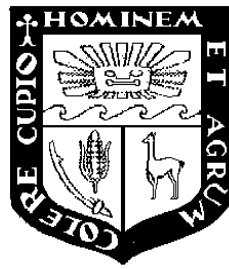


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Caracterización anatómica de 9  
especies forestales de la Concesión  
Industrial Maderera Zapote en Loreto  
(Perú)**

*Tesis para optar el Título de*  
**INGENIERO FORESTAL**

**José Alfredo Ugarte Oliva**

Lima – Perú

2009

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. JOSÉ ALFREDO UGARTE OLIVA, intitulado “CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE 9 ESPECIES FORESTALES DE LA CONCESIÓN INDUSTRIAL MADERERA ZAPOTE EN LORETO (PERÚ)”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de .....

En consecuencia queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 13 de febrero de 2009

.....  
Ing. Milciades Leonidas Miguel  
Castro  
Presidente

.....  
Ing. Julio César Canchucaya Rojas  
Miembro

.....  
Dr. Percy Amilcar Zevallos Pollito  
Miembro

.....  
Ing. Manuel Chavesta Custodio  
Patrocinador

## *DEDICATORIA*

A mi familia, Lucho, Charo, Luchín y Calulo.

## *AGRADECIMIENTOS*

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento*

*A mis padres por brindarme su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida y por haberme forjado como hombre y como profesional.*

*A mis hermanos con quienes he compartido y compartiré mis logros.*

*A Manuel Chavesta, David Huamán y Aldo Cárdenas por el apoyo brindado en la realización de esta investigación y por enriquecer mi vocación a la ingeniería forestal.*

*A Martín Bailetti por la valiosa ayuda en el diseño y creación de la base de datos.*

## *RESUMEN*

El objetivo de la presente investigación fue caracterizar la estructura anatómica y elaborar dos claves de identificación, una dicotómica y otra basada en un sistema computarizado creado en Microsoft Access 7,0, para nueve especies forestales procedentes del segundo Plan Operativo Anual de la empresa Industrial Maderera Zapote (IMAZA) localizada en Iquitos – Loreto. La descripción de las características generales y macroscópicas de las maderas se obtuvo de muestras de xiloteca en condición seca al aire y las características microscópicas de láminas histológicas y tejido macerado.

A nivel macroscópico destaca el olor agradable en *Anaueria brasiliensis*, olor desagradable y radios estratificados en *Swartzia pollyphylla*, el floema incluido en *Dacryodes nitens* y *Lecythis pisonis*; así como también la presencia de abundante tilosis en *Lecythis pisonis* y de gomas de color oscuro en *Tetragastris panamensis*.

A nivel microscópico, las maderas de *Mollia lepidota* y *Sterculia frondosa* se caracterizan por ser de fibra larga; resalta además la presencia de sílice en *Anacardium giganteum*, *Anaueria brasiliensis*, *Dacryodes nitens*, *Lecythis pisonis* y *Tetragastris panamensis*; la presencia de fibras septadas en *Dacryodes nitens* y *Tetragastris panamensis*; fibras estratificadas en *Swartzia polyphylla* y *Sterculia frondosa*; y de células baldosas en *Mollia lepidota*. Respecto a las claves, se concluye que las dos claves funcionan apropiadamente cuando son empleadas por personas con conocimientos elementales en Anatomía de la Madera.

# ÍNDICE

	Página
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>VI</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>2</b>
2.1 LA ANATOMÍA DE LA MADERA .....	2
2.2 ANTECEDENTES DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO .....	5
2.3 CLAVES DE IDENTIFICACIÓN .....	15
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN .....	17
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	17
3.2.1 Muestras de madera .....	17
3.2.2 Materiales de laboratorio.....	19
3.2.3 Equipos de laboratorio .....	20
3.2.4 materiales de gabinete.....	20
3.3 METODOLOGÍA.....	21
3.3.1 Preparación de muestras para el estudio anatómico .....	21
3.3.2 Microtecnia.....	21
3.3.3 Toma y registro de imágenes fotográficas .....	23
3.3.4 Evaluación de resultados.....	23
3.3.5 Preparación de claves de identificación .....	24
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>26</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES .....	26
4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	62
4.2.1 Características generales y organolépticas.....	62
4.2.2 Características macroscópicas .....	63
4.2.3 Características microscópicas .....	64
4.2.4 Análisis estadístico de las dimensiones de los elementos xilemáticos .....	69
4.3 CLAVES DE IDENTIFICACIÓN .....	71
4.3.1 Clave dicotómica .....	71
4.3.2 Clave de identificación computarizada.....	72
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>78</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>80</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>81</b>
<b>ANEXO 1</b> .....	<b>84</b>
CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.....	84
<b>ANEXO 2</b> .....	<b>88</b>

NORMA COPANT 30:1-19. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES, MACROSCÓPICAS Y MICROSCÓPICAS DE LA MADERA.....	88
<b>ANEXO 3</b> .....	<b>93</b>
LISTA DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MADERAS DURAS- IAWA (1989) .....	93
<b>ANEXO 4</b> .....	<b>98</b>
TABLAS DE COEFICIENTE VARIABILIDAD ESTABLECIDA POR RUBIO (2002) .....	98
<b>ANEXO 5</b> .....	<b>99</b>
TABLAS SECUNDARIAS DE LA BASE DE DATOS CREADA EN MICROSOFT ACCESS 7,0.....	99
<b>ANEXO 6</b> .....	<b>101</b>
TABLAS INTERMEDIAS DE LA BASE DE DATOS CREADA EN MICROSOFT ACCESS 7,0 .....	101

## *Lista de cuadros*

	Página
<b>CUADRO 1</b> ESPECIES ESTUDIADAS PROVENIENTES DE LA CONCESIÓN “INDUSTRIAL MADERA ZAPOTE” .....	17
<b>CUADRO 2</b> CARACTERÍSTICAS GENERALES, ORGANOLÉPTICAS Y MACROSCÓPICAS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.....	67
<b>CUADRO 3</b> CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.....	68
<b>CUADRO 4</b> VALORES ESTADÍSTICOS DE LOS ELEMENTOS XILEMÁTICOS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.....	70
<b>CUADRO 5</b> TABLA PRINCIPAL - ESPECIE .....	73



## Lista de figuras

	Página
<b>FIGURA 1</b>	MAPA DE UBICACIÓN DEL SEGUNDO PLAN OPERATIVO DE LA CONCESIÓN IMAZA .....18
<b>FIGURA 2</b>	MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>ANACARDIUM GIGANTEUM</i> . .....28
<b>FIGURA 3</b>	ELEMENTO VASCULAR (40X) Y FIBRA (40X) DE <i>ANACARDIUM GIGANTEUM</i> . .....28
<b>FIGURA 4</b>	CORTE TRANSVERSAL DE <i>ANACARDIUM GIGANTEUM</i> (40X). .....29
<b>FIGURA 5</b>	CORTE RADIAL DE <i>ANACARDIUM GIGANTEUM</i> (40X). .....29
<b>FIGURA 6</b>	RADIOS UNISERIADOS EN CORTE TANGENCIAL DE <i>ANACARDIUM GIGANTEUM</i> (40X). .....29
<b>FIGURA 7</b>	MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>ANAUERIA BRASILIENSIS</i> . .....32
<b>FIGURA 8</b>	ELEMENTO VASCULAR (40X) Y FIBRA (40X) DE <i>ANAUERIA BRASILIENSIS</i> . .....32
<b>FIGURA 9</b>	CORTE TRANSVERSAL DE <i>ANAUERIA BRASILIENSIS</i> (40X). .....33
<b>FIGURA 10</b>	CÉLULAS OLEOSAS EN CORTE RADIAL DE <i>ANAUERIA BRASILIENSIS</i> (40X). .....33
<b>FIGURA 11</b>	CORTE TANGENCIAL DE <i>ANAUERIA BRASILIENSIS</i> (40X Y 100X) .....33
<b>FIGURA 12</b>	MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>DACRYODES NITENS</i> . .....36
<b>FIGURA 13</b>	TILOSIS EN ELEMENTO VASCULAR (40X) Y FIBRA SEPTADA (40X) DE <i>DACRYODES NITENS</i> . .....36
<b>FIGURA 14</b>	TILOSIS ABUNDANTE EN POROS EN CORTE TRANSVERSAL DE <i>DACRYODES NITENS</i> (40X) .....37
<b>FIGURA 15</b>	FIBRAS SEPTADAS, CRISTALES Y SÍLICE EN CORTE RADIAL DE <i>DACRYODES NITENS</i> (40X Y 100X). .....37
<b>FIGURA 16</b>	CORTE TANGENCIAL DE <i>DACRYODES NITENS</i> (40X Y 100X). .....37
<b>FIGURA 17</b>	MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>HIMATANTHUS SUCUUBA</i> . .....40
<b>FIGURA 18</b>	ELEMENTO VASCULAR (40X) Y FIBRA (40X) DE <i>HIMATANTHUS SUCUUBA</i> . .....40
<b>FIGURA 19</b>	CORTE TRANSVERSAL DE <i>HIMATANTHUS SUCUUBA</i> (40X). .....41
<b>FIGURA 20</b>	CORTE RADIAL DE <i>HIMATANTHUS SUCUUBA</i> (40X) .....41
<b>FIGURA 21</b>	CORTE TANGENCIAL DE <i>HIMATANTHUS SUCUUBA</i> (40X Y 100X). .....41
<b>FIGURA 22</b>	MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>LECYTHIS PISONIS</i> . .....44
<b>FIGURA 23</b>	TILOSIS EN ELEMENTO VASCULAR (40X) Y FIBRA (40X) DE <i>LECYTHIS PISONIS</i> . .....44
<b>FIGURA 24</b>	TILOSIS EN POROS EN CORTE TRANSVERSAL DE <i>LECYTHIS PISONIS</i> (40X). .....45
<b>FIGURA 25</b>	FLOEMA INCLUIDO EN CORTE RADIAL DE <i>LECYTHIS PISONIS</i> (40X). .....45
<b>FIGURA 26</b>	TILOSIS EN CORTE TANGENCIAL DE <i>LECYTHIS PISONIS</i> (40X Y 100X). .....45
<b>FIGURA 27</b>	MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>MOLLIA LEPIDOTA</i> . .....48
<b>FIGURA 28</b>	ELEMENTO VASCULAR (40X) Y FIBRA (40X) DE <i>MOLLIA LEPIDOTA</i> . .....48
<b>FIGURA 29</b>	CORTE TRANSVERSAL DE <i>MOLLIA LEPIDOTA</i> (40X). .....49
<b>FIGURA 30</b>	CORTE RADIAL DE <i>MOLLIA LEPIDOTA</i> (40X). .....49
<b>FIGURA 31</b>	RADIOS DE DOS TAMAÑOS DISTINTOS Y FUSIONADOS LONGITUDINALMENTE EN CORTE TANGENCIAL DE <i>MOLLIA LEPIDOTA</i> (40X Y 100X). .....49
<b>FIGURA 32</b>	MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>STERCULIA FRONDOSA</i> . .....52
<b>FIGURA 33</b>	ELEMENTO VASCULAR (40X) Y FIBRA (40X) DE <i>STERCULIA FRONDOSA</i> . .....52
<b>FIGURA 34</b>	CORTE TRANSVERSAL DE <i>STERCULIA FRONDOSA</i> (40X). .....53
<b>FIGURA 35</b>	CORTE RADIAL DE <i>STERCULIA FRONDOSA</i> (40X). .....53
<b>FIGURA 36</b>	RADIOS DE DOS TAMAÑOS DISTINTOS, FIBRAS ESTRATIFICADAS Y CÉLULAS ENVOLVENTES EN CORTE TANGENCIAL DE <i>STERCULIA FRONDOSA</i> (40X Y 100X). .....53
<b>FIGURA 37</b>	MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>SWARTZIA POLYPHYLLA</i> . .....56
<b>FIGURA 38</b>	ELEMENTO VASCULAR (40X) Y FIBRA (40X) DE <i>SWARTZIA POLYPHYLLA</i> . .....56
<b>FIGURA 39</b>	CORTE TRANSVERSAL DE <i>SWARTZIA POLYPHYLLA</i> (40X). .....57
<b>FIGURA 40</b>	CORTE RADIAL DE <i>SWARTZIA POLYPHYLLA</i> (40X Y 100X). .....57
<b>FIGURA 41</b>	FIBRAS, RADIOS Y PARÉNQUIMA LONGITUDINAL ESTRATIFICADOS EN CORTE TANGENCIAL DE <i>SWARTZIA POLYPHYLLA</i> (40X Y 100X). .....57
<b>FIGURA 42</b>	MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>TETRAGASTRIS PANAMENSIS</i> .....60
<b>FIGURA 43</b>	ELEMENTO VASCULAR (40X) Y FIBRA (40X) DE <i>TETRAGASTRIS PANAMENSIS</i> . .....60
<b>FIGURA 44</b>	CORTE TRANSVERSAL DE <i>TETRAGASTRIS PANAMENSIS</i> (40X). .....61
<b>FIGURA 45</b>	SÍLICE, GOMAS Y FIBRAS SEPTADAS EN CORTE RADIAL DE <i>TETRAGASTRIS PANAMENSIS</i> (40X Y 100X). .....61
<b>FIGURA 46</b>	RADIOS UNISERIADOS EN CORTE TANGENCIAL DE <i>TETRAGASTRIS PANAMENSIS</i> (40X Y 100X). .....61
<b>FIGURA 47</b>	RELACIONES ENTRE TABLA PRINCIPAL Y TABLAS SECUNDARIAS QUE NO REQUIEREN UNA TABLA INTERMEDIA .....74

<b>FIGURA 48</b>	RELACIONES ENTRE TABLA PRINCIPAL Y TABLAS INTERMEDIAS Y SECUNDARIAS.....	75
<b>FIGURA 49</b>	VISTA INICIAL DE CONSULTA DE ESPECIES .....	76
<b>FIGURA 50</b>	RESULTADOS DE CONSULTA INGRESANDO SÓLO LA CARACTERÍSTICA “COLOR ROJO” .....	77

## ***1. INTRODUCCIÓN***

El Perú es un país megadiverso, y dentro de ello resalta la gran diversidad de especies forestales, lo que proporciona un envidiable potencial para desarrollar una gran variedad de productos relacionados a la madera; sin embargo, la industria forestal en el país no se ha consolidado aún, y a esto se suma que la extracción de especies de nuestros bosques naturales se centra en pocas especies que rigen el mercado actual, de manera que se deja de lado a las demás por no contar con estudios que permitan conocer sus bondades y/o usos.

El estudio anatómico de especies maderables es de gran importancia por ser el punto de partida de una correcta identificación de maderas, lo cual es necesario no sólo en el contexto comercial y legal, sino también para realizar un adecuado procesamiento. Asimismo, es de gran ayuda para poder comprender y predecir su comportamiento tecnológico, lo que a su vez es fundamental para un aprovechamiento más amplio de nuestro diverso y poco estudiado recurso forestal y el consecuente desarrollo de la industria relacionada a la madera. Además, recientemente se ha comprobado la aplicación de la anatomía de la madera en una variedad de contextos como en dendrocronología, arqueología, paleontología y en el campo forense, lo cual amplía aún más el campo de influencia de este tipo de estudio.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una caracterización anatómica de 9 especies forestales provenientes de la concesión de la empresa Industrial Maderera Zapote (IMAZA) en Loreto (Perú); incrementándose de esta manera el conocimiento existente de las maderas tropicales en nuestro país.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 LA ANATOMÍA DE LA MADERA**

Según Coronel (1994), la madera es un producto orgánico natural, presentando las características de un material complejo y variable, constituida por células de diversas formas, con paredes de espesores variados y dispuestas diferentemente según las especies, pero siempre orientadas en las direcciones ortogonales principales: longitudinal, radial y tangencial. Agrega que estas células forman la estructura particular de la madera, y explican su naturaleza heterogénea y anisotrópica. García et al (2004), coincide en que la madera es un material heterogéneo, y menciona que está formada por un conjunto de células especializadas en tejidos que cumplen 3 funciones fundamentales: la conducción de savia, la transformación y almacenamiento de productos vitales y el sostén del vegetal.

Valderrama (1996), señala que la anatomía de la madera comprende el estudio de las características generales u organolépticas y las estructuras macroscópicas, microscópicas y sub-microscópicas de la madera y de acuerdo a los fines que persigue se puede dividir en dos partes, la anatomía sistemática y la anatomía aplicada: La anatomía sistemática comprende el estudio e identificación de las especies maderables, en base a las características anatómicas que permiten elaborar claves de identificación; en tanto la anatomía aplicada estudia la influencia de la estructura anatómica en las propiedades tecnológicas de la madera, permitiendo explicar las causas correspondientes a su comportamiento.

Pérez (1984), Wheeler y Baas (1998) y León y Espinoza (2001), mencionan que la identificación de maderas es una aplicación muy importante de la anatomía de la madera, y juega un papel determinante en el proceso de comercialización. Agrega el primero de ellos que es una herramienta útil para reconocerlas en el caso de que el material de herbario sea insuficiente, o en casos cuando se hace necesaria su identificación a nivel de trozas, listones, muebles, tableros, etc. Wheeler y Baas (1998), indican que también es vital para el apropiado procesamiento de la madera, especialmente el secado, y que incluso es de utilidad en la restauración de piezas históricas de madera, en el campo forense y en contextos tales como el arqueológico y paleontológico.

Según Pérez (1984), 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. Agrega que también es útil en la filogenia, paleobotánica, dendrocronología, dendroclimatología y en estudios de variabilidad de la madera.

Arroyo (1983), Pérez (1984) y Valderrama (1996), señalan que las propiedades de la madera dependen de la estructura anatómica y del tipo y cantidad de materiales extraños presentes. Pérez (1984), sin embargo, precisa que solo en ciertos casos se ha evidenciado una relación clara entre la anatomía y las propiedades de las maderas, relacionada a ciertas características o combinación de características, y que se requiere de un mayor número de investigaciones anatómicas tanto a niveles estructurales y subestructurales.

Según Fahn (1978), las características histológicas que afectan la calidad de la madera, son la presencia y distribución de vasos, presencia o ausencia de fibras y su número relativo, su diámetro y el grosor de sus paredes celulares, su longitud y la proporción en que se superponen, y su forma (recta o curvada); la anchura y número de radios así como la presencia o ausencia de tílides.

Pérez (1984), Valderrama (1996) y León y Espinoza (2001), señalan que la densidad está relacionada directamente con el grosor de las paredes celulares de las fibras o cantidad de sustancia en la pared. Éstos últimos agregan que dependerá también de la cantidad de células parenquimáticas y extractivos presentes en la estructura; y que por otro lado, el peso específico está influenciado por el volumen y dimensión de las células radiales y la relación entre células procumbentes y erectas, cuyos porcentajes también influye en la densidad.

Valderrama (1996), señala que la resistencia mecánica está relacionada con la densidad y ésta con la estructura anatómica que intervienen en forma directa o indirecta en dicha resistencia. Las fibras, debido a su función mecánica en el árbol, son elementos anatómicos que se pueden evaluar; así, analizando el espesor de la fibra, las maderas de pared celular delgada tienen una resistencia baja a la mayoría de esfuerzos mecánicos, mientras que las que tienen fibras de pared celular gruesa a muy gruesa, tienen mayor consistencia y por lo tanto mayor densidad y mayor resistencia mecánica.

Valderrama (1996), menciona también que la estructura anatómica tiene mucha relación con la preservación y secado de la madera. Indica que el tamaño de los vasos (diámetro tangencial de poros, longitud, frecuencia), tamaño de las puntuaciones intervasculares, cantidad de células de parénquima, presencia de cuerpos orgánicos e inorgánicos y contenido, entre otras, tienen importancia en el comportamiento de la madera durante estos procesos. Así, especies con poros grandes, longitud de elementos vasculares mediana, puntuaciones medianas o grandes, diámetro de fibras mediano, parénquima medianamente abundante o abundante, deben poseer un regular comportamiento al secado y facilidad a la penetración de preservantes químicos; en tanto que, especies que poseen tilosis, abundantes compuestos orgánicos como gomas, aceites, etc., difícilmente tendrán un buen comportamiento al secado y preservado.

Pérez (1984) y Chavesta (1996), coinciden en que la cantidad de cavidades celulares e intercelulares llenas de aire entorpecen grandemente la conducción de calor. Este último menciona que está en relación directa con el mayor volumen de la pared celular, y agrega que la abundancia de gomas en los vasos y radios y posiblemente la abundancia de cristales, permite que halla menos espacios vacíos que contienen aire, proporcionando una mayor compactividad, facilitando así la conducción de calor a través de la pared.

En cuanto a la trabajabilidad, Vignote y Jiménez (1996) y Valderrama (1996), señalan que la homogeneidad del grano influye en algunas operaciones de transformación. Este último indica que también la textura influye en dichos procesos; así, una madera de grano recto y textura media tiene mejor comportamiento al ser trabajada con máquinas de carpintería que aquellas que posee grano oblicuo o entrecruzado y textura gruesa. Agrega que las especies con sílice en su estructura, tienen problemas de trabajabilidad.

## 2.2 ANTECEDENTES DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

*Anacardium giganteum* Hanc. Ex Engl

Sacha Casho

Anacardiaceae

Según el IPT (SF), la especie se distribuye en Brasil (Amazônia, Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima), Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guyana, Guyana Francesa, Haití, Panamá, Surinam, Venezuela. Ramos et al (2002), mencionan que es un árbol nativo de zonas tropicales y crece desde el nivel del mar hasta 500 m.s.n.m.

Calzada (1980) señala que el árbol alcanza los 40m de altura y más de 1m de diámetro; posee hojas subcoriáceas, aovadas de 20cm de largo; inflorescencia panícula; flores pequeñas, rojas; fruto nuez (drupa reñiforme) con mesocarpio resinoso, contiene una almendra que una vez seca y asada es agradable y sabrosa. Ramos et al (2002), indican que la nuez está unida a un pseudofruto carnoso, naranja-rojizo, comestible.

Mainieri y Peres (1989) señalan que la madera es suave al corte, sin diferenciación entre albura y duramen, de color pardo claro, ligeramente rosado, textura media, grano recto, superficie lustrosa y lisa al tacto, olor y sabor imperceptibles. Respecto a la descripción macro y microscópica los mismos autores indican lo siguiente:

Poros/vasos: Poco notorios a simple vista, predominantemente solitarios (86%), múltiples radiales de 2-3 y, a veces, cadenas radiales de hasta 6 poros; de tamaño mediano a grande, con diámetro tangencial promedio de 180 $\mu$ m; de muy pocos a pocos, en promedio 2 poros/mm<sup>2</sup>; elementos vasculares predominantemente largos, longitud promedio de 560 $\mu$ m; punteaduras intervasculares poligonales, de grandes a muy grandes, con diámetro tangencial promedio de 13 $\mu$ m.

Parénquima: Poco visible aún con lupa de 10X, aliforme de alas cortas y vasicéntrico escaso.

Radios: Poco visibles a simple vista en sección transversal y tangencial, bastante contrastados en sección radial. Predominantemente uniseriados, ocasionalmente biseriados; extremadamente bajos a muy bajos, altura promedio 450 $\mu$ m; poco numerosos a numerosos, en promedio 9

radios/mm; heterocelulares. Punteaduras radiovasculares simples y semiareoladas, grandes; sílice presente en grandes cantidades; óleo-resinas también presentes.

Fibras: Libriformes, predominantemente cortas, longitud promedio de 980 $\mu$ m; delgadas a finas, ancho promedio de 29 $\mu$ m, de pared predominantemente delgada, rara vez gruesa.

Los mismos autores señalan que la madera de esta especie, en ensayos de laboratorio, demostró tener baja resistencia al ataque de organismos xilófagos, aunque mostró ser bastante permeable a soluciones preservantes cuando fue sometida a tratamientos bajo presión.

Con respecto al procesamiento de la madera, el IPT (SF) señala que la especie es de fácil trabajabilidad en las operaciones de aserrar, cepillar, debobinar, tornear, encolar y atornillar; así como de buen acabado, recomendando tener cuidados especiales con las herramientas de corte debido a la presencia de sílice. Señala además que es de fácil secado, pero moderadamente lenta, con tendencia a la aparición de rajaduras y deformaciones. La madera puede ser usada en construcción civil ligera en general, forros, molduras, teniendo también como usos comunes artículos de deporte y juguetes, láminas de uso general, embalaje y chapas compensadas.

***Anaueria brasiliensis* Kosterm**

**Añuje Caspi**

**Lauraceae**

Brako y Zarucchi (1993), indican que la especie tiene como sinónimo botánico *Beilschmiedia brasiliensis* Kostermans. La reportan en bosques amazónicos de tierra firme del Departamento de Loreto, entre los 0 y 500 m.s.n.m. Record y Hess (1943), mencionan que la especie fue descubierta en 1931 en tierras no inundadas del estado de Amazonas, Brasil, donde se conoce como Anauerá.

Según Castillo (1996), los árboles de esta especie son grandes, dominantes, de fuste cilíndrico con abundantes lenticelas, raíces tablares bajas, ramificación simpódica, ritidoma en placas grandes leñosas que al desprenderse dejan depresiones notorias, corteza interna color rosado intenso. Hojas simples, oblongas elípticas, acuminadas, glabras, alternas o subopuestas; inflorescencias en panículas axilares y frutos drupáceos grandes.



León (2002), señala que la madera es de color rosado (7.5YR 7/4), moderadamente dura y pesada, textura fina a mediana, lustre bajo a mediano, grano recto a inclinado, olor y sabor ausentes, anillos de crecimiento diferenciados. En cuanto a la descripción microscópica, el mismo autor indica lo siguiente:

Poros/vasos: Poros solitarios y múltiples radiales de 2-3; diámetro tangencial de poros de 99 $\mu$ m (75-125 $\mu$ m), con una distribución de 11 poros/mm<sup>2</sup>. Longitud de elementos vasculares de 498 $\mu$ m (380-690 $\mu$ m); platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, grandes, con diámetro de 10-12,5 $\mu$ m. Presencia de tilosis.

Parénquima longitudinal: Paratraqueal aliforme de ala corta, aliforme confluyente, unilateral, en series de 4-8 células. Células oleosas asociadas al parénquima longitudinal y radial

Radios: Radios homocelulares y predominantemente heterocelulares con una hilera de células erectas, de 1-3 células de ancho, predominantemente biseriados, altura de 378 $\mu$ m (280-610 $\mu$ m), 7-11 radios/mm. Punteaduras radiovasculares con aureola reducida y aparentemente simples, redondeadas y alargadas horizontalmente. Presencia de parénquima radial disyuntivo.

Fibras: Fibras no septadas, longitud de 1419 $\mu$ m (1070-1815 $\mu$ m), espesor de pared mediano, con punteaduras indistintamente areoladas.

***Dacryodes nitens* Cuatrec.**

**Copal**

**Burseraceae**

Brako y Zarucchi (1993) reportan a la especie en los bosques amazónicos del Departamento de Loreto, entre los 0 y 500 m.s.n.m. Ayala (2003), menciona que *Dacryodes* reúne aproximadamente 55 especies tropicales, de las cuales 22 corresponden al Neotrópico; 4 especies se registran para la Amazonía Peruana, localizadas en tierra firme, bosque primario, ocasionalmente en planicie inundable estacional: *D. chimantensis* Steyerl.&Maguire, *D. kukachkana* L. O. Williams, *D. nitens* Cuatrec, *D. peruviana* (Loes.) Macbride var. *Peruviana*.

El segundo autor agrega que el género lo comprenden árboles generalmente pequeños a medianos, dioicos; con hojas persistentes, imparipinnadas; foliolos enteros, peciolulados,

subcoriáceos o coriáceos; inflorescencias paniculadas; flores pequeñas, trímeras, unisexuales, color verde-amarillento; fruto drupa indehisciente.

Detienne y Jacquet (1989), describen al género como madera color beige a beige-rosa claro, relativamente blanda y ligera (0,5-0,7g/cm<sup>3</sup>); poros difusos, solitarios y también múltiples radiales de 2-4, 6-20 por mm<sup>2</sup>, de tamaño variable de acuerdo a la especie, de 80-180µm de diámetro tangencial; platinas de perforación simple; tamaño de las punteaduras intervasculares de 9-11µm; parénquima no distinguible, en escasas células paratraqueales conteniendo a veces corpúsculos de sílice. Radios generalmente biseriados (uniseriados en *Dacryodes belemnensis*), entre 5 y 7 por mm, de estructura sub-homogénea a ligeramente heterogénea conteniendo numerosos corpúsculos de sílice, a menudo grandes; puntuaciones radiovasculares grandes y alargadas a nivel de las células terminales; fibras septadas con punteaduras simples.

***Himatanthus sucuuba* (SP. Ex M. Arg.) Wood      Bellaco caspi      Apocynaceae**

Según Raintree (1996), la especie tiene como sinónimos botánicos a *Himatanthus lancifolius* (Müll. Arg.) Woodson, *Plumeria floribunda* Müll. Arg., *Plumeria sucuuba* (Spruce ex Müll. Arg.), *Plumeria tarapotensis* (K. Schum. ex Markgr.). Macbride (1959), indica que la especie se encuentra en Perú (San Martín, Junín, Loreto), Brasil y Bolivia.

El mismo autor señala que el árbol alcanza los 30m de altura, posee corteza rosada o marrón oscuro; hojas elípticas, obovadas u oblongas, abruptamente estrechas en la base, acuminadas, coriáceas; inflorescencias en panículas; corola blanca; fruto leñoso con una cresta prominente, dehiscente; semillas aladas. Raintree (1996), menciona que el árbol exuda un látex lechoso color blanco, de uso medicinal.

Insidewood (2004), señala que la madera posee un duramen de color más oscuro que la albura, básicamente marrón, con anillos de crecimiento ausentes o no diferenciados y densidad básica entre 0,40 y 0,75. Respecto a la descripción microscópica, indica lo siguiente:

Poros/Vasos: Porosidad difusa, poros múltiples radiales de 4 o más; diámetro tangencial de poros entre 50-200µm; 5-20 poros/mm<sup>2</sup>. Platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares ornadas, alternas, poligonales, de 4-10µm de diámetro.

Parénquima longitudinal: Difuso en agregados; septado, de 3-8 células.

Radios: Exclusivamente uniseriados; homocelulares con células exclusivamente erectas, también heterocelulares con 1-4 hileras de células erectas y además radios con células procumbentes y erectas mezcladas entre sí; células radiales con perforaciones; 4-12 radios/mm; punteaduras radiovasculares con bordes diferenciados, similar en tamaño y forma a las intervasculares.

Fibras: No septadas, de pared mediana a gruesa, con punteaduras claramente areoladas comunmente en las caras radiales y tangenciales.

Presencia de tubos laticíferos o taniníferos.

***Lecythis pisonis* Cambess.**

**Sacha Castaña**

**Lecythidaceae**

Insidewood (2004), indica que la especie tiene como sinónimo botánico a *Lecythis paraensis*. Según Mainieri y Peres (1989), se encuentra en bosques húmedos, desde el estado de Ceará hasta Río de Janeiro, principalmente en el sur del estado de Bahía y al norte del estado de Espírito Santo. TCA (1996), menciona que la especie es común en bosques primarios densos de la amazonía y en los bosques húmedos de la costa atlántica brasileña.

El mismo autor indica que el árbol es frondoso, de corteza gruesa, bastante estriada, con altura que varía entre 12 y 30m; tronco recto, no muy alto; hojas deciduas, simples, alternas, oblongo-lanceoladas, de color chocolate cuando son jóvenes; flores grandes, amarillas o blanco-lilas, dispuestas en racimos; fruto pixidio leñoso, grande, en forma de urna; semillas oleaginosas, de 14-40 por fruto, con 5-8cm de longitud cada una.

Mainieri y Peres (1989), señalan que la madera es pesada, de duramen castaño claro amarillento a castaño rojizo, uniforme; albura nítidamente diferenciada, blanca a ligeramente amarillenta, con cerca de 4cm de ancho; textura media; grano recto; sin brillo y lisa al tacto; olor imperceptible; sabor ligeramente astringente. Con respecto a la descripción macro y microscópica, indican lo siguiente:

Poros/vasos: Visibles a simple vista, obstruidos por abundante tilosis; distribución irregular, sección ovalada; mayormente pequeños, algunos medianos, diámetro tangencial de 80 a 200 $\mu$ m; de pocos a numerosos, 3-10/mm<sup>2</sup>; platinas de perforación simples; punteaduras intervasculares areoladas en disposición alterna, pequeñas, 5-6 $\mu$ m de diámetro.

Parénquima longitudinal: Poco notorio a simple vista; reticulado, en líneas uni o biserialadas, regularmente espaciadas, formando con los radios un retículo bien uniforme; algunos cristales presentes.

Radios: En sección transversal finos, numerosos, visibles con lupa; en sección tangencial poco visibles aún con lupa, irregularmente dispuestos; sin contraste en la cara radial; homocelulares; biserialados en su mayoría; extremadamente bajos a bajos, de 220-1300 $\mu$ m de altura; poco numerosos a numerosos, 4-10 por mm. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares.

Fibras: De pared gruesa y lumen reducido, punteaduras simples.

En ensayos de laboratorio, la madera demostró tener alta resistencia al ataque de organismos xilófagos y, además, mostró baja permeabilidad a soluciones preservantes cuando fue sometida a tratamientos bajo presión. Entre las posibles aplicaciones, señalan que por ser pesada, de resistencia mecánica entre media y alta y elevada resistencia a la pudrición, es recomendada para construcciones externas en estructuras expuestas como postes, estacas, puntales y durmientes; en construcción civil como vigas, entarimados, marcos de puertas y ventanas; piezas torneadas, piezas flexibles, fabricación de carrocerías; mangos de herramientas; implementos agrícolas, etc. Mainieri y Peres (1989).

***Mollia lepidota* Spruce Ex. Benth**

**Bolaina**

**Tiliaceae**

Soukup(1972), describe al género como árboles o arbustos con indumento estrellado o lepidoto; hojas alternas, enteras o denticuladas; flores hermafroditas axilares, solitarias o en cimas, blancas o rosadas; fruto en cápsula obovoide a globosa, bilocular, brevemente alada en el ápice; semillas sin alas y con endosperma.

InsideWood (2004), señala que la madera de esta especie es de color rojo grisáceo, con anillos de crecimiento ausentes o no diferenciados y densidad básica entre 0,4 y 0,75. En cuanto a la descripción microscópica, indica lo siguiente:

Poros/vasos: Porosidad difusa; platinas de perforación simples; punteaduras intervasculares alternas, pequeñas, menores a 4 $\mu$ m de diámetro; diámetro tangencial de poros de 100-200 $\mu$ m; 5-20 poros/mm<sup>2</sup>; longitud de elementos vasculares de 350-800 $\mu$ m; presencia de gomas.

Parénquima longitudinal: Aliforme y también aliforme confluyente; septado, compuesto por 3-8 células; presencia de cristales.

Radios: De dos tamaños distintos; heterocelulares con 1-4 hileras de células erectas; presencia de células tipo baldosas; radios grandes con 4-10 células de ancho; 4-12 radios/mm; punteaduras radiovasculares con bordes diferenciados, similares en tamaño y forma a las intervasculares; presencia de cristales en las células erectas.

Fibras: Fibras no septadas, de pared delgada a gruesa; longitud promedio de 900-1600 $\mu$ m; punteaduras simples a areoladas con bordes reducidos.

***Sterculia frondosa* A. Rich.**

**Huarmi Caspi**

**Sterculiaceae**

Silva (2005), señala que la especie tiene como sinónimos botánicos a *Sterculia glabrifolia* Mildbraed y *Sterculia roseiflora* Ducke y que es originaria del neotrópico, distribuyéndose con regularidad desde los bosques de México hasta el sur de Brasil. Agrega que el árbol supera los 30m de altura; posee fuste cilíndrico y copa aparasolada; corteza externa lisa, color marrón claro, ligeramente agrietada; hojas simples, agrupadas al extremo; láminas redondas, grandes, coriáceas, ápice falcado acuminado; inflorescencias panículas axilares; flores sin pétalos, unisexuales; frutos folículos libres.

Detienne y Jacquet (1983); mencionan que la madera es de color amarillenta a rosa violáceo claro, blanda y ligera (0,45-0,65g/cm<sup>3</sup>); poros difusos, solitarios y múltiples radiales de 2-3 (a veces distribuidos oblicuamente o tangencialmente), grandes (180-300 $\mu$ m); mucho menos de 30 poros por 5mm<sup>2</sup>; platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares de 7-10 $\mu$ m;

parénquima longitudinal en bandas marginales, difuso, paratraqueal vasicéntrico y aliforme, estratificado, septado, compuesto mayormente de 4 células. Radios notorios, heterocelulares, bastante altos (más de 2mm), multiseriados de más de 4 células de ancho; menos de 20 radios por 5mm; punteaduras radiovasculares similares en tamaño a las intervasculares, presencia esporádica de cristales; fibras con punteaduras simples.

***Swartzia polyphylla* DC**

**Cumaceba**

**Caesalpinaceae**

Según Encarnación (1983), la especie presenta los siguientes sinónimos botánicos: *Swartzia acuminata* Willd. ex Vogel; *Swartzia opacifolia* Macbride; *Swartzia rubensis* Ducke. Menciona los siguientes nombres comunes para la misma: Cumaceba, Remocaspi, Añuje remocaspi, Añuje cumaceba, Cumaceba de altura (Perú); Pitaicú, Muirá-cutaea (Brasil); Parakusán (Guyana). Reynel et al (2003), indican que la especie se distribuye en la Región Amazónica, desde las Guyanas hasta Perú y Colombia, mayormente debajo de los 700 m.s.n.m., en ámbitos con pluviosidad elevada y constante y suelos pobres.

Los mismos autores señalan que el árbol tiene de 25-40m de altura y de 0,5-1m de diámetro, con el fuste marcadamente adelgazado hacia la base; corteza externa lisa, color gris negruzco; corteza interna color blanquecina, con exudación escasa de color rojo; hojas compuestas pinnadas, alternas y con tendencia dística; inflorescencias en racimos, mayormente en la parte basal de las ramitas; flores de un solo pétalo, color blanco; frutos legumbre dehiscentes.

Dechamps (1980), señala que el duramen es de color amarillo marrón claro; la madera tiene una densidad básica de 0,81, textura fina, líneas vasculares ligeramente visibles, radios estratificados visibles a simple vista. Insidewood (2004), menciona lo siguiente con respecto a la descripción microscópica:

Poros/Vasos: Porosidad difusa; diámetro tangencial de poros de 100-200µm; hasta 20 poros/mm<sup>2</sup>; longitud de los elementos vasculares de 350-800µm; platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares ornadas, alternas de 7-10µm de diámetro.

Parénquima longitudinal: En bandas o líneas de hasta 3 y más de 3 células de ancho, también marginal; estratificado; septado, compuesto por 3-4 células; presencia de cristales.

Radios: Homocelulares compuesto exclusivamente por células procumbentes y también heterocelulares con una fila de células erectas; más de 12 radios/mm; 1-3 células de ancho; estratificados; punteaduras radiovasculares con bordes diferenciados, similares en tamaño y forma a las punteaduras intervasculares.

Fibras: Fibras no septadas; de pared muy gruesa; longitud promedio de 900-1600 $\mu$ m; punteaduras simples a areoladas con bordes reducidos.

***Tetragastris panamensis* Kuntze**

**Lacre**

**Burseraceae**

Encarnación (1983) menciona que la especie tiene como sinónimo botánico a *Protium Crassifolium* Engl. Agrega que se encuentra en bosque primario no inundado, desde América Central y las Guyanas hasta la Amazonía peruana, brasileña y boliviana.

Según Maldonado y Alix (1998), el árbol alcanza 30m de altura y 1m de diámetro; presenta copa umbelada largamente con follaje verde oscuro y denso; fuste recto, con lenticelas prominentes, ligeramente regular o cilíndrico; corteza que se desprende en piezas irregulares, grandes, olor a trementina; hojas imparipinnadas, alternas; láminas elíptico-oblongas, ápice acuminado, coriáceas, glabras y lustrosas; inflorescencias panícula axilar grande; flores verdosas amarillentas, muy pequeñas; frutos drupáceos; exudación no abundante color oscuro.

Insidewood (2004) señala que la madera es de densidad básica alta, mayor a 0,75; duramen de color más oscuro que la albura, básicamente marrón y amarillo, anillos de crecimiento ausentes o no diferenciados. Con respecto a la descripción microscópica, indica lo siguiente:

Poros/Vasos: Porosidad difusa; diámetro tangencial de poros entre 50 y 200 $\mu$ m; 5-20 poros/mm<sup>2</sup>; longitud de los elementos vasculares de 350-800 $\mu$ m; platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas, poligonales, mayores a 10 $\mu$ m. Presencia de tilosis.

Parénquima longitudinal: Paratraqueal escaso y vasicéntrico; septado, compuesto por 3-8 células.

Radios: Compuestos de células procumbentes con una hilera de células erectas; 4-12 radios/mm; ancho de radios de 1-3 células; punteaduras radiovasculares con bordes muy reducidos a aparentemente simples, redondas o angulares y horizontales o verticales. Presencia de canales gomíferos radiales y de cristales en las células erectas.

Fibras: Fibras septadas; longitud promedio de 900-1600 $\mu$ m; de pared muy gruesa; punteaduras simples a areoladas con bordes reducidos.

Según el INPA (1993), la especie es fácil de aserrar y posee buen acabado; presenta buena resistencia natural al ataque de termitas y hongos que causan pudrición; y es considerada de difícil tratabilidad al ser preservada con productos hidrosolubles en ensayos bajo presión. Además su secado en estufa es regular (25 días), pudiendo presentar rajaduras y abarquillamiento. Maldonado y Alix (1998), mencionan como usos; construcción pesada, muebles, pisos, durmientes, parquet, ebanistería.



## 2.3 CLAVES DE IDENTIFICACIÓN

León y Espinoza de Pernia (2001), mencionan los criterios que debe cumplir cualquier esquema que se utilice para la identificación de maderas: 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.

Wheeler y Baas (1998) mencionan que las claves dicotómicas han sido usadas por centurias en identificación biológica, y que éstas presentan una serie de alternativas de dos opciones, con una o más características usadas en cada par dicotómico. Continúa indicando que cada par de alternativas conlleva a otra y así de esta forma se llega al nombre (que puede ser especie, género, familia, etc), y que el uso de estas claves es de utilidad en caso de que existan muy pocas variables de identificación y para material sin características faltantes.

León y Espinoza de Pernia (2001), indica que personas con poca experiencia pueden realizar la identificación siguiendo los pasos establecidos en la clave dicotómica, sólo es necesario entender las características de la madera planteadas en ella. Además menciona la facilidad del uso de las mismas y, si están bien elaboradas, se pueden usar como claves descriptivas. Por otro lado, señala la rigidez de incorporar nuevas especies, ya que se requeriría modificar de forma total o parcial la clave; y que, adicionalmente, no se pueden seleccionar las características para poder comenzar la identificación ya que se deben seguir los pasos estipulados en ella. Además precisa que otra desventaja de este tipo de esquema es que un número muy alto de especies puede traer como consecuencia dificultades en el manejo de la clave.

Con respecto al uso de computadoras en la identificación de maderas, dicho autor afirma que la computadora permite obtener e intercambiar gran cantidad de información anatómica de forma rápida y sencilla, así como también puede proporcionar instrucciones que ayuden al usuario en la selección de los caracteres más correctos a utilizar en la identificación. También constituye una valiosa ayuda para el anatomista no experimentado y reduce los costos y tiempo de

dedicación. Sin embargo, Talledo (1996) precisa que con la aparición de nuevos programas se presentan nuevos problemas tales como: programas difíciles de manejar y aprender; de difícil codificación; donde el ingreso, comprobación y descripción de las especies consume demasiado tiempo; y donde el concepto de variabilidad y la imposibilidad de corregir un error en el ingreso de datos dificulta el proceso de identificación.

Microsoft (2008), menciona que cuando la información se almacena en una base de datos, ocupa menos espacio, cuesta menos reproducirla y distribuirla, y si es diseñada correctamente, la información puede recuperarse de varias formas. Agrega que Access es un programa de base de datos eficaz y fácil de aprender y utilizar, en el que se puede utilizar muchas de las técnicas de otros programas de Office, como Microsoft Office Word y Microsoft Office Excel; así como compartirse fácilmente la información. Además, señala que se pueden realizar pequeñas aplicaciones sólo con unos pocos conocimientos de programación.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

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.

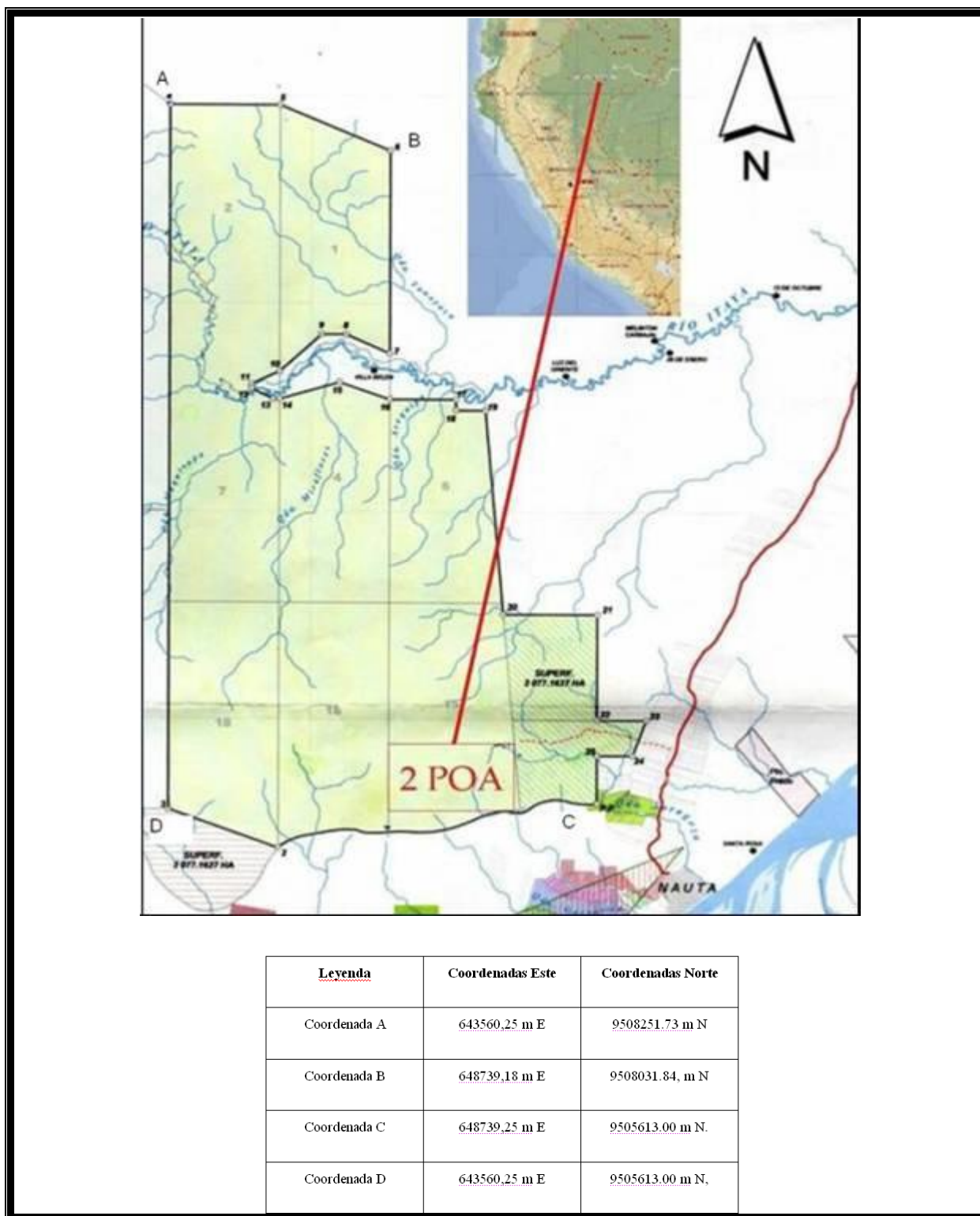
#### 3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

##### 3.2.1 MUESTRAS DE MADERAS

Las especies estudiadas fueron identificadas por el Herbario Amazonense (AMAZ) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, tal como se puede apreciar en el Anexo 1. Las muestras de xiloteca, cuyos registros se presentan en el Cuadro 1, provienen de la concesión de la empresa Industrial Maderera Zapote (IMAZA) en Loreto (Perú), siendo proporcionadas al Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El mapa de ubicación de la concesión se ilustra en la Figura 1.

**Cuadro 1** Especies estudiadas provenientes de la Concesión “Industrial Madera Zapote”

<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>Nº XILOTECA</b>
Sacha Casho	<i>Anacardium giganteum</i> Hanc. Ex Engl.	Anacardiaceae	3999
Añuje Caspi	<i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.	Lauraceae	4000
Copal	<i>Dacryodes nitens</i> Cuatrec.	Burseraceae	4001
Bellaco Caspi	<i>Himatanthus sucuuba</i> (SP. Ex M. Arg.) Wood	Apocynaceae	4002
Sacha Castaña	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess	Lecythidaceae	4003
Bolaina	<i>Mollia lepidota</i> Spruce ex Benth	Tiliaceae	4004
Huarmi Caspi	<i>Sterculia frondosa</i> A. Rich	Sterculiaceae	4005
Cumaceba	<i>Swartzia Polyphylla</i> DC	Fabaceae-Caesalpinoidea	4006
Lacre	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	Burseraceae	4007



Fuente: Cárdenas (2007)

**Figura 1** Mapa de ubicación del segundo plan operativo de la concesión IMAZA  
18

### 3.2.2 MATERIALES DE LABORATORIO

- Lupa de 10X
- Solución de alcohol de 30°, 60° y 90°
- Solución de glicerina y alcohol en partes iguales
- Solución de ácido nítrico al 33%
- Solución de safranina al 2% en alcohol de 90°
- Bálsamo de Canadá
- Abrasivo grueso
- Abrasivo fino
- Agua destilada
- Xilol
- Placas Petri
- Matraces Erlenmeyers
- Pincel pelo de Martha
- Porta y cubre objetos
- Foco del proyector
- Reglillas micrométricas
- Tabla Munsell
- Otros

### 3.2.3 EQUIPOS DE LABORATORIO

- Micrótopo horizontal
- Microscopio binocular
- Afilador de cuchilla
- Cuchilla
- Equipo fotográfico
- Proyector de láminas
- Cocina eléctrica
- Estufa eléctrica
- Otros

### 3.2.4 MATERIALES DE GABINETE

- Computadora
- Material de escritorio

### 3.3 METODOLOGÍA

El método empleado para el estudio de la estructura anatómica se realizó según las estipulaciones de la Norma COPANT 30:1-19 (1974) e IAWA (1989).

#### 3.3.1 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, vetado, poros, parénquima y radios. Para la descripción del color se utilizó la tabla Munsell (1977). Además para la determinación del grano se utilizaron cubos de 5cm de lado debidamente orientados en sus 3 secciones de corte.

Por cada especie, se prepararon 2 cubitos de 1x1x2cm debidamente orientados, éstos se emplearon para obtener láminas histológicas para la descripción microscópica, también se prepararon pequeños palos de madera de 2x2x30mm para la obtención de fibras y vasos conforme a los procedimientos empleados en el laboratorio de Anatomía de la Madera de la UNALM.

#### 3.3.2 MICROTECNIA

##### A) *PREPARACIÓN DE LÁMINAS HISTOLÓGICAS*

Se siguieron los siguientes pasos:

- **Ablandamiento de probetas:** Las probetas se ablandaron en agua caliente a temperatura de ebullición por un tiempo de 35 a 75 horas dependiendo de la densidad de la madera.

- Corte de Láminas: Se empleó el micrótopo de deslizamiento horizontal para cortar láminas de 20-25µm de espesor de las tres secciones de corte: transversal, radial y tangencial; colectando los cortes en placas petri. Se realizaron 24 cortes por especie, 8 por cada una de las secciones mencionadas.
- Deshidratado: Las láminas colocadas en las placas petri fueron deshidratadas utilizando alcohol de 30°, 60° y 96°. Con cada tipo de alcohol permaneció 15 minutos, al término de los cuales se iba retirando para agregar casi de inmediato otro de mayor grado.
- Coloración y Montaje: Una vez terminado el proceso de deshidratado, se procedió a colocar unas 5 gotas de safranina por un tiempo de 15-30 minutos, dependiendo del color de la madera (maderas claras menor tiempo, y viceversa). Transcurrido este tiempo se realizó un lavado de las láminas con alcohol de 96°, repitiéndose tantas veces hasta haberse eliminado el exceso de colorante en los tejidos. A continuación se agregó xilol para fijar el colorante. Posteriormente se llevó a cabo el montaje, colocando los tejidos ya coloreados en las placas portaobjetos y agregando 1 gota de Bálsamo de Canadá antes de cubrirlas con el cubreobjeto. En cada placa portaobjeto se colocaron 3 láminas, una por cada sección de corte. De esta manera se montaron 8 placas portaobjetos por cada especie, cada una de las cuales contenía las 3 secciones de corte.
- Secado de Láminas: Las placas que contenían las láminas fueron secadas en estufa a 40°C durante una semana.

#### *B) PREPARACIÓN DE LÁMINAS DE TEJIDO MACERADO*

Se siguieron los siguientes pasos:

- Maceración: Se colocaron los palitos de madera en un vaso pirex, luego se agregó una solución de ácido nítrico al 33% en una cantidad suficiente como para cubrirlos completamente, permaneciendo por 15-20 minutos a una temperatura de 70° C de la plataforma de la plancha de calentamiento.



- Selección, coloración y montaje: Luego de hacer un lavado con agua para eliminar el ácido, se procedió a aplicar 5 gotas de safranina. Posteriormente se colocó el tejido macerado en una placa petri y se le agregó xilol para fijar el colorante. Seguidamente se comenzó la selección de fibras y vasos con ayuda de una aguja hipodérmica y un microscopio. Los vasos y fibras escogidos se colocaron en los respectivos portaobjetos, se agregó 1 gota de Bálsamo de Canadá y se cubrió con el cubreobjeto respectivo. Se prepararon 4 placas por cada especie, cada una de las cuales contiene aproximadamente 25 fibras y 25 vasos.
- Secado de láminas: Las placas que contenían las fibras y vasos fueron secadas en estufa a 50° C durante una semana.

### *C) MEDICIÓN DE ELEMENTOS XILEMÁTICOS*

Por especie, se realizaron 50 mediciones de longitud de vasos; espesor, longitud y diámetro de fibras. De la misma forma se midió el ancho y la altura de radios y el número de radios por mm, así como el diámetro tangencial de poros y el número de poros por mm<sup>2</sup>.

#### 3.3.3 TOMA Y REGISTRO DE IMÁGENES FOTOGRÁFICAS

La estructura de la madera de cada especie se registro mediante la toma de microfotografías, mediante el software de la cámara digital Canon Power Shot S50.

#### 3.3.4 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Los parámetros estadísticos de los elementos anatómicos se calcularon conforme a la norma COPANT N° 30:012. Se calcularon, el promedio, intervalo de confianza, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para los diferentes elementos anatómicos.

### 3.3.5 PREPARACIÓN DE CLAVES DE IDENTIFICACIÓN

#### A) *CLAVE DICOTÓMICA*

Se seleccionaron pares de características antagónicas a nivel macroscópico y mediante descarte se llegó a identificar a las especies.

#### B) *BASE DE DATOS COMPUTARIZADA*

Los resultados de la caracterización de especies se incorporaron en una base de datos creada en el programa Microsoft Access Versión 7,0 (2003), tomando como base la clasificación de características anatómicas establecidas por el IAWA (1989).

Para lograr esto, primero se revisaron los resultados de las descripciones de las especies y se simplificaron para hacer más sencillo y manejable el diseño y creación de la base de datos. Luego se crearon tablas, de diferentes tipos:

Una principal, cuyos campos están definidos en parte por criterios que engloban un conjunto de características de las cuales sólo una puede ser escogida (por ejemplo, criterio: color; característica: color rojo; para este tipo de criterios una madera sólo puede presentar una sola característica). Otros campos están determinados por características que pueden ser verdaderas o falsas (por ejemplo, fibras septadas puede ser verdadero o falso dependiendo de su presencia o ausencia en una especie), y otros, por criterios basados en la medición de dimensiones (longitud de fibras, diámetro tangencial de poros, etc.). Todos estos campos fueron llenados con la información obtenida de cada especie, para el primer caso con una codificación generada automáticamente en tablas secundarias, para el segundo caso con un “Sí/No” (check/0 o verdadero/falso) y para el último caso con el valor numérico resultante de la medición en micras.

Tablas secundarias, cada una de las cuales contiene un criterio con sus respectivas características y codificación con la que ha sido llenada parte de la tabla principal.

Tablas intermedias, creadas cuando una especie posee más de una característica definida dentro de un criterio, como por ejemplo tipo de parénquima vasicéntrico y aliforme. Este tipo de tablas contiene en sus campos la información de las características de un criterio y la especie que le corresponde, en ambos casos expresada en códigos. Las tablas intermedias están relacionadas con la tabla principal y con una de las tablas secundarias (la que corresponde al criterio en cuestión), siendo el nexo entre ellas. Así, viendo los códigos de la tabla intermedia se puede traducir la información buscando el código de la especie en la tabla principal, y el de la característica en la tabla secundaria que corresponde al criterio que la define.

Tablas anexas, que contienen los rangos de clasificación de los elementos anatómicos, cuyas medidas han sido registradas en la tabla principal.

Una vez creadas y llenas, se procedió a relacionar las tablas para establecer un vínculo entre ellas. Para lograr esto, debe haber un campo común en las tablas a relacionar. De esta manera se relacionó la tabla primaria y las secundarias, además la primaria con las intermedias y éstas últimas con las secundarias en el caso de que el criterio presente así lo requiriera.

Finalmente se creó un formulario de consulta en el que se ingresan las características de una especie con la finalidad de identificarla, teniendo la posibilidad de ingresar todas las características incluidas en la base de datos.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

*Anacardium giganteum* Hanc. Ex Engl

Sacha Casho

Anacardiaceae

#### Características Generales

En condición seca al aire el duramen es de color pardo claro, ligeramente rosado 7,5YR 7/6 (Figura 2). Anillos de crecimiento no diferenciados. Olor y sabor no distintivos; grano recto, textura media, brillo medio, vetado ausente. Madera blanda al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras. Presenta decoloraciones por hongos.

#### Descripción Macroscópica

Poros: Visibles a simple vista, predominantemente solitarios de sección redonda y escasos múltiples radiales de 2-3. Líneas vasculares rectilíneas, visibles a simple vista, de ancho medio.

Parénquima: Visible con lupa de 10X, paratraqueal vasicéntrico escaso.

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

#### Descripción Microscópica

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos, predominantemente solitarios de sección redonda y escasos múltiples radiales de 2-3. Diámetro tangencial promedio 115 $\mu$ m, clasificados como medianos. En promedio 4 poros/mm<sup>2</sup>, clasificados como muy pocos. Longitud promedio de elementos vasculares 316 $\mu$ m, clasificados como cortos (Figura 3). Platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas de forma poligonal, con diámetro promedio de 10,4 $\mu$ m, clasificadas como grandes; apertura incluida de forma lenticular. Presencia de gomas de color rojo.

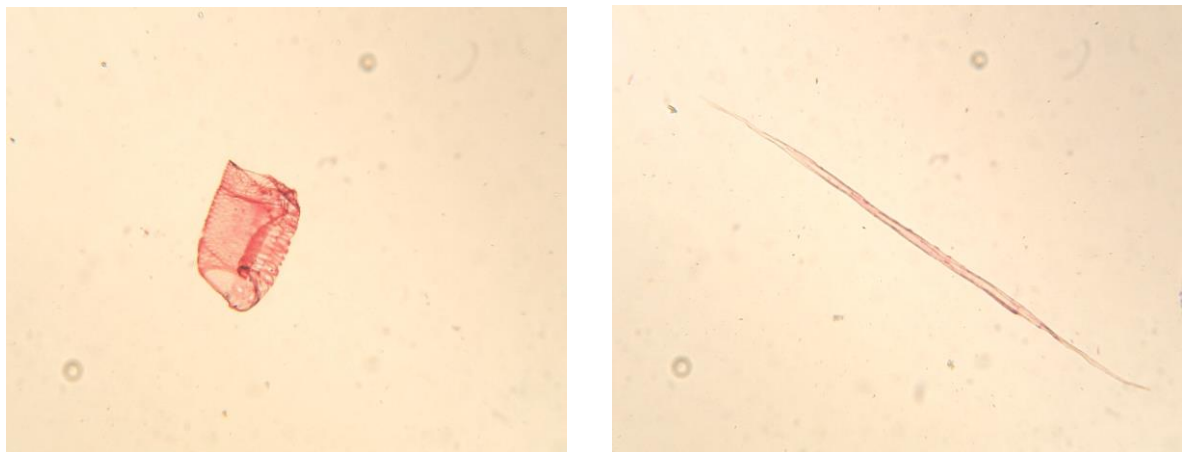
Parénquima: En sección transversal paratraqueal vasicéntrico escaso y aliforme tipo rombo (Figura 4), no estratificado de 5-8 septas por célula.

Radios: En sección tangencial altura promedio de 480 $\mu$ m, clasificados como extremadamente bajos; exclusivamente uniseriados con 27 $\mu$ m de ancho promedio, clasificados como muy finos. En sección radial heterocelulares, formado por células procumbentes con una hilera marginal de células erectas. En promedio 5 radios/mm clasificados como poco numerosos; no estratificados. Punteaduras radiovasculares circulares o angulares con mucha reducción de bordes a aparentemente simple. Presencia de gomas color rojo y de sílice (Figuras 5 y 6).

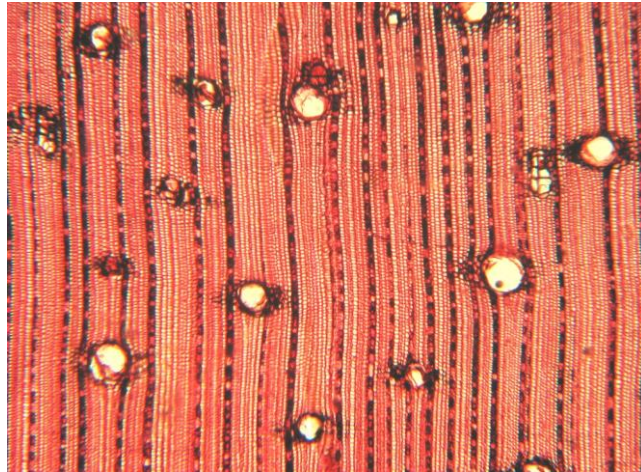
Fibras: Libriformes; longitud promedio de 871 $\mu$ m, clasificadas como cortas; en promedio 19 $\mu$ m de ancho, clasificadas como angostas; de pared muy delgada con un espesor promedio de 1,8 $\mu$ m; irregularmente estratificadas; con punteaduras simples (Figura 3).



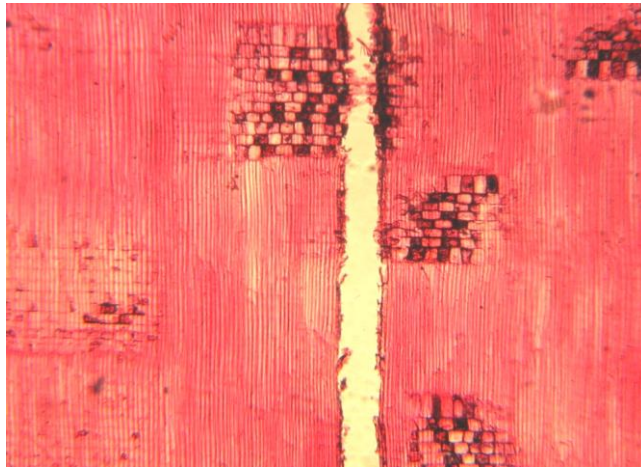
**Figura 2** Madera en corte tangencial y radial de *Anacardium giganteum*.



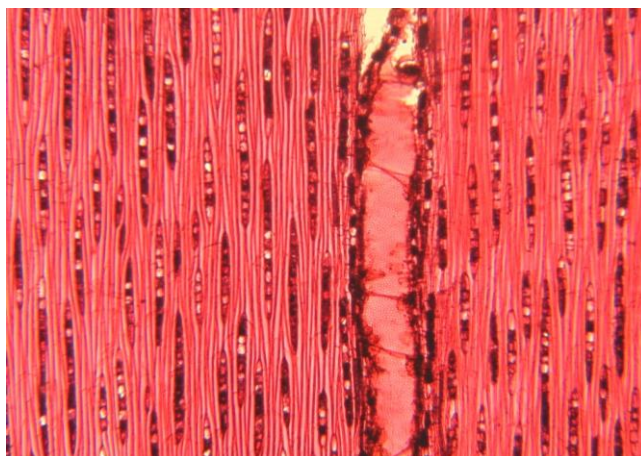
**Figura 3** Elemento vascular (40X) y fibra (40X) de *Anacardium giganteum*.



**Figura 4** Corte transversal de *Anacardium giganteum* (40X).



**Figura 5** Corte radial de *Anacardium giganteum* (40X).



**Figura 6** Radios uniseriados en corte tangencial de *Anacardium giganteum* (40X).

### **Características Generales**

En condición seca al aire el duramen es de color castaño claro 7,5YR 7/8 (Figura 7). Anillos de crecimiento poco diferenciados por bandas claras de forma regular. Olor agradable y sabor no distintivo; grano recto a inclinado, textura media, brillo elevado, veteado en arcos superpuestos y satinado. Madera moderadamente dura al ser cortada por una cuchilla en el sentido transversal a las fibras.

### **Descripción Macroscópica**

Poros: Visibles a simple vista, predominantemente solitarios de sección oval y ocasionalmente múltiples radiales de 2-3. Líneas vasculares rectilíneas, finas, visibles a simple vista. Presencia de tilosis.

Parénquima: Visible a simple vista, paratraqueal vasicéntrico y aliforme.

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

### **Descripción Microscópica**

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos, predominantemente solitarios de sección oval y ocasionalmente múltiples radiales de 2-3. Diámetro tangencial promedio de 119 $\mu$ m, clasificados como medianos. En promedio 11 poros/mm<sup>2</sup>, clasificados como pocos. Longitud promedio de los elementos vasculares de 346 $\mu$ m, clasificados como cortos (Figura 8). Platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas de forma redonda, con diámetro promedio de 11,2 $\mu$ m, clasificadas como grandes; apertura incluida de forma lenticular. Presencia de tilosis.

Parénquima: En sección transversal paratraqueal aliforme tipo rombo, aliforme confluyente y aliforme unilateral (Figura 9), no estratificado de 5-8 septas por célula. Presencia de células oleosas asociadas al parénquima longitudinal (Figura 10).

Radios: En sección tangencial altura promedio de 441 $\mu$ m, clasificados como extremadamente bajos; predominantemente biseriados y ocasionalmente uniseriados, con ancho promedio de

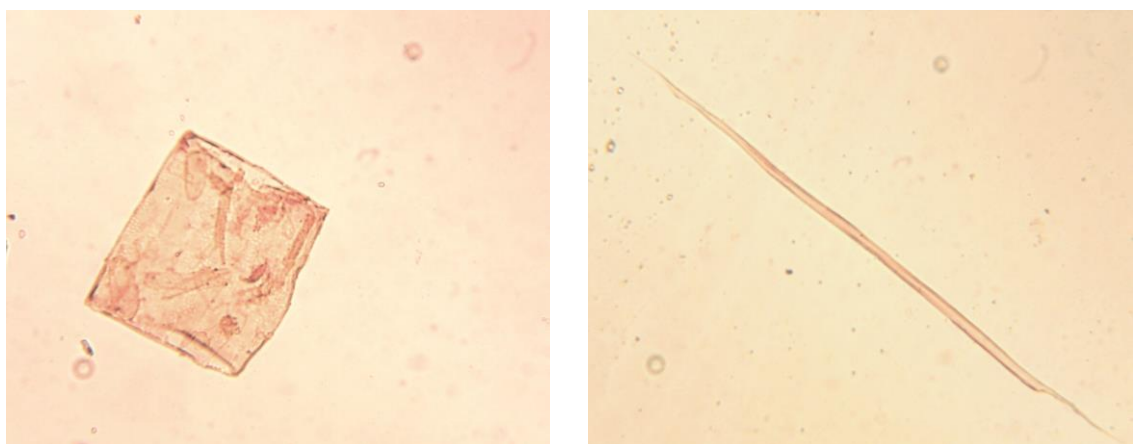


31 $\mu$ m, clasificados como muy finos. En sección radial heterocelulares, formado por células procumbentes con una hilera marginal de células erectas. En promedio 5 radios/mm, clasificados como poco numerosos; no estratificados. Punteaduras radiovasculares circulares o angulares con mucha reducción de bordes a aparentemente simples y horizontales con mucha reducción de borde a aparentemente simples. Presencia de gomas color rojo y de sílice (Figuras 10 y 11).

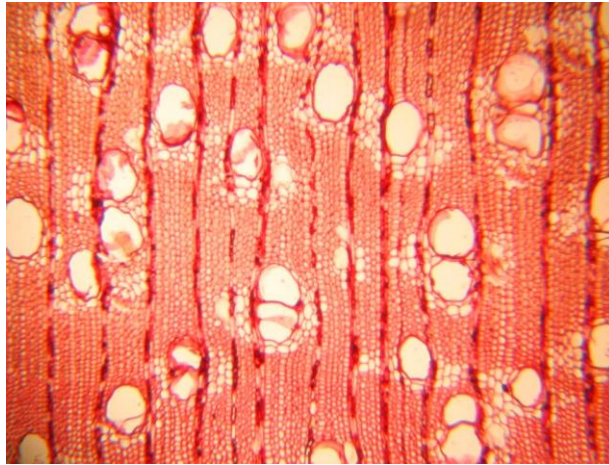
Fibras: Libriformes; longitud promedio de 1504 $\mu$ m, clasificadas como medianas; en promedio 22 $\mu$ m de ancho, clasificadas como angostas; de paredes delgadas con un espesor promedio de 4,4 $\mu$ m; no estratificadas (Figura 8).



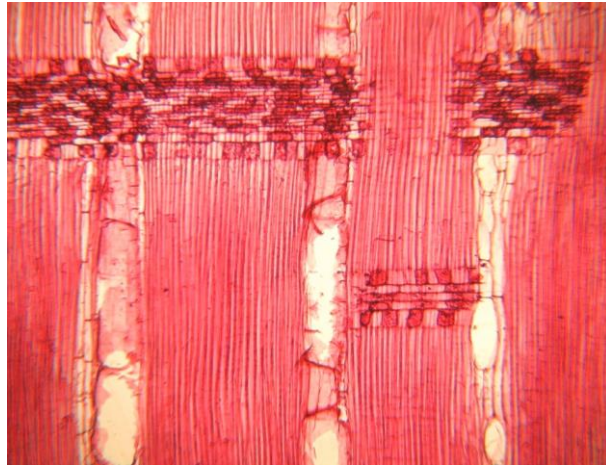
**Figura 7** Madera en corte tangencial y radial de *Anaueria brasiliensis*.



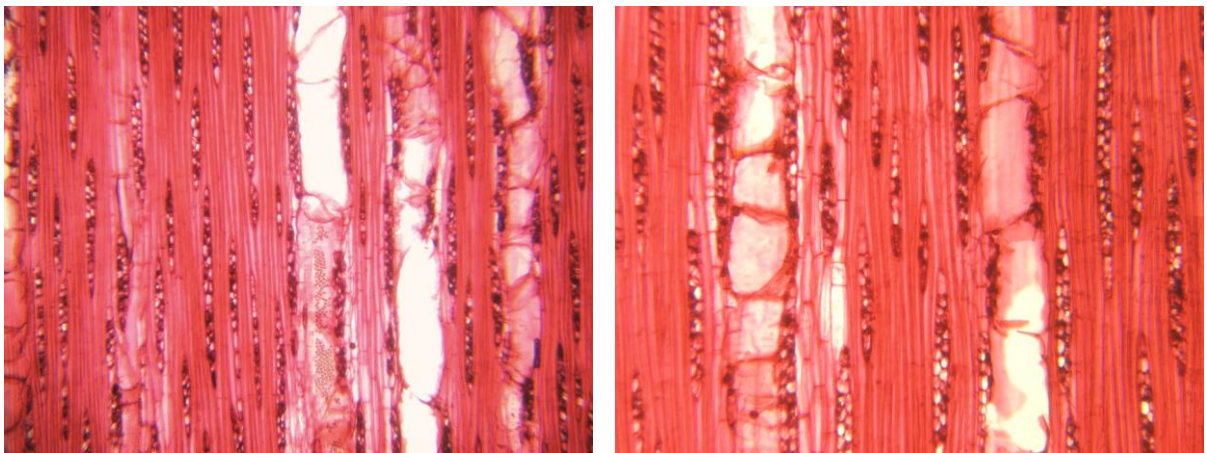
**Figura 8** Elemento vascular (40X) y fibra (40X) de *Anaueria brasiliensis*.



**Figura 9** Corte transversal de *Anaueria brasiliensis* (40X).



**Figura 10** Células oleosas en corte radial de *Anaueria brasiliensis* (40X).



**Figura 11** Corte tangencial de *Anaueria brasiliensis* (40X y 100X)

### **Características Generales**

En condición seca al aire el duramen es color rosa-marrón claro 7,5YR 6/4 (Figura 12). Anillos de crecimiento poco diferenciados por bandas oscuras de forma regular. Olor y sabor no distintivos; textura fina, brillo medio, vetado en arcos superpuestos causado por los anillos de crecimiento. Madera moderadamente dura al ser cortada por una cuchilla en el sentido transversal a las fibras. Presencia de floema incluido aislado e irregularmente distribuido.

### **Descripción Macroscópica**

Poros: Visibles con lupa de 10X, predominantemente solitarios de sección redonda y ocasionalmente múltiples radiales de hasta 8 poros. Líneas vasculares rectilíneas, finas, visibles a simple vista de 10X. Presencia de tilosis.

Parénquima: No visible aún con lupa de 10X

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

### **Descripción Microscópica**

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos, predominantemente solitarios de sección redonda y ocasionalmente múltiples radiales de hasta 8 poros. Diámetro tangencial promedio de  $103\mu\text{m}$ , clasificados como medianos. En promedio  $14 \text{ poros}/\text{mm}^2$ , clasificados como pocos. Longitud promedio de elementos vasculares de  $416\mu\text{m}$ , clasificados como medianos (Figura 13). Platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas, predominantemente poligonales, con diámetro promedio de  $8,7\mu\text{m}$ , clasificadas como medianas; apertura incluida de forma lenticular; también punteaduras ornadas. Presencia de abundante tilosis.

Parénquima: En sección transversal ausente o extremadamente raro (Figura 14).

Radios: En sección tangencial altura promedio de  $380\mu\text{m}$ , clasificados como extremadamente bajos; uniseriados y biseriados con  $19\mu\text{m}$  de ancho promedio, clasificados como muy finos. En sección radial heterocelulares, formado predominantemente por células procumbentes con 1-4 líneas marginales de células erectas y muy ocasionalmente por una mezcla de células

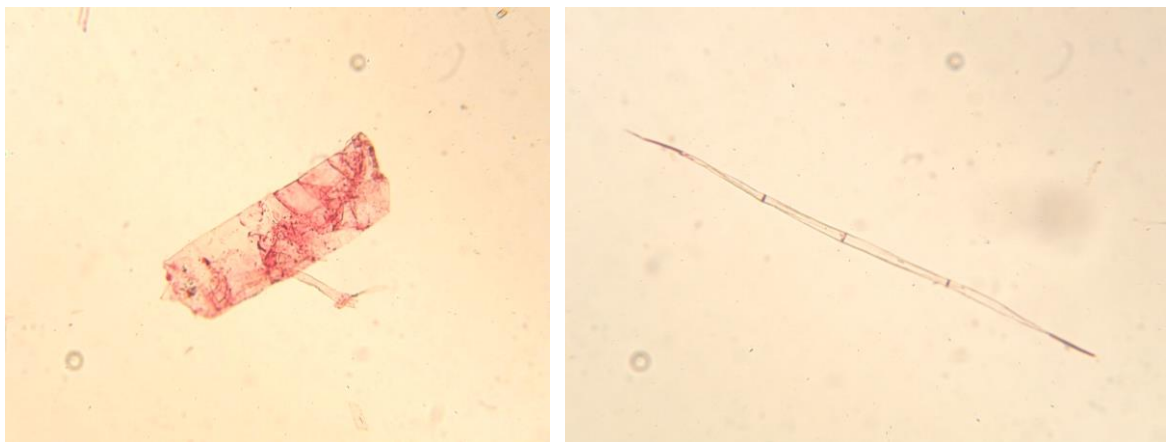
procumbentes y cuadradas. En promedio 3 radios/mm, clasificados como pocos; no estratificados. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares en tamaño y forma. Presencia de cristales de forma romboide en células radiales procumbentes y erectas; un cristal por célula o cámara. Presencia de sílice y gomas color rojo (Figuras 15 y 16).

Fibras: Libriformes; longitud promedio de 1040 $\mu$ m, clasificadas como medianas; en promedio 20 $\mu$ m de ancho, clasificadas como angostas; de paredes muy delgadas con espesor promedio de 1,6 $\mu$ m; no estratificadas; septadas, con 6 septas en promedio (Figura 13).

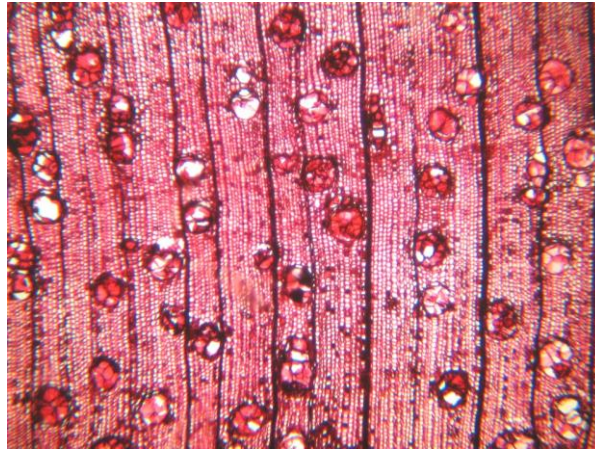




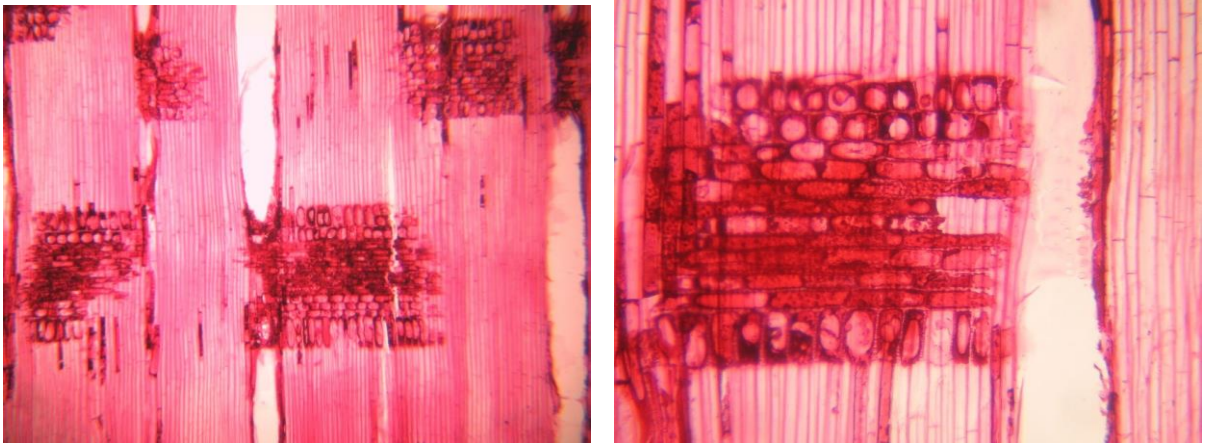
**Figura 12** Madera en corte tangencial y radial de *Dacryodes nitens*.



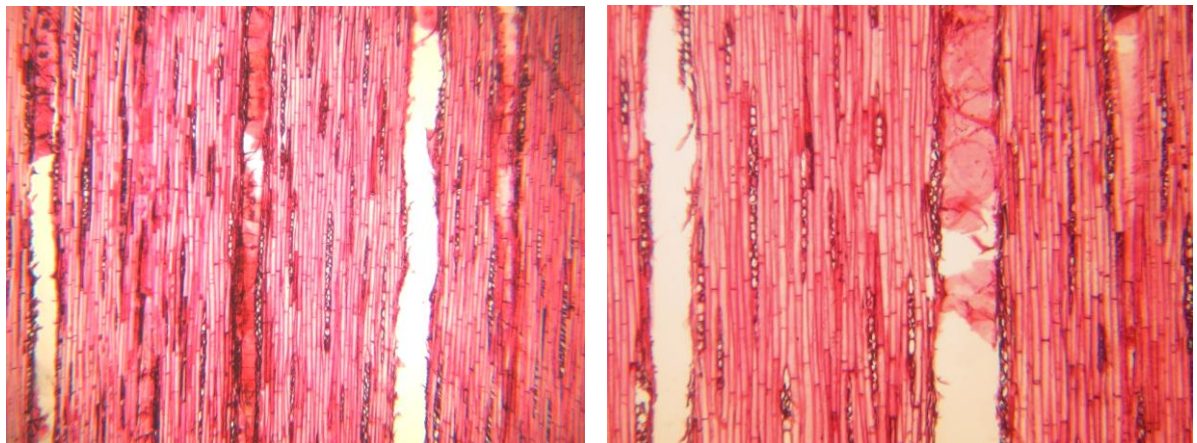
**Figura 13** Tilosis en elemento vascular (40X) y fibra septada (40X) de *Dacryodes nitens*.



**Figura 14** Tilosis abundante en poros en corte transversal de *Dacryodes nitens* (40X)



**Figura 15** Fibras septadas, cristales y sílice en corte radial de *Dacryodes nitens* (40X y 100X).



**Figura 16** Corte tangencial de *Dacryodes nitens* (40X y 100X).

*Himatanthus sucuuba* (SP. Ex M. Arg.) Wood

Bellaco caspi

Apocynaceae

### **Características Generales**

En condición seca al aire el duramen es de color amarillo claro 7,5YR 8/4 (Figura 17). Anillos de crecimiento no diferenciados. Olor y sabor no distintivos; grano entrecruzado, textura fina, brillo y veteado ausente. Madera moderadamente dura al ser cortada por una cuchilla en el sentido transversal a las fibras.

### **Descripción Macroscópica**

Poros: Visibles con lupa de 10X, predominantemente múltiples radiales de 2-5 poros. Líneas vasculares rectilíneas, finas, visibles con lupa de 10X.

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

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

### **Descripción Microscópica**

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos, predominantemente múltiples radiales de 2-5 poros. Diámetro tangencial promedio de  $46\mu\text{m}$ , clasificados como muy pequeños. En promedio  $25\text{ poros/mm}^2$ , clasificados como moderadamente numerosos. Longitud promedio de elementos vasculares de  $483\mu\text{m}$ , clasificados como medianos; presencia de apéndices en un solo lado de ambos extremos de los elementos vasculares (Figura 18). Platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas de forma ovalada, con diámetro promedio de  $6,4\mu\text{m}$ , clasificadas como pequeñas; apertura incluida de forma lenticular; también presencia de punteaduras ornadas.

Parénquima: En sección transversal apotraqueal difuso en agregados (Figura 19), no estratificado, de 5-8 septas por célula.

Radios: En sección tangencial altura promedio de  $345\mu\text{m}$ , clasificados como extremadamente bajos; exclusivamente uniseriados con  $19\mu\text{m}$  de ancho promedio, clasificados como muy finos. En sección radial predominantemente heterocelulares, formado por células procumbentes con 1-4 hileras marginales de células erectas y ocasionalmente por una mezcla de células erectas y

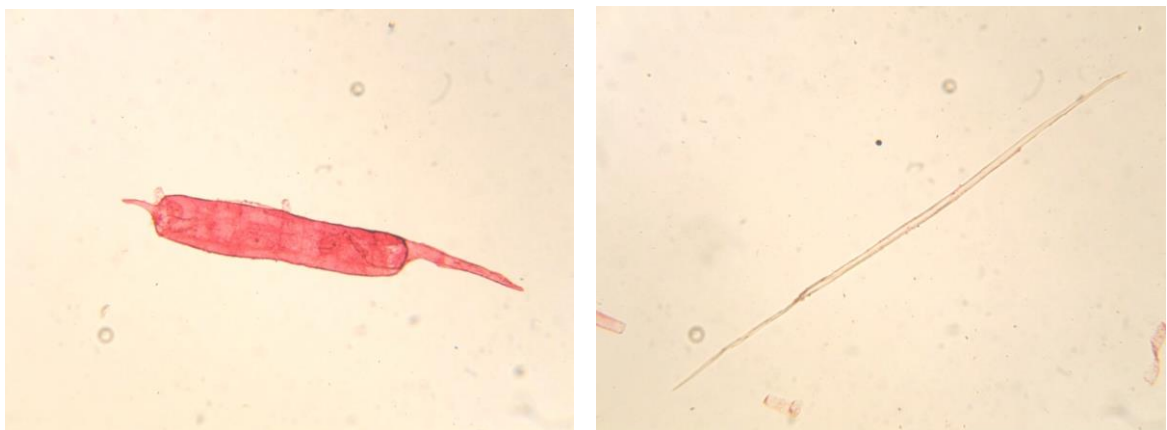


cuadradas; también homocelulares formado sólo por células erectas. En promedio 5 radios/mm, clasificados como poco numerosos; no estratificados. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares en tamaño y forma. (Figuras 20 y 21).

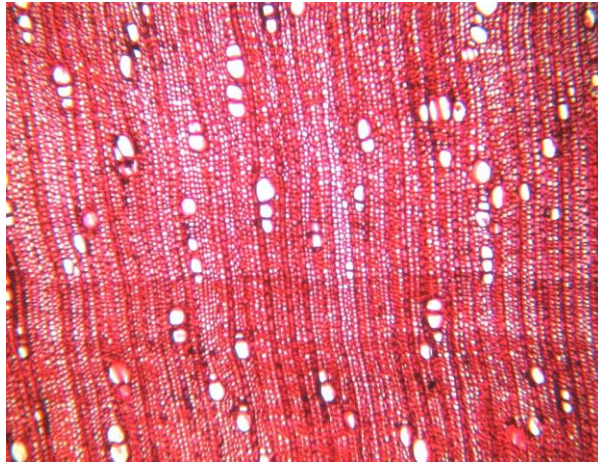
Fibras: Libriformes; longitud promedio de 1390 $\mu$ m, clasificadas como medianas; en promedio 20 $\mu$ m de ancho, clasificadas como angostas; de paredes muy delgadas con espesor promedio de 2,2 $\mu$ m; no estratificadas; con punteaduras simples (Figura 18).



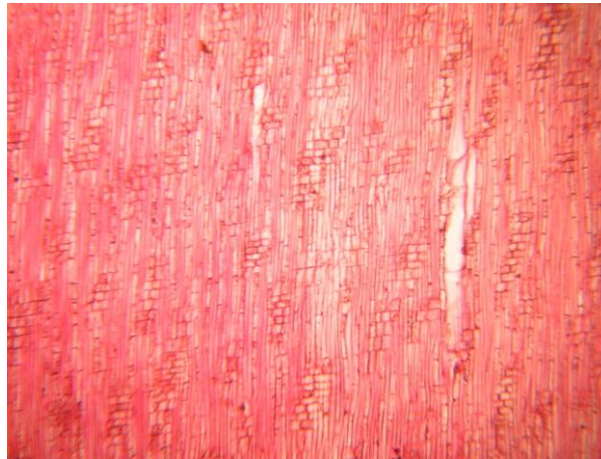
**Figura 17** Madera en corte tangencial y radial de *Himatanthus sucuuba*.



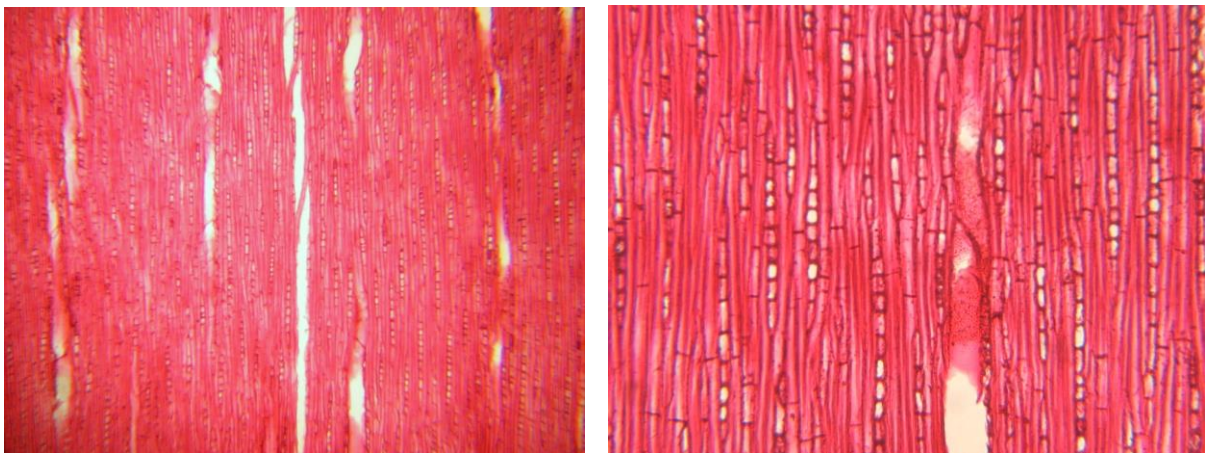
**Figura 18** Elemento vascular (40X) y fibra (40X) de *Himatanthus sucuuba*.



**Figura 19** Corte transversal de *Himatanthus sucuuba* (40X).



**Figura 20** Corte radial de *Himatanthus sucuuba* (40X)



**Figura 21** Corte tangencial de *Himatanthus sucuuba* (40X y 100X).

### **Características Generales**

En condición seca al aire el duramen es de color castaño claro 7,5YR 6/6 (Figura 22). Anillos de crecimiento poco diferenciados por bandas oscuras. Olor y sabor no distintivos; grano recto, textura fina, brillo bajo, veteado característico definido por líneas verticales oscuras, a veces oblicuas. Madera dura al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras. Presencia de floema incluido aislado e irregularmente distribuido.

### **Descripción Macroscópica**

Poros: Visibles a simple vista, predominantemente múltiples radiales de 2-4 poros. Líneas vasculares rectilíneas, finas, visibles a simple vista. Presencia de abundante tilosis.

Parénquima: Visible a simple vista, en bandas del tipo reticulado.

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

### **Descripción Microscópica**

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos, predominantemente múltiples radiales de 2-4 poros. Diámetro tangencial promedio de 121 $\mu$ m, clasificados como medianos. En promedio 5 poros/mm<sup>2</sup>, clasificados como pocos. Longitud promedio de elementos vasculares de 388 $\mu$ m, clasificados como medianos (Figura 23). Platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas de forma redonda, con diámetro promedio de 8,8 $\mu$ m, clasificadas como medianas; apertura incluida de forma lenticular; también punteaduras ornadas. Presencia de abundante tilosis.

Parénquima: En sección transversal en bandas del tipo reticulado, predominantemente de hasta 3 células de ancho (Figura 24); no estratificado de 5-8 septas por célula.

Radios: En sección tangencial altura promedio de 492 $\mu$ m, clasificados como extremadamente bajos; predominantemente biseriados, escasos uniseriados y triseriados, ancho promedio de 22 $\mu$ m, clasificados como muy finos. En sección radial homocelulares, formado sólo por células procumbentes. En promedio 5 radios/mm, clasificados como poco numerosos; no estratificados.

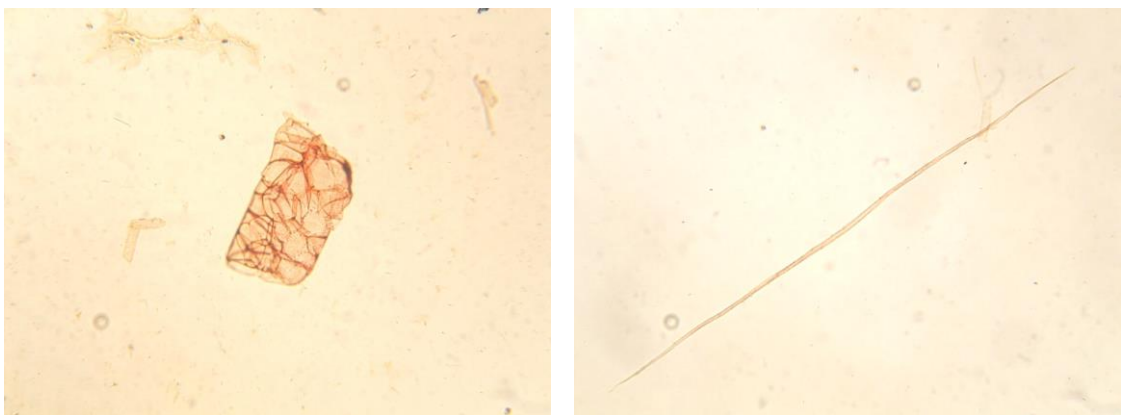
Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares en tamaño y forma, y también circulares o angulares con mucha reducción de bordes a aparentemente simples. Presencia de sílice (Figuras 25 y 26).

Fibras: Libriformes; longitud promedio de 1374 $\mu$ m, clasificadas como medianas; en promedio 14 $\mu$ m de ancho, clasificadas como angostas; de paredes gruesas con espesor promedio de 3,6 $\mu$ m; no estratificadas; con punteaduras simples (Figura 23).

Presencia de floema incluido (Figura 25).

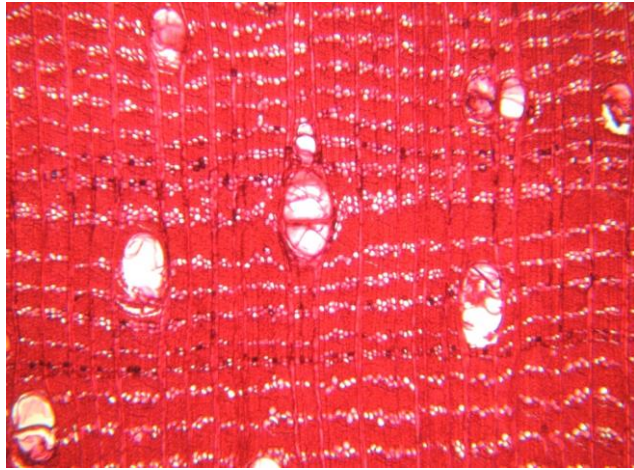


**Figura 22** Madera en corte tangencial y radial de *Lecythis pisonis*.

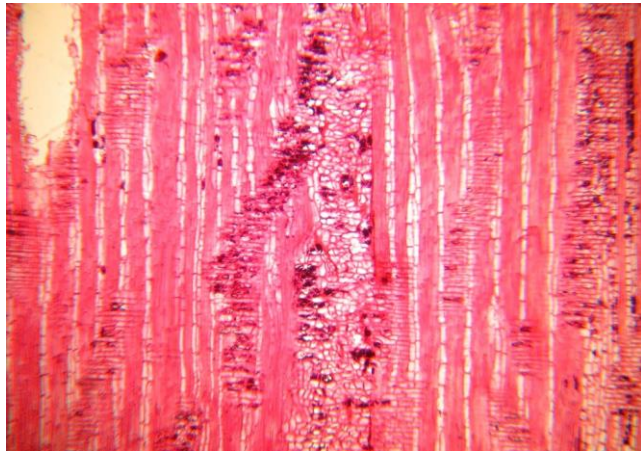


**Figura 23** Tilosis en elemento vascular (40X) y fibra (40X) de *Lecythis pisonis*.

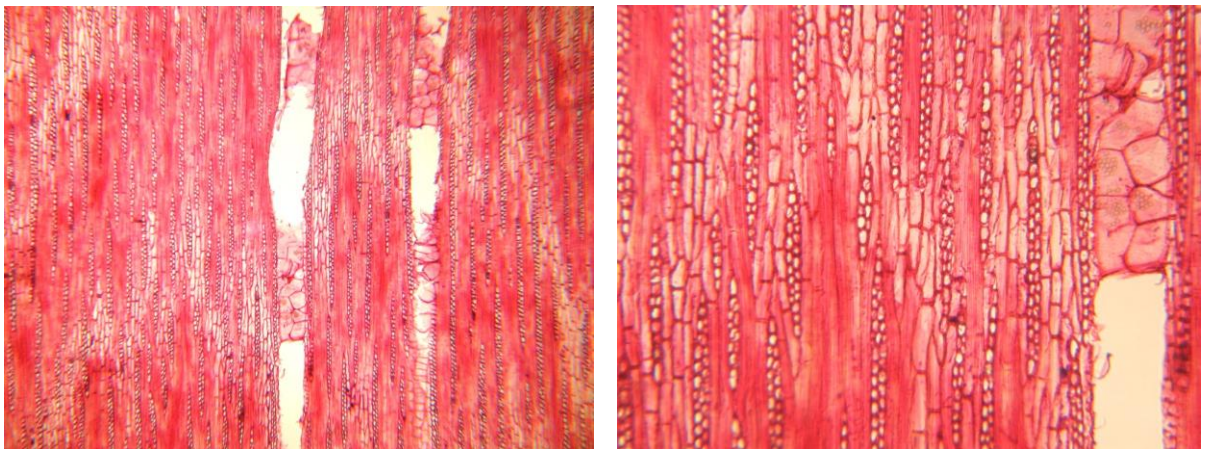




**Figura 24** Tilosis en poros en corte transversal de *Lecythis pisonis* (40X).



**Figura 25** Floema incluido en corte radial de *Lecythis pisonis* (40X).



**Figura 26** Tilosis en corte tangencial de *Lecythis pisonis* (40X y 100X).

### **Características Generales**

En condición seca al aire el duramen es de color rosado claro 7,5YR 7/8 (Figura 27). Anillos de crecimiento poco diferenciados por bandas oscuras. Olor y sabor no distintivos; textura media, brillo medio, vetado jaspeado en la sección radial causado por los radios. Madera blanda al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras.

### **Descripción Macroscópica**

Poros: Visibles a simple vista, solitarios de sección oval y múltiples radiales de 2 en similar proporción. Líneas vasculares rectilíneas, visibles a simple vista.

Parénquima: Visible a simple vista, paratraqueal aliforme confluyente.

Radios: Visibles a simple vista, no estratificados y contrastados en sección radial.

### **Descripción Microscópica**

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos, solitarios de forma ovalada y múltiples radiales de 2 en similar proporción. Diámetro tangencial de poros de 132 $\mu$ m, clasificados como medianos. En promedio 4 poros/mm<sup>2</sup>, clasificados como muy pocos. Longitud promedio de elementos vasculares de 475 $\mu$ m, clasificados como medianos (Figura 28). Platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas de forma circular, con diámetro promedio de 3,5 $\mu$ m, clasificadas como muy pequeñas; apertura incluida de forma circular.

Parénquima: En sección transversal apotraqueal difuso, paratraqueal vasicéntrico, aliforme y aliforme confluyente (Figura 29); no estratificado de 5-8 septas por célula. Presencia de cristales romboides, dos cristales por célula.

Radios: En sección tangencial de dos tamaños distintos; los menores con altura promedio de 304 $\mu$ m, clasificados como extremadamente bajos, predominantemente uniseriados con 14 $\mu$ m de ancho promedio, clasificados como muy finos; los radios grandes con una altura promedio de 840 $\mu$ m, clasificados como bajos, ancho promedio de 4 células y 64 $\mu$ m, clasificados como finos. En sección radial heterocelulares, formado por una mezcla de células procumbentes y erectas,

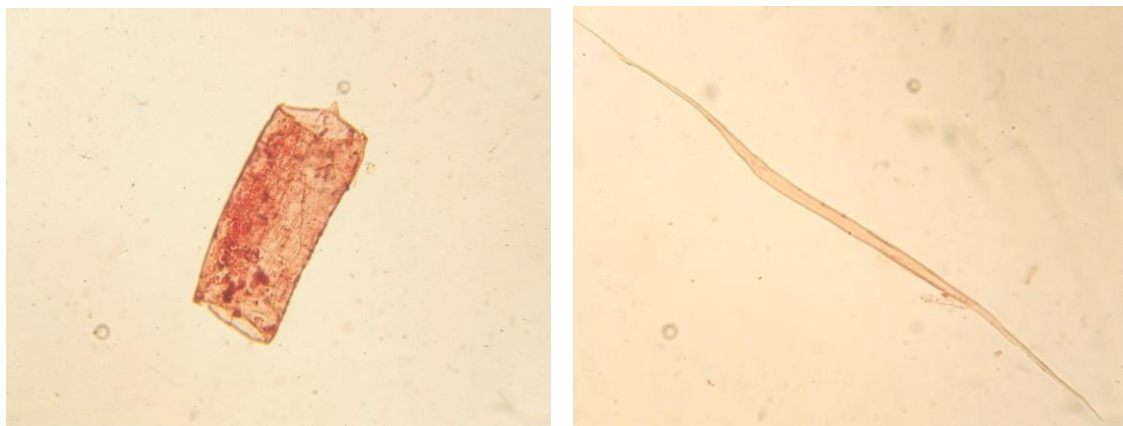


presencia de células tipo baldosas (tile cells). En promedio 5 radios/mm, clasificados como poco numerosos; heterogéneos tipo III; con algunos radios longitudinalmente fusionados; no estratificados. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares en forma y tamaño. Presencia de gomas y también cristales de forma romboide en las células radiales erectas; un cristal por célula (Figuras 30 y 31).

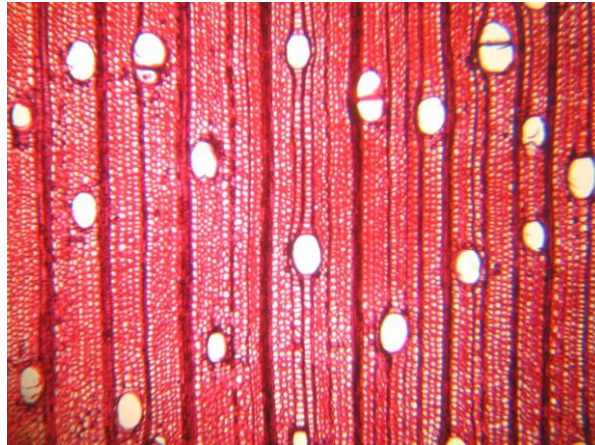
Fibras: Libriiformes; longitud promedio de  $1696\mu\text{m}$ , clasificadas como largas; en promedio  $31\mu\text{m}$  de ancho, clasificadas como medianas; de paredes delgadas con espesor promedio de  $4,2\mu\text{m}$ ; irregularmente estratificadas; con punteaduras simples (Figura 28).



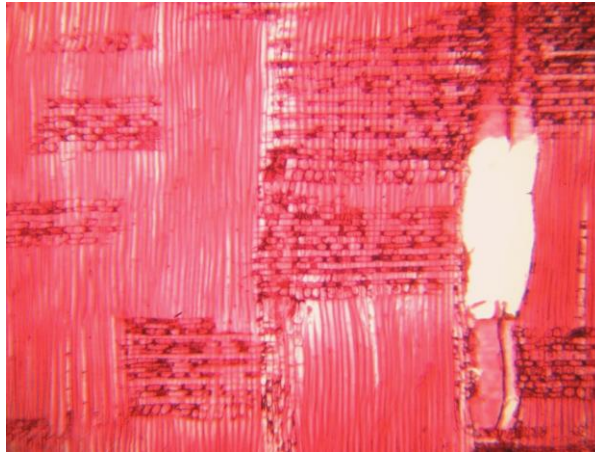
**Figura 27** Madera en corte tangencial y radial de *Mollia lepidota*.



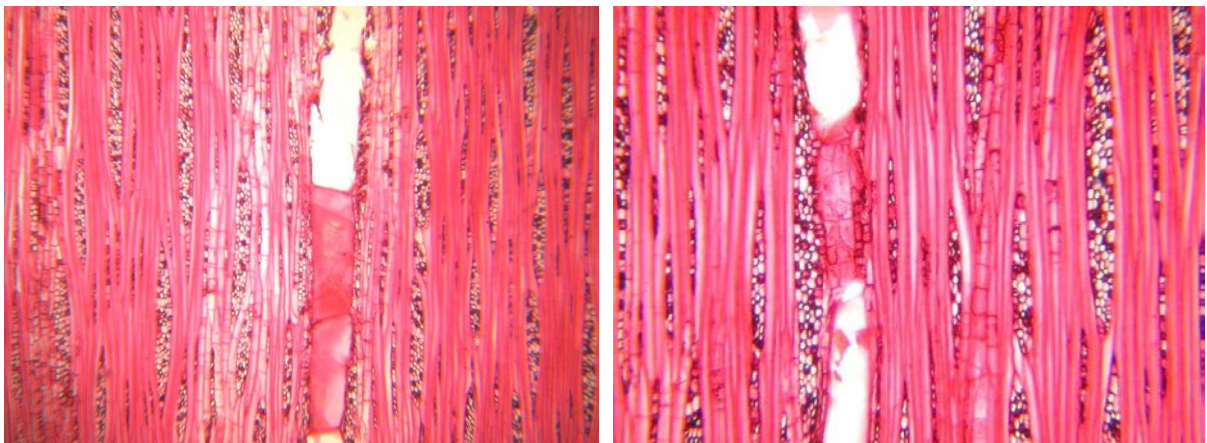
**Figura 28** Elemento vascular (40X) y fibra (40X) de *Mollia lepidota*.



**Figura 29** Corte transversal de *Mollia lepidota* (40X).



**Figura 30** Corte radial de *Mollia lepidota* (40X).



**Figura 31** Radios de dos tamaños distintos y fusionados longitudinalmente en corte tangencial de *Mollia lepidota* (40X y 100X).

### **Características Generales**

En condición seca al aire el duramen es de color marrón-cenizo claro 7,5YR 8/2 (Figura 32). Anillos de crecimiento no diferenciados. Olor y sabor no distintivos; grano recto, textura gruesa, brillo medio, vetado jaspeado en la sección radial causado por los radios anchos. Madera moderadamente dura al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras.

### **Descripción Macroscópica**

Poros: Visibles a simple vista, predominantemente solitarios de sección redonda y escasos múltiples radiales de 2. Líneas vasculares rectilíneas, de ancho medio, visibles a simple vista.

Parénquima: Visible a simple vista, paratraqueal vasicéntrico y en bandas de tipo marginal.

Radios: Visibles a simple vista, no estratificados y contrastados en sección radial.

### **Descripción Microscópica**

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos, predominantemente solitarios de sección redonda y escasos múltiples radiales de 2. Diámetro tangencial promedio de 205 $\mu\text{m}$ , clasificados como grandes. En promedio 5 poros/ $\text{mm}^2$ , clasificados como pocos. Longitud promedio de elementos vasculares de 352 $\mu\text{m}$ , clasificados como medianos (Figura 33). Platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas de forma poligonal, con diámetro promedio de 8,2 $\mu\text{m}$ , clasificadas como medianas; apertura incluida y a menudo extendida de forma lenticular.

Parénquima: En sección transversal paratraqueal aliforme tipo rombo y aliforme confluyente, también parénquima marginal (Figura 34); estratificado de 3-4 septas por célula.

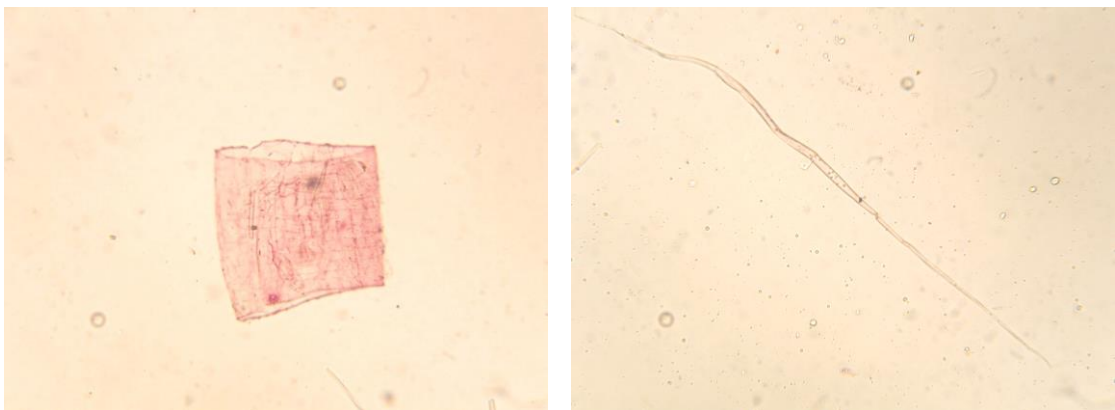
Radios: En sección tangencial de dos tamaños distintos; los pequeños con altura promedio de 787 $\mu\text{m}$ , clasificados como bajos, ancho promedio de 82 $\mu\text{m}$ , clasificados como finos; los grandes con altura promedio de 2389 $\mu\text{m}$ , clasificados como medianos, ancho promedio de 194 $\mu\text{m}$ , clasificados como medianos. En promedio 1 radio/ $\text{mm}$ , clasificados como pocos; heterogéneos con células envolventes; no estratificados. Punteaduras radiovasculares circulares o angulares con mucha reducción de bordes a aparentemente simple (Figuras 35 y 36).

Fibras: Libriformes; longitud promedio de 2226 $\mu$ m, clasificadas como largas; en promedio 23 $\mu$ m de ancho, clasificadas como angostas; de paredes delgadas con ancho promedio de 3,9 $\mu$ m; estratificadas; con punteaduras simples (Figura 33).

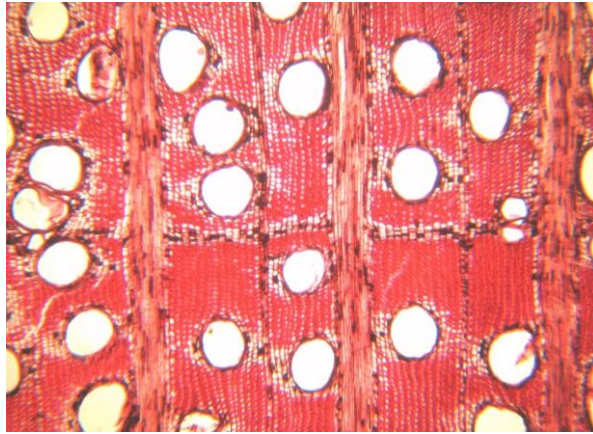




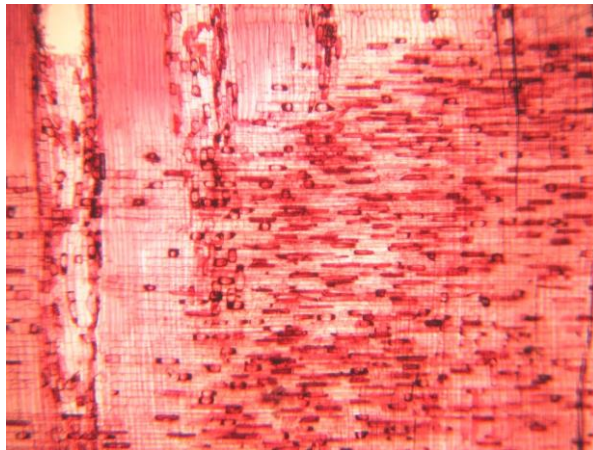
**Figura 32** Madera en corte tangencial y radial de *Sterculia frondosa*.



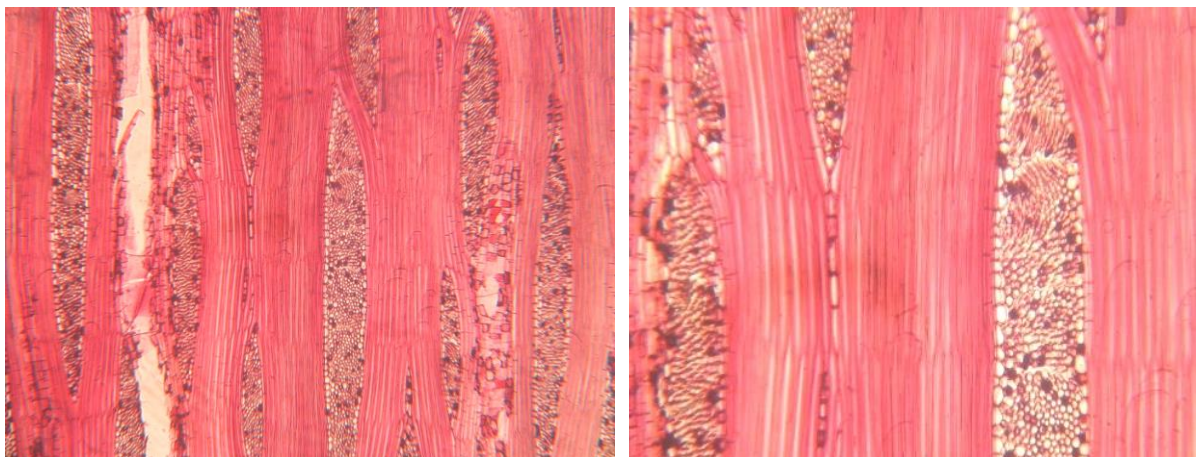
**Figura 33** Elemento vascular (40X) y fibra (40X) de *Sterculia frondosa*.



**Figura 34** Corte transversal de *Sterculia frondosa* (40X).



**Figura 35** Corte radial de *Sterculia frondosa* (40X).



**Figura 36** Radios de dos tamaños distintos, fibras estratificadas y células envolventes en corte tangencial de *Sterculia frondosa* (40X y 100X).

**Características Generales**

En condición seca al aire el duramen es de color amarillo ligeramente castaño 7,5YR 7/10 (Figura 37). Anillos de crecimiento poco diferenciados por bandas oscuras. Olor desagradable, sabor imperceptible; textura media, brillo medio, vetado en arcos superpuestos causado por los anillos de crecimiento. Madera moderadamente dura al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras.

**Descripción Macroscópica**

Poros: Visibles a simple vista, predominantemente solitarios de sección oval y ocasionalmente múltiples radiales de 2-4. Líneas vasculares rectilíneas, de ancho medio, visibles a simple vista.

Parénquima: Visible a simple vista, paratraqueal aliforme confluyente.

Radios: Visibles a simple vista, estratificados y sin contraste en sección radial.

**Descripción Microscópica**

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos, predominantemente solitarios de sección oval y ocasionalmente múltiples radiales de 2-4. Diámetro tangencial promedio de 161 $\mu$ m, clasificados como medianos. En promedio 2 poros por mm<sup>2</sup>, clasificados como muy pocos. Longitud promedio de elementos vasculares de 519 $\mu$ m, clasificados como medianos (Figura 38). Platinas de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas de forma ovalada, con diámetro promedio de 8,7 $\mu$ m, clasificadas como medianas; apertura incluida de forma redonda y también lenticular.

Parénquima: En sección transversal paratraqueal aliforme confluyente con tendencia a bandas con más de 3 células de ancho (Figura 39); estratificado, de 4 septas por célula (Figura 41).

Radios: En sección tangencial altura promedio de 290 $\mu$ m, clasificados como extremadamente bajos; uniseriados y biseriados con 20 $\mu$ m de ancho promedio, clasificados como muy finos. En sección radial homocelulares, formado sólo por células procumbentes; también heterocelulares, formados por células procumbentes con una hilera marginal de células erectas. En promedio 8

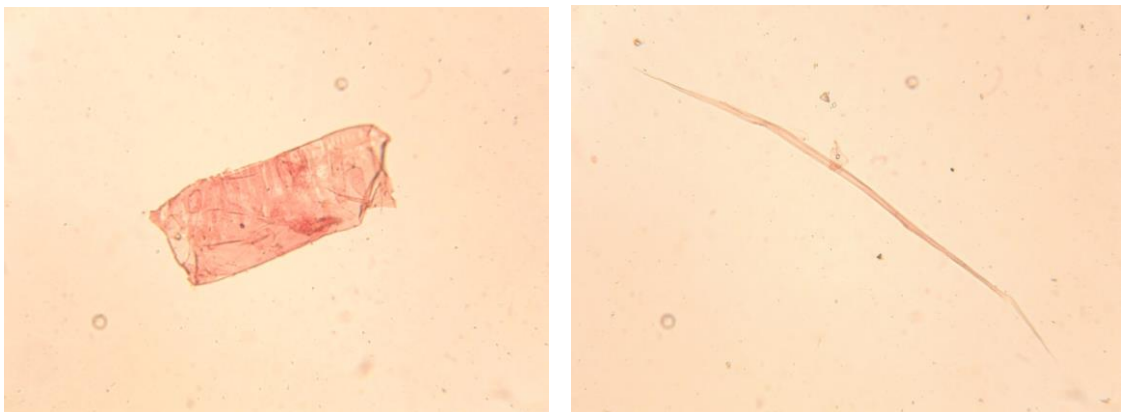


radios/mm, clasificados como poco numerosos; estratificados. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares en tamaño y forma (Figuras 40 y 41).

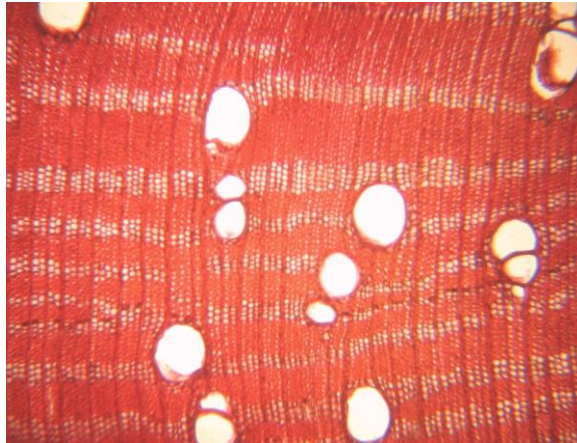
Fibras: Libriformes; longitud promedio de 1449 $\mu$ m, clasificadas como medianas; en promedio 24 $\mu$ m de ancho, clasificadas como angostas; de paredes delgadas con ancho promedio de 4,4 $\mu$ m, estratificadas, con punteaduras simples (Figura 38).



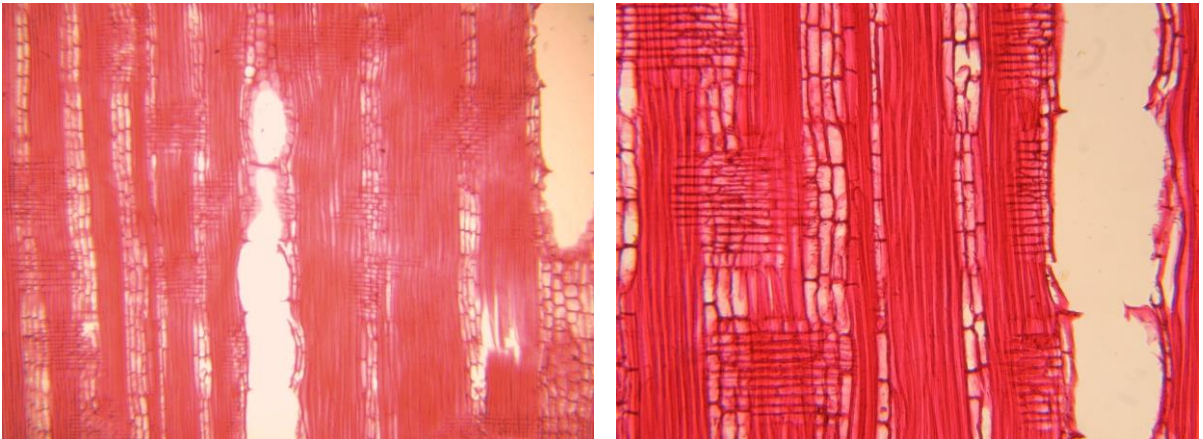
**Figura 37** Madera en corte tangencial y radial de *Swartzia polyphylla*.



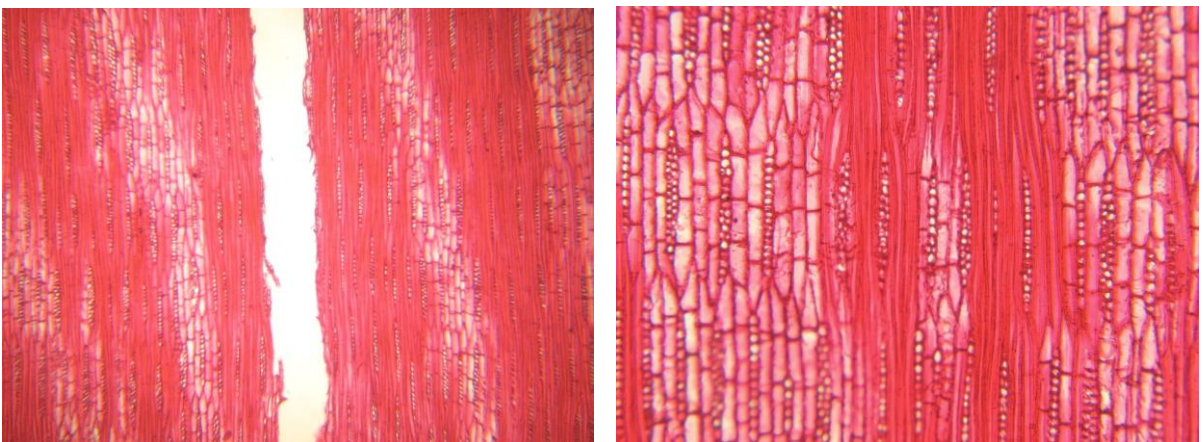
**Figura 38** Elemento vascular (40X) y fibra (40X) de *Swartzia polyphylla*.



**Figura 39** Corte transversal de *Swartzia polyphylla* (40X).



**Figura 40** Corte radial de *Swartzia polyphylla* (40X y 100X).



**Figura 41** Fibras, radios y parénquima longitudinal estratificados en corte tangencial de *Swartzia polyphylla* (40X y 100X)

**Características Generales**

En condición seca al aire la albura es de color castaño anaranjado claro y el duramen castaño anaranjado oscuro 7,5YR 6/8 (Figura 42). El cambio de color de albura a duramen es gradual. Anillos de crecimiento no diferenciados. Olor y sabor no diferenciados; grano entrecruzado, textura fina, brillo medio, veteado caracterizado por la presencia de líneas verticales de color marrón oscuro. Madera moderadamente dura al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras.

**Descripción Macroscópica**

Poros: Visibles con lupa de 10x, predominantemente solitarios de forma ovalada y ocasionalmente múltiples radiales de 2-5. Líneas vasculares rectilíneas, finas, visibles a simple vista, con contenidos de gomas de color rojo oscuro.

Parénquima: No visible aún con lupa de 10X.

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

**Descripción Microscópica**

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos, predominantemente solitarios de sección oval y ocasionalmente múltiples radiales de 2-5. Diámetro tangencial promedio de 123 $\mu$ m, clasificados como medianos. En promedio 11 poros/mm<sup>2</sup>, clasificados como pocos. Longitud promedio de elementos vasculares de 381 $\mu$ m, clasificados como medianos; presencia de apéndice en un extremo de los elementos vasculares (Figura 43). Platinas de perforación simple, punteaduras intervasculares alternas de forma redonda, con diámetro promedio de 11,8 $\mu$ m, clasificadas como grandes; apertura incluida de forma lenticular. Presencia abundante de gomas color rojo taponando los poros.

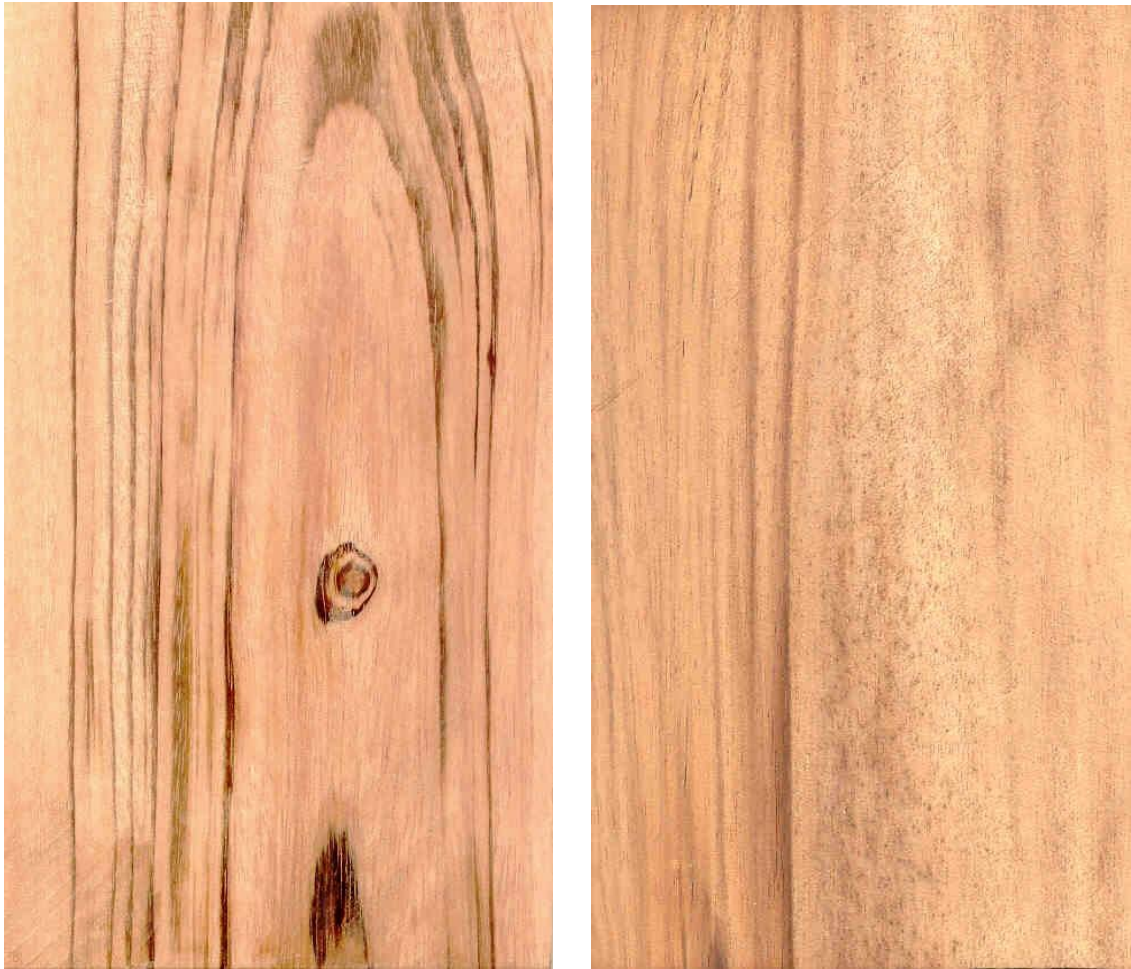
Parénquima: En sección transversal ausente o extremadamente raro (Figura 44).

Radios: En sección tangencial altura promedio de 535 $\mu$ m, clasificados como extremadamente bajos; exclusivamente uniseriados con 34 $\mu$ m de ancho promedio, clasificados como muy finos.

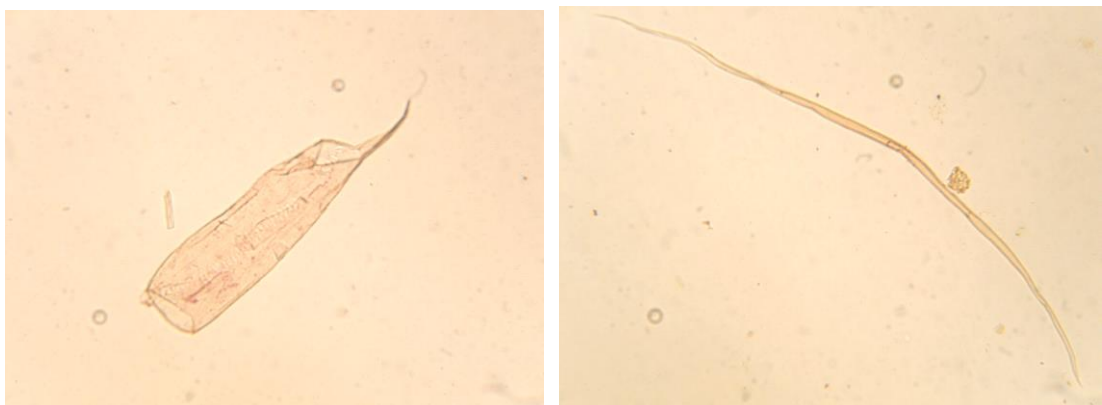
En sección radial heterocelulares, formados por células procumbentes con una hilera marginal de células erectas. En promedio 4 radios/mm, clasificados como poco numerosos; no estratificados. Punteaduras radiovasculares horizontales con mucha reducción de bordes a aparentemente simples, también presencia de punteaduras similares a las intervasculares en tamaño y forma. Presencia de abundante sílice en células radiales procumbentes y erectas (Figuras 45 y 46).

Fibras: Libriformes; longitud promedio de 1474 $\mu$ m, clasificadas como medianas; en promedio 20 $\mu$ m de ancho, clasificadas como angostas; de paredes delgadas con espesor promedio de 2,8 $\mu$ m; no estratificadas; septadas, con 3 septas por fibra (Figura 43).

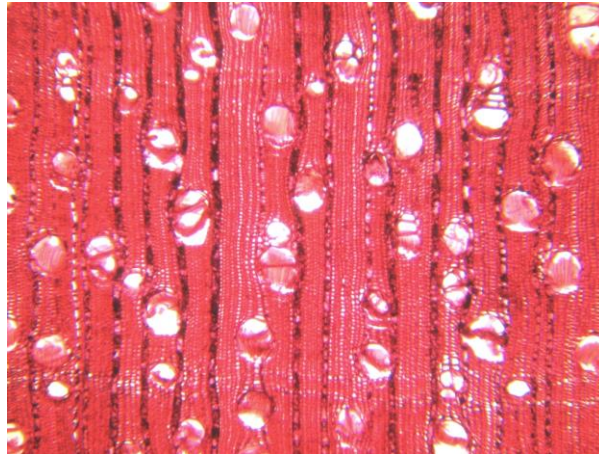




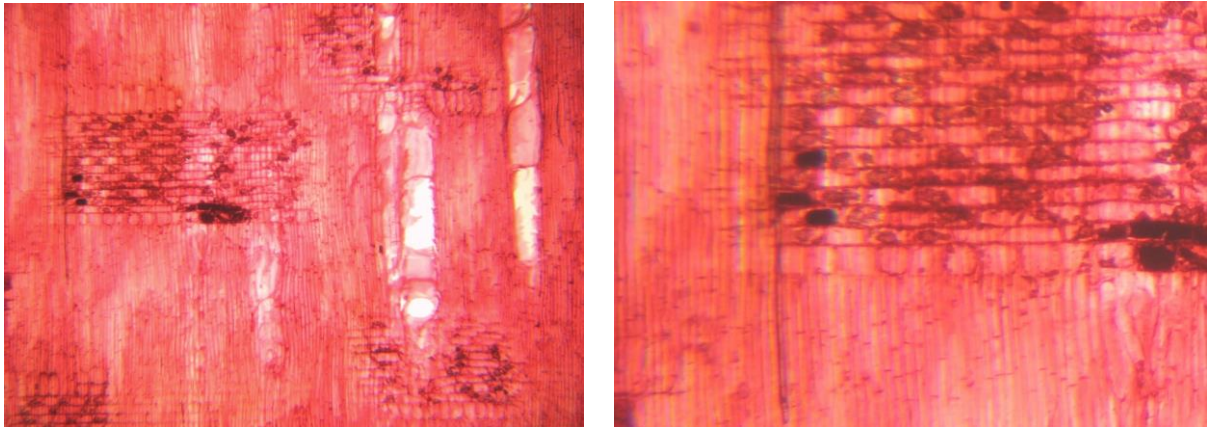
**Figura 42** Madera en corte tangencial y radial de *Tetragastris panamensis*



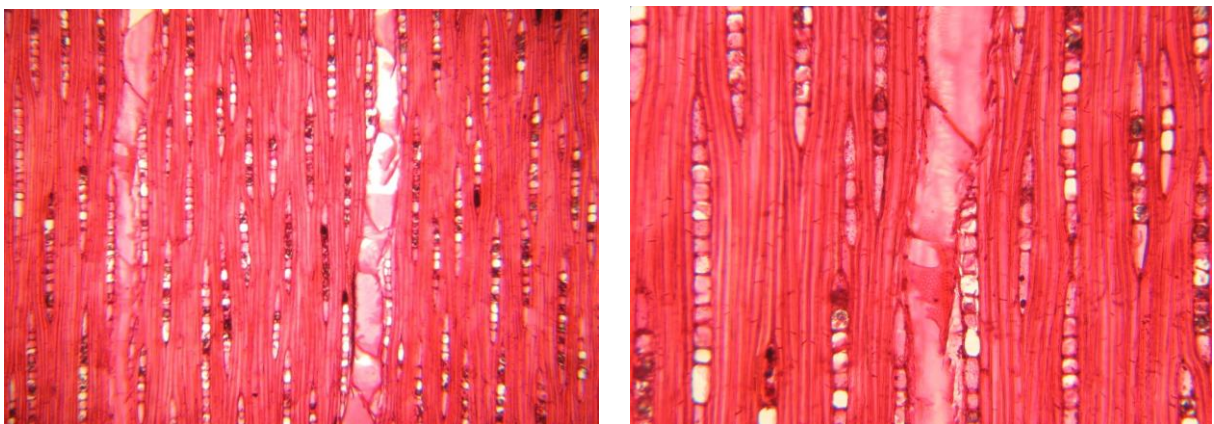
**Figura 43** Elemento vascular (40X) y fibra (40X) de *Tetragastris panamensis*.



**Figura 44** Corte transversal de *Tetragastris panamensis* (40X).



**Figura 45** Sílice, gomas y fibras septadas en corte radial de *Tetragastris panamensis* (40X y 100X).



**Figura 46** Radios uniseriados en corte tangencial de *Tetragastris panamensis* (40X y 100X)

## 4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

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

### 4.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y ORGANOLÉPTICAS

De las características generales se puede indicar que:

De las nueve especies estudiadas; siete son de color rojo: *Anacardium giganteum*, *Anaueria brasiliensis*, *Dacryodes nitens*, *Lecythis pisonis*, *Mollia lepidota*, *Sterculia frondosa* y *Tetragastris panamensis*; siendo *Himatanthus sucuuba* y *Swartzia polyphylla* de color amarillo.

En relación a la textura, característica importante en el acabado, cuatro especies presentan textura media: *Anacardium giganteum*, *Anaueria brasiliensis*, *Mollia lepidota* y *Swartzia polyphylla*; mientras que *Dacryodes nitens*, *Himatanthus sucuuba*, *Lecythis pisonis* y *Tetragastris panamensis* presentan textura fina y solo *Sterculia frondosa* posee textura gruesa. A este nivel resalta la especie *Anaueria brasiliensis* por su olor agradable y *Swartzia polyphylla* por su olor desagradable.

Respecto al vetado, de utilidad en la industria de las chapas decorativas, dos especies presentan vetado característico, *Lecythis pisonis* y *Tetragastris panamensis*; dos especies poseen arcos superpuestos, *Dacryodes nitens* y *Swartzia polyphylla*; dos especies presentan jaspeado, *Mollia lepidota* y *Sterculia frondosa*; mientras que en *Anaueria brasiliensis* se observan arcos superpuestos y satinado. No presentan vetado *Anacardium giganteum* e *Himatanthus sucuuba*.



#### 4.2.2 CARACTERISTICAS MACROSCÓPICAS

Las especies que presentan poros predominantemente solitarios son seis, *Anacardium giganteum*, *Anaueria brasiliensis*, *Dacryodes nitens*, *Sterculia frondosa*, *Swartzia polyphylla* y *Tetragastris panamensis*; dos especies presentan poros predominantemente múltiples radiales, *Himatanthus sucuuba* y *Lecythis pisonis*; mientras que *Mollia lepidota* posee poros solitarios y múltiples radiales en similar proporción.

A este nivel el parénquima no es visible aún con lupa de 10X en *Dacryodes nitens* y *Tetragastris panamensis*; es apotraqueal en *Himatanthus sucuuba*; paratraqueal en *Anacardium giganteum*, *Anaueria brasiliensis*, *Mollia lepidota* y *Swartzia polyphylla*; en bandas en *Lecythis pisonis*; siendo *Sterculia frondosa* la única especie que presenta dos tipos de parénquima: paratraqueal y en bandas.

Los radios en sección transversal son visibles a simple vista en *Mollia lepidota* y *Sterculia frondosa*; siendo necesario para *Anacardium giganteum*, *Anaueria brasiliensis*, *Dacryodes nitens*, *Lecythis pisonis*, *Sterculia frondosa*, *Swartzia polyphylla* y *Tetragastris panamensis*, emplear una lupa de 10X para su visualización. Destaca también la presencia de radios estratificados en la especie *Swartzia polyphylla*, característica bastante común en la familia Fabaceae.

Respecto a las inclusiones, resalta la presencia de floema incluido aislado e irregularmente distribuido en *Dacryodes nitens* y *Lecythis pisonis*, lo que podría afectar la resistencia mecánica de la madera. Estas especies y también *Anaueria brasiliensis* presentan tilosis en los vasos; mientras que en *Tetragastris panamensis* se aprecian abundantes gomas de color rojo en poros y vasos.

#### 4.2.3 CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

A nivel microscópico, los elementos vasculares de *Dacryodes nitens*, *Himatanthus sucuuba*, *Lecythis pisonis*, *Mollia lepidota*, *Sterculia frondosa*, *Swartzia polyphylla* y *Tetragastris panamensis* son medianos en longitud, mientras que los de *Anacardium giganteum* y *Anaueria brasiliensis* son de longitud corta. Además, todas las especies estudiadas presentan platinas de perforación simple y punteaduras intervasculares con disposición alterna, conforme lo indican Mainieri y Peres (1989), León (2002), Detienne y Jacquet (1983) e Insidewood (2004).

Respecto al parénquima, en *Dacryodes nitens* y *Tetragastris panamensis* no se aprecia o es extremadamente raro, coincidiendo para la primera especie con lo reportado por Detienne y Jacquet (1983), mientras que para la segunda, Insidewood (2004) indica que presenta parénquima paratraqueal escaso y vasicéntrico. En *Anacardium giganteum* se aprecia parénquima vasicéntrico y aliforme, lo que es corroborado por Mainieri y Peres (1989); en *Anaueria brasiliensis* es aliforme, aliforme confluyente y aliforme unilateral, tal como lo menciona León (2002); en *Himatanthus sucuuba* y *Lecythis pisonis* es difuso en agregados y reticulado respectivamente, coincidiendo con lo descrito por Insidewood (2004) y Mainieri y Peres (1989). En *Mollia lepidota* se observa parénquima vasicéntrico, aliforme y aliforme confluyente; en *Sterculia frondosa*, aliforme, aliforme confluyente y marginal; en *Swartzia polyphylla*, aliforme confluyente. En estas tres últimas especies, los resultados obtenidos coinciden parcialmente con lo que reportan Detienne y Jacquet (1983) e Insidewood (2004). Además, cabe mencionar que *Sterculia frondosa* y *Swartzia polyphylla* presentan parénquima estratificado, coincidiendo para esta última especie con lo reportado por Insidewood (2004).

Los radios de *Anacardium giganteum*, *Anaueria brasiliensis*, *Dacryodes nitens*, *Mollia lepidota*, *Sterculia frondosa* y *Tetragastris panamensis* son heterocelulares, tal como lo reportan Mainieri y Peres (1989), León (2002), Detienne y Jacquet (1983) e Insidewood (2004), aunque el segundo de éstos también indica la presencia minoritaria de radios homocelulares en *Anaueria brasiliensis*. Por otro lado, *Lecythis pisonis* presenta radios exclusivamente homocelulares, mientras que en *Himatanthus sucuuba* y *Swartzia polyphylla* se pueden observar ambos tipos, coincidiendo con lo mencionado por Mainieri y Peres (1989) e Insidewood (2004) con respecto a estas tres especies. También se encontraron células tipo

baldosas en *Mollia lepidota*, concordando con lo descrito por Insidewood (2004). Esta especie y *Sterculia frondosa* presentan radios de dos tamaños distintos, tal como lo indica dicho autor para la primera especie. Destaca también la presencia de radios estratificados en *Swartzia polyphylla*, corroborándose así lo reportado por el mismo autor. También se observó radios fusionados en *Mollia lepidota* y células envolventes en *Sterculia frondosa*, características que no fueron reportadas por ningún autor.

Con respecto a la longitud de fibra, *Mollia lepidota* y *Sterculia frondosa* son de fibra larga; *Anacardium giganteum* de fibra corta; y las demás especies de longitud mediana. Sólo *Lecythis pisonis* posee fibras de paredes gruesas, característica ligada directamente a la densidad y resistencia mecánica; mientras que las demás especies presentan paredes de fibra muy delgada a delgada. Además, *Dacryodes nitens* y *Tetragastris panamensis* tienen fibras septadas, lo que coincide con lo señalado por Detienne y Jacquet (1983) e Insidewood (2004). También resalta *Sterculia frondosa* y *Swartzia polyphylla* por presentar fibras estratificadas, aunque esto no es precisado por los autores mencionados.

En cuanto a las inclusiones; presentan cristales *Dacryodes nitens* y *Mollia lepidota*; mientras que en *Anacardium giganteum*, *Anaueria brasiliensis*, *Dacryodes nitens*, *Lecythis pisonis* y *Tetragastris panamensis* se observó la presencia de sílice, inclusión que podría influir en el mayor desgaste del filo de las herramientas en los procesos de transformación mecánica de la madera, tal como lo indican Mainieri y Peres (1989). También se observó floema incluido en *Lecythis pisonis*, aunque Mainieri y Peres (1989) no lo precisan.

Destaca también la presencia de células oleosas en *Anaueria brasiliensis*, coincidiendo con lo mencionado por León (2002). Asimismo, *Anaueria brasiliensis*, *Dacryodes nitens* y *Lecythis pisonis*, presentan tilosis, lo cual coincide con lo reportado por León (2002) y Mainieri y Peres (1989) para la primera y tercera especie respectivamente, inclusión que podría tener un efecto adverso en la preservación y secado de la madera.

Insidewood (2004), reporta la presencia de tubos laticíferos o taniníferos y de canales radiales en *Himatanthus sucuuba* y *Tetragastris panamensis* respectivamente, características no observadas para dichas especies en el presente estudio; ello probablemente se deba a la pequeñez de las muestras que podrían no haber incluido dicha característica.

Finalmente, del presente estudio se puede afirmar que algunas de las especies estudiadas tienen gran similitud con especies comerciales, así tenemos que *Mollia lepidota* es muy parecida a *Guazuma crinita*, tanto a nivel macroscópico como microscópico, a pesar de pertenecer a familias distintas, diferenciándose únicamente por el tipo de parénquima. Asimismo, *Swartzia polyphylla* tiene cierto grado de similitud con *Terminalia oblonga* y *Anaueria brasiliensis* con *Aniba amazonica*, perteneciendo el primer par a familias distintas.

**Cuadro 2** Características Generales, Organolépticas y Macroscópicas de las Especies Estudiadas.

ESPECIES/CARACTERÍSTICAS	CARACTERÍSTICAS GENERALES														CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS																							
	Color			Grano			Textura			Veteado			Resistencia al corte		Olor			Poros			Parénquima				Radios		Otros											
	Rojo	Marrón	Amarillo	Recto	Oblicuo	Entrecruzado	Fina	Media	Gruesa	Arcos Superpuestos	Jaspeado	Satinado	Sin veteado	Característico	Dura	Moderadamente dura	Blanda	Agradable	Desagradable	Sin olor	Visibles a simple vista	Visibles con lupa de 10X	Pred. Solitarios	Pred. Múltiples radiales	No visible aún con lupa	Apotraqueal	Paratraqueal	Aliforme	Aliforme Confluente	Marginal	Visibles a simple vista	Visibles con lupa de 10X	Estratificados	Floema Incluido	Gomas	Tilosis		
<i>Anacardium giganteum</i>	X			X			X					X				X			X	X		X										X						
<i>Anaueria brasiliensis</i>	X				X		X		X	X					X		X			X	X						X	X				X					X	
<i>Dacryodes nitens</i>	X						X		X						X				X	X	X	X		X								X		X			X	
<i>Himatanthus sucuuba</i>			X			X	X					X			X				X	X	X		X			X						X						
<i>Lecythis pisonis</i>	X			X			X						X	X					X	X			X		X						X		X				X	
<i>Mollia lepidota</i>	X						X			X						X			X	X		X	X						X		X							
<i>Sterculia frondosa</i>	X			X				X	X							X			X	X		X					X		X	X								
<i>Swartzia polyphylla</i>			X				X		X						X			X		X	X								X		X							
<i>Tetragastris panamensis</i>	X					X	X						X		X				X		X	X		X							X				X			



#### 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 nueve especies estudiadas. De acuerdo a los grados de variabilidad dados por Rubio (2002), conforme al Anexo 4, podemos afirmar que los datos de “diámetro tangencial de poros” y “longitud de elementos vasculares” son regularmente homogéneos a muy variables; mientras que los datos de “número de poros/mm<sup>2</sup>”, especialmente en las especies *Anacardium giganteum*, *Lecythis pisonis*, *Mollia lepidota* y *Swartzia polyphylla*, son muy variables, lo que indica que la distribución de poros en estas especies varía con mucha facilidad, y que no es un elemento que se mantiene constante aún dentro de una misma muestra.

Con respecto a los coeficientes de variabilidad de “Longitud de fibras”, las especies presentan datos muy homogéneos a regularmente homogéneos, excepto *Sterculia frondosa* e *Himatanthus sucuuba*, cuyos coeficientes expresan datos regularmente variables y muy variables respectivamente. Asimismo, los diámetros de fibras son regularmente variables a variables para las especies estudiadas, mientras que el espesor de pared muestra en general datos muy variables, lo que podría ser explicado por la dificultad de medir el espesor de pared incluso a gran aumento en el microscopio.

**Cuadro 4** Valores Estadísticos de los Elementos Xilemáticos de las Especies Estudiadas

ESPECIES/VALORES		POROS			RADIOS					FIBRAS		
		Diámetro Tangencial (µm)	Longitud de elementos vasculares (µm)	Número por mm <sup>2</sup>	Altura (µm)	Ancho (µm)	Nº de células de alto	Nº de células de ancho	Número por mm	Longitud (µm)	Espesor de Pared (µm)	Diámetro Total (µm)
<i>Anacardium giganteum</i>	S	30	78	2	145	3	5	0	1	108	1.0	4
	X±LC	115±8	316±22	4±1	480±40	27±1	10±1	1±0	5±0	871±30	1.8±0.3	19±1
	CV (%)	26%	25%	63%	30%	13%	44%	0%	29%	12%	56%	19%
<i>Anaueria brasiliensis</i>	S	17	36	2	130	6	4	0	1	163	1.0	4
	X±LC	119±5	346±10	11±1	441±36	31±2	12±1	2±0	5±3	1504±45	4.4±0.3	22±1
	CV (%)	15%	11%	20%	30%	20%	35%	19%	26%	11%	24%	19%
<i>Dacryodes nitens</i>	S	27	104	2	121	4	5	1	1	88	1	4
	X±LC	103±7	416±29	14±1	380±34	19±1	14±1	1±0	3±0	1040±24	1.6±0.2	20±1
	CV (%)	26%	25%	16%	32%	20%	34%	35%	35%	8%	36%	20%
<i>Himatanthus sucuuba</i>	S	11	106	4	120	3	3	0	2	591	0.7	5
	X±LC	46±3	483±29	25±1	345±33	19±1	8±1	1.0±0.0	5±1	1390±164	2.2±0.2	20±1
	CV (%)	23%	22%	17%	35%	17%	40%	0%	30%	43%	32%	25%
<i>Lecythis pisonis</i>	S	32	81	2	225	4	7	1	1	166	1.3	3
	X±LC	121±9	388±23	5±1	492±63	22±1	15±2	2±0	5±0	1374±46	3.6±0.4	14±1
	CV (%)	26%	21%	43%	46%	19%	46%	32%	26%	12%	36%	21%
<i>Mollia lepidota</i>	S	24	78	1	155	9	6	1	1	230	1.1	5
					93	3	4	0				
	X±LC	132±7	475±22	4±0	840±43	64±3	27±2	4±0	5±0	1696±64	4.2±0.3	31±1
					304±26	14.2±0.7	9±1	1±0				
	CV (%)	18%	16%	36%	19%	14%	24%	15%	29%	14%	27%	17%
30%					18%	38%	34%					
<i>Sterculia frondosa</i>	S	26	43	1	493	33	15	1	0	350	1.3	3
					242	34	9	2				
	X±LC	205±7	352±12	5±0	2389±137	194±9	62±4	11±0	1±0	2226±97	3.8±0.4	23±1
					787±67	82±9	20±3	4±1				
	CV (%)	13%	12%	26%	21%	17%	24%	13%	36%	16%	33%	15%
31%					41%	46%	56%					
<i>Swartzia polyphylla</i>	S	35	93	1	44	5	3	1	3	150	1.0	4
	X±LC	161±10	519±26	3±0	290±12	20±1	14±1	2±0	8±1	1449±42	4.4±0.3	24±1
	CV (%)	22%	18%	43%	15%	25%	21%	34%	36%	10%	22%	18%
<i>Tetragastris panamensis</i>	S	24	94	2	203	4	4	0	1	165	0.8	4
	X±LC	123±7	381±26	11±1	535±56	34±1	10±1	1±0	4±0	1474±46	2.8±0.2	20±1
	CV (%)	19%	25%	23%	38%	12%	44%	0%	26%	11%	28%	18%



## 4.3 CLAVES DE IDENTIFICACIÓN

Se elaboraron dos claves de identificación; una clave dicotómica a nivel macroscópico para las 9 especies; y otra computarizada, usando Microsoft Access Versión 7,0 (2003) y tomando como base la clasificación establecida por el IAWA (1989).

### 4.3.1 CLAVE DICOTÓMICA

1a	Madera con parénquima no visible aún con lupa de 10X.....	2
1b	Madera con parénquima visible.....	3
2a	Madera con floema incluido, color rojo, vetado en arcos superpuestos, textura fina, poros solitarios visibles con lupa de 10X, escasa tilosis, moderadamente dura al corte.....	<i>Dacryodes nitens</i>
2b	Madera sin floema incluido, color rojo, vetado característico, textura fina, poros solitarios visibles con lupa de 10X, abundantes gomas, moderadamente dura al corte.....	<i>Tetragastris panamensis</i>
3a	Madera con parénquima apotraqueal difuso, color amarillo, sin vetado, textura fina, grano entrecruzado, poros visibles con lupa de 10X múltiples radiales de 3, moderadamente dura al corte.....	<i>Himatanthus sucuuba</i>
3b	Madera con parénquima paratraqueal.....	4
4a	Madera con radios visibles a simple vista.....	5
4b	Madera con radios visibles con lupa de 10X.....	6
5a	Madera con parénquima aliforme confluyente, color rojo, vetado jaspeado, textura media, poros visibles a simple vista solitarios y múltiples radiales, gomas, blanda al corte.....	<i>Mollia lepidota</i>
5b	Madera con parénquima vasicéntrico y marginal, color rojo, vetado jaspeado, textura gruesa, grano recto, poros visibles a simple vista solitarios, blanda al corte.....	<i>Sterculia frondosa</i>

6a	Madera con tilosis.....	7
6b	Madera sin tilosis.....	8
7a	Madera con parénquima reticulado, floema incluido, color rojo, vetado característico, textura fina, grano recto, poros visibles a simple vista múltiples radiales, dura al corte.....	<i>Lecythis pisonis</i>
7b	Madera con parénquima vasicéntrico y aliforme, olor agradable, color rojo, vetado en arcos superpuestos y satinado, textura media, grano inclinado, poros visibles a simple vista solitarios, moderadamente dura al corte.....	<i>Anaueria brasiliensis</i>
8a	Madera con parénquima aliforme confluyente, radios estratificados, olor desagradable, color amarillo, vetado en arcos superpuestos, textura media, poros visibles a simple vista solitarios, moderadamente dura al corte.....	<i>Swartzia polyphylla</i>
8b	Madera con parénquima vasicéntrico, color rojo, sin vetado, textura media, grano recto, poros visibles a simple vista solitarios, blanda al corte.....	<i>Anacardium giganteum</i>

#### 4.3.2 CLAVE DE IDENTIFICACIÓN COMPUTARIZADA

En el cuadro 5 y anexos 5 y 6 se presentan la tabla principal y tablas secundarias e intermedias de la base de datos creada en Microsoft Access 7,0. Asimismo, en las figuras 47 y 48 se muestran las relaciones establecidas entre todas ellas, mientras que en las figuras 49 y 50, como ejemplo, se muestra el proceso de consulta para todas aquellas maderas que poseen la característica “color rojo”.

**Cuadro 5** Tabla principal - Especie

<b>EspecieID</b>	<b>EspecieNombreCientifico</b>	<b>ColorID</b>	<b>AnilloCrecimientoDiferenciadoID</b>	<b>TipoPorosidadID</b>	<b>DisposicionPorosID</b>	
14	Anacardium giganteum	10	FALSO	3	2	
15	Anaueria brasiliensis	10	VERDADERO	3	2	
16	Dacryodes nitens	10	VERDADERO	3	2	
17	Himatanthus sucuuba	9	FALSO	3	2	
18	Lecythis pisonis	11	VERDADERO	3	2	
19	Mollia lepidota	10	VERDADERO	3	2	
20	Sterculia frondosa	10	FALSO	3	2	
21	Swartzia polyphylla	9	VERDADERO	3	2	
22	Tetragastris panamensis	11	FALSO	3	2	
<b>EspecieID</b>	<b>AgrupamientoPorosID</b>	<b>TipoPlatinaPerforacionID</b>	<b>DisposicionPunteadurasIntervascualesID</b>	<b>TamanoPunteadurasIntervascuales</b>		
14	1	1	2	10		
15	1	1	2	11		
16	1	1	2	9		
17	2	1	2	6		
18	2	1	2	9		
19	1	1	2	4		
20	1	1	2	8		
21	1	1	2	9		
22	1	1	2	12		
<b>EspecieID</b>	<b>PorosPormm2</b>	<b>LongitudVasos</b>	<b>FibrasSeptadasID</b>	<b>LongitudFibras</b>	<b>RadiosPormm</b>	<b>CelulasOleosasID</b>
14	4	316	FALSO	871	5	
15	11	346	FALSO	1504	5	2
16	14	416	VERDADERO	1040	3	
17	25	482	FALSO	1390	5	
18	5	388	FALSO	1374	5	
19	4	475	FALSO	1696	5	
20	5	352	FALSO	2226	1	
21	2	519	FALSO	1449	8	
22	11	381	VERDADERO	1474	4	
<b>EspecieID</b>	<b>DiametroTangencialPoros</b>	<b>TipoFloemaIncluidoID</b>	<b>TipoPunteadurasFibrasID</b>	<b>GrosorParedFibras</b>	<b>CelulasbaldosasID</b>	
14	115		1	1	FALSO	
15	119			2	FALSO	
16	103	2		1	FALSO	
17	46		1	1	FALSO	
18	121	2	1	3	FALSO	
19	132		1	2	VERDADERO	
20	205		1	2	FALSO	
21	161		1	2	FALSO	

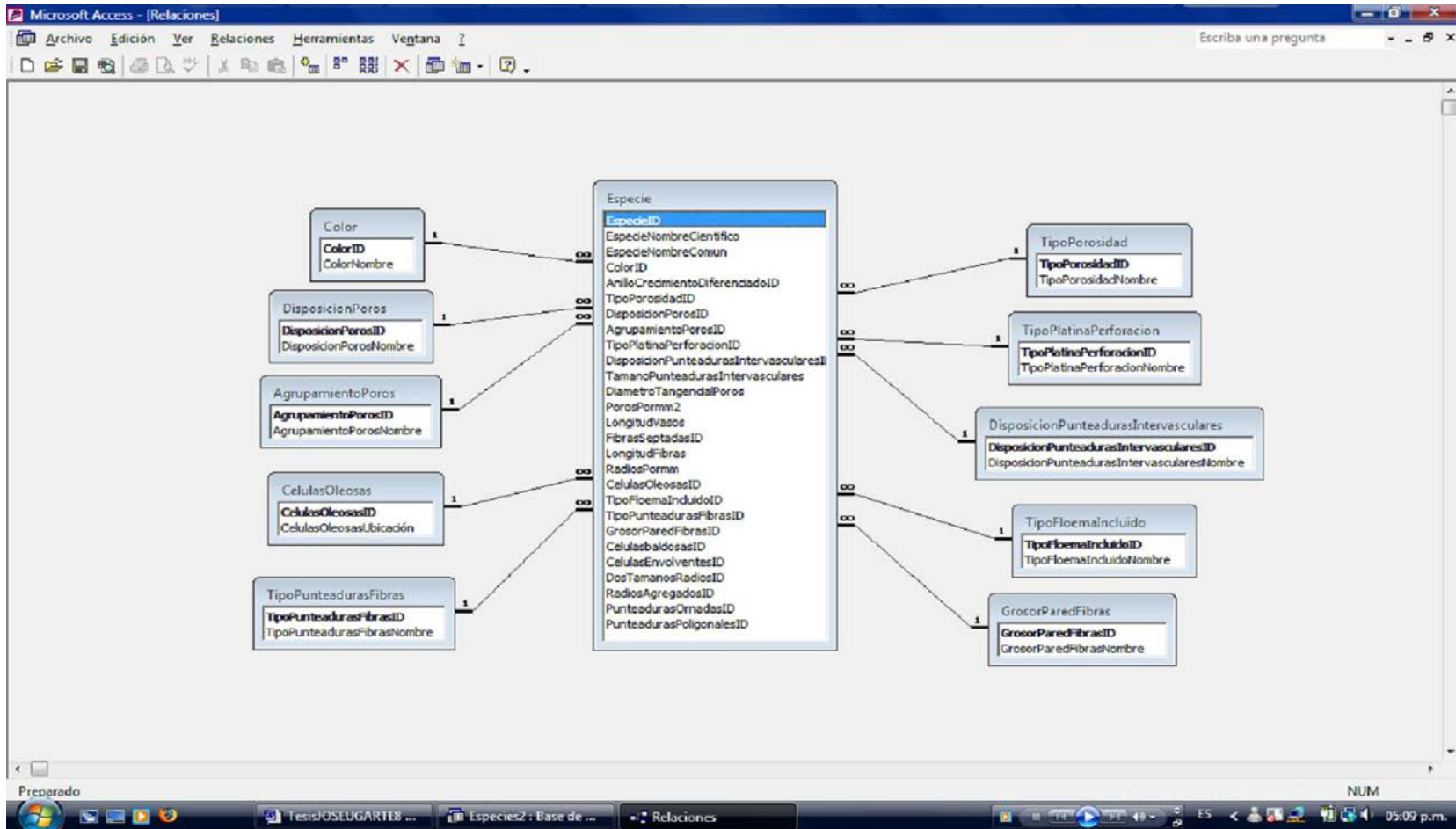
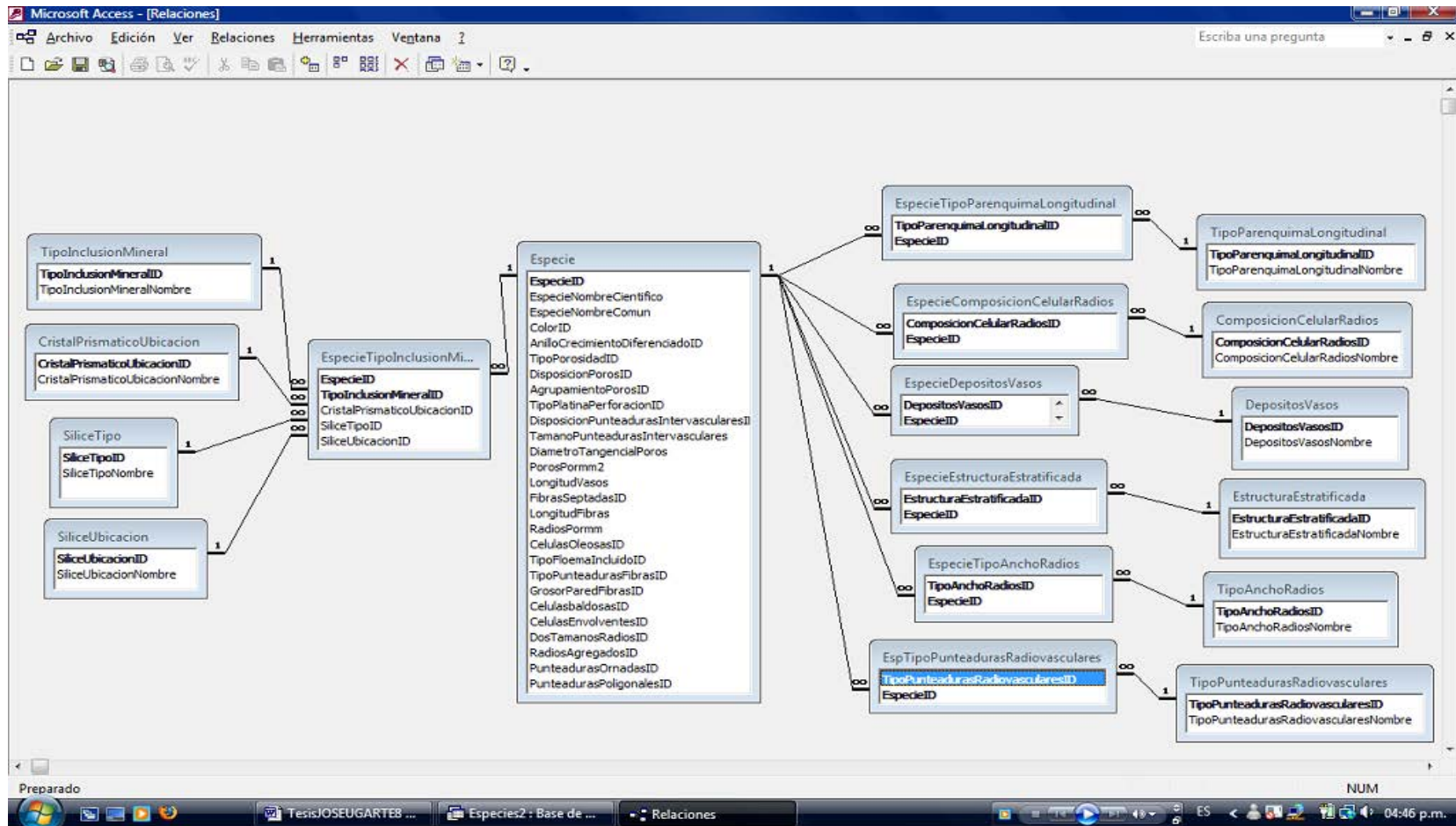
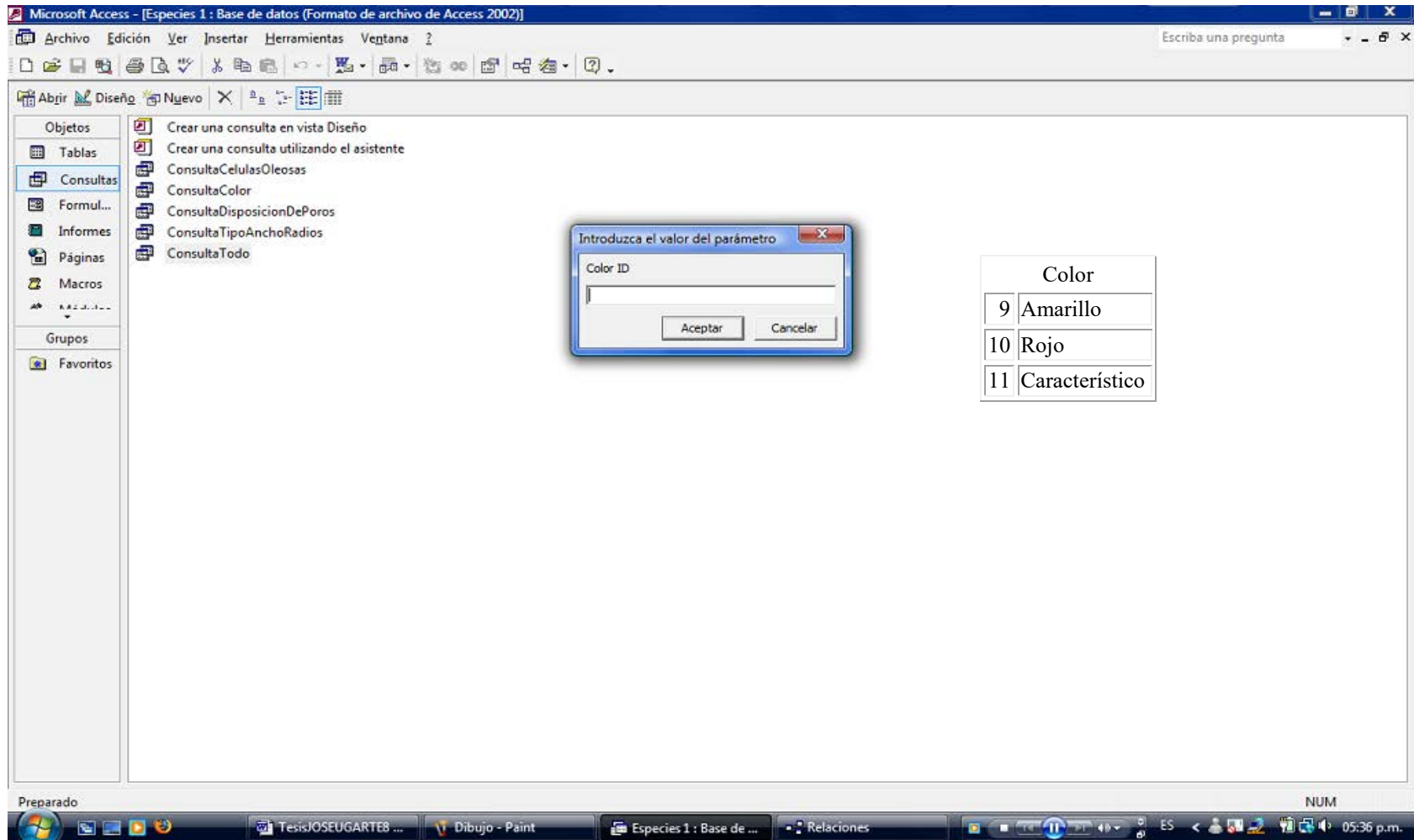


Figura 47 Relaciones entre Tabla Principal y Tablas Secundarias que no requieren una Tabla Intermedia



**Figura 48** Relaciones entre Tabla Principal y Tablas Intermedias y Secundarias



**Figura 49** Vista Inicial de Consulta de Especies

Microsoft Access - [Consulta1 : Consulta de selección]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

Escriba una pregunta

EspecieID	EspecieNombreCientifico	ColorID	ColorNombre
14	Anacardium giganteum	10	Rojo
15	Anaueria brasiliensis	10	Rojo
16	Dacryodes nitens	10	Rojo
19	Mollia lepidota	10	Rojo
20	Sterculia frondosa	10	Rojo
*	(Autonumérico)	(Autonumérico)	

Registro: 1 de 5

Vista Hoja de datos

NUM

Tesis/OSEUGARTER ... Especies I : Base de ... Consulta1 : Consult... Dibujo - Paint

ES 06:08 p.m.

**Figura 50** Resultados de Consulta ingresando sólo la característica “color rojo”

## 5. CONCLUSIONES

- A nivel general y macroscópico resalta el olor agradable de *Anaueria brasiliensis*; olor desagradable y radios estratificados en *Swartzia Polyphylla* y presencia de floema incluido en *Dacryodes nitens* y *Lecythis pisonis*.
- Las maderas de *Dacryodes nitens*, *Himatanthus sucuuba*, *Lecythis pisonis* y *Tetragastris panamensis* presentan textura fina, *Anacardium giganteum*, *Anaueria brasiliensis*, *Mollia lepidota* y *Swartzia polyphylla* poseen textura media, mientras que *Sterculia frondosa*, textura gruesa.
- La presencia de tilosis en *Anaueria brasiliensis*, *Dacryodes nitens* y *Lecythis pisonis*; así como la presencia de abundantes gomas en *Tetragastris panamensis* podrían afectar su secado y preservación, especialmente en *Lecythis pisonis*, donde la tilosis es abundante.
- La presencia de sílice en *Anacardium giganteum*, *Anaueria brasiliensis*, *Dacryodes nitens*, *Lecythis pisonis* y *Tetragastris panamensis*, podría provocar desgaste en las herramientas de corte utilizadas en los procesos de transformación mecánica de la madera.
- A nivel microscópico, sólo *Lecythis pisonis* presenta radios exclusivamente homocelulares; *Anacardium giganteum*, *Anaueria brasiliensis*, *Dacryodes nitens*, *Mollia lepidota*, *Sterculia frondosa* y *Tetragastris panamensis* radios exclusivamente heterocelulares, mientras que *Himatanthus sucuuba* y *Swartzia polyphylla* poseen ambos tipos de radios.
- *Mollia lepidota* presenta células tipo baldosas, *Sterculia frondosa* presenta células envolventes en los radios y ambas especies poseen radios de dos tamaños distintos.
- Las maderas de *Mollia lepidota* y *Sterculia frondosa* se caracterizan por su fibra larga, mientras que *Anacardium giganteum* tiene fibras cortas. Presentan fibras septadas



*Dacryodes nitens* y *Tetragastris panamensis*; y poseen fibras estratificadas *Swartzia polyphylla* y *Sterculia frondosa*.

- Las claves de identificación elaboradas para las nueve especies han probado ser eficientes, siempre que sean empleadas por personas con un conocimiento elemental en Anatomía de la Madera.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Complementar los estudios realizados con investigaciones en sus propiedades físicas y mecánicas y en tecnología de la madera en general, para poder determinar la posibilidad de uso de cada una de las especies y así poder establecer y/o confirmar las relaciones entre la anatomía y las propiedades tecnológicas, de utilidad para predecir el comportamiento de la madera en base a su estructura anatómica.
- Realizar estudios anatómicos de las mismas especies ubicadas en otras zonas del país, con el objetivo de definir qué caracteres son inherentes a las especies en sí y cuáles se relacionan con los factores externos determinados por las diferentes calidades de sitio.
- Profundizar los estudios anatómicos a nivel de especies del mismo género o por grupo de familias botánicas, para de esta forma obtener conclusiones generales de estos, que permitirá el acopio de valiosa información para la elaboración de artículos científicos de identificación de madera.

## *BIBLIOGRAFÍA*

- Arroyo, J. 1983. Propiedades Físico-Mecánicas de la Madera. Mérida, VE, Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. 197 p.
- Ayala, F. 2003. Taxonomía Vegetal. Gimnospermas y Angiospermas de la Amazonía Peruana. Iquitos, PE. v. 2. p. 423- 858.
- Brako, L.; Zarucchi, L. 1993. Catálogo de las angiospermas y gimnospermas del Perú. 1286 p. (Missouri Botanical Garden, 45)
- Calzada, J. 1980. 143 Frutales nativos. Lima, PE, El Estudiante. 210 p.
- Cárdenas, A. 2007. Estudio preliminar anatómico de 10 especies forestales procedentes de Iquitos-Loreto. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE, UNALM. 86 p.
- Castillo, G. 1996. Estudio dendrológico de 24 especies de Lauráceas del Arboreto de Jenaro Herrera (Loreto-Perú). Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE, UNALM. 131 p.
- Chavesta, M. 1996. Determinación del calor específico y de la conductividad térmica en 2 especies forestales. Tesis (Mag. Sc). Lima, PE, UNALM.
- COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas). Descripción de las características generales, macroscópicas y microscópicas de la madera. COPANT 30:1-19.
- Coronel, E. 1994. Variación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de especies nativas y cultivadas en el chaco argentino. Quebracho 2: 14 – 20.
- Dechamps, R. 1980. Étude Anatomique de bois de Amérique du Sud : legumineuseae. Musée Royal de l'Afrique Centrale. v.2, 229 p.
- Detienne, P. y Jacquet, P. 1983. Atlas d'identification des bois de l' amazonie et des regions voisines. Marne, FR. Centre Technique Forestier Tropical. 640 p.
- Encarnación, F. 1983. Nomenclatura de las especies forestales comunes en el Perú. Lima, PE, Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002. 149 p.
- Fahn, A. 1978. Anatomía Vegetal. Madrid, ES, Blume Ediciones. 643p.

- García, L.; Guindeo, A.; Peraza, C.; De Palacios, P. 2004. La Madera y su Anatomía: anomalías y defectos, estructura microscópica de coníferas y frondosas, identificación de maderas, descripción de especies y pared celular. (en línea). Consultado 12 dic. 2008. Disponible en: <http://books.google.com.pe/books>
- IAWA. 1989. List of microscopic features for hardwood identification with an appendix on non-anatomical information. Bulletin n.s. 10(3). 113p.
- Insidewood. 2004. Inside Wood Database (en línea). North Carolina, US, North Carolina State University. Consultado 5 nov 2007. Disponible en <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search/>
- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA). 1993. Catálogo do Madeiras do Amapá: Características Tecnológicas. Manaus, BR. 58 p.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Información sobre maderas (en línea). Sao Paulo, BR. Consultado 18 dic. 2007. Disponible en: <http://www.ipt.br/areas/ctfloresta/lmpd/madeiras/consulta/?madeira=56>
- León, W.; Espinoza, N. 2001. Anatomía de la madera. 1er Edición. Mérida, VE, Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones. 396p.
- León, W. 2002. Anatomía xilemática caulinar de 14 especies de la familia Lauraceae. En: Revista Forestal Venezolana. 1 (46): 15-25. Consultado 24 ene. 2008. Disponible en: [http://www.saber.ula.ve/cgi-win/be\\_alex.exe?Acceso=T016300003292/3](http://www.saber.ula.ve/cgi-win/be_alex.exe?Acceso=T016300003292/3)
- Macbride, J. 1959. Flora of Peru. Botanical Series. Chicago, USA, Field Museum of Natural History. v 13, pt 5, 535 p.
- Mainieri, C; Peres, J. 1989. Fichas de Características das madeiras brasileiras. Sao Paulo, BR, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. División de Madeiras. 418 p.
- Maldonado, B; Alix, C. 1998. Manual de Dendrología del Bosque Latifoliado. 2ª. Ed. Siguatepeque, HN, Escuela Nacional de Ciencias Forestales. 502 p.
- Microsoft Corporation. 2008. Microsoft Access 2003 Step by Step (en línea). Consultado 11 Ene. 2008. Disponible en: <http://office.microsoft.com/es-es/access/FX100646923082.aspx>

- Munsell. 1977. Color Charts for Plants Tissues. Baltimore, US.
- Pérez, R. 1984. Apuntes de anatomía de maderas. Mérida, VE, Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. 132 p.
- Raintree Nutrition. 1996. Rainforest plant database (en línea). Carson City, US. Consultado 20 Jul. 2008. Disponible en: <http://www.rain-tree.com/himatanthus.htm>
- Ramos, F; Osorio, C; Duque, C; Cordero, C; Aristizábal, F; Garzón, C; Fujimoto, Y. 2004. Estudio químico de la nuez del marañón gigante (anacardium giganteum). En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN). 28 (109): 565-575. Consultado 19 Jun. 2008. Disponible en: [http://www.acefyn.org.co/PubliAcad/Periodicas/Volumen28/109/11\\_565\\_575.pdf](http://www.acefyn.org.co/PubliAcad/Periodicas/Volumen28/109/11_565_575.pdf)
- Reynel, C; Pennington, T; Pennington, R; Flores, C; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la amazonía y sus usos – un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Lima, PE, UNALM. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales. 509 p.
- Record, S; Hess, R. 1943. Timbers of the New World. New Haven, US. Yale University Press. 640p.
- Rubio, J. 2002. Estadística. Lima, PE, UNALM. 180 p.
- Silva, M. 2005. Estudio y Caracterización Dendrológica de las Familias Botánicas del Orden Malvales en el Fundo Génova (Chanchamayo). Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE, UNALM. 237 p.
- Soukup, J. 1972. Las Oleocarpaceas, Tiliaceas, y Malvaceas del Perú, sus géneros y lista de especies. Revista Biota 9(72): 161-216.
- Talledo, P. 1996. Sistema de identificación de maderas asistido por computadora. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE, UNALM. 84 p.

## ANEXO 1

### CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
**HERBARIUM AMAZONENSE (AMAZ)**

Apartado Postal No. 326  
E-mail [herbarium@amaz.com.pe](mailto:herbarium@amaz.com.pe).  
Iquitos-Perú

*Centro de Estudio, Investigación y Enseñanza*

### CERTIFICADO

LA DIRECTORA DEL HERBARIUM AMAZONENSE DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA,

CERTIFICA:

Que, las muestras botánicas colectadas por la Empresa Industrial Amazonica Zapote S. A. – IMAZA, en las parcelas de su concesión forestal del área de la carretera Iquitos –Nauta. Fueron verificados e identificados en este Centro de Estudio, Investigación y Enseñanza como a continuación se indica. Adjunto relación POA 2 – IMAZA.

Se expide el presente certificado, a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Iquitos, 19 de Enero del 2007

  
Bлга. Meri Nancy Arévalo García  
Directora





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
 FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
**HERBARIUM AMAZONENSE (AMAZ)**  
 Apartado Postal No 326  
 E-mail herbarium@amaz.com.pe  
 Iquitos-Peru

*Centro de Estudio, Investigación y Enseñanza*



POA 2 - IMAZA

Nº	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
1	quillosa	Vochysia lomatoxylla Standl.	VOCHYSIACEAE
2	quillosa de altura	Vochysia brachelyna Standl.	VOCHYSIACEAE
3	quillosa, tornillo blanco	Qualea paraensis Ducke	VOCHYSIACEAE
4	cumala llorona	Osteophloeum platyspermum (A. DC.) Warb.	MYRISTICACEAE
5	cumala aguaniillo	Otoba parvifolia (Markgr.) A. H. Gentry	MYRISTICACEAE
6	cumala caupuri	Virola pavonis (A. DC.) A. C. Sm.	MYRISTICACEAE
8	anis moena	Ocotea fragrantissima Ducke	LAURACEAE
9	canela moena	Ocotea javitensis (HBK) Pittier	LAURACEAE
10	pashaco	<b>Enterolobium barnebianum Mesquitq&amp;M.F.S</b>	FABACEAE
11	mari mari	Hymenaea coubaril L. var coubaril	FABACEAE
12	quinilla colorada	Manilkara bidentata A. DC.	SAPOTACEAE
13	quinilla blanca	Pouteria glomerata (Miq.) Radlk.	SAPOTACEAE
14	tornillo colorado	Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke	FABACEAE
15	machimango hoja grande	Eschweilera gigantea (Kunth.) Macbride	LECYTHIDACEAE
16	almendro colorado	Caryocar glabrum (Aubl) Pers.	CARYOCARACEAE
17	quinilla caimitillo	Chrysophyllum priurii A. DC.	SAPOTACEAE
18	ana caspi	Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macbride	FABACEAE
19	palisangre	Brosimum rubescens Taubert	MORACEAE
20	huayuro colorado	Batesia floribunda Spruce ex Benth.	FABACEAE
21	azucar huayo	Hymenaea coubaril L. var coubaril	FABACEAE
22	charapilla, shihuahuaco	Dipteryx odorata (Aubl) Willd.	FABACEAE
23	remo caspi	Aspidosperma rigidum Rusby	APOCYNACEAE
24	tangarana de altura	Tachigali vasquezii Aubl.	FABACEAE
25	marupa	Simarouba amara Aubl.	SIMAROUBACEAE
26	guariuba	Clarisia racemosa R & P.	MORACEAE
27	shimbillo	Inga sp.	FABACEAE
28	carahuasca	Guatteria pteropus Benth.	ANNONACEAE
29	sacha casho	Anacardium giganteum Hancock ex Engl.	ANACARDIACEAE
30	chontaquiro	Diploptropis purpurea (Rich.) Amshoff var. purpurea	FABACEAE
31	cachimbo caspi	Couratari guianensis Aubl.	LECYTHIDACEAE





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

HERBARIUM AMAZONENSE (AMAZ)

Apartado Postal No. 326

E-mail herbarium@amaz.com.pe

Iquitos-Perú

Centro de Estudio, Investigación y Enseñanza



POA 2 - IMAZA

Nº	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
32	lagarto caspi	Calophyllum brasiliense Kunth.	CLUSIACEAE
33	añuje caspi, añuje moena	Anaueria brasiliensis Kosterm.	LAURACEAE
34	manchinga	Brosimum potabile Ducke	MORACEAE
35	shiringa	Hevea brasiliensis (W. ex A. J.) M. Arg.	EUPHORBIACEAE
36	quillobordon	Aspidosperma schultesii Woodson	APOCYNACEAE
37	chimicua	Perebea guianensis Aubl.	MORACEAE
38	leche huayo, leche caspi	Couma macrocarpa Barb. Rodr.	APOCYNACEAE
39	cepanchina	Sloanea durissima Spruce	ELAEOCARPACEAE
40	tahuari	Tabebuia serratifolia (M. Vahl.) Nicholson	BIGNONIACEAE
41	huarmi caspi	Sterculia frondosa A. Rich.	STERCULIACEAE
42	copal	Dacryodes nitens Cuatr.	BURSERACEAE
43	caballo micuna	Guarea glabra M. Vahl.	MELIACEAE
44	requia	Guarea kuntiana A. Juss.	MELIACEAE
45	cumaceba	Swartzia polyphylla DC.	FABACEAE
46	renaco	Ficus americana Aubl.	MORACEAE
47	zapotillo machin zapote	Matisia bracteolosa Ducke	BOMBACACEAE
48	purma caspi	Casearea arborea (Rich.) Urb.	FLACOURTIACEAE
49	maria buena	Pterocarpus santalinoides L. Her. ex DC.	FABACEAE
50	sacha castaña olla de mono	Lecythis pisonis Cambess	LECYTHIDACEAE
51	sacha ubilla	Pourouma minor Benoist.	CECROPIACEAE
52	bolaina blanca	Mollia lepidota Spruce ex Benth.	TILIACEAE
53	rifari	Miconia poeppigii Triana	MELASTOMATAACEAE
54	punga negra	Pachira insignis (Sw.) Sw. ex Savigny	BOMBACACEAE
55	huamanzamana	Jacaranda copaia subsp. Spectabilis	BIGNONIACEAE
56	caucho	Castilla ulei Warb.	MORACEAE
57	huimba	Ceiba samauma (Mart. & Zucc.) K. Schum.	BOMBACACEAE
58	pichirina	Marila tomentosa Poep. & Endl.	CLUSIACEAE
59	cedro	Cedrela odorata L.	MELIACEAE
60	lupuna colorada	Cavanillesia umbellata R. & P.	BOMBACACEAE
61	guacamayo caspi	Simira cordifolia (Hook. F.) Steyerl.	RUBIACEAE





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
 FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
 HERBARIUM AMAZONENSE (AMAZ)

Apartado Postal No. 326  
 E-mail herbarium@amaz.com.pe  
 Iquitos-Perú

*Centro de Estudio, Investigación y Enseñanza*



POA 2 - IMAZA

Nº	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
62	huacapu	Minuartia guianensis Aubl.	OLACACEAE
63	cedro masha	Cabralea canjerana (Vell.) Mart.	MELIACEAE
64	achiote caspi	Sloanea sp.	ELAEOCARPACEAE
65	espintana	Xylopia nitida Dunal	ANNONACEAE
66	apacharama	Licania lata J. F. Macbride	CHRYSOBALANACEAE
67	sacha cetico	Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire	ARALIACEAE
68	shiringarana, gutapercha	Sapium marmierii Hubert.	EUPHORBIACEAE
69	uchumullaca	Trichilia maynasiana C. DC.	MELIACEAE
70	anonilla	Annona duckei Diels.	ANNONACEAE
71	lacre	Tetragastris panamensis (Engl.) Kuntze	BURSERACEAE
72	bellaco caspi	Himatanthus sucuuba (Spruce ex Muell. Arg.) Woodson	APOCYNACEAE
73	insira	Maclura tinctoria (L.) Steud.	MORACEAE
74	capirona de altura	Capirona decorticans Spruce	RUBIACEAE
75	charichuelo	Garcinia macrophylla Mart.	CLUSIACEAE
76	umari	Poraqueiba sericea Tulasne	ICACINACEAE
77	hualaja	Zanthoxylum ekmanii (Urb.) Alain	RUTACEAE
78	aceite caspi	Caraipa densiflora Mart.	VERBENACEAE
79	macambillo	Theobroma sp.	STERCULIACEAE
80	chuchuhuasi	Maytenus amazonica Mart.	CELASTRACEAE
81	guisador caspi	Tapura juruana (Ule) Rizzini	DICHAPETALACEAE
82	icoja	Unonopsis floribunda Diels.	ANNONACEAE
83	utucuro	Septotheca tessmanii ulbrich.	BOMBACACEAE
84	misho chaqui	Helicostylis tomentosa (P. & E.) J. F. Mcbride	MORACEAE

Blga. Iráida Suárez Arevalo García  
 Directora



## ANEXO 2

### NORMA COPANT 30:1-19. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES, MACROSCÓPICAS Y MICROSCÓPICAS DE LA MADERA

#### I. DESCRIPCIÓN GENERAL

##### A. Color (madera húmeda y seca, albura y duramen)

1. Blanco
2. Amarillo
3. Rojo
4. Pardo
5. Característico

##### B. Transición de albura a duramen

1. No cambia
2. Cambia gradualmente
3. Cambia abruptamente

##### C. Alteraciones de color

1. Hongos
2. Oxidación, tejido traumático

##### D. Sabor

1. Ácido
2. Amargo
3. Astringente
4. Dulce
5. Ausente o no distintivo

##### E. Olor

1. Aromático
2. Desagradable
3. Ausente o no distintivo

##### F. Lustre o brillo

1. Intenso
2. Medio
3. Opaco

##### G. Albura

1. Espesor
  - a) Muy angosto, menos de 2cm
  - b) Angosto, hasta 5cm
  - c) Ancho, hasta 10cm
  - d) Muy ancho, más 10cm
2. Porcentaje de la albura en la sección transversal

##### H. Duramen

1. Forma
2. Corazón falso
  - a) Color
  - b) Forma

##### I) Anillos de crecimiento

1. No diferenciados
2. Diferenciados
  - a) Con bordes oscuros: regulares o irregulares
  - b) Con bordes claros: regulares o irregulares

##### J) Veteado o figura

1. Bien definido
  - a) Líneas verticales
  - b) Arcos superpuestos
  - c) Punteado
  - d) Jaspeado
  - e) Reflejos plateados
  - f) Reflejos dorados
  - g) Espigado o plumoso
  - h) Satinado
  - i) Crespo
  - j) Marejado
  - k) Característico
2. Sin veteado

##### K) Grano

1. Recto
2. Oblicuo
3. Entrecruzado
4. Crespo

##### L) Textura

1. Por visibilidad de poros
  - a) Fácilmente visibles a simple vista
  - b) Dificilmente visibles a simple vista y fácilmente con lupa de 10X
  - c) No visibles a simple vista y difícil con lupa de 10X
2. Por uniformidad de textura

- a) Homogénea
- b) Heterogéneas

- b.2.1) Reticulado
- b.2.2) Escalariforme

- c) Parénquima paratraqueal
  - c.1) Vasicéntrico
  - c.2) Vasicéntrico-confluente
  - c.3) Aliforme
  - c.4) Aliforme confluente
  - c.5) Unilateral
  - c.6) En bandas

## II. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

### A. Poros

1. Distribución
  - a) Circular
  - b) Semicircular
  - c) Difusa
  - d) En hileras
    - d.1) Predominantemente radial
    - d.2) Predominantemente tangencial
    - d.3) Oblicuas

### B. Concentración

1. No cambia
2. Cambia regularmente de anillo a anillo
3. Cambia considerando toda la superficie transversal

### C. Distribución

1. Solitarios
2. Agrupados
  - a) Radiales
  - b) Tangenciales
  - c) Racimiforme

### D. Tamaño

1. Pequeño, no visible a simple vista
2. Mediano, visible con lupa de 10X
3. Grande, visible a simple vista

### E. Forma

1. Oval
2. Redondo
3. Irregular

### F. Contenido

1. Tilosis
2. Sustancias orgánicas. Resinas, gomas, taninos
3. Sustancias inorgánicas. Minerales

### G. Parénquima

1. Visibilidad. A simple vista o con lupa de 10X
2. Distribución
  - a) Predominantemente Terminal
  - b) Parénquima apotraqueal
    - b.1) Difuso en agregados
    - b.2) En bandas

### H. Radios

1. Visibilidad. A simple vista o con lupa de 10X
2. Espesor (Sección transversal)
  - a) Finos. No visibles a simple vista
  - b) Medianos. Apenas visibles a simple vista
  - c) Grandes. Fácilmente visibles a simple vista
3. Número de radios en 5mm (Sección transversal)
  - a) Pocos                                    menos de 25
  - b) Moderadamente pocos            de 26 a 50
  - c) Muchos                                   de 51 a 80
  - d) Abundante                            más de 81

### I. Otras características

1. Floema incluido
  - a) Bandas tangenciales continuas
  - b) Aislado, irregularmente distribuido
  - c) Manchas floemáticas y en orientación tangencial
2. Canales intercelulares axiales
  - a) Normales de ocurrencia regular
    - a.1) En bandas tangenciales
    - a.2) En distribución irregular
  - b) Traumáticos de ocurrencia esporádica
3. Elementos verticales en estructuras de pisos
4. Máculas medulares

## III. DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

### A. Poros

1. Tamaño (Diámetro tangencial)
  - a) Muy pequeño                        menos de 50 micras
  - b) Pequeño                               de 51 a 100 micras
  - c) Mediano                               de 101 a 200 micras
  - d) Grande                                de 201 a 300 micras
  - e) Muy grande                         más de 301 micras

2. Longitud de elementos vasculares
  - a) Cortos                    menos de 350 micras
  - b) Medianos                de 351 a 800 micras
  - c) Largos                   de 801 a 1200 micras
  - d) Muy largos             más de 1201 micras

3. Platinas de perforación

- a) Inclinación
  - a.1) Horizontal
  - a.2) Oblicua
- b) Tipo de perforación
  - b.1) Simple
  - b.2) Múltiple
    - b.2.1) Reticular
    - b.2.2) Esferoide
    - b.2.3) Escaleriforme
    - b.2.4) Cribosa

4. Engrosamientos en espiral

- a) Ausente
- b) Abundante o conspicuo
- c) Presencia esporádica en los extremos de los vasos

5. Contenido

- a) Tilosis
  - a.1) Regulares
  - a.2) Escleróticas
- b) Sustancias orgánicas: Resinas gomas, taninos (Color y transparencia)
- c) Sustancias inorgánicas (Color y formación)

**B. Punteado intervascular**

1. Disposición

- a) Cribiforme
- b) Opuesto
- c) Alterno
- d) Escaleriforme

2. Forma de las punteaduras

- a) Redondas
- b) Poligonales
- c) Ovaladas

3. Apertura

- a) Disposición
  - a.1) Inclusas
  - a.2) Excluasas

a.3) Coalescentes

b) Forma de la apertura

- b.1) Redonda
- b.2) Lenticular
- b.3) Ovalada
- b.4) Alargada

c) Disposición de la apertura con otros elementos

- c.1) Paralela
- c.2) Opuesta

d) Punteadura ornada

**C. Punteado Radiovascular**

1. Cribiforme
2. Alargado horizontalmente
3. Alargado verticalmente
4. Reniforme
5. Grande y redondo
6. Similar al punteado intervascular

**D. Canales intercelulares**

1. Ausente
2. Canales verticales regulares. Disposición
  - a) Contenido
  - b) Epitelio
  - c) Diámetro tangencial en micras
3. Canales verticales traumáticos
  - a) Disposición
  - b) Contenido
  - c) Diámetro tangencial en micras
4. Canales horizontales en los radios
  - a) Ocurrencia, porcentaje
  - b) Número en cada radio
  - c) Contenido

**E. Parénquima (En la sección transversal)**

1. Ausente o muy escaso
2. Parénquima Terminal o inicial
  - a) Uniseriados
  - b) Multiseriados
3. Parénquima apotraqueal
  - a) Difuso
  - b) Difuso en agregados
  - c) En bandas continuas o discontinuas
    - c.1) Escaleriforme

- c.2) Reticular
- 4. Parénquima paratraqueal
  - a) Escaso
  - b) Vasicéntrico
  - c) Vasicéntrico confluyente
  - d) Aliforme
  - e) Aliforme confluyente
  - f) Parénquima unilateral
  - g) En bandas. Número de células
- 5. Parénquima en la sección tangencial
  - a) Disposición: Estratificado, no estratificado
  - b) Forma de los elementos: Cuadrado, alargado verticalmente, alargado horizontalmente, fusiforme

#### **F. Radios**

- 1. En la sección tangencial
  - a) Altura: Número de células
    - a.1) Menos de 10 células
    - a.2) De 11 a 20
    - a.3) De 21 a 40
    - a.4) Más de 41
  - b) Altura en Micras
  - c) Ancho: Número de células
    - c.1) Uniseriados
    - c.2) De 2 a 4
    - c.3) Más de 11 células
  - d) Relación entre los radios
    - d.1) Longitudinalmente fusionados
    - d.2) Agregados
    - d.3) Estratificados
    - d.4) Desordenados
  - e) Presencia de células envolventes
- 2. En la sección radial y tangencial
  - a) Clases de radios
    - a.1) Homogéneos
    - a.2) Heterogéneos
      - a.2.1) Tipo I
      - a.2.2) Tipo II
      - a.2.3) Tipo III
  - b) Presencia de células tipo baldosas

#### **G. Fibras**

- 1. Dimensiones

- a) Longitud
  - a.1) Corta            menos de 900 micras
  - a.2) Mediana        de 901 a 1600 micras
  - a.3) Larga           de 1601 a 2000 micras
  - a.4) Muy larga      más de 2001 micras
- b) Diámetro total
  - b.1) Menos de 16 micras
  - b.2) De 17 a 26 micras
  - b.3) Más de 27 micras
- c) Diámetro del lumen. Promedio en micras
- d) Pared. Grosor. Promedio en micras

#### **2. Forma**

- a) Fusiforme
- b) Ventriforme

#### **3. Disposición**

- a) Estratificado
- b) No estratificado

#### **4. Punteado**

- a) Ausente
- b) Punteadura simple
- c) Punteadura areolada
- d) Punteadura predominantemente en la cara tangencial
- e) Punteadura predominantemente en la cara radial

- 5. Fibras septadas. Ausencia, Presencia. Número de septas por fibra. Zona de concentración

#### **H. Fibrotraqueidas. Ausencia o Presencia**

#### **I. Fibras libriformes**

#### **J. Traqueidas**

- 1. Ausentes
- 2. Presentes
  - a) Traqueidas vasculares
  - b) Traqueidas vasicéntricas

#### **K. Accesorios inorgánicos y orgánicos**

- 1. Sustancias inorgánicas
  - a) Forma: Rafidios, drusas, aciculares, romboides
  - b) Ubicación
  - c) Sílice. Ubicación
- 2. Sustancias orgánicas. Ubicación, forma, color

#### **L. Misceláneas**

1. Floema incluido
2. Células oleosas o mucilaginosas
3. Tubos: Laticíferos, taniníferos

## ANEXO 3

### 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 uniseriados (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 -  $4-7\mu\text{m}$
  26. Medianas -  $7-10\mu\text{m}$
  27. Grandes -  $\geq 10\mu\text{m}$
  28. Rango de tamaño punteaduras intervasculares ( $\mu\text{m}$ )
- ###### 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 $\mu\text{m}$
42. 100-200 $\mu\text{m}$
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.  $\leq 5$  poros/ $\text{mm}^2$
47. 5-20 poros/ $\text{mm}^2$
48. 20-40 poros/ $\text{mm}^2$
49. 40-100 poros/ $\text{mm}^2$
50.  $\geq 100$  poros/ $\text{mm}^2$
51. Promedio,  $\pm$  desviación estándar, rango,  $n = x$
- Longitud promedio de elementos vasculares
52.  $\leq 350\mu\text{m}$
53. 350-800 $\mu\text{m}$
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 $\mu\text{m}$
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 de 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.  $\leq 4$  /mm

115. 4-12 /mm

116.  $\geq 12$  /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, Brunei, 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,  $\leq 0.40$
194. Densidad básica media,  $0.40-0.75$
195. Densidad básica alta,  $\geq 0.75$
- 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 4*

### **TABLAS DE COEFICIENTE VARIABILIDAD ESTABLECIDA POR RUBIO (2002)**

<b>CV (%)</b>	<b>GRADO DE VARIABILIDAD</b>
$0 < CV < 10$	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 5

### TABLAS SECUNDARIAS DE LA BASE DE DATOS CREADA EN MICROSOFT ACCESS 7,0

Tabla Secundaria - Agrupamiento de Poros

AgrupamientoPorosID	AgrupamientoPorosNombre
1	Exclusivamente solitarios (90% o más)
2	Múltiples radiales de 4 o más
3	En racimos

Tabla Secundaria - Células Oleosas

CelulasOleosasID	CelulasOleosasUbicación
1	Asociadas al parénquima radial
2	Asociadas al parénquima longitudinal
3	Entre las fibras

Tabla Secundaria - Color

ColorID	ColorNombre
9	Amarillo
10	Rojo
11	Característico

Tabla Secundaria - Disposición de Poros

DisposicionPorosID	DisposicionPorosNombre
1	Bandas tangenciales
2	Disposición radial/diagonal
3	Disposición dendrítica

Tabla Secundaria - Disposición de Punteaduras Intervasculares

DisposicionPunteadurasIntervascularesID	DisposicionPunteadurasIntervascularesNombre
1	Opuestas
2	Alternas

### Tabla Secundaria - Tipo Floema Incluido

TipoFloemaIncluidoID	TipoFloemaIncluidoNombre
1	Floema incluido concéntrico
2	Floema incluido difuso

### Tabla Secundaria - Tipo de Platina de Perforación

TipoPlatinaPerforacionID	TipoPlatinaPerforacionNombre
1	Simple
2	Escalariforme
3	Reticulada, foraminada y otros

### Tabla Secundaria - Tipo de Porosidad

TipoPorosidadID	TipoPorosidadNombre
1	Circular
2	Semi-circular
3	Difusa

### Tabla Secundaria - Tipo de Punteaduras en Fibras

TipoPunteadurasFibrasID	TipoPunteadurasFibrasNombre
1	Simple
2	Areoladas

### Tabla Secundaria - Grosor de Pared de Fibras

GrosorParedFibrasID	GrosorParedFibrasNombre
1	Muy delgadas
2	Delgadas a gruesas
3	Muy gruesas

## ANEXO 6

### TABLAS INTERMEDIAS DE LA BASE DE DATOS CREADA EN MICROSOFT ACCESS 7,0

Tabla Intermedia - Composición Celular de Radios-Especie

ComposicionCelularRadiosID	ComposicionCelularRadiosNombre	EspecieID
1	Solo celulas procumbentes	18
1	Solo celulas procumbentes	21
2	Solo celulas erectas	17
3	Procumbentes con una hilera marginal de erectas	14
3	Procumbentes con una hilera marginal de erectas	15
3	Procumbentes con una hilera marginal de erectas	16
3	Procumbentes con una hilera marginal de erectas	17
3	Procumbentes con una hilera marginal de erectas	21
3	Procumbentes con una hilera marginal de erectas	22
4	Procumbentes con mas de 4 hileras de erectas	16
4	Procumbentes con mas de 4 hileras de erectas	17
6	Mezcla de celulas procumbentes y erectas	19

Tabla Intermedia – Depósitos en Vasos- Especie

DepositosVasosID	DepositosVasosNombre	EspecieID
1	Tilosis comun	15
1	Tilosis comun	16
2	Tilosis Esclerotica	18
3	Gomas	16
3	Gomas	19
3	Gomas	22

Tabla Intermedia – Estructura Estratificada-Especie

EstructuraEstratificadaID	EstructuraEstratificadaNombre	EspecieID
1	Radios estratificados	21
2	Parenquima longitudinal estratificado	20
2	Parenquima longitudinal estratificado	21
3	Fibras estratificadas	20
3	Fibras estratificadas	21
4	Elementos irregularmente estratificados	14
4	Elementos irregularmente estratificados	19

Tabla Intermedia – Tipo de Ancho de Radios-Especie

TipoAnchoRadiosID	TipoAnchoRadiosNombre	EspecieID
1	Exclusivamente uniseriados	14
1	Exclusivamente uniseriados	17
1	Exclusivamente uniseriados	22
2	1-3 celulas de ancho	15
2	1-3 celulas de ancho	16
2	1-3 celulas de ancho	18
2	1-3 celulas de ancho	21
3	Radios mayores de 4-10 celulas de ancho	19
4	Radios mayores de mas de 10 celulas de ancho	20

Tabla Intermedia – Tipo de Parénquima Longitudinal-Especie

TipoParenquimaLongitudinalID	TipoParenquimaLongitudinalNombre	EspecieID
1	Ausente o escaso	16
1	Ausente o escaso	22
2	Difuso	19
3	Difuso en agregados	17
4	Vasicéntrico	14
4	Vasicéntrico	19
4	Vasicéntrico	21
5	Aliforme	14
5	Aliforme	15
5	Aliforme	19
5	Aliforme	20
6	Aliforme confluyente	15
6	Aliforme confluyente	19
6	Aliforme confluyente	20
7	Unilateral	15
8	Reticulado	18
10	Marginal	20
12	Bandas de más de 3 células de ancho	18
12	Bandas de más de 3 células de ancho	21



Tabla Intermedia – Tipo de Punteaduras Radiovasculares-Especie

TipoPunteadurasRadiovascularesID	TipoPunteadurasRadiovascularesNombre	EspecieID
1	Similar a las intervasculares	16
1	Similar a las intervasculares	17
1	Similar a las intervasculares	18
1	Similar a las intervasculares	19
1	Similar a las intervasculares	21
1	Similar a las intervasculares	22
2	Redondas o angulares con bordes reducidos	14
2	Redondas o angulares con bordes reducidos	15
2	Redondas o angulares con bordes reducidos	18
2	Redondas o angulares con bordes reducidos	20
3	Horizontales o verticales con bordes reducidos	15
3	Horizontales o verticales con bordes reducidos	22

Tabla intermedia – Tipo de Inclusión mineral-Especie

SiliceTipoID	SiliceTipoNombre	SiliceUbicacionID	SiliceUbicacionNombre	EspecieID
1	Cuerpos de Sílice	1	En radios	14
1	Cuerpos de Sílice	1	En radios	15
				16
1	Cuerpos de Sílice	1	En radios	16
1	Cuerpos de Sílice	1	En radios	18
				19
1	Cuerpos de Sílice	1	En radios	22
TipoInclusionMineralID	TipoInclusionMineralNombre	CristalPrismaticoUbicacionID	CristalPrismaticoUbicacionNombre	EspecieID
4	Sílice			14
4	Sílice			15
1	Cristales prismáticos	1	Radios	16
4	Sílice			16
4	Sílice			18
1	Cristales prismáticos	1	Radios	19
4	Sílice			22