42	3	81	3	36	5	3	12	4	59	30
66	11	8	208	10	29	3	112	4	34	4	5	16	7	69	40
67	11	7	219	12	39	4	85	8	29	4	19	12	4	71	28
68	15	9	232	15	33	4	112	6	34	5	5	11	3	64	24
69	13	7	230	10	46	3	127	9	20	4	5	14	5	86	21
70	13	8	201	11	60	4	120	8	32	3	5	11	4	76	34
71	13	9	191	11	34	4	80	10	29	3	10	13	5	84	37
72	13	10	300	10	36	4	75	19	31	4	7	11	4	57	20
73	13	10	212	12	43	3	61	9	9	1	2	12	5	64	25
74	12	8	210	17	45	4	120	9	18	1	4	11	4	67	32
75	13	10	203	13	40	4	100	3	10	1	11	12	4	81	39
76	14	10	215	9	35	5	64	10	20	2	11	14	6	74	20
77	12	9	170	13	61	4	92	7	9	3	3	14	6	75	27
78	14	11	216	13	44	5	85	5	22	3	4	15	6	64	25
79	11	8	284	12	41	5	103	10	16	4	5	12	5	58	39
80	11	7	212	15	39	5	120	4	25	4	10	13	4	67	21
81	10	10	225	15	50	5	105	4	24	3	3	14	5	48	28

82	14	9	250	11	42	5	66	6	18	3	3	12	5	71	21
83	13	8	272	12	46	5	90	9	29	4	4	11	4	78	27
84	11	9	211	11	33	4	51	5	16	3	11	12	5	74	39
85	15	9	216	10	52	5	88	11	12	2	3	12	4	71	37
86	12	9	202	13	38	4	102	5	17	3	3	13	4	69	29
87	13	9	205	12	63	5	91	9	25	3	4	11	4	77	33
88	11	9	373	10	29	5	57	12	8	1	13	13	5	59	28
89	12	10	181	10	58	5	53	9	19	3	4	12	4	80	31
90	11	12	241	11	39	4	114	6	18	2	5	13	4	91	26
91	12	10	311	10	41	5	86	5	18	3	4	14	5	63	40
92	10	8	195	10	39	5	64	11	24	3	11	15	5	66	22
93	14	9	291	11	40	4	115	9	11	2	6	11	5	62	37
94	13	12	224	10	29	5	110	6	21	3	4	13	5	71	32
95	13	10	183	10	33	3	85	10	6	1	5	16	7	68	26
96	12	6	333	13	31	5	111	11	8	1	11	12	4	75	33
97	13	9	305	15	36	5	115	7	15	3	5	15	6	83	20
98	11	7	150	12	38	4	89	5	22	4	6	12	4	73	27
99	12	13	262	10	35	4	67	5	20	4	3	15	5	61	17
100	10	11	295	11	40	5	91	7	14	3	12	12	5	66	28
Sumatoria	1212	891	23168	1119	4324	429	8920	875	2547	369	622	1460	573	6933	2932
Promedio	12.12	8.91	231.68	11.19	43.24	4.29	89.20	8.75	25.47	3.69	6.22	14.6	5.73	69.33	29.32
Micras	159.50		1112.06	53.71			428.16	42.00				18.25	7.16	2166.56	916.25

ANEXO 5

MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE

FICUS AMERICANA

Nº	POROS		RADIOS				Número por mm	FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm ²	Altura	Ancho	Número de células			D. total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho					
					15 x 40						
1	20	2	120	9	14	1	6	22	1	42	13
2	8	1	110	8	19	2	1	26	2	41	9
3	11	1	55	4	28	4	7	21	1	49	14
4	9	2	85	6	23	2	7	24	2	35	11
5	12	1	80	5	27	3	3	18	2	41	13
6	11	6	57	8	24	3	9	28	2	45	13
7	11	2	85	5	19	3	4	21	1	39	13
8	13	5	100	9	17	1	0	16	1	50	17
9	22	1	70	5	22	2	2	22	1	37	12
10	14	2	100	9	12	2	5	25	1	38	12
11	10	3	80	7	23	3	2	22	2	40	11
12	9	2	79	7	30	4	2	16	1	43	10
13	15	1	90	4	12	2	4	22	1	41	11
14	11	6	68	8	16	2	2	16	1	43	11
15	11	4	80	5	20	3	5	19	1	42	11
16	15	2	96	6	22	3	8	14	1	48	13
17	8	2	80	8	26	3	4	18	1	40	14
18	10	2	90	9	11	1	4	16	1	51	13
19	15	3	80	5	7	1	2	16	1	50	10
20	13	1	76	3	16	2	4	20	1	43	12
21	13	2	70	5	27	3	8	21	2	46	10
22	12	4	89	4	12	3	4	22	2	44	13
23	7	3	85	10	24	3	6	20	1	46	14
24	11	3	72	9	25	3	4	18	1	65	10
25	16	3	85	7	19	2	5	20	1	42	10
26	15	4	190	10	13	2	3	22	1	66	11
27	19	5	95	12	21	2	2	20	2	41	10
28	9	4	90	9	31	3	2	13	2	36	11
29	11	3	76	10	17	3	3	20	1	38	11
30	14	4	80	7	31	3	3	25	1	42	11
31	9	2	116	10	49	4	1	26	1	46	15
32	14	5	99	6	22	3	1	24	1	43	13
33	15	7	115	10	22	2	4	18	1	53	13
34	15	3	88	10	26	2	3	21	1	46	13
35	15	4	83	8	23	4	1	16	1	40	12
36	14	3	85	11	27	3	2	20	1	32	10
37	14	2	60	5	25	3	2	18	1	43	11
38	14	6	61	9	44	3	7	22	1	42	8
39	11	1	68	5	43	4	2	19	1	49	11
40	10	4	207	8	8	1	1	17	1	37	10

41	8	1	105	6	16	2	6	23	2	45	8
42	9	3	110	8	25	2	4	26	1	38	10
43	9	3	77	7	25	3	1	17	1	44	12
44	12	4	85	11	18	2	3	18	1	44	12
45	13	3	88	9	13	2	4	18	1	43	10
46	11	3	134	13	29	5	5	27	1	34	13
47	11	1	178	10	22	2	3	30	1	43	9
48	7	1	102	10	17	3	1	26	1	47	12
49	9	2	117	8	34	4	2	31	1	46	10
50	17	5	90	8	20	3	7	24	1	37	10
51	12	2	128	12	14	3	4	24	1	54	12
52	13	3	98	7	35	4	3	16	1	40	10
53	15	1	69	8	30	4	1	19	1	44	10
54	9	1	73	7	15	3	4	15	1	46	13
55	21	5	90	5	10	3	3	16	1	38	12
56	20	1	59	4	21	3	2	19	1	41	10
57	10	4	159	6	13	1	2	18	1	38	12
58	8	3	99	8	28	3	4	21	2	43	13
59	13	1	90	8	59	4	4	15	1	45	9
60	13	1	105	10	18	2	3	22	1	53	12
61	12	2	70	9	14	1	3	19	1	49	13
62	7	8	98	11	24	2	4	20	1	39	11
63	12	4	155	12	30	4	3	18	1	42	12
64	9	2	152	9	14	2	2	25	2	44	13
65	8	0	85	9	27	4	4	24	2	55	12
66	13	5	85	10	28	3	5	19	1	41	11
67	22	2	118	10	24	2	4	20	1	43	13
68	11	4	75	8	17	2	7	22	1	40	10
69	9	2	89	9	14	2	5	23	1	44	10
70	14	5	222	10	53	4	6	15	1	39	13
71	14	5	86	11	32	5	5	22	2	56	10
72	15	5	90	7	18	3	4	23	1	49	9
73	15	1	87	10	13	1	1	18	1	35	11
74	10	2	56	9	22	4	6	18	1	41	9
75	12	0	81	9	21	3	5	22	2	56	10
76	20	3	84	8	24	3	8	20	1	48	11
77	7	3	100	4	9	1	4	18	1	50	11
78	8	2	155	8	14	1	1	18	1	42	10
79	13	1	140	9	22	3	2	24	1	46	10
80	13	3	78	7	21	3	4	25	1	25	12
81	16	1	79	5	32	4	4	23	1	44	9
82	13	3	86	9	25	2	7	26	1	49	7
83	15	3	80	7	19	3	2	21	1	43	12
84	15	3	170	7	50	5	5	20	1	56	10
85	14	2	155	8	14	2	1	19	1	41	10
86	10	1	201	10	20	2	3	22	1	42	13
87	12	1	108	9	23	2	7	21	1	38	11
88	13	3	86	8	26	2	3	20	1	49	10
89	17	2	95	7	41	3	0	18	1	45	13

90	16	3	153	6	19	2	5	22	1	42	11
91	15	2	80	5	15	2	2	18	1	44	10
92	14	2	177	10	22	3	2	25	2	36	11
93	14	1	57	4	18	2	5	18	1	47	10
94	8	3	88	10	23	2	2	25	2	40	11
95	9	5	92	4	33	4	3	16	1	41	12
96	12	5	75	6	25	3	6	28	2	39	10
97	11	3	225	12	14	2	5	22	2	41	14
98	7	1	94	7	21	2	1	24	2	50	11
99	10	3	101	9	34	3	4	19	1	42	11
100	10	1	114	9	67	5	5	21	2	39	12
Sumatoria	1241	276	10073	791	2341	269	366	2070	121	4370	1128
Promedio	12.41	2.76	100.73	7.91	23.41	2.69	3.66	20.70	1.21	43.70	11.28
Micras	163.32		483.50	37.97				25.88	1.51	1365.63	352.50

ANEXO 6

MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE

HAPLORHUS PERUVIANA

Nº	POROS		RADIOS				Número por mm	FIBRAS				VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm ²	Altura	Ancho	Número de células			D. total	Esp. Pared	Longitud	Longitud	
					Altura	Ancho						15 x 40
1	22	25	67	5	39	3	5	10	2	26	7	
2	13	24	65	6	15	2	7	8	3	25	7	
3	19	26	69	7	10	2	5	12	3	28	6	
4	22	24	60	5	25	4	4	12	3	23	5	
5	24	17	75	7	13	1	4	10	3	23	5	
6	14	17	61	4	8	1	7	11	3	25	8	
7	21	18	55	4	14	2	7	12	3	24	9	
8	13	22	43	5	11	2	6	12	4	20	8	
9	13	21	51	6	19	2	5	9	3	24	6	
10	16	23	54	5	29	3	4	11	4	25	6	
11	14	18	40	3	9	1	5	9	3	23	5	
12	15	19	41	5	19	3	6	11	3	21	7	
13	23	17	45	5	18	1	6	10	2	20	5	
14	18	21	53	6	23	2	4	12	4	22	6	
15	11	23	44	4	34	2	5	9	3	20	9	
16	14	21	39	5	39	2	3	8	2	20	7	
17	17	15	39	4	16	2	6	11	3	20	6	
18	13	22	36	5	24	3	6	8	3	25	6	
19	16	25	43	5	14	2	5	8	3	21	7	
20	22	23	38	4	26	3	6	7	2	24	7	
21	11	21	79	6	25	3	6	10	3	25	5	
22	15	23	48	4	24	3	6	8	2	22	4	
23	14	20	110	7	11	2	7	11	2	25	5	
24	16	19	40	4	19	2	6	11	3	26	6	
25	18	20	67	7	13	2	7	9	2	21	7	
26	12	23	32	4	13	1	7	9	2	26	5	
27	10	23	70	4	7	1	8	10	2	22	7	
28	15	21	56	5	24	2	6	8	2	26	7	
29	15	19	62	6	20	2	5	7	2	28	7	
30	18	20	55	4	26	2	4	9	2	27	5	
31	15	19	40	3	29	3	7	9	2	26	4	
32	8	16	61	4	28	3	8	10	3	25	7	
33	13	14	65	5	21	2	7	12	2	30	6	
34	10	22	44	4	18	2	7	11	3	23	7	
35	12	17	64	7	19	3	6	9	2	24	6	
36	15	23	33	4	22	2	8	8	2	29	6	

37	14	2	60	5	25	3	2	18	1	43	11
38	14	6	61	9	44	3	7	22	1	42	8
39	11	1	68	5	43	4	2	19	1	49	11
40	10	4	207	8	8	1	1	17	1	37	10
41	8	1	105	6	16	2	6	23	2	45	8
42	9	3	110	8	25	2	4	26	1	38	10
43	9	3	77	7	25	3	1	17	1	44	12
44	12	4	85	11	18	2	3	18	1	44	12
45	13	3	88	9	13	2	4	18	1	43	10
46	11	3	134	13	29	5	5	27	1	34	13
47	11	1	178	10	22	2	3	30	1	43	9
48	7	1	102	10	17	3	1	26	1	47	12
49	9	2	117	8	34	4	2	31	1	46	10
50	17	5	90	8	20	3	7	24	1	37	10
51	12	2	128	12	14	3	4	24	1	54	12
52	13	3	98	7	35	4	3	16	1	40	10
53	15	1	69	8	30	4	1	19	1	44	10
54	9	1	73	7	15	3	4	15	1	46	13
55	21	5	90	5	10	3	3	16	1	38	12
56	20	1	59	4	21	3	2	19	1	41	10
57	10	4	159	6	13	1	2	18	1	38	12
58	8	3	99	8	28	3	4	21	2	43	13
59	13	1	90	8	59	4	4	15	1	45	9
60	13	1	105	10	18	2	3	22	1	53	12
61	12	2	70	9	14	1	3	19	1	49	13
62	7	8	98	11	24	2	4	20	1	39	11
63	12	4	155	12	30	4	3	18	1	42	12
64	9	2	152	9	14	2	2	25	2	44	13
65	8	0	85	9	27	4	4	24	2	55	12
66	13	5	85	10	28	3	5	19	1	41	11
67	22	2	118	10	24	2	4	20	1	43	13
68	11	4	75	8	17	2	7	22	1	40	10
69	9	2	89	9	14	2	5	23	1	44	10
70	14	5	222	10	53	4	6	15	1	39	13
71	14	5	86	11	32	5	5	22	2	56	10
72	15	5	90	7	18	3	4	23	1	49	9
73	15	1	87	10	13	1	1	18	1	35	11
74	10	2	56	9	22	4	6	18	1	41	9
75	12	0	81	9	21	3	5	22	2	56	10
76	20	3	84	8	24	3	8	20	1	48	11
77	7	3	100	4	9	1	4	18	1	50	11
78	8	2	155	8	14	1	1	18	1	42	10
79	13	1	140	9	22	3	2	24	1	46	10
80	13	3	78	7	21	3	4	25	1	25	12
81	16	1	79	5	32	4	4	23	1	44	9
82	13	3	86	9	25	2	7	26	1	49	7

83	14	20	72	7	26	4	4	12	3	22	5
84	23	25	85	7	28	3	6	8	2	26	6
85	20	22	57	5	12	3	7	9	2	25	5
86	15	28	75	6	23	3	3	10	3	23	7
87	13	22	63	5	26	3	4	10	2	21	4
88	17	19	35	4	24	3	6	10	2	22	7
89	12	19	33	3	22	3	5	11	3	20	7
90	10	17	77	7	10	1	7	9	2	28	4
91	13	23	43	3	22	3	5	7	2	26	5
92	13	24	64	6	21	3	5	14	3	20	7
93	11	17	40	5	13	2	8	6	2	21	4
94	15	20	36	6	32	2	5	10	2	25	5
95	14	18	50	3	14	2	6	11	3	24	4
96	15	22	31	3	16	1	2	8	2	23	5
97	18	22	57	4	12	2	6	10	2	20	5
98	20	24	64	5	24	2	5	7	2	21	6
99	17	20	105	6	28	2	6	7	2	24	5
100	15	25	53	4	8	1	4	9	2	29	7
Sumatoria	1507	2190	5724	505	2052	227	605	935	238	2391	584
Promedio	15.07	21.9	57.24	5.05	20.52	2.27	6.05	9.35	2.38	23.91	5.84
Micras	72.34		274.75	24.24				11.69	2.98	747.19	182.5

ANEXO 7

MEDICION DE ELEMENTOS ANATOMICOS DE LA ESPECIE

MARILA TOMENTOSA

Nº	POROS		RADIOS				Número por mm	FIBRAS			VASOS	
	Diámetro tangencial	Número por mm ²	Altura	Ancho	Número de células			D. total	Esp. Pared	Longitud	Longitud	
					Altura	Ancho						
					15 x 40							8 x 4
1	10	2	60	3	18	2	10	15	1	41	14	
2	13	2	66	3	17	3	6	16	1	42	13	
3	10	2	84	5	29	2	6	11	1	21	14	
4	12	3	98	4	20	2	8	10	1	31	10	
5	11	3	85	6	22	1	10	13	1	31	13	
6	13	3	113	5	40	3	8	14	1	34	9	
7	10	3	112	4	34	3	8	10	1	38	14	
8	13	3	73	5	16	2	7	9	1	33	12	
9	10	3	124	7	27	2	8	11	1	29	9	
10	13	3	102	5	20	2	8	12	1	32	15	
11	13	4	161	5	25	3	5	9	1	34	14	
12	12	4	97	4	16	2	8	13	1	36	16	
13	14	4	100	5	17	1	9	15	1	33	10	
14	11	4	150	7	32	3	6	12	1	38	12	
15	12	4	74	4	79	4	8	13	1	34	10	
16	11	4	82	5	57	4	6	13	1	39	15	
17	10	4	125	5	31	2	13	18	1	28	11	
18	9	4	86	6	30	3	10	19	1	37	14	
19	12	4	75	5	23	2	8	12	1	26	14	
20	11	4	140	9	43	3	6	14	1	36	10	
21	9	4	109	3	33	3	10	11	1	38	9	
22	14	4	140	3	26	2	7	10	1	32	10	
23	15	4	101	6	24	2	6	11	1	36	16	
24	15	4	123	5	21	2	6	11	1	38	10	
25	10	4	155	9	24	2	11	8	1	37	14	
26	12	4	141	4	45	5	9	13	1	35	11	
27	13	5	82	3	7	1	4	11	1	32	9	
28	13	5	50	4	18	1	10	10	1	41	13	
29	13	5	65	4	29	2	9	13	1	30	13	
30	10	5	95	5	40	4	9	12	1	38	11	
31	11	5	82	5	24	1	8	16	2	33	10	
32	14	5	94	4	13	2	7	19	1	33	10	
33	10	5	87	3	15	2	8	15	1	40	13	
34	13	5	105	6	23	2	9	11	1	36	13	
35	10	5	184	7	18	2	8	14	2	35	17	
36	9	5	95	4	23	2	7	20	2	46	13	
37	9	5	70	7	44	4	10	19	1	40	11	
38	13	5	93	3	40	3	8	16	1	34	11	

39	13	5	132	8	36	1	7	15	1	31	14
40	14	5	136	6	43	2	5	17	1	38	8
41	14	5	104	5	19	2	6	14	1	37	13
42	9	5	60	4	20	1	9	10	1	37	14
43	11	5	93	5	26	3	6	16	1	35	11
44	10	5	133	3	44	3	4	10	1	38	10
45	10	5	160	4	42	3	7	10	1	43	8
46	11	5	176	9	22	3	8	11	1	41	12
47	12	5	157	9	15	2	7	20	2	38	12
48	11	6	81	3	20	3	7	10	1	40	10
49	9	6	66	3	19	2	6	14	1	32	10
50	10	6	50	3	19	1	7	12	1	42	13
51	13	6	132	9	31	3	10	13	1	36	10
52	10	6	144	3	16	2	6	12	1	38	10
53	10	6	101	9	20	3	9	12	1	43	15
54	12	6	128	10	16	2	7	14	1	39	12
55	9	6	80	6	22	3	13	15	1	33	11
56	11	6	96	3	22	2	11	14	1	34	10
57	11	6	104	8	30	3	7	12	1	40	10
58	12	6	75	5	17	2	6	10	1	39	12
59	12	6	70	3	31	3	10	11	1	40	12
60	12	6	121	7	38	2	13	17	1	37	10
61	10	6	110	4	44	4	10	15	1	33	11
62	12	6	76	6	18	3	6	20	1	44	11
63	13	6	112	8	35	3	7	11	1	32	12
64	13	6	148	5	15	2	9	14	1	39	13
65	12	7	121	5	29	3	11	17	1	38	12
66	12	7	155	8	14	1	9	14	2	41	11
67	14	7	99	3	14	2	11	14	1	34	9
68	10	7	102	6	20	2	5	13	1	39	10
69	10	7	85	7	43	3	8	12	1	43	14
70	13	7	165	8	39	2	11	10	1	37	10
71	11	7	88	5	19	2	10	9	1	45	13
72	11	7	60	5	26	2	12	17	1	40	13
73	10	7	122	7	28	3	10	15	1	41	13
74	15	7	111	7	25	3	13	14	1	43	12
75	14	7	151	8	39	2	8	16	1	39	11
76	12	7	192	7	14	1	11	17	1	33	8
77	13	7	86	6	19	1	5	14	1	38	12
78	11	7	71	4	31	2	6	17	2	32	8
79	11	7	113	8	18	2	6	15	2	41	10
80	15	7	92	9	40	3	13	14	1	42	10
81	16	7	69	7	34	2	8	12	1	40	7
82	15	7	140	3	28	2	8	10	2	39	12
83	10	7	132	5	21	2	7	10	1	39	14
84	10	7	55	3	46	4	6	19	1	31	15
85	10	7	95	4	16	2	6	18	1	35	8
86	12	8	77	4	16	2	7	15	1	36	10
87	12	8	88	7	50	3	6	19	1	34	14

88	10	8	115	8	19	2	9	11	1	37	10
89	11	8	150	5	28	2	7	15	1	43	15
90	9	8	62	5	40	3	7	10	1	30	10
91	10	8	84	5	24	2	8	15	1	37	14
92	11	8	120	7	23	3	8	11	1	35	12
93	11	8	161	8	25	2	9	18	2	30	11
94	10	8	93	7	26	3	9	16	1	41	12
95	11	8	82	5	19	1	9	15	1	39	13
96	12	9	78	4	28	3	8	16	1	43	9
97	11	9	73	4	49	2	9	22	2	29	12
98	12	9	65	5	26	3	13	16	2	40	10
99	11	9	100	9	18	2	9	14	1	39	11
100	11	9	106	7	31	3	10	18	1	34	13
Sumatoria	1156	570	10481	550	2728	236	819	1376	111	3663	1165
Promedio	11.56	5.7	104.81	5.5	27.28	2.36	8.19	13.76	1.11	36.63	11.65
Micras	152.13		503.09	26.4				17.2	1.39	1144.69	364.06

ANEXO 8

MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE

PTEROCARPUS SANTALINOIDES

Nº	POROS		RADIOS				Número por mm	FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm ²	Altura	Ancho	Número de células			D. total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho					
	15 x 40		8 x 4								
1	11	3	60	5	19	2	7	14	4	43	11
2	10	5	60	4	18	2	13	9	3	48	9
3	11	3	65	6	16	2	9	16	5	49	9
4	12	1	63	5	20	2	10	12	3	40	10
5	11	6	59	4	17	2	7	12	3	39	10
6	8	2	63	4	21	2	8	8	3	50	9
7	10	4	61	5	19	2	8	11	4	55	9
8	12	2	64	3	12	2	12	10	3	43	11
9	10	6	60	3	15	2	12	10	4	47	11
10	10	2	45	3	17	2	13	11	4	44	9
11	13	2	55	4	16	2	12	10	3	48	9
12	12	3	44	5	15	2	10	11	3	39	11
13	13	3	57	3	18	2	7	11	4	45	10
14	11	1	48	3	13	2	10	11	4	42	10
15	8	3	49	4	17	2	8	12	4	44	9
16	9	2	46	4	19	2	8	11	3	37	9
17	10	5	51	5	16	2	9	11	4	38	9
18	10	3	55	5	17	2	9	15	4	50	11
19	13	1	63	6	18	2	12	11	3	43	8
20	11	3	52	6	16	2	8	12	4	46	10
21	13	1	55	6	15	2	8	13	4	48	10
22	10	2	61	3	13	2	9	12	2	39	11
23	12	8	50	6	13	2	10	13	5	49	10
24	8	6	60	5	16	2	10	13	5	48	10
25	10	6	49	5	22	2	12	11	4	48	10
26	11	4	61	5	13	3	7	9	3	46	9
27	9	1	56	3	13	2	9	12	3	45	10
28	10	6	56	3	16	2	7	10	4	42	9
29	11	1	51	4	18	2	9	8	3	45	11
30	9	3	43	5	16	2	7	11	3	46	10
31	11	4	50	7	18	2	14	13	4	46	10
32	13	1	49	5	12	2	13	12	4	47	11
33	14	5	59	5	15	2	13	11	4	40	10
34	10	1	45	3	11	2	11	10	3	44	11
35	9	5	43	5	13	2	12	10	4	49	10
36	9	8	52	6	15	2	10	8	2	44	11
37	11	6	50	7	18	2	12	11	4	50	11
38	11	3	50	4	16	2	9	10	3	40	10

39	10	2	55	4	14	2	9	12	3	41	10
40	8	2	55	4	20	2	12	11	3	40	10
41	9	2	48	3	18	2	10	11	3	45	10
42	9	3	57	5	19	2	11	9	3	43	10
43	10	4	64	5	14	2	11	11	3	51	11
44	9	3	50	4	15	2	14	12	4	42	10
45	11	5	52	4	18	2	12	10	3	41	11
46	10	2	45	5	19	2	11	10	3	40	10
47	9	4	42	4	15	2	8	10	4	43	10
48	11	1	48	3	15	2	11	13	4	47	10
49	11	2	60	5	14	2	12	11	3	45	10
50	12	4	52	5	15	2	16	12	2	42	11
51	10	1	57	5	16	2	10	10	4	41	10
52	11	2	59	4	17	2	9	9	3	47	9
53	9	1	45	3	19	2	11	11	4	39	10
54	10	4	47	4	16	2	10	11	3	38	10
55	7	2	50	3	19	2	18	8	3	38	11
56	8	2	48	5	16	2	13	10	3	42	10
57	8	1	61	5	15	2	9	8	3	50	11
58	7	7	60	5	17	2	11	11	3	46	11
59	7	5	51	3	15	2	15	10	3	41	10
60	10	3	55	4	18	2	14	12	3	45	10
61	10	1	55	3	16	2	12	14	4	33	10
62	11	4	54	4	16	2	8	12	4	47	11
63	10	4	51	3	17	2	15	11	3	40	11
64	8	6	49	3	15	2	14	9	3	50	10
65	10	6	57	7	14	2	16	13	3	38	11
66	10	3	65	3	17	2	14	11	3	37	10
67	10	1	50	4	17	2	13	13	3	37	10
68	10	5	68	4	19	2	14	11	3	52	10
69	12	5	51	5	17	2	11	12	3	49	9
70	13	7	55	5	17	2	12	14	4	45	9
71	12	3	59	5	18	2	7	12	4	39	10
72	11	3	55	5	20	2	10	11	4	37	10
73	13	4	48	5	12	2	11	10	3	51	11
74	11	4	63	5	12	1	12	10	3	49	10
75	14	1	60	6	16	2	15	11	3	43	11
76	10	3	57	3	14	2	17	11	3	41	12
77	9	2	50	3	10	1	15	10	4	40	10
78	11	7	55	3	11	2	13	8	3	41	10
79	12	5	53	3	15	2	12	9	3	41	10
80	13	6	55	3	15	2	7	11	3	42	10
81	10	1	51	3	13	2	9	13	3	43	9
82	13	2	48	3	15	2	9	14	5	38	9
83	10	2	59	3	11	1	7	11	4	39	10
84	12	1	52	4	13	2	14	15	5	42	11
85	10	2	52	3	15	2	15	10	3	47	10
86	9	3	57	3	14	2	14	11	3	40	9

87	12	1	108	9	23	2	7	21	1	38	11
88	13	3	86	8	26	2	3	20	1	49	10
89	17	2	95	7	41	3	0	18	1	45	13
90	16	3	153	6	19	2	5	22	1	42	11
91	15	2	80	5	15	2	2	18	1	44	10
92	14	2	177	10	22	3	2	25	2	36	11
93	14	1	57	4	18	2	5	18	1	47	10
94	8	3	88	10	23	2	2	25	2	40	11
95	9	5	92	4	33	4	3	16	1	41	12
96	12	5	75	6	25	3	6	28	2	39	10
97	11	3	225	12	14	2	5	22	2	41	14
98	7	1	94	7	21	2	1	24	2	50	11
99	10	3	101	9	34	3	4	19	1	42	11
100	10	1	114	9	67	5	5	21	2	39	12
Sumatoria	1241	276	10073	791	2341	269	366	2070	121	4370	1128
Promedio	12.41	2.76	100.73	7.91	23.41	2.69	3.66	20.70	1.21	43.70	11.28
Micras	163.32		483.50	37.97				25.88	1.51	1365.63	352.50