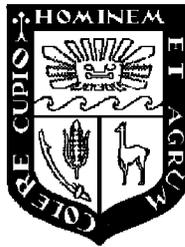


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

*Facultad de Ciencias Forestales*



**Estudio anatomico de las maderas de**  
***Hyeronima alchorneoides* Allemao,**  
***Licania octandra* (Hoffmanns. ex Roem.**  
**y Schult.) Kuntze y *Oxandra***  
***xylopioides* Diels**

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

**Sandra Quispe Asto**

Lima – Perú  
2010

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. SANDRA QUISPE ASTO, titulado “ESTUDIO ANATOMICO DE LAS MADERAS DE *HYERONIMA ALCHORNEOIDES* ALLEMAO, *LICANIA OCTANDRA* (HOFFMANNS. EX ROEM. Y SCHULT.) KUNTZE Y *OXANDRA XYLOPIOIDES* DIELS ”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de .....

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

La Molina, 22 de Enero de 2010

.....  
Mg. Sc. Moisés Acevedo Mallque  
Presidente

.....  
Mg. Sc. Miguel Meléndez Cárdenas  
Miembro

.....  
Dr. Percy Zevallos Pollito  
Miembro

.....  
Mg. Sc. Manuel Chavesta Custodio  
Patrocinador

.....

## *RESUMEN*

La presente investigación estudia la estructura anatómica de la madera de las especies *Hyeronima alchorneoides*, *Licania octandra* y *Oxandra xylopioides*; la primera de ellas recolectada de la zona de Satipo y las dos últimas en Pucallpa.

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

La descripción de las características generales y macroscópicas de las maderas se realizó en muestras secas al aire. La descripción microscópica se realizó en base a lo descrito por IAWA; habiéndose elaborado una clave de identificación microscópica establecidas por la misma.

Las especies presentan características comunes en grano entrecruzado, porosidad difusa, platina de perforación simple; punteaduras intervasculares alternas, longitud de elementos vasculares medianos, algunas de las características distintivas de las especies fueron el parénquima en *Hyeronima alchorneoides*, difuso en agregados y en *Licania octandra* y *Oxandra xylopioides* en bandas delgadas; la presencia de cristales en *Hyeronima alchorneoides* y sílice en *Licania octandra*.

# ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE.....	VI
LISTA DE CUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
2.1 LA ANATOMIA DE LA MADERA.....	2
2.2 ANTECEDENTES DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO.....	6
2.3 CLAVES DE IDENTIFICACIÓN .....	11
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN.....	13
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS .....	13
3.2.1 Muestras de madera.....	13
3.2.2 Materiales de laboratorio.....	13
3.2.3 Equipos de laboratorio.....	14
3.2.4 Materiales de oficina.....	14
3.3 METODOLOGIA .....	15
3.3.1 Selección y colección de muestras.....	15
3.3.2 Estudio anatómico.....	15
3.3.3 Preparación de muestras para el estudio.....	15
3.3.4 Microtecnia.....	16
3.3.5 Demostraciones y registros de imágenes.....	17
3.3.6 Evaluación de resultados.....	18
3.3.7 Preparación de la clave de identificación.....	18
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>19</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES.....	19
4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	31
4.2.1 Características generales y organolépticas.....	31
4.2.2 Características macroscópicas.....	31
4.2.3 Características microscópicas.....	32
4.2.4 Análisis estadístico de las dimensiones de los elementos xilemático.....	36
4.3 CLAVE DE IDENTIFICACIÓN .....	38
4.3.1 <i>Hyeronima alchorneoides</i> .....	38
4.3.2 <i>Licania octandra</i> .....	38
4.3.3 <i>Oxandra xylopioides</i> .....	38
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>44</b>
LISTA DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MADERAS DURAS- IAWA .....	44
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>49</b>
TABLA DE COEFICIENTE VARIABILIDAD ESTABLECIDA POR RUBIO (2002).....	49

<b>ANEXO 3</b> .....	<b>50</b>
MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE <i>HYERONIMA ALCHORNEOIDES</i> .....	50
<b>ANEXO 4</b> .....	<b>54</b>
MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE <i>LICANIA OCTANDRA</i> .....	54
<b>ANEXO 5</b> .....	<b>58</b>
MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE <i>OXANDRA XYLOPIOIDES</i> .....	58

## *Lista de cuadros*

	Página
<b>CUADRO 1</b> ESPECIES ESTUDIADAS Y LUGAR DE PROCEDENCIA .....	13
<b>CUADRO 2</b> CARACTERÍSTICAS GENERALES Y MACROSCÓPICAS DE LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS .....	34
<b>CUADRO 3</b> CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE LAS TRES ESPECIES ESTUDIADAS .....	35
<b>CUADRO 4</b> VALORES ESTADÍSTICOS DE LOS ELEMENTOS XILEMÁTICOS DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS .....	37

## Lista de figuras

	Página
<b>FIGURA 1</b> MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>HYERONIMA ALCHORNEOIDES</i> .....	21
<b>FIGURA 2</b> ELEMENTO VASCULAR (40X) Y FIBRA (40X) DE <i>HYERONIMA ALCHORNEOIDES</i> .....	21
<b>FIGURA 3</b> CORTE TRANSVERSAL DE <i>HYERONIMA ALCHORNEOIDES</i> (40X) .....	22
<b>FIGURA 4</b> CORTE RADIAL DE <i>HYERONIMA ALCHORNEOIDES</i> (40X) .....	22
<b>FIGURA 5</b> CORTE TANGENCIAL DE <i>HYERONIMA ALCHORNEOIDES</i> (40X) .....	22
<b>FIGURA 6</b> MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>LICANIA OCTANDRA</i> .....	25
<b>FIGURA 7</b> ELEMENTOS VASCULARES (40X) Y FIBRA (40X) DE <i>LICANIA OCTANDRA</i> .....	25
<b>FIGURA 8</b> CORTE TRANSVERSAL DE <i>LICANIA OCTANDRA</i> (40X) .....	26
<b>FIGURA 9</b> CORTE RADIAL DE <i>LICANIA OCTANDRA</i> (40X Y 100X) .....	26
<b>FIGURA 10</b> CORTE TANGENCIAL DE <i>LICANIA OCTANDRA</i> (40X Y 100X) .....	26
<b>FIGURA 11</b> MADERA EN CORTE TANGENCIAL Y RADIAL DE <i>OXANDRA XYLOPIOIDES</i> .....	29
<b>FIGURA 12</b> ELEMENTO VASCULAR (40X) Y FIBRA (40X) <i>OXANDRA XYLOPIOIDES</i> .....	29
<b>FIGURA 13</b> CORTE TRANSVERSAL DE <i>OXANDRA XYLOPIOIDES</i> (40X) .....	30
<b>FIGURA 14</b> CORTE RADIAL DE <i>OXANDRA XYLOPIOIDES</i> (40X Y 100X) .....	30
<b>FIGURA 15</b> CORTE TANGENCIAL DE <i>OXANDRA XYLOPIOIDES</i> (40X Y 100X) .....	30

## 1. INTRODUCCIÓN

El Perú presenta una extensa superficie boscosa de aproximadamente 69 millones de hectáreas, con una composición florística muy diversa donde se puede encontrar más de 2500 especies forestales maderables; siendo uno de los principales recursos naturales tanto por su extensión como por su importancia económica. Esta gran diversidad ocasiona problemas de identificación y el correcto aprovechamiento de muchas especies, pues el desconocimiento de las características anatómicas de la madera de un gran número de ellas origina el uso improvisado de las mismas, al no reunir las especificaciones requeridas para las aplicaciones a las cuales se destina (De la Paz Pérez y Quintanar, 1994).

En este marco, la identificación de maderas de nuevas especies juega un rol importante, por ser el punto de partida de una correcta identificación de las maderas, necesario para realizar un adecuado procesamiento de la madera y predecir su comportamiento tecnológico favoreciendo un aprovechamiento forestal integral. En la actualidad, la identificación de maderas se aplica en nuevos y diversos campos como la arqueología terrestre y marina, bellas artes, restauración de edificios, tráfico de especies protegidas, etc. ampliando su campo de influencia de este tipo de estudio (García et al, 2003).

El objetivo del trabajo fue determinar la estructura anatómica de las especies *Hyeronima alchorneoides* (Manzano), *Licania octandra* (Apacharama) y *Oxandra xylopioides* (Espintana negra) y elaborar claves de identificación microscópica de acuerdo con la lista dada por IAWA (1989); incrementando el conocimiento existente sobre las maderas tropicales en nuestro país.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 LA ANATOMIA DE LA MADERA**

Quintanar et al. (1998), señalan que la madera es un tejido cuya composición celular le proporciona propiedades físicas y mecánicas especiales. Por su origen biológico, la constituyen células que presentan diversas formas, dimensiones y arreglos diferentes que van a caracterizar la estructura macroscópica y microscópica de las especies maderables.

Aróstegui (1982), precisa que la anatomía de la madera comprende el estudio de las características generales u organolépticas y sub microscópicas de la madera, la misma que se divide en dos partes: Anatomía Sistemática, que se ocupa de la identificación de la especie y la Anatomía Aplicada, que estudia la influencia de la estructura anatómica en las propiedades tecnológicas. Agrega que cada madera posee características distintas, es así, como se puede clasificar maderas de acuerdo a las características organolépticas, macroscópicas y microscópicas.

García et al. (2002), mencionan que cuando se desea identificar una madera, se usa la técnica macroscópica, como microscópica siendo la primera muy subjetiva, en función del observador, la segunda es mucha más precisa y aporta los datos histológicos suficientes para situar la madera en el grupo adecuado. Las variaciones anatómicas que presentan las maderas de una misma especie procedentes de estaciones diferentes, hacen que los criterios diferenciadores estén sujetos a un amplio abanico de posibilidades. La dificultad de la identificación de la madera se eleva cuanto mayor es su transformación.

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

Salas (2002), menciona que los tipos de poros solitarios, múltiples, geminados y en racimos constituyen un elemento taxonómico importante para el diagnóstico de especies, indicando que

tanto el diámetro tangencial como su longitud y área neta de poros son valores que se encuentran relacionados con la ecología del lugar y por lo tanto no deben ser analizados aisladamente.

Respecto a la relación que tiene la madera con la ecología León y Espinoza (2001), explican que las condiciones ambientales tienen influencia directa sobre la estructura de la madera y se fundamenta en la correlación que existe entre factores ambientales y algunas características anatómicas de la madera las cuales se pueden considerar como estrategias adaptativas. Pero esta debe ser analizada en combinación con la estructura y función de otras partes de la planta involucradas en la absorción, conducción y transpiración del agua.

Agregan que pueden presentarse excepciones, habiéndose establecido las siguientes tendencias ecológicas con respecto a la estructura anatómicas: la longitud de las fibras, elementos vasculares y el diámetro de los poros disminuyen, mientras que la frecuencia de los poros aumenta, cuando se produce un incremento de la sequía o disminuciones de temperatura; con respecto a la altura de los radios esta disminuye con los incrementos de latitud y altitud, dicha disminución es paralela a los cambios que ocurre con la longitud de las fibras y los elementos vasculares.

Quintanar et al. (1998), indican que la información derivada de los estudios anatómicos y físicos facilita la caracterización de cada especie por ser de gran utilidad para sugerir criterios más sólidos que permitan establecer proyectos de silvicultura y mejoramiento genético de especies maderables.

García et al. (2003), señalan que el conocimiento microscópico de la madera se da entre otras razones a que son cada vez son mas frecuentes las consultas sobre identificación de maderas a nivel de especie, en campos tan diversos como arqueología terrestre y marina, bellas artes, restauración de edificios, comercio nacional e internacional, trafico de especies protegidas, etc. Asimismo, la restauración de elementos artísticos requiere un estudio concienzudo del soporte, que en gran número de ocasiones es madera. El reconocimiento de la especie sobre la que se va a trabajar nos aportara información muy valiosa acerca de su aptitud a fondos y acabados así como a la admisión de tintes. A veces la reconstrucción de piezas escultóricas y tablas pictóricas precisa sustituciones parciales de la base. El desconocimiento sobre la madera sobre

la que se trabaja y su sustitución parcial con otra de diferente comportamiento higroscópico puede ocasionar un mapa de fisuras que arruinara el resultado final. Pero aun es mayor la importancia en la identificación precisa en un proceso de restauración.

Valderrama (1996), argumenta que la resistencia mecánica esta relacionada con la densidad y esta con la estructura anatómica la cual interviene en forma directa e indirecta. Las fibras, elementos que tienen la función mecánica en el árbol, son elementos anatómicos factibles a ser evaluados; es así que al analizar el espesor de las fibras, las maderas de pared celular delgadas tienen resistencia mecánica baja a la mayoría de los esfuerzos mecánicos; mientras que las fibras de mayor espesor de pared y por tanto mayor densidad, tiene mayor resistencia mecánica. Además Vignote y Jiménez (1996), señalan que la longitud de las fibras, su esbeltez y la proporción de pared celular en el total de las células, son variables importantes en la industria de la pulpa para papel y de tableros de fibras, estando relacionadas con la resistencia del producto final.

Pérez (1984), señala que en general las maderas duras, coloreadas, tánicas y de grano entrecruzado presentan mayor durabilidad que las maderas claras. Sin embargo algunas de estas últimas pueden ofrecer cierta durabilidad debido a la presencia de tñlides y brindar mayor resistencia al ataque de ciertos moluscos lignícolas.

Larco et al. (2002), mencionan que la correcta identificación de una especie es de gran importancia desde el punta de vista comercial pero además esta en relación con un adecuado procesamiento de la madera, especialmente el secado ya que especies aún parecidas requieren diferentes programas. Por esta razón Valderrama (1996), explica que la estructura anatómica tiene mucha relación con el secado y preservado de la madera, 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 características, tienen importancia en el comportamiento de la madera durante estos procesos. Así, especies con poros grandes, longitud de los elementos vasculares medianos, puntuaciones medianos o grandes; diámetro de fibras medianos; parénquima, de medianamente abundante a abundante, deben poseer un regular comportamiento al secado y facilidad a la penetración de preservantes químicos; y las especies que poseen tilosis, abundantes compuestos orgánicos como gomas, aceites, etc., constituyen

características muy desfavorables y dificultarán que la madera tenga un buen comportamiento al secado y preservado.

Larco et al. (2002), también explican que surgen problemas durante el procesamiento (maquinado o acabado) una de las primeras preguntas es si la madera fue correctamente identificada, porque cada especie forestal esta caracterizada a nivel de organización de sus tejidos, por una estructura anatómica bien diferenciada desde el punto de vista de su geometría, composición y arreglo de sus elementos constituyentes. Por consiguiente, los mencionados autores y Sibille (2006) señalan que la utilización de la madera para una aplicación específica dependerá de sus características, las cuales a su vez están influenciadas por su estructura y conocer la anatomía de cada madera tiene el objeto de comprender su influencia en las propiedades tecnológicas y comportamiento durante los procesos industriales.

En cuanto a la trabajabilidad, Vignote y Jiménez (1996), señalan que la homogeneidad del grano influye en algunas operaciones de transformación y a la vez se complementan con la textura; así una madera de grano recto y textura media tiene mejor comportamiento al ser trabajada con máquinas de carpintería que aquellas que poseen grano oblicuo o entrecruzado y textura gruesa. Pérez (1984), precisa que las maderas de grano recto y textura fina son las más apropiadas para trabajos de escultura, tornería, instrumentos de precisión. Agregan que las especies con sílice en su estructura, tienen problemas de trabajabilidad.

## 2.2 ANTECEDENTES DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

*Hyeronima alchorneoides*

Manzano

Euphorbiaceae

Montero et al. (2007), respecto a su distribución mencionan que la especie *Hyeronima alchorneoides* crece en forma natural desde el sur de México y Belice, a lo largo de la costa del Atlántico centroamericano hasta Panamá. Se encuentra en bosques primarios y secundarios, a lo largo de las riberas, de los ríos y quebradas, claros, áreas de pastoreo y borde del bosque, en las islas del Caribe y en América del Sur desde Colombia hasta Brasil y Perú.

Es un árbol abundante en bosques tropicales húmedos y muy húmedos, a altitudes de 0 a 800msnm, con precipitaciones promedio anual de 2000 a 5000mm y temperaturas de 24 a 32°C.

### Descripción dendrológica

Según CATIE, describe a esta especie de la siguiente manera:

Árbol que alcanza alturas de hasta 50m, aunque lo normal es 30 a 45m, y diámetros de hasta 1,7m, con fuste recto y cilíndrico, libre de ramas hasta una altura de 20m o más. Copa amplia, densa, con múltiples ramas ascendentes. Las ramas inferiores tienen extremos terminales descendentes. La corteza externa es de color pardo rojizo o gris claro, con desprendimiento en láminas delgadas que exponen la corteza interna de color rosado o rojizo. Hojas simples, alternas, muy grandes, pecioladas y estipuladas, con abundante pubescencia en ambos lados. Las hojas viejas se tornan rojizas-anaranjadas antes de caer y producen un exudado de color rojizo. Flores masculinas y femeninas se producen en árboles diferentes; son pequeñas e inconspicuas, blancas a verde amarillentas, en panículas, de 5cm. de longitud. Frutos drupas elipsoides indehiscentes, de 3 a 5mm de diámetro, que van cambiando de color verde a rojo y púrpura en la madurez, generalmente con una sola semilla viable (aunque pueden contener hasta seis), encerrada en una pulpa carnosa de sabor dulce.

## **Descripción anatómica de la madera**

CATIE y Richter y Dallwitz (2000), describen el duramen de color marrón rojizo oscuro y la albura similar al color del duramen. Agrega el primero de ellos que el olor y sabor son no distintivos, el lustre es medio o bajo y de textura fina. Según Montero et al. (2007), el grano es entrecruzado.

Solís y Moya (2004), señalan respecto a los elementos anatómicos lo siguiente:

**Poros:** Exclusivamente solitarios de porosidad difusa, también en disposición de hileras cortas, con una densidad de 4 a 11 /mm<sup>2</sup>. En la Guayana Francesa se reporta un diámetro de 120 a 210µm y una longitud de elementos vasculares de 730 a 1300µm. Las punteaduras intervasculares tienen un diámetro de 10 y 12µm. En los vasos se observan depósitos de gomas color pardo oscuro. También Richter y Dallwitz (2000), indican que en cuanto a su disposición no tienen un patrón específico. Diámetro tangencial promedio de los poros 200µm; promedio del número de vasos de 4 a 7 /mm<sup>2</sup> y longitud promedio de los elementos vasculares 1220µm.

**Parénquima:** Difícil de apreciar a simple vista, apotraqueal difuso y difuso en agregados. Las bandas de parénquima tienen de 4 a 8 células. Richter y Dallwitz (2000), señalan la presencia de células cristalíferas, septadas y con un número de cristales por célula o cámara de uno.

**Radios:** multiseriados de 5 a 7 células y de 5 a 10 radios /mm. Presenta células erectas y/o cuadradas y no reporta contenidos. Richter y Dallwitz (2000), señalan la presencia de células cristalíferas en las células de los radios erectas y/o cuadradas o procumbentes.

**Fibras:** Libriformes, sus punteaduras son areoladas. Además Richter y Dallwitz (2000), indican que las fibras tienen paredes de espesor medio y su longitud de 1700 a 3480µm y son no septadas.

## **Uso de la madera:**

UNEP-WCMC (2005), señala el uso de la en construcción pesada en general (interior y exterior), construcción naval, muebles, ebanistería, pisos, chapas, marcos, vigas, revestimiento en la construcción de edificios, construcción de barcos, estructuras de puentes, cercas, estacas ,

la construcción de barril. También se utiliza para muebles de alta calidad, mangos de herramientas y artículos de cocina. Según Montero et al. (2007) la clasifican como moderadamente difícil de trabajar con maquinaria y herramienta manual.

*Licania Octandra*

Apacharama

Chrysobalanaceae

Brack (1999), señala que la especie se distribuye en la amazonía baja en bosque de tierra firme.

#### **Descripción dendrológica**

Prance (1972), describe a la especie como: Árbol de tamaño de pequeño a mediano; hojas simples, alternas, enteras, de forma ovalada a oblongo, de 3 a 12cm de largo y de 2 a 4cm de ancho, de haz glabro y brillante. Flores pequeñas de 2 a 3mm de longitud, solitarias o en grupos pequeños; frutos de forma globosa alargada.

#### **Descripción anatómica de la madera**

Según IBAMA (s.f), el duramen es de color marrón amarillento y la albura marrón claro con espesor de 2 a 9cm y poco diferenciado del duramen. Grano recto, textura media, brillo ausente, olor no característico.

Detienne y Jacquet (1983), describen al género de la siguiente manera:

**Poros:** solitarios, difusos, generalmente pocos numerosos 2 a 6 /mm<sup>2</sup>, pero también hasta 10 /mm<sup>2</sup> en *Licania emarginata*, *Licania fuchsii* y *Licania octandra*, de tamaño mediano, alcanzando 250µm en las especies poco densas y poros pequeños de 40 a 80µm en las más densas.

**Parénquima:** frecuentemente en líneas, onduladas, de 1 a 2 células de ancho. En *Licania arbórea* y *Licania licanaeflora* presentan parénquima difuso y difuso en agregado. En sección longitudinal de 10 a más células, con engrosamientos espiralados en algunas especies.

**Radios:** uniseriados, de 12 a 20 /mm, estructura generalmente heterogénea. Punteaduras radiovasculares gruesas y alargadas verticalmente u oblicuamente. Además, Richter y Dallwitz (2000), señalan abundancia de corpúsculos silicosos; radios heterocelulares con células cuadradas y erectas restringidas a hileras marginales, generalmente con una hilera de células cuadradas y erectas.

**Fibras:** presentan puntuaciones claramente areoladas.

### **Usos de la madera**

Según IBAMA (s.f), señala su uso en construcción pesada y ligera, muebles y acabados de interior y torneados. Begazo (2001), en su estudio realizado concluyó que la especie es apta para su uso en postes preservados.

*Oxandra xylopioides*

Espintana negra

Annonaceae

Según Begazo (2001), la especie se distribuye en la formación bosque seco tropical, como en la zona de Pucallpa y en otras con similares condiciones.

### **Descripción dendrológica**

Según MacBride (1938), el árbol es de 20 a 25m de altura y 0.55m de DAP. Tronco recto, cilíndrico y liso. Copa dominante. Hojas simples, enteras y alternas, de forma oblongo-lineal gradualmente estrechas hacia el ápice y de base truncada de 8 a 12cm de largo y 1,5cm de ancho, el haz es glabro y el envés presenta vellosidad pero solo cuando el árbol es joven. El pecíolo es corto y se observa un pequeño diente a cada lado de este. Flores pequeñas, solitarias y de color blanco.

### **Descripción anatómica de la madera**

Según Begazo (2001), la madera es de color amarillo, veteado en arcos superpuestos, textura fina, grano recto, brillo medio y olor no característico.

Detienne y Jacques (1983), describen al género de la siguiente manera:

Poros: difusos, solitarios y múltiples radiales de 2 a 4, numerosos (14 a 22 por mm<sup>2</sup>) y pequeños (70 a 100µm). Las perforaciones de los elementos vasculares son simples y las punteaduras intervasculares muy pequeñas (2 a 3µm).

Parénquima: tipo reticulado (aproximadamente 5 líneas por mm), pero escaleriforme en *Oxandra abekii* (10 a 15 líneas por mm). En sección longitudinal de 3 a 4 células por hilera, alargadas verticalmente y no estratificadas.

Radios: de 2 a 4 células de ancho, escasos (4 a 6 por mm), homogéneo y heterogéneos. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares.

Fibras: presentan punteaduras areoladas.

### **Uso de la madera**

Begazo (2001), señala su uso en construcciones pesadas en general, durmientes, magos de herramientas, crucetas y artesanías. Además en su estudio realizado concluyó que esta especie es apta para su uso en postes preservados.

## 2.3 CLAVES DE IDENTIFICACIÓN

Aróstegui (1974), señala que el mayor conocimiento tecnológico de nuestras maderas trae consigo el problema de su identificación a partir de muestras de madera, ya que la mayoría de veces se carece de material botánico necesario para su identificación dendrológica, por esto se requiere de métodos de identificación basados en la estructura anatómica de la madera, es así como la descripción de las características macroscópicas y microscópicas de la anatomía de la madera permite confeccionar las claves de identificación para solucionar ese problema, permitiendo de este modo su comercialización tanto a nivel nacional como internacional.

León y Espinoza (2001), mencionan el esquema que se utiliza para la identificación de maderas debe cumplir los siguientes criterios: 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.

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

Salas (2002), indica que las claves permiten la identificación de las familias, géneros y especies que la componen; siendo éstas, un sistema de clasificación cuyo fin es servir de ayuda para la identificación de los distintos grupos taxonómicos por lo que es considerado un sistema artificial.

Diversos tipos de claves son usados para la identificación de maderas, como: la clave dicotómica, tarjetas perforadas e identificación computarizada. León y Espinoza (2001) señala de la clave dicotómica la rigidez de incorporar nuevas especies, pues se requeriría modificar de forma total o parcial la clave; y que no se pueden seleccionar las características para poder comenzar la identificación ya que se deben seguir los pasos estipulados en ella. 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.

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

### 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 MADERA

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

**Cuadro 1** Especies estudiadas y lugar de procedencia

<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Familia</b>	<b>Lugar de procedencia</b>
<i>Licania octandra</i>	"Apacharama"	Chrysobalanaceae	Pucallpa
<i>Oxandra xylopioides</i>	"Espintana Negra"	Annonaceae	Pucallpa
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	"Manzano"	Euphorbiaceae	Satipo

##### 3.2.2 MATERIALES DE LABORATORIO

- Lupa de 10X
- Vasos pirex graduados
- Solución de alcohol de 30°, 60° y 90°
- Solución de glicerina y alcohol en partes iguales
- Solución de ácido nítrico al 33%
- Safranina
- Bálsamo de Canadá
- Abrasivo grueso

- Abrasivo fino
- Agua destilada
- Xilol
- Placas Petri
- Matraces Erlenmeyers
- Pincel pelo de Martha
- Porta y cubre objetos
- Proyector
- Reglillas micrométricas
- Tabla Munsell

### 3.2.3 EQUIPOS DE LABORATORIO

- Micrótopo horizontal
- Microscopio binocular con cámara digital incorporado.
- Proyector de láminas
- Cocina eléctrica
- Estufa eléctrica
- Afilador de cuchilla

### 3.2.4 MATERIALES DE OFICINA

- Computadora
- Material de escritorio

### **3.3 METODOLOGIA**

#### **3.3.1 SELECCIÓN Y COLECCIÓN DE MUESTRAS**

Las muestras de madera utilizadas son parte del material con el cual cuenta el Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Universidad Nacional Agraria la Molina, las cuales han sido identificadas dendrologicamente, siendo las dos primeras especies utilizadas en el trabajo de tesis “Aptitud de cuatro especies maderables de la zona de Pucallpa para su uso en postes preservados” realizado por Begazo (2001) y la tercera proveniente de la zona de Satipo; con una muestra de un árbol por especie.

#### **3.3.2 ESTUDIO ANATÓMICO**

El estudio anatómico de la madera se realizó en base a la Norma de procedimientos em estudios de anatomia de Madeira: I. Angiospermae, II. Gimnospermae del IBAMA (1991).

#### **3.3.3 PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA EL ESTUDIO**

Las muestras de xiloteca de 2x10x15cm debidamente orientadas se emplearon para la descripción de las siguientes características; color, visibilidad de anillos de crecimiento, textura, veteado, poros, parénquima y radios. Para la descripción del color se utilizó la tabla Munsell (1977).

Para cada especie, se prepararon 3 cubitos de 1cm. de lado debidamente orientados, éstos se emplearon para obtener láminas histológicas para la descripción microscópica, también se prepararon pequeños pedazos de madera similares a palitos de fósforo para la obtención de fibras y vasos conforme a los procedimientos empleados en el laboratorio de Anatomía de la Madera de la UNALM.

### 3.3.4 MICROTECNIA

#### A) *PREPARACIÓN DE LAMINAS HISTOLOGICAS*

Se siguieron los siguientes pasos:

- **Ablandamiento de cubitos:** Se ablandaron en agua caliente a temperatura de ebullición del agua, cuyo tiempo de ablandamiento estuvo en función de la naturaleza propia de cada especie.
- **Corte de Láminas:** Se empleó el micrótopo de deslizamiento horizontal para cortar láminas de 20 a 22µm de espesor para las tres secciones, transversal, radial y tangencial; colocándose los cortes en placas petri. Se realizaron treinta cortes por especie.
- **Deshidratado:** Se hizo con distintos grados de alcohol, 30°, 60° y 96°. En cada tipo de alcohol permaneció 15 minutos, al término de los cuales se iba retirando para agregar otro de mayor grado.
- **Coloración y Montaje:** Una vez terminado el proceso de deshidratado, se procedió a agregar 5 o 6 gotas de safranina, por un tiempo promedio de 30 minutos. Transcurrido ese tiempo se realizó el lavado de las láminas con alcohol de 96°, repitiéndose las veces necesarias hasta haberse eliminado el exceso de colorante en los tejidos. Luego se agregó xilol para fijar el colorante. Posteriormente se hizo el montaje, colocando los tejidos ya coloreados en las placas portaobjetos y agregando una gota de Bálsamo de Canadá antes de cubrirlas con el cubreobjetos. En cada placa portaobjeto fueron colocadas tres láminas, una por cada sección de corte; habiéndose elaborado ocho placas portaobjetos para cada especie.
- **Secado de Láminas:** Las láminas fueron secadas en estufa a 40°C durante una semana.

## *B) PREPARACIÓN DE LAMINAS 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 que cubriera los palitos completamente, permaneciendo por 15 a 20 minutos a una temperatura de 40° C de la plataforma de la cocina eléctrica.
- **Coloración y montaje:** Luego de lavar con agua para eliminar el ácido, se procedió a aplicar 3 o 4 gotas de safranina. Parte del tejido macerado se colocó en una placa petri y se le agregó xilol para fijar el colorante. Segui amente 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 portaobjetos, vertiéndose una gota de Bálsamo de Canadá y se cubrió con el cubreobjeto respectivo. Se prepararon cuatro portaobjetos para cada especie.
- **Secado de láminas:** Las láminas fueron secadas en estufa a 40° C durante una semana.

## *C) MEDICIÓN DE ELEMENTOS XILEMÁTICOS*

Se realizaron cien mediciones por especie de diámetro y longitud de vasos; espesor, longitud y diámetro de fibras. Asimismo se determino el número de células, ancho, altura y número de radios por mm lineal, el diámetro tangencial y numero de poros por mm<sup>2</sup>.

### **3.3.5 DEMOSTRACIONES Y REGISTROS DE IMÁGENES**

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

### 3.3.6 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

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

### 3.3.7 PREPARACIÓN DE LA CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

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

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

*Hyeronima alchorneoides*

Manzano

Euphorbiaceae

#### Características Generales

En condición seca al aire el duramen es de color café rojizo, 5YR 3/2 (Figura 1); siendo la albura ligeramente más clara que el duramen. Anillos de crecimiento diferenciados por bandas oscuras de forma regular. Olor y sabor no distintivos; grano entrecruzado, textura media, brillo ausente, vetado en arcos superpuestos ligeramente diferenciados y satinado. 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 forma ovalada y ocasionalmente múltiples radiales. Líneas vasculares rectilíneas, de ancho medio. Presencia de gomas.

Parénquima: No visible aún con lupa de 10X.

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

#### Descripción Microscópica

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos, con arreglo diagonal y/o radial, predominantemente solitarios de forma ovalada y ocasionalmente múltiples radiales de 2 a 3 poros. Diámetro tangencial promedio 136µm, clasificado como medianos. En promedio 4 poros/mm<sup>2</sup>, clasificados como muy pocos. Longitud promedio de elementos vasculares 749µm, clasificados como medianos (Figura 2). Platinas de perforación simple y poco inclinada; punteaduras intervasculares alternas de forma redonda, con diámetro promedio de

11 $\mu$ m, clasificada como grandes; apertura incluida de forma alargada. Presencia de apéndices en ambos lados de los elementos vasculares. Presencia de abundante gomas color rojo oscuro.

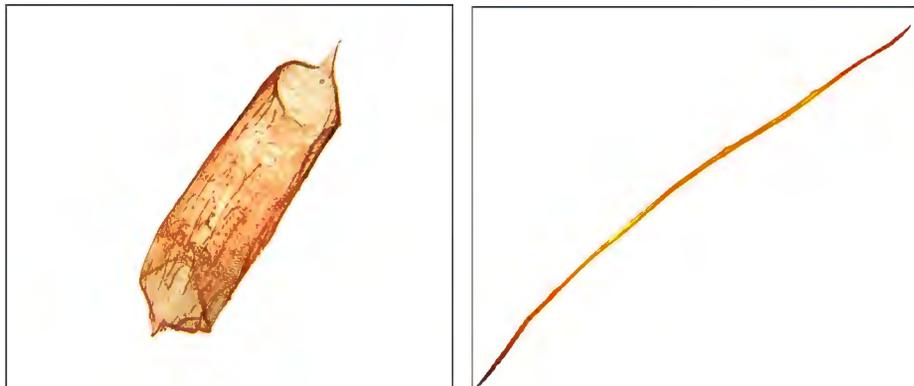
Parénquima: En sección transversal apotraqueal difuso en agregados (Figura 3); en corte longitudinal no estratificado, de 3 a 4 septas por célula. Presencia de cristales de forma romboide y de gomas.

Radios: En sección tangencial altura promedio de 1019 $\mu$ m, clasificados como bajos; uniseriados y multiseriados con 40 $\mu$ 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 11 radios/mm, clasificados como poco numerosos; no estratificados. Punteaduras radiovasculares con bordes distintivos; similares a las intervasculares en tamaño y forma. Presencia de gomas y de cristales de forma romboide en las células procumbentes (Figura 4 y 5).

Fibras: Libriformes; longitud promedio de 2669 $\mu$ m, clasificadas como largas; en promedio 23 $\mu$ m de diámetro, clasificados como angostas; de paredes gruesas con espesor promedio de 7,8 $\mu$ m; no estratificadas; con punteaduras notoriamente aeroladas (Figura 2).



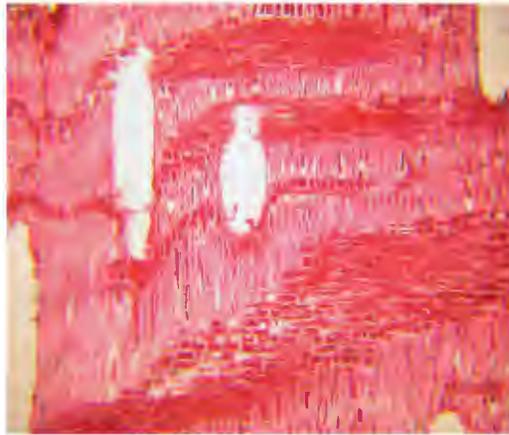
**Figura 1** Madera en corte tangencial y radial de *Hyeronima alchorneoides*



**Figura 2** Elemento Vascular (40X) y fibra (40X) de *Hyeronima alchorneoides*



**Figura 3** Corte transversal de *Hyeronima alchorneoides* (40X)



**Figura 4** Corte radial de *Hyeronima alchorneoides* (40X)



**Figura 5** Corte tangencial de *Hyeronima alchorneoides* (40X)

**Características Generales**

En condición seca al aire el duramen es de color castaño claro a levemente amarillo 7,5YR 6/8 (Figura 6), con cambio gradual de albura a duramen. Anillos de crecimiento poco diferenciados por bandas oscuras de forma irregular. Decoloraciones de manchas oscuras originado por hongos. Olor y sabor no distintivos; grano entrecruzado, textura media, brillo ausente, vetado en arcos superpuestos causado por los anillos de crecimiento. Madera dura al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras.

**Descripción Macroscópica**

Poros: Visibles a simple vista, predominantemente solitarios de forma ovalada y ocasionalmente múltiples radiales de 2 poros. Líneas vasculares rectilíneas y finas.

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

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

**Descripción Microscópica**

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos, con arreglo radial, predominantemente solitarios de forma ovalada y ocasionalmente múltiples radiales de 2 poros. Diámetro tangencial promedio  $167\mu\text{m}$ , clasificados como medianos. En promedio 4 poros/ $\text{mm}^2$ , clasificados como muy pocos. Longitud promedio de elementos vasculares  $712\mu\text{m}$ , clasificados como medianos (Figura 7). Platina de perforación simple y poco inclinada; punteaduras intervasculares alternas de forma ovalada; con diámetro promedio de  $9,5\mu\text{m}$ , clasificadas como medianas; apertura incluida de forma lenticular.

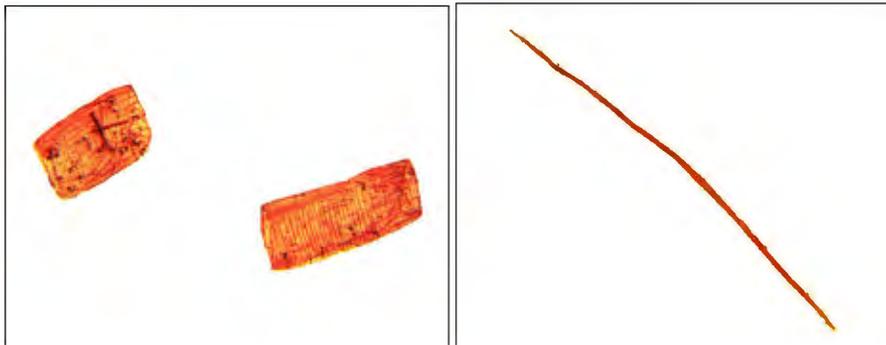
Parénquima: En sección transversal en bandas estrechas o en líneas hasta 3 células de ancho (Figura 8); en corte longitudinal no estratificado y con más de 8 septas por célula.

Radios: En sección tangencial altura promedio de 586 $\mu$ m, clasificados como extremadamente bajos, exclusivamente uniseriados con 13 $\mu$ m de ancho promedio, clasificados como muy finos. En sección radial homocelulares formado sólo por células procumbentes. En promedio 18 radios/mm, clasificados como numerosos; no estratificados. Punteaduras radiovasculares con bordes muy reducido a aparentemente simple (Figura 9 y 10). Presencia de gomas y de abundante sílice.

Fibras: Libriformes; longitud promedio de 1746 $\mu$ m, clasificadas como largas; en promedio 15 $\mu$ m de diámetro, clasificados como angostas; de paredes gruesas con espesor promedio de 6,1 $\mu$ m; no estratificadas; con punteaduras simples (Figura 7).



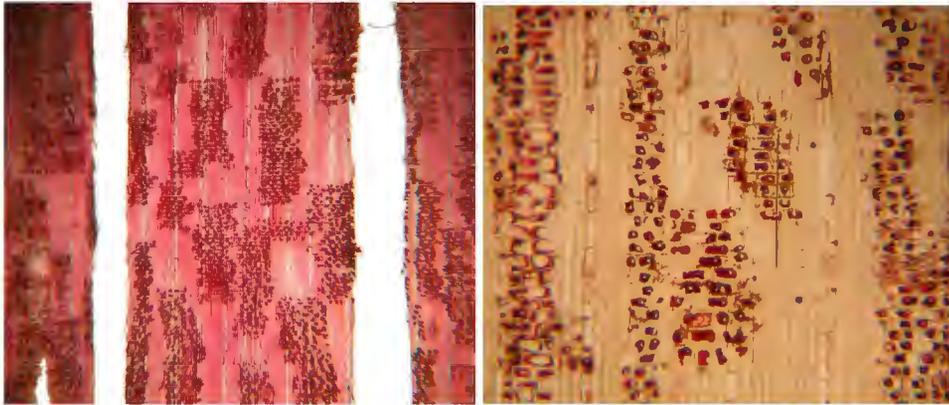
**Figura 6** Madera en corte tangencial y radial de *Licania Octandra*



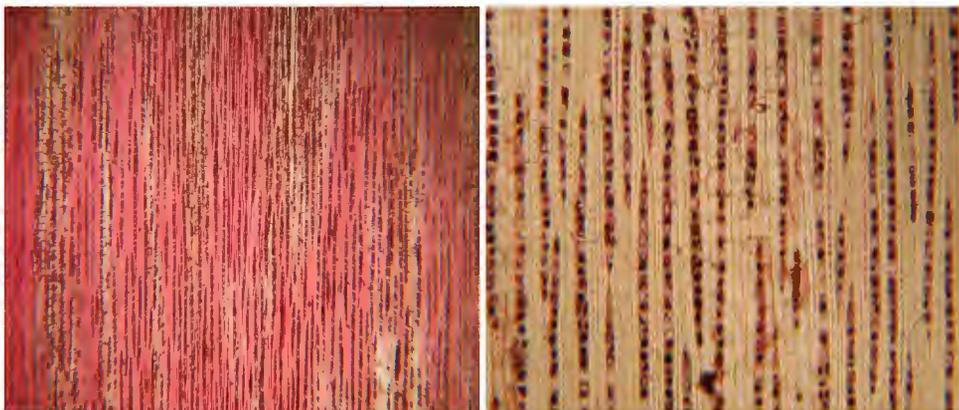
**Figura 7** Elementos vasculares (40X) y fibra (40X) de *Licania Octandra*



**Figura 8** Corte transversal de *Licania Octandra* (40X)



**Figura 9** Corte radial de *Licania Octandra* (40X y 100X)



**Figura 10** Corte tangencial de *Licania Octandra* (40X y 100X).

**Características Generales**

En condición seca al aire la albura es poco diferenciada del duramen; de color amarillo claro 2,5YR 7/6 (Figura 11). Anillos de crecimiento poco diferenciados por bandas oscuras de forma irregular. Olor y sabor no distintivos; grano entrecruzado, textura fina, brillo medio, vetado en arcos superpuestos levemente diferenciados causado por los anillos de crecimiento. Madera dura al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras.

**Descripción Macroscópica**

Poros: Visible con lupa de 10X., predominantemente múltiples radiales de 2 a 3 poros. Líneas vasculares rectilíneas y finas.

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

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

Floema incluido aislado e irregularmente distribuido.

**Descripción Microscópica**

Poros / Elementos vasculares: Poros difusos con arreglo radial, predominantemente múltiples radiales de 2 a 3 poros y ocasionalmente solitarios. Diámetro tangencial promedio  $95\mu\text{m}$ , clasificados como pequeños. En promedio 13 poros/ $\text{mm}^2$ , clasificados como pocos. Longitud promedio de elementos vasculares de  $386\mu\text{m}$ , clasificados como medianos (Figura 12). Platinas de perforación simple y horizontal; punteaduras intervasculares alternas de forma ovalada, con diámetro promedio de  $2,5\mu\text{m}$ , clasificados como muy pequeñas; apertura incluida de forma redonda. Presencia de gomas.

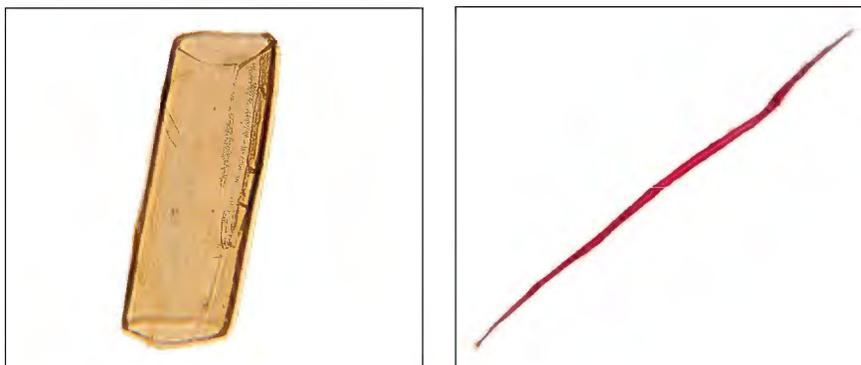
Parénquima: En sección transversal en bandas estrechas o en líneas hasta 3 células de ancho (Figura 13); en corte longitudinal no estratificado, de más de 8 septas por célula.

Radios: En sección tangencial altura promedio de 585 $\mu\text{m}$ , clasificados como extremadamente bajos; mayormente triseriados y uniseriados con 21 $\mu\text{m}$  de ancho promedio, clasificados como muy finos. En sección radial homocelulares conformado por células procumbentes y heterocelulares, formado por células procumbentes con una hilera marginal de células erectas y/o cuadradas. En promedio 6 radios/mm, clasificados como poco numerosos; no estratificados. Punteaduras radiovasculares con bordes distintivos; similar a las punteaduras intervasculares en tamaño y forma. (Figura 14 y 15)

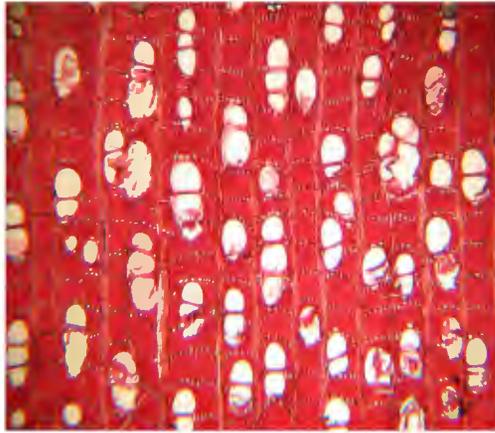
Fibras: Libríformes; longitud promedio de 1081 $\mu\text{m}$ , clasificadas como medianas; en promedio 10 $\mu\text{m}$  de diámetro, clasificados como angostas; de paredes delgadas con espesor promedio de 3 $\mu\text{m}$ ; no estratificadas; con punteaduras simples (Figura 12).



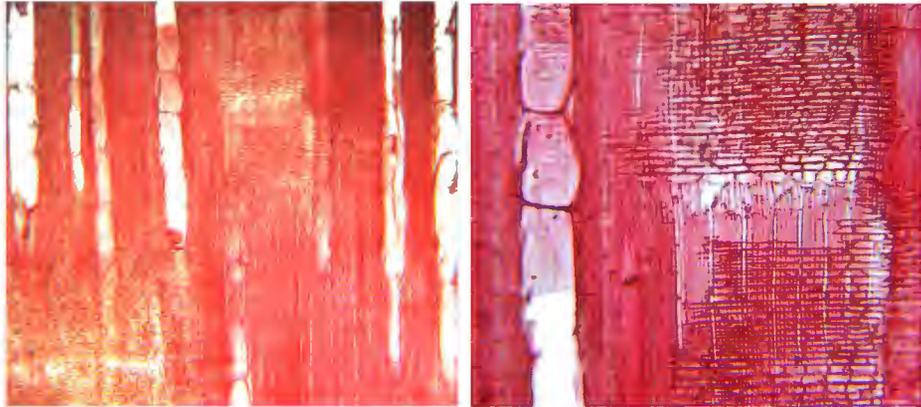
**Figura 11** Madera en corte tangencial y radial de *Oxandra xylopioides*



**Figura 12** Elemento vascular (40X) y fibra (40X) *Oxandra xylopioides*



**Figura 13** Corte transversal de *Oxandra xylopioides* (40X)



**Figura 14** Corte radial de *Oxandra xylopioides* (40X Y 100X)



**Figura 15** Corte tangencial de *Oxandra xylopioides* (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 tres especies estudiadas.

### 4.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y ORGANOLÉPTICAS

De las características generales y organolépticas se puede indicar que:

De las tres especies estudiadas; *Hyeronima alchorneoides* tiene color café rojizo, *Licania octandra* color castaño claro a levemente amarillo y *Oxandra xylopioides* amarillo claro.

En relación al tipo de grano; las tres especies poseen grano entrecruzado, lo que dificultará su trabajabilidad. Respecto a la textura, en las especies *Hyeronima alchorneoides* y *Licania octandra* tienen textura media; mientras que *Oxandra xylopioides* presenta textura fina, esta última presenta mejor comportamiento al acabado.

### 4.2.2 CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS

Las especies que presentan poros predominantemente solitarios son *Hyeronima alchorneoides* y *Licania octandra*; en tanto que *Oxandra xylopioides* presenta poros predominantemente múltiples radiales.

A este nivel el parénquima no es visible aún con lupa de 10X en *Hyeronima alchorneoides* y en bandas angostas en *Licania octandra* y *Oxandra xylopioides* coincidiendo con lo reportado por Solís y Moya (2004) y Detienne y Jacquet (1983).

La especie *Hyeronima alchorneoides* resalta por la presencia de radios mayores a 1 mm de altura, en tanto las otras 2 especies presentan radios menores a 1 mm de altura.

Respecto a las inclusiones, *Hyeronima alchorneoides* y *Licania octandra* presenta gomas de color rojo en los vasos corroborando lo reportado por Solís y Moya (2004) y en *Oxandra xylopioides*, la presencia de floema incluido aislado e irregularmente distribuido.

#### 4.2.3 CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS

A nivel microscópico, los elementos vasculares de *Hyeronima alchorneoides*, *Licania octandra* y *Oxandra xylopioides* son clasificados como medianos; dicha característica tiene influencia en la preservación y secado de la madera conforme lo indica Valderrama (1996). En la especie *Hyeronima alchorneoides* resalta la presencia de apéndice en ambos extremos de los elementos vasculares tal como lo indica Solís y Moya (2004). Las tres especies estudiadas presentan platinas de perforación simple y punteaduras intervasculares con disposición alterna, resultados que coincide con los de Insidewood (2004).

Respecto al parénquima, *Hyeronima alchorneoides* presenta apotraqueal difuso en agregados; en tanto *Licania octandra* y *Oxandra xylopioides* presentan en bandas estrechas o en líneas hasta tres células de ancho, tal como lo indica Insidewood (2004), para las dos últimas especies.

Los radios son homocelulares formado solo por células procumbentes en *Licania octandra*; son heterocelulares formado por células procumbentes y erectas en *Hyeronima alchorneoides* y en *Oxandra xylopioides* los radios son homocelulares y heterocelulares, coincidiendo con lo indicado por Insidewood (2004) y Detienne y Jacquet (1983).

Respecto a la longitud de fibra y espesor de pared, *Hyeronima alchorneoides* y *Licania octandra* son de fibra larga y de paredes gruesas; en tanto *Oxandra xylopioides* es de fibra corta y de pared delgada, debiéndose indicar que el espesor de pared incide directamente en la densidad y resistencia mecánica de la madera. Además, *Hyeronima alchorneoides* presenta punteaduras notoriamente aeroladas, tal como lo indica Solís y Moya (2004), *Licania octandra* y *Oxandra xylopioides* punteaduras simples tal como lo indican en Detienne y Jacquet (1983).

En cuanto a las inclusiones; tienen la presencia de gomas, *Licania octandra* presenta sílice, tal como lo menciona Insidewood (2004) y Detienne y Jacquet (1983); cuya presencia influye en el mayor desgaste del filo de las herramientas en los procesos de transformación mecánica de la madera. También hay la presencia de cristales de forma romboide en *Hyeronima alchorneoides*, tal como lo reporta Insidewood (2004) y Richter y Dallwitz (2000).

Las características encontradas en las tres especies coinciden con las características de sus respectivas familias, lo que servirá para una identificación general y rápida; un ejemplo de ello es la característica del contenido de sílice de la especie *Licania octandra*, algo recurrente en su género y familia.

Cuadro 2 Características Generales y Macroscópicas de las tres Especies Estudiadas

ESPECIES/CARACTERÍSTICAS	CARACTERÍSTICAS GENERALES										CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS																								
	Color		Grano		Textura			Veteado			Resistencia al corte		Olor		Poros			Pariénquima		Radios			Ornos												
	Rojo	Marrón	Amarillo	Recto	Oblicuo	Entrecruzado	Fina	Media	Gruesa	Arcos Superpuestos	Jaspeado	Satinado	Sin veteado	Dura	Moderadamente dura	Blanda	Sin olor	Visibles a simple vista	Visibles con lupa de 10X	Pred. Solitarios	Pred. Múltiples radiales	Visible con lupa de 10X	No visible con lupa de 10X	Difuso	Difuso en agregados	Bandas anchas	Bandas angostas	Visibles a simple vista	Visibles con lupa de 10X	Menor a 1 mm	Mayor a 1 mm	Floema Incluido	Gomas		
<i>Hyeronima elchornensis</i>	X					X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X		X			X			X						X	
<i>Licania octandra</i>		X				X	X	X	X	X				X		X	X	X	X	X		X					X	X	X	X					
<i>Oxandra xyloporides</i>			X			X	X			X				X		X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X				X	

**Cuadro 3** Características Microscópicas de las tres Especies Estudiadas

ESPECIES/CARACTERISTICAS	VASOS/POROS						PARENQUIMA			RADIOS					FIBRAS			Otras Características										
	Elemento Vascular		Nº/mm2	Diámetro poros			Apotraqueal	En Bandas			Nº radios/mm	Tipo de radios		Uniseriados	Triseriados	Multiseriados	Longitud				Diámetro de fibras							
	Platina de Perforación	Longitud		Cortos	Medianos	Muy pocos		Pocos	Numerosos	Pequeños		Medianos	Grandes					Difuso	Difuso en agregados	Mas de 3 células de ancho	Hasta 3 células de ancho	Reticulado	Poco numerosos	Numerosos	Homocelulares	Heterocelulares	Cortas	Medianas
			Simple				Cortos				Medianos			Muy pocos	Pocos	Numerosos	Pequeños											
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	X		X	X				X			X				X		X	X		X		X			X		X	
<i>Licania octandra</i>	X		X	X								X			X	X		X				X	X				X	X
<i>Oxandra xylopioides</i>	X		X		X	X						X		X	X	X	X	X				X	X					X

#### 4.2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS XILEMÁTICO

En el cuadro 4 se presentan los valores estadísticos de las dimensiones de los elementos xilemáticos para las tres especies estudiadas. De acuerdo a los coeficientes de variabilidad dados por Rubio (2002), podemos afirmar que el “diámetro tangencial de poros”, “longitud de elementos vasculares” y el “número de poros/mm<sup>2</sup>”, presentan valores muy homogéneos excepto en *Oxandra xylopioides* donde los datos son regularmente homogéneos en el “número de poros/mm<sup>2</sup>”.

Con respecto a los coeficientes de variabilidad de “longitud de fibras”, “espesor de pared” y “diámetro total” las especies presentan datos muy homogéneos. A excepción de *Hyeronima alchorneoides* en la primera variable y *Licania octandra* en la segunda variable donde son clasificados como regularmente homogéneos.

Conforme a los resultados obtenidos podemos indicar que los valores obtenidos de las tres especies estudiadas presentan mucha homogeneidad, posiblemente se deba a que las muestras provienen de un solo árbol.

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

ESPECIES/VALORES	POROS			RADIOS					FIBRAS		
	Diámetro Tangencial (µm)	Número por mm <sup>2</sup>	Longitud de elementos vasculares (µm)	Altura (µm)	Ancho (µm)	Nº de células de alto	Nº de células de ancho	Número por mm	Diámetro Total (µm)	Espesor de Pared (µm)	Longitud (µm)
<b><i>Hyeronima alchorroides</i></b>											
Valor promedio	136	4	749	1019	40	34	3	11	23	8	2669
Valor mínimo	105	2	358	630	20	8	1	6	10	3,8	1516
Valor máximo	171	7	1125	1510	62	67	5	15	35	15,0	3766
Desv. Estándar	12,0	0,1	24,0	88,0	5,0	6,0	0,1	0,6	1,0	0,3	300,0
Coefficiente de variabilidad (%)	9,0	2,0	3,2	8,6	11,3	16,2	2,1	5,4	4,2	4,0	11,2
<b><i>Licania octandra</i></b>											
Valor promedio	167	4,0	712	586	13	26	1	18	15	6,0	1746
Valor mínimo	124	8	405	330	7	8	1	12	10	2,5	1281
Valor máximo	211	1	1034	850	19	47	2	23	23	11,3	2211
Desv. Estándar	9,0	0,3	17,0	57,0	1,0	4,0	0,0	0,7	1,0	0,7	80,0
Coefficiente de variabilidad (%)	5,5	7,0	2,4	9,7	7,1	15,0	1,8	3,8	6,8	11,5	4,6
<b><i>Oxandra xylopioides</i></b>											
Valor promedio	95	13	386	585	21	30	3	6	10	3,0	1081
Valor mínimo	69	7	257	364	9	16	1	3	6	1,3	750
Valor máximo	118	21	500	648	33	40	4	10	15	5,0	1426
Desv. Estándar	5,0	1,0	20,0	72,0	1,0	1,0	0,2	0,2	0,4	0,3	27,0
Coefficiente de variabilidad (%)	5,1	10,1	5,1	12,4	4,9	3,4	6,1	2,4	3,8	8,4	2,5

### 4.3 CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

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

#### 4.3.1 *Hyeronima alchorneoides*

1 5 7 9 13 22 27 30 42 46 53 58 62 66 69 73 77 92 98 102 106 115 136 137  
141 183 186 189 192 196 198

#### 4.3.2 *Licania octandra*

1 5 7 9 13 22 26 32 42 48 49 53 61 66 69 73 86 94 96 104 116 159 160 183  
186 189 192 196 199

#### 4.3.3 *Oxandra xylopioides*

1 5 7 10 13 22 24 30 41 47 52 53 58 66 69 72 77 86 94 97 104 106 115 134  
183 186 189 192 199

## 5. CONCLUSIONES

- Las maderas de *Hyeronima alchorneoides* y *Licania octandra* presentan textura media, en tanto *Oxandra xylopioides*, presenta textura fina.
- El parénquima a nivel macroscópico no es visible aún con lupa en *Hyeronima alchorneoides*. A nivel microscópico presenta apotraqueal difuso en agregados; en tanto que *Licania octandra* y *Oxandra xylopioides* presentan parénquima en bandas estrechas o en líneas hasta tres células de ancho.
- *Hyeronima alchorneoides* se caracteriza por la presencia de apéndices en ambos extremos de los elementos vasculares; asimismo fue la única especie que presentó el tamaño de los radios mayor a 1mm.
- La especie *Licania octandra* presenta radios exclusivamente uniseriados, en tanto *Hyeronima alchorneoides* y *Oxandra xylopioides* presentan radios uniseriados y multiseriados.
- Las especies *Hyeronima alchorneoides* y *Licania octandra* presentan fibras de longitud larga y paredes gruesas mientras *Oxandra xylopioides* presenta fibras de longitud mediana y paredes delgadas.
- *Licania octandra* se caracteriza por la presencia de abundante sílice.

## **6. RECOMENDACIONES**

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

## *BIBLIOGRAFÍA*

- Aróstegui, A. 1974. Estudio tecnológico de maderas del Perú (zona de Pucallpa): Subproyectos de investigación. Lima, PE. UNALM. 29 p.
- \_\_\_\_\_. 1982. Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas. Lima, PE, UNALM. 57p.
- Begazo, K. 2001. Aptitud de cuatro especies maderables de la zona de Pucallpa para su uso en postes preservados. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 83p.
- Brack, A. 1999. Diccionario enciclopédico de las plantas útiles del Perú. Cusco, PE. CBC. 556p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). *Hyeronima alchorneoides*. (en línea). CR. Consultada 11 may. 2009. Disponible en [http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos\\_especies\\_y\\_anexos/hyeronima\\_alchorneoides.pdf](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/hyeronima_alchorneoides.pdf)
- COPANT (Comisión panamericana de normas técnicas). 1972. Maderas: Métodos para realizar el análisis estadístico de las propiedades de las maderas. COPANT 30:1-012.
- Detienne, P. et Jacquet, P. 1983. Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des regions voisines. Marne, FR, Centre Technique Forestier Tropical. 640p.
- De la Paz Pérez, C y Quintanar, A. 1994. Anatomía de la Madera de Cinco Especies de Jalisco, México. *Acta Botánica Mexicana*. 27: 75-87. (en línea). Consultada 30 Abr. 2009. Disponible en <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/ABM/ABM.27.1994/acta27%2875-87%29.pdf>
- García, L; De Palacios, C; Guindeo, A; et al. 2002. Anatomía e identificación de maderas de coníferas a nivel de especie. Madrid, ES, Fundación Conde del Valle de Salazar. 421p.

- \_\_\_\_\_; Guindeo, A; Peraza, C. 2003. La madera y su anatomía. Madrid, ES, Fundación Conde del Valle de Salazar. 346p.
- IAWA (International Association of Wood Anatomists Committee). 1989. List of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin. 10: 217 -332.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). s.f. Caraipe. (en línea). BR. Consultada 9 May. 2009. Disponible en <http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/features.php?ID=141&caracteristica=100>
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 1991. Normas de procedimientos em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae, II. Gimnospermae. BR. 19p.
- Insidewood. 2004. Inside Wood Database. (en línea). Consultada 5 Jun. 2009. Disponible en <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>
- Larco, I; Chavesta, M; Reynel, C. 2002. Estudio dendrológico, anatómico y físico-mecánico del “Cedro virgen” (*cedrela montana moritz ex turczaninov*) de la provincia de Satipo. Anales científicos. 53 (4): 127-137.
- León, W. y Espinoza, N. 2001. Anatomía de la Madera. Mérida, VE, Universidad de los Andes. 396p.
- MacBride, J. 1938. Flora of Perú. Chicago, US, 1951p. (Botanical Series. Vol XIII, part 2, no 3).
- Montero, M; De los Santos Posadas, H.; Kanninen, M. 2007. *Hyeronima alchorneoides*: ecología y silvicultura en Costa Rica. Turrialba, CR, CATIE, 98p.
- Munsell Color. 1977. Munsell soil color charts. Baltimore, US, Macbeth division of Kollmorgen Corporation. 34p.
- Pérez, A. 1984. Apuntes de anatomía de maderas. Mérida, VE, Universidad de los Andes. 132p.
- Prance, G. 1972. Chrysobalanaceae: Flora Neotropical, New York, US. 410p. (Monograph 9, Organization for Flora Neotropical).

- Quintanar, A; Icaza, M; Rivera, L; De la Paz, C. 1998. Algunas características anatómicas y acústicas de tres especies de angiospermas de Huayacocotla. *Madera y Bosques*. 4 (1): 15-25p.
- Richter, H.G. y Dallwitz, M.J. 2000. Maderas Comerciales: *Hieronyma alchorneoides* . (en línea). Consultada 15 Oct. 2009. Disponible en  
*Hieronyma alchorneoides*: <http://delta-intkey.com/wood/es/www/euphialc.htm>
- \_\_\_\_\_. 2000. Maderas Comerciales: *Licania spp.* (en línea). Consultada 15 Oct. 2009. Disponible en  
*Licania spp.* : <http://delta-intkey.com/wood/es/www/chryslc.htm>
- Rubio, J. 2002. Estadística. Lima, PE, UNALM. 175p.
- Salas, G. 2002. Estudio anatómico de tres especies de Banderillas de la familia Myristicaceae proveniente de Villa Rica. Tesis (Ing. Forestal). Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina. 80p.
- Sibille, A. 2006. Guía de procesamiento industrial: Fabricación de muebles con maderas poco conocidas. PE, WWF. 14p.
- Solís, M; R Moya. 2004. *Hyeronima alchorneoides* en Costa Rica. (en línea). CR, Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. Consultada 12 May. 2009. Disponible en [http://www.fonafifo.com/text\\_files/proyectos/ManualHieronyma.pdf](http://www.fonafifo.com/text_files/proyectos/ManualHieronyma.pdf)
- ONEP-WCMC (United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre). Strategies for the sustainable use and management of timber tree species subject to international trade: Mesoamerica. (en línea). Consultada 10 Nov. 2009. Disponible en [http://www.unep-wcmc.org/forest/timber/workshops/reports/MA2005/Annex\\_2\\_Trees.doc](http://www.unep-wcmc.org/forest/timber/workshops/reports/MA2005/Annex_2_Trees.doc)
- Valderrama, H. 1996. Influencia de la estructura anatómica en el comportamiento tecnológico de la madera de especies forestales de la amazonía. Resúmenes. 1990: 25-28.
- Vignote, S; Jiménez, F. 1996. Tecnología de la Madera. Madrid, ES, V.A. Editores. 602 p.

# ANEXO 1

## LISTA DE CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MADERAS DURAS- IAWA

### CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS

#### Anillos de crecimiento

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

#### Vasos/poros

##### Porosidad

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

##### Arreglo o disposición de poros

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

##### Agrupamiento de poros

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

##### Contorno de poros solitarios

12. Poros solitarios con contorno angular

##### Platinas de perforación

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

##### Punteaduras intervasculares: Arreglo y tamaño

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

23. Punteaduras intervasculares alternas de forma poligonal

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

25. Pequeñas - 4-7 $\mu\text{m}$

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
95. Parénquima no lignificado
- Radios**
- 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
- 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 cámbiales
- 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 cámbiales
133. Floema incluido, concéntrico
134. Floema incluido, difuso
135. Otras variantes cámbiales
- 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)
  - 198. Duramen básicamente rojo o tono rojo
  - 199. Duramen básicamente amarillo o tono amarillo
- 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

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

## ANEXO 2

**TABLA 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 3

### MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE

#### *HYERONIMA ALCHORNEOIDES*

#### Muestra N° 1

N.	POROS		RADIOS					FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm <sup>2</sup>	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho		15x40		8x4	
1	12	5	200	12	42	4	8	26	5	200	25
2	13	4	245	9	25	4	8	15	7	210	26
3	13	7	165	5	6	1	12	24	4	240	30
4	12	4	255	8	62	4	12	26	8	231	35
5	12	6	200	9	26	4	12	21	5	234	16
6	11	5	165	10	30	4	14	19	5	151	20
7	10	5	145	8	75	3	9	19	7	181	26
8	12	5	210	9	47	3	10	21	8	236	23
9	10	5	165	7	17	3	9	21	9	198	25
10	13	4	150	8	69	3	9	14	6	237	34
11	11	4	130	8	28	3	8	20	9	244	17
12	13	4	260	6	37	3	10	18	6	191	24
13	13	4	190	7	25	4	7	14	5	246	23
14	10	3	340	7	27	4	11	19	7	180	27
15	10	3	145	10	31	4	11	16	7	210	23
16	12	4	145	8	38	4	12	15	6	211	19
17	13	5	305	5	47	3	10	23	8	231	18
18	12	2	155	8	38	4	13	24	11	166	16
19	12	2	275	6	18	2	10	15	7	164	14
20	11	4	150	7	27	3	11	12	6	251	17
21	10	4	135	7	46	4	10	20	8	249	25
22	12	2	230	10	18	1	9	24	8	218	36
23	11	2	180	10	47	3	14	19	5	211	30
24	12	3	305	8	60	4	13	15	4	198	18
25	10	3	355	7	26	4	10	26	7	251	24
Sumatoria	290	99	5200	199	912	83	262	486	168	5339	591
Promedio	11.60	3.96	208	7.96	36.48	3.32	10.48	19.44	6.72	213.56	23.64
Micrómetro	152.66		998.40	38.210				24.30	8.40	2810.45	738.75

## Muestra N° 2

MEDICION DE ELEMENTOS ANATOMICOS											
N°	POROS		RADIOS					FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm <sup>2</sup>	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho					
1	10	6	90	9	30	5	9	16	5	247	28
2	10	4	120	8	15	4	10	15	5	172	26
3	10	5	135	10	29	4	11	12	4	263	16
4	8	5	160	9	30	4	13	20	5	243	25
5	10	5	150	8	48	4	13	20	5	233	30
6	9	3	240	12	36	4	9	27	9	221	35
7	12	4	235	10	12	2	8	23	7	246	16
8	9	5	285	11	42	4	9	10	3	228	28
9	10	3	90	8	22	4	14	20	6	247	24
10	8	3	175	8	17	3	13	18	6	224	20
11	9	2	195	6	44	4	11	19	7	249	29
12	9	3	200	5	23	3	12	27	8	146	21
13	11	4	220	9	28	4	10	24	8	247	25
14	13	5	130	10	35	3	14	11	3	238	35
15	10	4	460	5	78	4	11	12	3	261	27
16	10	4	130	9	27	4	12	27	9	238	25
17	11	2	100	6	11	2	10	23	7	243	26
18	11	4	150	8	12	2	7	16	7	223	35
19	9	3	460	5	31	3	10	17	7	245	28
20	10	3	200	7	24	2	12	20	10	248	18
21	8	4	250	4	30	4	11	20	9	248	15
22	10	3	190	6	19	2	7	16	6	220	14
23	10	3	195	7	56	4	12	16	7	185	17
24	10	5	245	10	13	2	8	15	6	210	17
25	10	7	195	10	29	4	6	16	6	190	25
Sumatoria	247	99	5000	200	741	85	262	460	158	5715	605
Promedio	9.88	3.96	200	8	29.64	3.4	10.48	18.4	6.32	228.6	24.2
Micrómetro	130.02		960	38.4				23	7.9	3008.38	756.25

Muestra N° 3

N.	POROS		RADIOS					FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm <sup>2</sup>	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho		15x40		8x4	
1	11	5	175	5	34	4	15	25	6	168	25
2	9	3	110	8	34	4	12	28	7	209	23
3	8	6	155	6	87	3	13	14	4	100	25
4	8	5	225	8	68	4	11	14	3	163	30
5	11	3	285	5	30	3	9	22	6	208	21
6	10	5	235	6	8	1	8	13	4	202	15
7	10	3	170	8	48	3	6	17	5	201	25
8	10	2	410	7	37	4	8	17	5	251	26
9	9	3	175	11	33	4	6	20	4	249	25
10	9	5	330	7	49	3	7	20	5	166	21
11	10	3	325	9	54	3	9	18	5	209	8
12	9	3	170	8	33	1	13	19	5	211	33
13	8	4	280	7	18	1	12	27	7	189	25
14	10	2	260	6	62	4	10	20	6	210	23
15	8	3	330	7	37	4	13	13	6	100	17
16	9	4	120	8	35	4	12	19	7	180	30
17	9	4	185	9	22	2	11	23	11	161	32
18	8	7	220	8	15	3	9	16	7	252	25
19	9	7	230	8	39	3	10	16	8	165	16
20	10	3	150	7	41	3	12	20	5	155	31
21	10	3	260	5	60	4	10	20	5	200	15
22	10	3	290	8	41	4	12	13	5	209	20
23	10	4	150	10	40	4	11	19	9	210	25
24	10	5	235	10	39	5	12	16	7	231	15
25	12	4	510	8	40	4	9	25	12	189	27
Sumatoria	237	99	5985	189	1004	82	260	474	154	4788	578
Promedio	9.48	3.96	239.40	7.56	40.16	3.28	10.40	18.96	6.16	191.52	23.12
Micrómetro	124.76		1149.12	36.29				23.70	7.70	2520.40	722.50

Muestra N° 4

MEDICION DE ELEMENTOS ANATOMICOS											
N°	POROS		RADIOS					FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm <sup>2</sup>	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho					
1	10	5	145	7	28	4	14	15	5	261	30
2	11	4	160	10	27	4	12	12	4	242	31
3	9	5	120	12	28	4	11	15	4	271	16
4	11	4	175	10	24	3	11	19	6	268	18
5	9	3	195	8	34	3	10	16	5	251	32
6	12	4	150	8	25	2	12	16	3	263	34
7	11	2	135	4	20	2	10	26	7	257	26
8	11	2	235	9	22	3	11	15	3	251	28
9	11	3	195	9	30	4	14	22	5	263	35
10	12	4	225	8	20	5	13	28	10	237	25
11	10	4	305	5	58	4	12	8	3	219	19
12	10	4	295	10	12	2	10	19	9	237	20
13	10	5	135	9	19	5	13	16	7	266	21
14	10	5	285	7	48	3	15	15	6	257	25
15	11	6	125	5	21	4	12	18	8	75	25
16	9	6	105	11	43	4	9	26	6	72	23
17	9	3	365	10	38	4	10	17	8	91	31
18	9	4	145	15	15	3	13	17	5	98	29
19	10	3	185	12	11	2	13	13	4	62	19
20	10	5	285	11	32	3	11	18	8	86	31
21	9	4	215	14	18	3	10	19	9	69	24
22	12	3	180	12	27	3	11	16	6	98	18
23	12	5	190	12	25	4	10	16	7	87	24
24	10	4	390	9	34	4	13	20	9	75	18
25	10	6	110	15	61	4	10	19	8	79	20
Sumatoria	258	103	5050	242	720	86	290	441	155	4435	622
Promedio	10.32	4.12	202.00	9.68	28.80	3.44	11.60	17.64	6.20	177.4	24.88
Micrómetro	135.80		969.60	46.46				22.05	7.75	2334.6	777.5

## ANEXO 4

### MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE

#### *LICANIA OCTANDRA*

#### Muestra N° 1

N.	POROS		RADIOS				FIBRAS			VASOS	
	Diámetro tangencial	Número por mm <sup>2</sup>	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho		15x40		8x4	
1	16	8	165	2	33	1	16	15	6	60	25
2	10	6	115	2	20	1	19	16	7	70	20
3	12	5	105	2	12	1	14	15	6	63	27
4	10	8	145	3	5	1	18	11	4	55	28
5	12	6	95	2	47	1	16	14	6	52	27
6	10	5	245	2	17	1	19	10	3	45	29
7	9	5	205	2	31	1	12	16	6	58	27
8	12	3	120	3	17	1	18	15	6	45	31
9	13	5	40	4	40	1	18	13	5	55	23
10	15	4	55	3	31	1	18	13	5	52	29
11	15	2	190	2	7	1	18	13	5	60	25
12	14	5	45	2	27	1	18	14	5	56	27
13	13	3	170	2	13	1	20	14	6	57	20
14	11	3	50	2	13	1	19	10	4	60	19
15	11	2	60	3	53	1	21	10	3	57	23
16	14	5	205	2	31	1	17	15	6	46	20
17	12	1	95	3	10	1	18	10	4	53	25
18	11	4	55	3	18	1	15	11	4	62	13
19	11	3	120	2	19	3	15	9	3	53	19
20	8	3	60	2	33	1	17	11	4	51	18
21	10	3	105	3	41	1	16	10	4	59	20
22	13	4	70	2	23	1	19	10	3	53	13
23	10	8	145	2	25	1	16	13	5	58	31
24	11	4	140	4	13	1	17	10	4	56	19
25	11	3	60	2	20	1	19	13	5	55	24
Sumatoria	294	108	2860	61	599	27	433	311	119	1391	582
Promedio	11.76	4.32	114.40	2.44	23.96	1.08	17.32	12.44	4.76	55.64	23.28
Micrómetro	154.76		549.12	11.70				15.55	5.95	1738.75	727.5

Muestra N° 2

MEDICION DE ELEMENTOS ANATOMICOS											
N.	POROS		RADIOS					FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm²	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho					
1	16	4	2.5	4	27	2	18	15	6	50	20
2	16	3	40	2	19	1	19	14	5	52	18
3	14	4	30	3	20	2	17	10	4	51	35
4	14	4	110	2	32	1	15	8	3	54	16
5	15	1	85	1.5	26	1	18	14	6	52	27
6	14	5	95	2	22	1	18	12	4	60	24
7	15	5	140	2	42	1	17	10	3	55	15
8	13	2	55	3	20	1	20	9	3	53	25
9	14	2	75	3	7	2	15	10	4	56	20
10	13	7	40	3	40	1	19	16	6	52	22
11	10	5	90	3	21	1	19	12	4	61	27
12	12	3	125	4	18	1	20	12	3	56	18
13	12	2	70	3	34	1	19	14	5	51	29
14	14	2	50	2	27	1	19	12	5	56	20
15	14	3	80	2	8	1	19	10	4	49	24
16	12	1	12	3	14	1	18	16	6	59	25
17	14	5	135	3	50	1	19	15	5	52	19
18	12	8	245	2	23	1	19	11	4	57	26
19	13	7	145	3	47	1	19	8	2	55	26
20	15	5	185	3	49	1	18	11	5	50	17
21	13	6	400	4	12	1	19	10	4	55	22
22	12	4	300	2	45	1	17	9	4	60	25
23	14	4	180	3	21	1	21	16	7	52	25
24	12	4	60	2	21	1	22	11	4	51	21
25	12	4	75	2	21	1	22	10	3	56	34
Sumatoria	335	100	2824.5	66.5	666	28	466	295	109	1355	580
Promedio	13.40	4.00	112.98	2.66	26.64	1.12	18.64	11.80	4.36	54.20	23.20
Micrómetro	176.34		542.30	12.77				14.75	5.45	1693.75	725.00

Muestra N° 3

MEDICION DE ELEMENTOS ANATOMICOS											
N.	POROS		RADIOS					FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm²	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho		15x40			
1	13	2	210	4	22	1	18	17	8	60	22
2	10	3	95	3	45	1	20	15	7	58	20
3	12	3	60	3	15	1	18	8	3	61	19
4	12	3	150	3	20	1	17	8	3	51	14
5	12	5	160	3	21	1	19	10	4	51	27
6	12	2	50	4	23	1	16	15	6	60	20
7	13	2	130	2	13	1	16	8	3	51	19
8	13	2	110	2	40	1	20	13	5	56	27
9	14	5	155	4	24	2	18	8	3	59	27
10	13	6	35	4	30	1	18	17	7	54	23
11	11	5	195	3	33	1	17	12	5	80	19
12	14	5	105	2	27	1	20	8	3	81	28
13	14	3	85	2	45	1	14	14	6	57	24
14	13	5	115	3	42	1	20	11	4	60	20
15	12	4	160	3	42	2	17	8	3	51	20
16	13	4	195	3	42	1	23	12	5	68	18
17	13	4	135	3	20	1	20	10	4	50	21
18	12	4	165	3	46	1	18	13	5	50	22
19	13	3	160	3	45	1	18	12	5	52	29
20	10	4	220	2	27	1	18	8	3	53	30
21	11	5	175	3	49	1	21	12	5	61	20
22	14	4	150	3	27	1	19	15	6	86	34
23	12	3	215	2	10	1	22	12	5	69	21
24	14	3	95	2	60	1	19	11	5	52	17
25	13	3	145	2	19	1	17	12	5	58	21
Sumatoria	313	92	3470	71	787	27	463	289	118	1489	562
Promedio	12.52	3.68	138.80	2.84	31.48	1.08	18.52	11.56	4.72	59.56	22.48
Micrómetro	164.76		666.24	13.63				14.45	5.90	1861.25	702.5

Muestra N° 4

MEDICION DE ELEMENTOS ANATOMICOS											
N.	POROS		RADIOS					FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm <sup>2</sup>	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho					
1	12	1	85	4	45	1	18	15	7	55	23
2	13	5	85	3	19	1	19	18	7	50	20
3	13	2	135	3	28	2	19	12	4	50	20
4	13	4	60	3	15	1	18	14	6	53	29
5	13	6	135	3	13	1	19	13	6	55	20
6	14	1	110	2	22	1	15	20	9	61	30
7	13	4	145	2	19	1	17	15	7	51	22
8	13	4	85	2	18	1	18	16	7	50	20
9	11	4	165	3	14	1	8	13	6	89	24
10	12	7	155	2	18	2	20	15	6	50	20
11	12	2	160	2	40	1	18	16	7	42	25
12	14	5	60	2	17	1	17	14	6	41	20
13	14	3	160	3	41	1	19	13	6	56	24
14	12	6	100	2	15	1	17	13	5	55	17
15	13	5	85	2	28	1	16	12	5	55	18
16	14	3	90	2	48	1	18	14	6	46	19
17	14	3	105	3	13	1	18	12	4	56	24
18	14	7	205	2	12	1	14	10	4	46	25
19	13	3	70	2	32	1	21	13	5	54	20
20	14	7	145	2	18	1	17	9	4	55	29
21	12	1	140	2	18	1	15	11	5	56	23
22	13	3	120	2	10	1	17	13	5	55	18
23	12	3	85	3	14	1	18	14	6	56	22
24	13	3	160	3	10	1	14	10	4	61	18
25	13	4	200	3	40	1	17	11	5	55	24
Sumatoria	324	96	3045	62	567	27	437	336	142	1353	554
Promedio	12.96	3.84	121.80	2.48	22.68	1.08	17.48	13.44	5.68	54.12	22.16
Micrómetro	170.55		584.64	11.90				16.80	7.10	1691.25	692.50

## ANEXO 5

### MEDICIÓN DE ELEMENTOS ANATÓMICOS DE LA ESPECIE

#### *OXANDRA XYLOPIOIDES*

#### Muestra N° 1

MEDICION DE ELEMENTOS ANATOMICOS											
N.	POROS		RADIOS					FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm <sup>2</sup>	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho					
1	8	18	100	4	31	3	6	8	3	31	10
2	8	15	30	6	28	3	6	11	4	36	16
3	9	15	180	5	28	3	8	8	2	36	13
4	7	9	55	6	40	2	6	6	2	47	15
5	7	16	205	4	37	4	6	7	3	35	15
6	7	9	230	4	14	3	9	9	2	40	13
7	8	12	105	5	40	3	7	7	2	30	13
8	8	10	140	5	17	1	6	7	2	32	15
9	8	8	50	2	30	2	10	8	2	37	14
10	7	18	115	5	38	2	5	6	2	32	12
11	7	9	45	4	20	3	5	8	2	41	13
12	6	14	165	3	37	3	9	6	2	40	15
13	7	8	135	5	27	3	5	7	2	31	14
14	8	11	120	4	18	3	6	10	3	37	11
15	9	13	110	5	15	1	7	9	2	36	14
16	8	9	155	5	11	1	8	9	3	31	14
17	9	9	150	6	22	3	5	7	2	36	6
18	8	13	115	7	30	3	4	7	2	32	16
19	7	9	55	3	42	3	7	6	2	29	13
20	7	10	95	6	23	3	7	7	2	42	14
21	8	10	120	7	41	3	7	10	3	40	11
22	8	15	105	6	42	3	7	8	2	34	10
23	7	7	40	4	30	3	7	9	2	33	12
24	6	13	180	4	31	2	4	10	3	34	14
25	7	11	195	3	34	1	6	11	4	38	10
Sumatoria	189	291	2995	118	726	64	163	201	60	890	323
Promedio	7.56	11.64	119.8	4.72	29.04	2.56	6.52	8.04	2.40	35.60	12.92
Micrómetro	99.49		575.04	22.66				10.05	3.00	1112.50	403.75

Muestra N° 2

MEDICION DE ELEMENTOS ANATOMICOS											
N°	POROS		RADIOS					FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm <sup>2</sup>	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho					
1	7	14	205	5	48	3	5	8	3	38	9
2	6	16	215	4	44	3	5	7	2	24	10
3	6	15	65	5	19	2	4	6	2	25	13
4	7	14	125	3	33	3	3	7	2	26	14
5	7	13	265	3	18	3	6	6	1.5	37	9
6	7	14	145	5	36	3	8	6	1.5	34	15
7	7	16	145	4	10	2	8	7	2	35	14
8	8	13	160	5	44	2	8	6	2	36	13
9	7	13	160	5	5	1	9	10	3	32	14
10	9	14	115	5	32	2	6	5	1.5	40	16
11	8	10	120	5	25	2	7	9	3	29	15
12	8	13	85	3	49	3	8	9	2.5	31	14
13	9	11	70	2	19	1	5	8	2.5	31	9
14	9	14	55	4	52	3	6	7	2	36	12
15	7	9	170	5	22	3	5	8	2	37	9
16	6	13	140	7	48	3	6	8	2	30	12
17	7	12	85	6	17	3	7	8	2	37	12
18	8	17	265	5	35	2	8	10	3	36	9
19	7	12	255	6	11	3	6	7	2	35	10
20	6	13	60	5	20	2	6	8	2	36	13
21	8	13	125	4	26	2	6	11	3	35	16
22	7	11	80	4	41	3	7	8	3	33	13
23	8	11	145	4	34	3	7	7	2	35	14
24	8	11	110	5	12	1	6	9	2	37	13
25	5	16	205	5	27	2	5	9	3	29	15
Sumatoria	182	328	3570	114	727	60	157	194	56.5	834	313
Promedio	7.28	13.12	142.80	4.56	29.08	2.40	6.28	7.76	2.26	33.56	12.52
Micrómetro	95.80		685.44	21.88				9.70	2.83	1048.75	391.25

Muestra N° 3

MEDICION DE ELEMENTOS ANATOMICOS											
N°	POROS		RADIOS					FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm <sup>2</sup>	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho		15x40			
1	7	18	105	3	40	3	8	10	3	34	9
2	7	15	145	2	20	3	10	9	3	33	14
3	7	17	175	2	24	3	6	11	3.5	25	13
4	7	17	115	3	14	2	8	7	2	40	13
5	8	18	80	3	24	2	6	7	2	34	10
6	8	20	95	5	22	3	6	10	4	38	11
7	7	13	140	5	21	2	7	5	1	33	12
8	8	14	55	5	40	3	8	7	2	36	10
9	8	12	145	4	23	2	6	8	2	40	13
10	7	10	160	5	58	3	6	8	2	30	10
11	8	17	45	4	39	2	7	9	3	34	14
12	8	9	55	4	40	3	5	5	1	35	13
13	7	11	150	4	44	2	5	9	3	27	13
14	7	15	215	4	21	1	6	10	3	34	12
15	8	11	115	3	60	3	6	8	3	32	11
16	8	15	175	5	27	3	5	9	3	35	11
17	6	16	105	6	47	2	6	8	3	32	10
18	8	18	75	6	7	1	6	11	4	38	10
19	8	16	135	4	27	2	7	12	4	38	9
20	7	15	70	4	56	3	5	10	4	38	12
21	8	16	140	5	17	1	7	10	3	37	12
22	9	16	165	5	37	3	6	6	2	35	14
23	5	16	95	5	19	3	8	8	3	31	10
24	8	13	65	7	18	2	7	6	2	36	11
25	7	9	135	5	25	3	7	9	3	35	9
Sumatoria	186	367	2955	108	770	60	164	212	68.5	860	286
Promedio	7.44	14.68	118.20	4.32	30.80	2.40	6.56	8.48	2.74	34.4	11.44
Micrómetro	97.91		567.36	20.74				10.60	3.44	1075	357.5

Muestra N° 4

MEDICION DE ELEMENTOS ANATOMICOS											
N.	POROS		RADIOS					FIBRAS			VASOS
	Diámetro tangencial	Número por mm <sup>2</sup>	Altura	Ancho	Número de células		Número por mm	D.total	Esp. Pared	Longitud	Longitud
					Altura	Ancho					
1	8	16	120	4	34	3	7	7	2	30	12
2	6	10	65	3	26	3	8	8	2	31	10
3	5	13	150	3	45	3	6	8	3	32	13
4	5	15	170	4	16	2	8	6	2	31	9
5	8	9	40	4	43	3	6	8	2	37	12
6	8	17	60	6	38	3	5	9	3	30	11
7	5	15	75	4	45	3	4	8	2	34	12
8	6	23	175	3	23	3	5	9	3	31	12
9	6	12	95	4	16	2	5	8	2	38	16
10	7	17	50	4	24	2	5	9	4	43	16
11	7	18	70	3	33	2	6	8	2	35	16
12	7	15	45	3	38	3	8	8	3	42	9
13	6	16	65	4	17	3	7	10	4	42	10
14	8	10	85	3	30	3	6	9	3	35	16
15	7	12	145	4	27	3	7	8	2	36	11
16	8	14	245	5	43	4	7	9	2	34	14
17	5	17	210	5	26	2	9	9	2	34	12
18	8	15	160	6	10	1	5	8	2	36	14
19	6	14	100	5	24	2	6	10	4	26	14
20	7	13	60	6	20	3	6	8	2	31	9
21	7	13	140	6	13	2	6	9	3	37	16
22	8	16	70	2	33	3	4	11	4	36	13
23	8	12	95	7	28	3	8	8	2	35	13
24	5	12	90	4	64	3	6	6	2	36	11
25	7	12	90	4	54	4	7	6	1	38	11
Sumatoria	168	356	2670	106	770	68	157	207	63	870	312
Promedio	6.72	14.24	106.80	4.24	30.80	2.72	6.28	8.28	2.52	34.80	12.48
Micrómetro	88.44		512.64	20.35				10.31	3.15	1087.50	390.00