



MANUAL PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y DE LA MADERA DE LAS ESPECIES FORESTALES DE GUATEMALA INCLUIDAS EN EL LISTADO II DE CITES

Swietenia macrophylla King

Swietenia humilis Zucc.

Dalbergia stevensonii Standl.

Dalbergia tucurensis Donn.

Dalbergia retusa Helms. var *retusa*

Dalbergia calycina

Guaiacum sanctum L.

AUTORES

Ing. Agr. M. Sc. Myrna Ethel Herrera Sosa

Ing. Forestal M. C. José Mario Saravia Molina

Ing. Agr. Juan José Castillo Mont

Ing. Agr. Ph. D. Ezequiel López Bautista

Ing. Agr. Wagner Guillermo Alonzo de León

Ing. Agr. RNR Melisa Morales Toledo

Ing. Agr. RNR Josué Hernández López

Ing. Agr. Infieri Milvia Alejandra Liquez Castillo

Ing. Forestal Infieri Elisa Pascuala Choxom

Ing. Agr. RNR Infieri Pablo Iván Ruiz Mazariegos

Este manual fue financiado con fondos del programa OIMT-CITES

Con el apoyo y la participación activa de las siguientes instituciones:

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA –USAC-**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FUNDACIÓN NATURALEZA PARA LA VIDA

CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS –CONAP-

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES –INAB-

MINISTERIO PÚBLICO –MP-

FOTOGRAFÍAS TOMADAS POR:

Myrna Herrera

Wagner Alonzo

Milvia Líquez

Josué Hernández

Elisa Choxom

Melisa Morales

Pablo Ruiz

Víctor Macario

Primera edición 2016

INTRODUCCIÓN

Las Instituciones nacionales encargadas de la gobernanza forestal en Guatemala, han determinado que el tráfico ilegal de madera es una importante amenaza para la Biodiversidad del país; por lo tanto, es necesario promover la investigación botánica e histológica de maderas a un nivel forense, para generar una base de datos que permita la certeza científica para fundamentar los procesos legales encaminados a detener dicho tráfico.

En este contexto se desarrolló el proyecto “Establecimiento de un laboratorio forense para la identificación y descripción de maderas para la aplicación de los procesos legales y de los sistemas de trazabilidad de los productos incluidos en CITES”. Éste surgió por iniciativa del Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-, Instituto Nacional de Bosques –INAB-, Ministerio Público –MP-, Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala –FAUSAC- y la Fundación Naturaleza para la Vida –FNPV-. El proyecto contó con el apoyo financiero de OIMT-CITES. Sus objetivos: a- Crear la capacidad de identificar legalmente las maderas de especies forestales guatemaltecas incluidas en el apéndice II de CITES para el 2014 (Caoba (*Swietenia macrophylla* King, *Swietenia humilis* Zucc), guayacán (*Guaiacum sanctum* L., *Guaiacum officinale* L.), Rosul (*Dalbergia stevensonii* Standl.) y cocobolo (*Dalbergia retusa* Helms)); b- Generar información fenológica y botánica de dichas especies, así como de las otras especies arbóreas del género *Dalbergia* presentes en Guatemala y, c- Generar información macroscópica, microscópica, histoquímica y física de sus maderas.

El Laboratorio Forense fue inaugurado el 21 de septiembre de 2015. Asistieron al Acto numerosas Autoridades y Representantes de Instituciones Nacionales e Internacionales y se espera que en el corto plazo tenga incidencia en la gobernanza forestal del país y, en el mediano y largo plazo se convierta en un Laboratorio de Referencia para la identificación de maderas en la región Centroamericana.

En el marco del proyecto de investigación y como uno de sus principales resultados se presenta el “Manual para la identificación y descripción botánica y de la madera de las especies forestales de Guatemala incluidas en el listado II de CITES”, que contiene la información necesaria para identificar las siguientes especies y sus maderas: Caoba (*Swietenia macrophylla* King y *Swietenia humilis* Zucc), guayacán (*Guaiacum sanctum* L.), Rosul (*Dalbergia stevensonii* Standl.), cocobolo (*Dalbergia retusa* Helms var *retusa*), granadillo (*Dalbergia tucurensis* Donn.) y granadillo, nogal, ébano o chiquibalché (*D. calycina* Benth.).

El presente Manual tiene por objeto servir como una referencia técnica para la identificación botánica y de las maderas de cada una de las especies. En una primera parte aparecen las monografías de las mismas, con datos sobre su situación actual, distribución geográfica en Guatemala y hábitat, fenología, descripción botánica, así como la descripción de la madera con sus características físicas, organolépticas, descripción microscópica y macroscópica. En la segunda parte se incluye una sección en la que se hace el Análisis Comparativo de los Caracteres Botánicos de las especies de *Dalbergia* y se incluye la clave botánica respectiva, y luego aparece el Análisis para *Swietenia*; así como una sección en la que se hace el Análisis Comparativo de las Maderas de *Dalbergia* y luego de las de *Swietenia* entre sí. Finalmente hay un anexo con datos cuantitativos histológico y otros.

MONOGRAFÍAS
DE
***Swietenia macrophylla* King**
***Swietenia humilis* Zucc.**
***Dalbergia stevensonii* Standl.**
***Dalbergia tucurensis* Donn.**
Dalbergia retusa* Helms. var *retusa
Dalbergia calycina
***Guaiacum sanctum* L.**

NOMBRE CIENTÍFICO: *Dalbergia tucurensis* Donn.

SINÓNIMOS: *D. variabilis* var. *Cubilquitzensis* Donn. Smith; *D. cubilquitzensis* Pittier (Standley, 1946)

FAMILIA: Fabaceae Tribu: Dalbergieae

NOMBRE(S) COMÚN(ES): Granadillo; Dulce Quemado, Acuté (Q' eqchi')

NOMBRE DE LA MADERA EN EL COMERCIO INTERNACIONAL: Yucatán Rosewood, Granadillo de Yucatán, Palissade du Guatemala.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA ESPECIE EN GUATEMALA

Tras intensa búsqueda, solamente fue posible encontrar una población de *D. tucurensis*, árboles dispersos y pequeños bosquetes en la Franja Transversal del Norte y el Sur del Petén. Los reportes del área indican que esta especie ha sido fuertemente explotada por su madera, de manera que su sobrevivencia está comprometida. Con un par de excepciones, no hay plantaciones de esta especie en Guatemala, por lo que más del 90% de la madera que está en el comercio proviene de poblaciones naturales.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HÁBITAT:

Es una especie escasa, que crece en la FTN y el sur del Petén, a elevaciones de 120-550 msnm; en suelos de origen kárstico y zonas de vida de bosque muy húmedo subtropical (cálido) principalmente. Se encuentra en bosques, como sombra en plantaciones de cardamomo o en potreros.



Figura 1. *Dalbergia tucurensis* creciendo en el sur de El Petén, zona de vida de bosque muy húmedo subtropical (cálido), en colinas kársticas.

FENOLOGÍA: La especie crece en áreas donde la precipitación es bimodal con dos picos máximos en junio y septiembre y dos mínimos, en febrero-abril y en julio-agosto, descendiendo en Octubre. Estas condiciones de precipitación más la temperatura definen el desarrollo de la fenología de estas plantas.

El desarrollo de brotes foliares y la plena floración ocurre en febrero y marzo, cuando la precipitación es escasa y la temperatura media es de 24°C. El desarrollo de los frutos transcurre de febrero a junio. Hay frutos y semillas maduras en junio y julio. Con las lluvias de junio se acelera el desarrollo foliar. Diciembre y enero son los meses de menor precipitación y temperatura en el área; la precipitación desciende a 50 mm/mes o menos y la temperatura media a 23°C. En estas condiciones climáticas, las hojas se tornan amarillas y el árbol defolia.

Climadiagrama y calendario fenológico para *Dalbergia tucurensis* Donn. Smith.

La figura 14, se observa el climadiagrama de la estación de Poptún del año 2015 (INSIVUMEH 2015), ubicada en las coordenadas Lat. 16°19'32.37", Long. 89°24'37.54" a 479 msnm. Se utilizó la estación Poptún por ser la estación climatológica más cercana a los lugares de monitoreo.

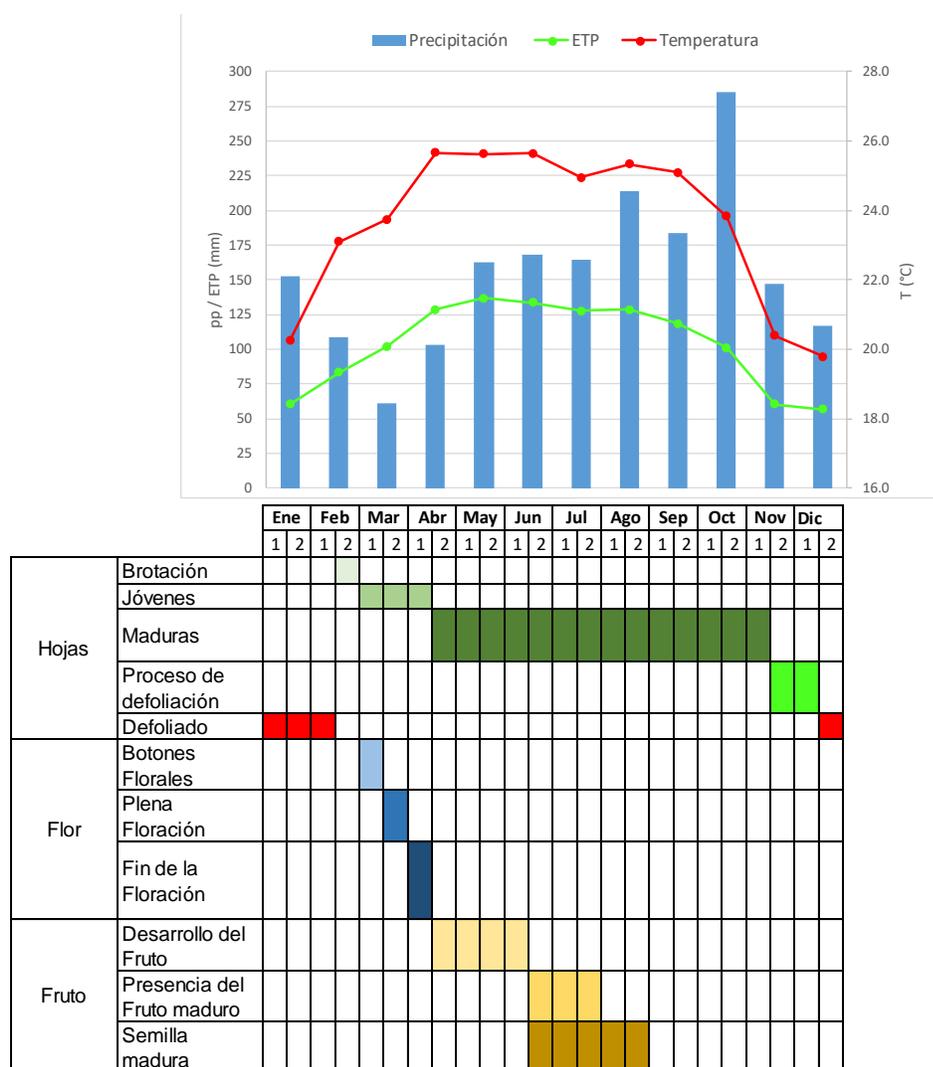


Figura 2. Calendario fenológico *Dalbergia tucurensis* Donn. Smith. para el departamento de Petén.

Climadiagrama para Fray Bartolomé de las casas y Senahú, Alta Verapaz

En la figura se observa el Climadiagrama de la estación Cahabón (INSIVUMEH, 2014) para el área de Fray Bartolomé de las casas y Senahú, Alta Verapaz. Ubicada en las coordenadas X 153630; Y 894838 (GTM) a 380 msnm. Por ser la estación más cercana y con mayor información disponible.

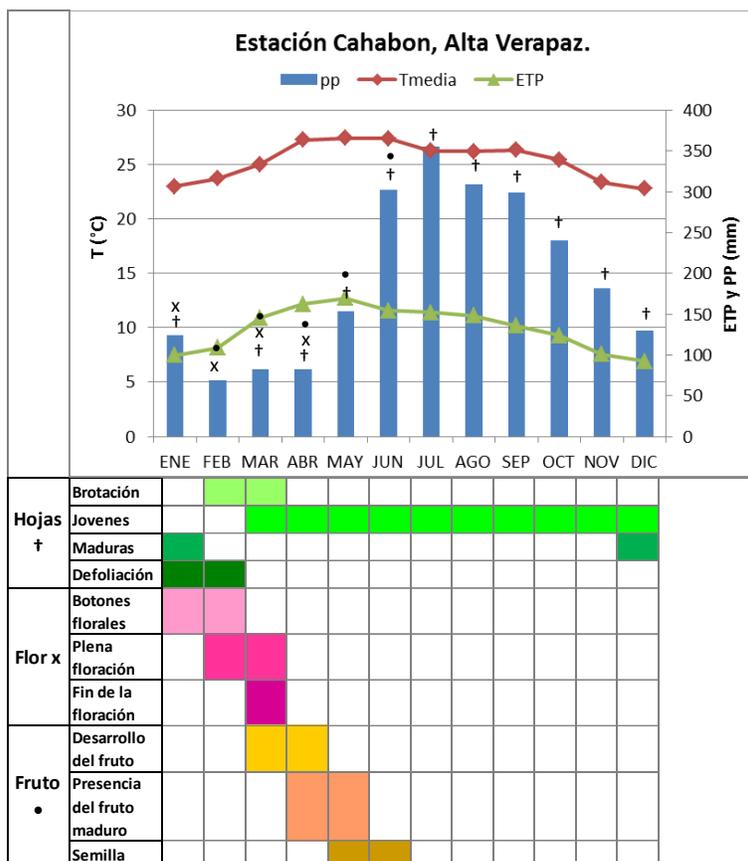


Figura 3. Climadiagrama de la estación Cahabón y cuadro fenológico de *Dalbergia tucurensis* Donn. Se observa un descenso de temperatura en los meses de noviembre y Febrero aumentando para llegar al máximo punto entre los meses de Abril-Junio. De la misma forma la precipitación unimodal con un pico máximo y uno mínimo, que tiene su menor presencia en el mes de Febrero a Abril y el punto de alta precipitación en Julio, un equilibrio en Agosto para descender en Septiembre. La evapotranspiración de las poblaciones vegetales del área está en su mayor expresión en los meses de marzo a mayo. Con un superávit de precipitación muy reducido en Julio. Su temperatura máxima anual de 38.0 °C y T mínima anual de 10.0 °C

CICLO FENOLÓGICO



Figura 4. Ciclo fenológico de *Dalbergia tucurensis* Donn.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

Los árboles miden de 10-25m de altura; la altura a primera rama es de 4-10 m y el diámetro a la altura del pecho de 25-90 cm aprox. De fuste regular y cilíndrico hasta por lo menos 5 m. De copa irregular. Corteza blanco-grisácea, con fisuras verticales. La albura sufre oxidación al exponerse al ambiente, cambiando de color blanquecino a amarillo. Ramas densamente pubescentes. Hojas: pinnadas de 18.5-36.5 cm de largo, con 9-15 folíolos, oblongos a oblongamente ovados; miden 5-8 cm de largo x 1.5-3 cm de ancho, de ápice agudo, obtuso o retuso; usualmente densamente castaño-piloso en el envés. Las ramas jóvenes presentan estípulas caedizas. Las inflorescencias son panículas pequeñas, corimbiformes, más cortas que las hojas, con numerosas flores. Flores pequeñas, blancas, tornándose cremosas; miden 4-6 mm de alto. Cáliz verde, gamosépalo, de 1.5-5.5 mm de alto, densamente piloso. Corola de prefloración vexilar, blanca; el estandarte tiene una mancha verdosa en su base. Vainas planas, aladas, glabras, oblongas, membranosas, de 4.5-6 cm de largo y 1-1.5 cm de ancho, con ápice obtuso, redondeado o mucronado, de venación reticulada. Con una semilla por vaina, generalmente.



Figura 5. Fuste de *Dalbergia tucurensis* con su corteza grisácea fisurada.



Figura 6. Corteza de *Dalbergia tucurensis* en árbol joven a la izquierda y maduro a la derecha. Es de color grisáceo con manchas blanquecinas causadas por líquenes. Santa María Tzejá. Fotografía: Myrna Herrera



Figura 7. Hojas compuestas de *D. tucurensis*. Foto: Josué Hernández



Figura 8. La floración de *Dalbergia tucurensis* ocurre en febrero y marzo. Foto: Josué Hernández



Figura 9. A la izquierda Inflorescencias de *Dalbergia tucurensis* y a la derecha sus frutos, que son vainas, planas y aladas. Fotos: Myrna Herrera

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Densidad básica: La madera de duramen tiene una densidad básica de $0.62 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.03$; la madera mixta (duramen-albura) en $0.63 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.03$; estos valores indica que es muy pesada.

Contracción radial: La madera de duramen se contrae en un $3.04\% \pm 0.50$; la albura en $3.22\% \pm 0.67$

Contracción tangencial: El duramen se contrae en un $5.95\% \pm 0.54$, la albura en 6.46 ± 0.80

Contracción longitudinal: El duramen se contrae en un $0.25\% \pm 0.03$, la albura en 0.33 ± 0.04

Relación tangencial/radial: El duramen presenta un valor de 1.98 ± 0.20 y la albura de 2.02 ± 0.30 ; indicando que es una madera estable, y tiende a presentar pocas grietas, requiriendo poco cuidado al secarse.

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

El duramen y la albura están bien diferenciados.

Color:

1. **Duramen** es rojizo-naranja con líneas oscuras al corte; luego del secado se torna pardo claro-naranja a pardo oscuro. Se observan las líneas de color café más oscuro y en ocasiones negro, que son los anillos de crecimiento bien marcados. Toda la madera se sigue oscureciendo con el tiempo.
2. **Albura** es blanquecina al corte tornándose cremosa al exponerse al ambiente, por un proceso de oxidación. No se marcan claramente los anillos.

Diseño o vetado: El **duramen** presenta un diseño cromático que sigue los anillos de crecimiento; también se observa la presencia de nudos que contribuyen a crear un diseño llamativo. En **vista longitudinal tangencial** se observan arcos superpuestos diferenciados. En **vista radial** se observan líneas paralelas, lateralmente.

Grano: Tiende a ser recto.

Textura: Media, pues sus vasos de xilema miden 150 ± 44.36 micras; adicionalmente, éstos se observan a simple vista.

Brillo: La madera lijada expuesta a la luz solar presenta brillo en el corte radial y tangencial.

Olor: Muy dulce, de allí toma el nombre de "Dulce Quemado".

Sabor: El duramen es ligeramente amargo, casi imperceptible. La albura es sin sabor.



Figura 10. Vista Radial de la madera de *Dalbergia tucurensis*. Se observan las bandas delimitadas por líneas color café. Tiende a presentar numeroso nudos, tal como se observa al centro de la fotografía, que corresponde a la médula.



Figura 11. Vista tangencial de la madera de *Dalbergia tucurensis* que muestra arcos superpuestos.



Figura 12. Vista transversal de la madera de *D. tucurensis*. Muestra tonalidades en café y los anillos bien marcados en café oscuro o negro.

Características Microscópicas de la Madera de *Dalbergia tucurensis*

Vista Transversal: Los anillos de crecimiento están bien definidos, tienen una banda gruesa de fibras al final del anillo y una fina banda de parénquima axial marginal al inicio del mismo, aunque hay que hacer la aclaración de que hay falsos anillos también. La porosidad o distribución de los vasos es semicircular a difusa, los vasos son mayormente solitarios aunque también algunos múltiples 2 a 3; de pequeños a medianos, con gomas oscuras. Los radios de parénquima son numerosos y estrechos, con una a 3 filas de células, principalmente 2. El Parénquima Axial es abundante y de diversos tipos; rodeando a los vasos hay Parénquima Paratraqueal ligeramente Aliforme y Aliforme Confluyente, o bien Parénquima Paratraqueal Vasicéntrico. Hay casos de Parénquima Paratraqueal Bandeado formando bandas cortas. También se observa Parénquima Apotraqueal Difuso y Parénquima Apotraqueal Difuso Agregado, generalmente formando redes. Hay Parénquima Marginal Bandeado. Esta descripción concuerda en términos generales con la de A. Wiedenhoef. Es notorio que el xilema secundario de *D. tucurensis* presenta gran variación en su estructura anatómica, como puede notarse en las Figuras 13 y 14. De allí que las figuras en la madera son muy variadas e irregulares.

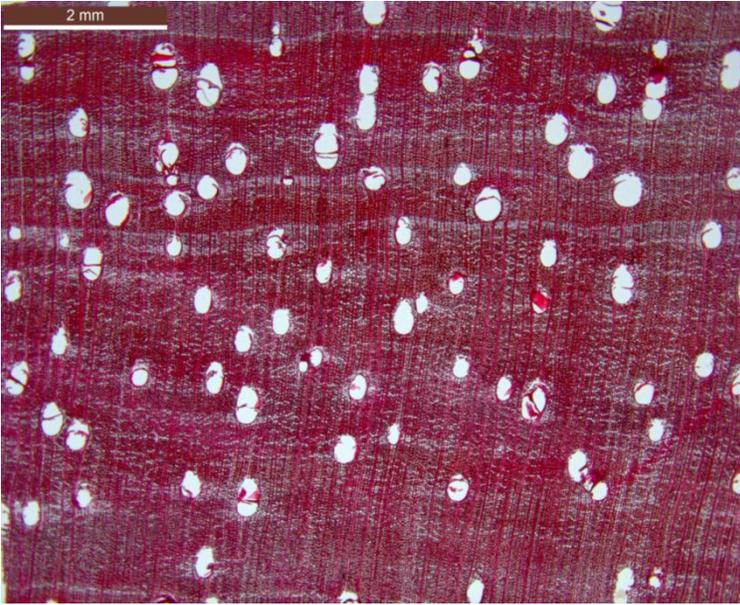


Figura 13. Vista General Transversal de *Dalbergia tucurensis*. 1.25X.
Los vasos de xilema son individuales principalmente, algunos múltiples y algunos con sustancias cristalizadas en el interior. Rayos numerosos y estrechos. Es notoria la presencia de parénquima terminal en bandas alternas con bandas de fibras.

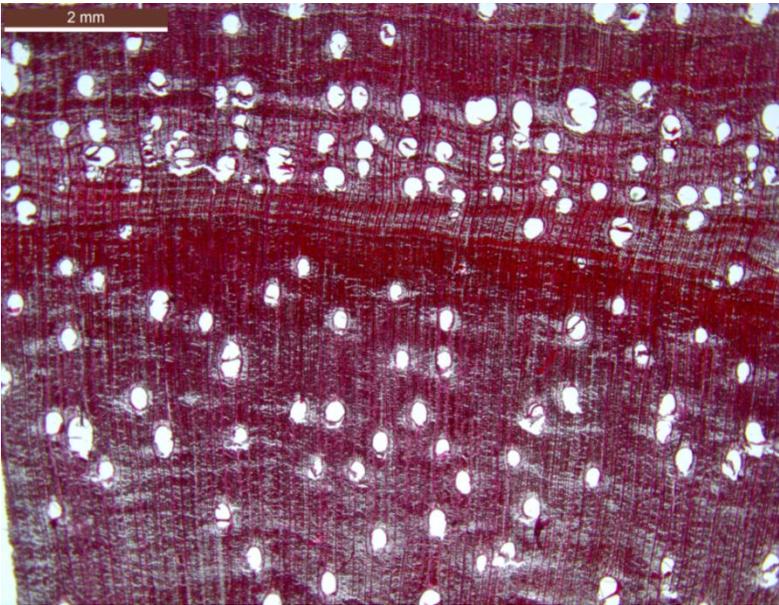


Figura 14. Otra vista transversal de *Dalbergia tucurensis*. 1.25X.
La Figura 14 se observan bandas de parénquima y de fibras alternas en el límite entre anillos; así como numerosos vasos que también tienden a formar una banda al inicio del anillo.

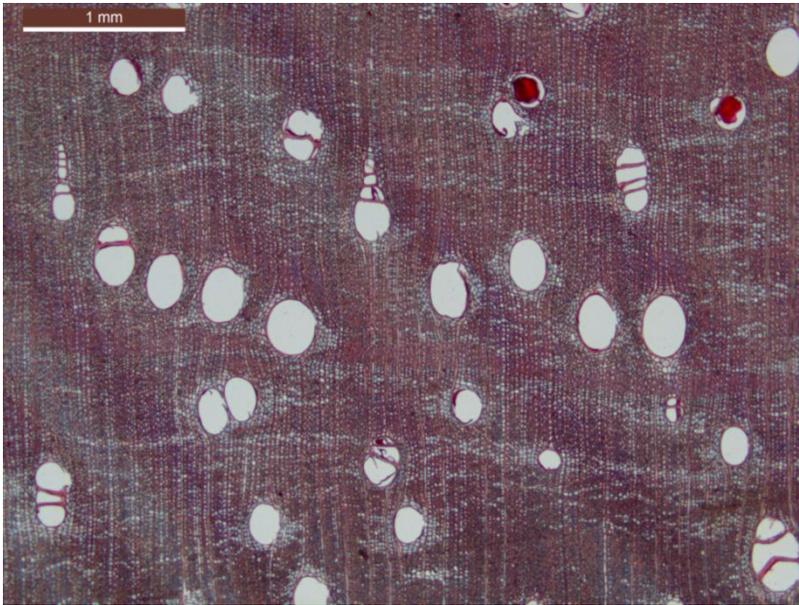


Figura 15. Vista transversal de *Dalbergia tucurensis*. Aumento: 2.5X.
 La Figura 15 muestra el parénquima paratraqueal aliforme y aliforme confluyente; así como el parénquima apotraqueal difuso agregado formando redes.

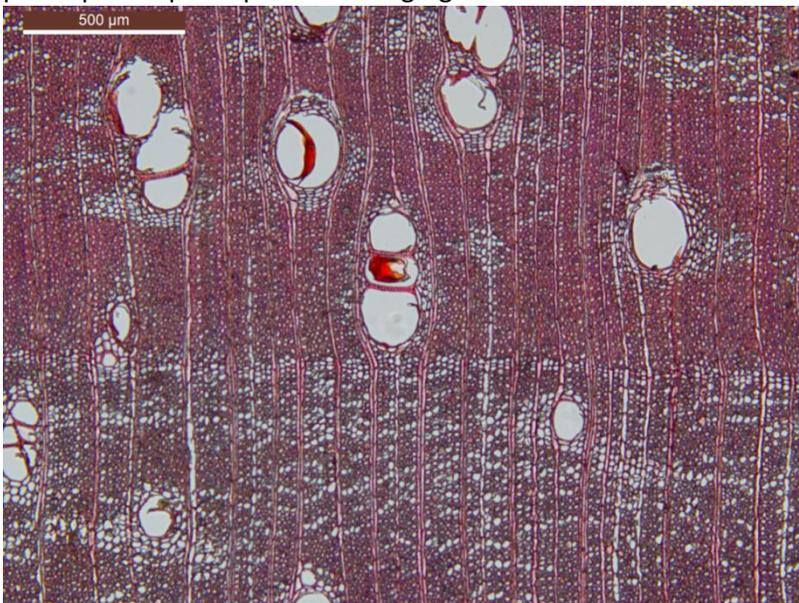


Figura 16. Vista transversal de *Dalbergia tucurensis*. Aumento: 5X.
 La Figura 16 muestra el Parénquima paratraqueal aliforme, aliforme confluyente, parénquima marginal bandeado y parénquima apotraqueal difuso agregado formando una red o bandas cortas.

Vista Longitudinal Tangencial del Xilema Secundario: Los rayos de parénquima presentan estratificación media; los radios son cortos, de 1 hasta 4 filas de células a lo ancho, generalmente 2.



Figura 17. Vista longitudinal tangencial de la madera de *Dalbergia tucurensis*.5X. Rayos de estratificación media, cortos y con 1-4 filas de ancho, aunque generalmente de 2 filas.

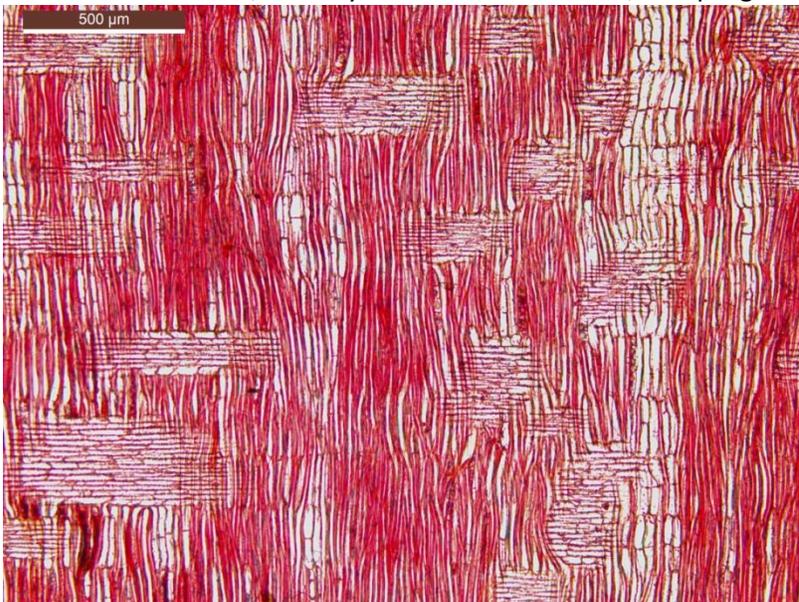


Figura 18. Vista longitudinal radial de la madera de *D tucurensis*.5X. Los rayos de parénquima son heterogéneos. Hay abundante parénquima axial.



Figura 19. Vista longitudinal radial de la madera de *D tucurensis*. 10X. Se observan cristales en algunas células de parénquima.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MADERA DE *Dalbergia tucurensis*:

A continuación se presentan fotografías y descripciones de la madera vistas con estéreo-microscopio:

VISTA TRANSVERSAL DE LA MADERA

La figura XX muestra los vasos del xilema principalmente individuales aunque algunos son múltiples; los anillos de crecimiento se observan bien marcados, observando una faja de fibras de color oscuro al final del anillo, y por lo menos una línea de parénquima (en amarillo) al inicio del mismo. Hay bandas de parénquima y de fibras alternas y los tipos de parénquima ya descritos microscópicamente.

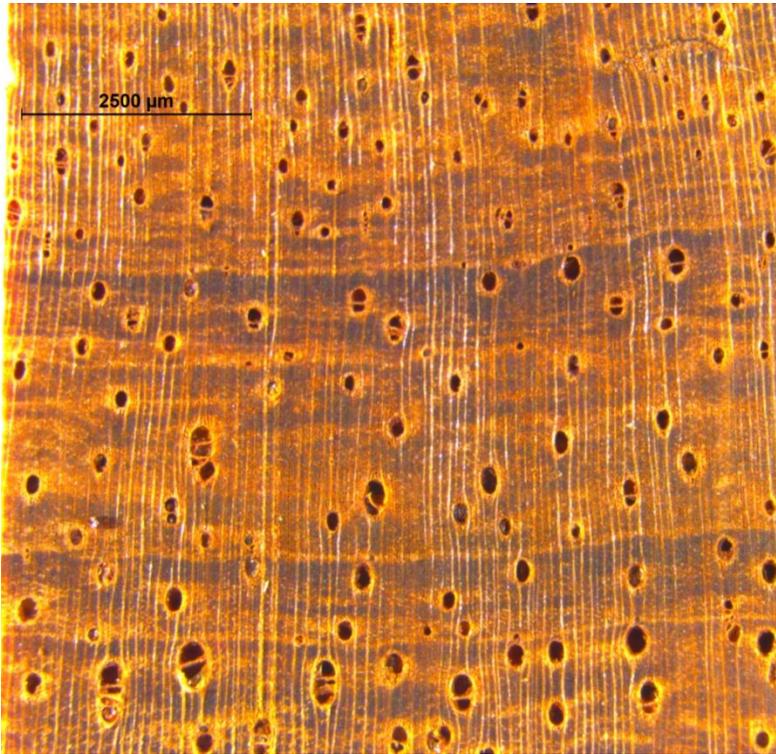


Figura 20. Vista transversal de la madera de *D. tucurensis*. 0.63x2x. Las fibras están en las áreas oscuras y el parénquima se muestra de color amarillo. No hay tinción.

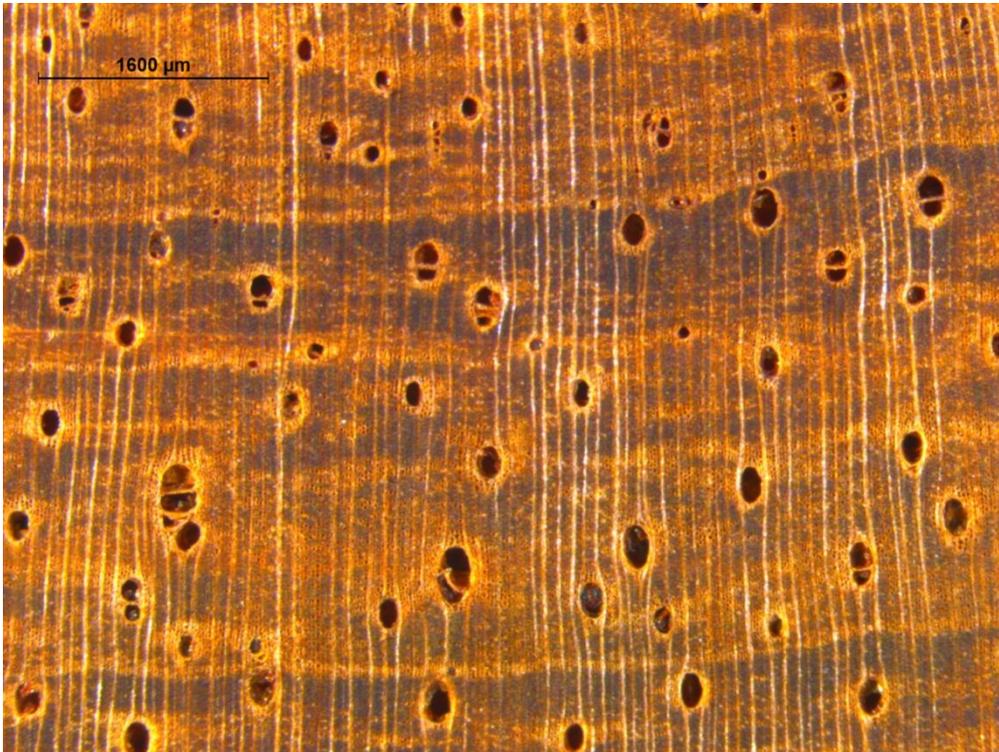


Figura 21. Vista transversal de la madera de *D. tucurensis*. 0.63x3.2.

En la Figura 21 se observa parénquima vasicéntrico, romboide, aliforme y aliforme confluyente; así como parénquima apotraqueal difuso y difuso agregado en pequeñas bandas y redes. Al final del anillo de hay una banda gruesa de fibras; al inicio del siguiente hay una banda continua de parénquima. La porosidad es difusa o ligeramente semi-circular; de vasos individuales principalmente o múltiples de 2 a 4 vasos juntos.

VISTA LONGITUDINAL TANGENCIAL DE LA MADERA

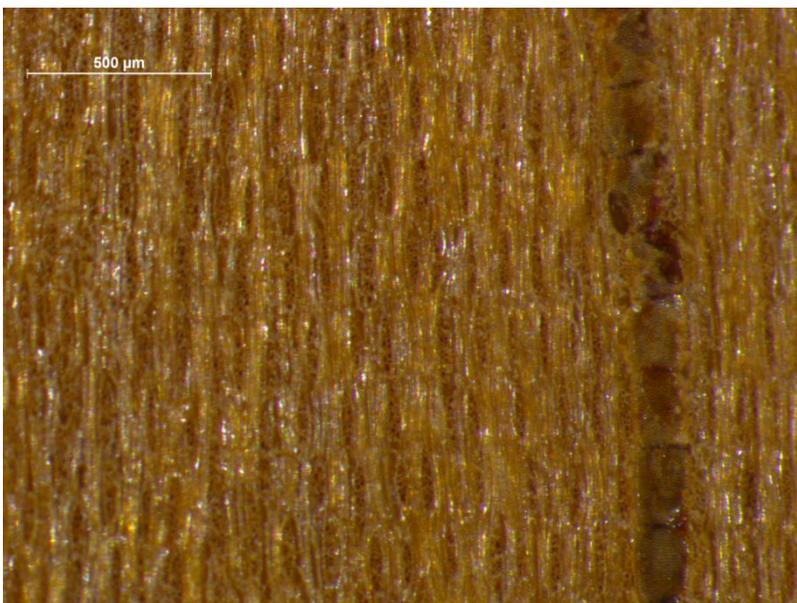


Figura 22. Vista longitudinal tangencial de la madera de *D. tucurensis*. 0.63x10. A la derecha aparece un vaso de xilema con sus elementos.

En la Figura 22 se observa que los rayos de parénquima presentan estratificación media. Las fibras, en color amarillo, acompañan a los rayos.

Las descripciones macoscópica y microscópica concuerdan.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Dalbergia stevensonii* Standl.

FAMILIA: Fabaceae **Tribu:** Dalbergieae

NOMBRE(S) COMÚN(ES): Rosul; Dulce A'cuté o Que'kiché (Q' eqchi')

Nombre internacional de la madera: Rosewood, Honduras Rosewood

SITUACIÓN ACTUAL DE LA ESPECIE EN GUATEMALA

Las poblaciones naturales de *Dalbergia stevensonii* en la FTN y el Petén han disminuido debido a la tala y tráfico ilegal de su madera. Aunque la especie rebrota, en muchos casos se extrae la raíz. Encontramos algunas poblaciones naturales con más de 100 individuos, localizadas en fincas que generalmente están pidiendo permiso para aprovechamiento debido al valor de la madera y a que son sujetos de robo y tala ilícita. Sin embargo, en términos generales hay pequeños bosquetes o bien árboles dispersos en plantaciones de cardamomo o en fincas ganaderas. El parque Nacional Laguna Lachuá, ubicada en Cobán, Alta Verapaz presenta poblaciones naturales de alto valor en cuanto a conservación, debido a la calidad de los árboles y al hecho de que la especie está protegida.

El INAB reporta plantaciones de *D. stevensonii* en el Petén y Alta Verapaz, sin embargo, el crecimiento de las plantas en monocultivo es sumamente lento. Por lo tanto, la madera en el comercio proviene principalmente de poblaciones naturales.

Los siguientes factores afectan la sobrevivencia de la especie: 1- Fuerte explotación y tráfico ilegal de su madera, incluyendo la extracción de la raíz. 2- Los frutos y semillas son dañados por insectos, afectando la germinación. 3- la especie es muy sensible a los cambios de clima, pues en condiciones adversas disminuye la floración y también la formación de frutos y semillas, 4- Las especies de *Dalbergia* sufren del ataque de fitopatógenos en hojas y flores, que muestran puntos negros. 5- No se ha establecido científicamente el diámetro mínimo de corta.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HÁBITAT:

La especie crece en la FTN y el Petén; en zonas de vida con Bosque muy húmedo subtropical (cálido), con suelos kársticos, de relieve plano a ondulado. Crece en "los bajos", que están inundados parte del año y en bosques latifoliados. A elevaciones de 50-350 msnm. La precipitación es bimodal, con dos picos de precipitación, uno en mayo-julio y otro en agosto-octubre. La temperatura máxima anual es de 42.8°C, la media de 25.3°C y la mínima de 17°C.



Figura 23. Ambiente de Parque Nacional Laguna Lachua en foto izquierda. A la derecha se observa el límite del parque en colindancia con zonas agrícolas; los árboles son de rosul. Fotos: V. Macario



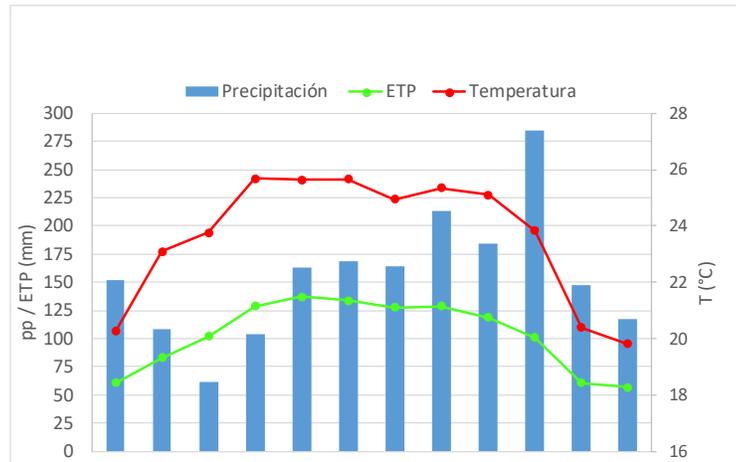
Figura 24. Paisaje de Izabal que muestra el Bosque muy húmedo subtropical (cálido) en el que crece el rosul. Fotografía: Víctor Macario.

FENOLOGÍA:

Esta especie varía con respecto a las demás, puesto que los árboles permanecen defoliados en mayo y junio; los brotes foliares aparecen entre junio y agosto; el desarrollo de botones florales inicia en mayo, con la temporada lluviosa; la floración plena ocurre en junio y julio. El desarrollo del fruto debería comenzar en julio; sin embargo, la fructificación ha sido escasa en la mayoría de los sitios monitoreados. Posibles causas de este fenómeno son: a- Ataque de insectos a flores y frutos inmaduros; b- Abscisión temprana de fruto por condiciones adversas de clima, en 2014-2015 han ocurrido fuertes sequías en el área. c- En la época lluviosa, fuertes precipitaciones provocaron la caída de numerosas flores; d- Los fuertes cambios de temperatura y evapotranspiración durante el día podrían causar abscisión de frutos; en el día las temperaturas alcanzan los 30°C o más con un ambiente seco y durante la noche hay precipitación intensa. Así pues, el clima presenta cambios drásticos y *D. stevensonii* parece ser una especie sensible a los mismos.

- A. Climadiagrama y calendario fenológico para *Dalbergia stevensonii* Standl. en la zona Sur de Petén

En la figura 8 se observa el climadiagrama de la estación de Poptún del año 2015 (INSIVUMEH 2015), ubicada en las coordenadas Lat. 16°19'32.37", Long. 89°24'37.54" a 479 msnm. Se utilizó la estación Poptún por ser la estación climatológica más cercana a los lugares de monitoreo.



		Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Hojas	Brotación																								
	Jovenes																								
	Maduras																								
	Proceso de defoliación																								
	Defoliado																								
Flor	Botones Florales																								
	Plena Floración																								
	Fin de la floración																								
Fruto	Desarrollo del fruto																								
	Presencia de fruto maduro																								
	Semilla madura																								

Figura de la 25. Climadiagrama estación Poptún y cuadro fenológico de *Dalbergia stevensonii* Standl. de la zona sur de Petén

CICLO FENOLÓGICO

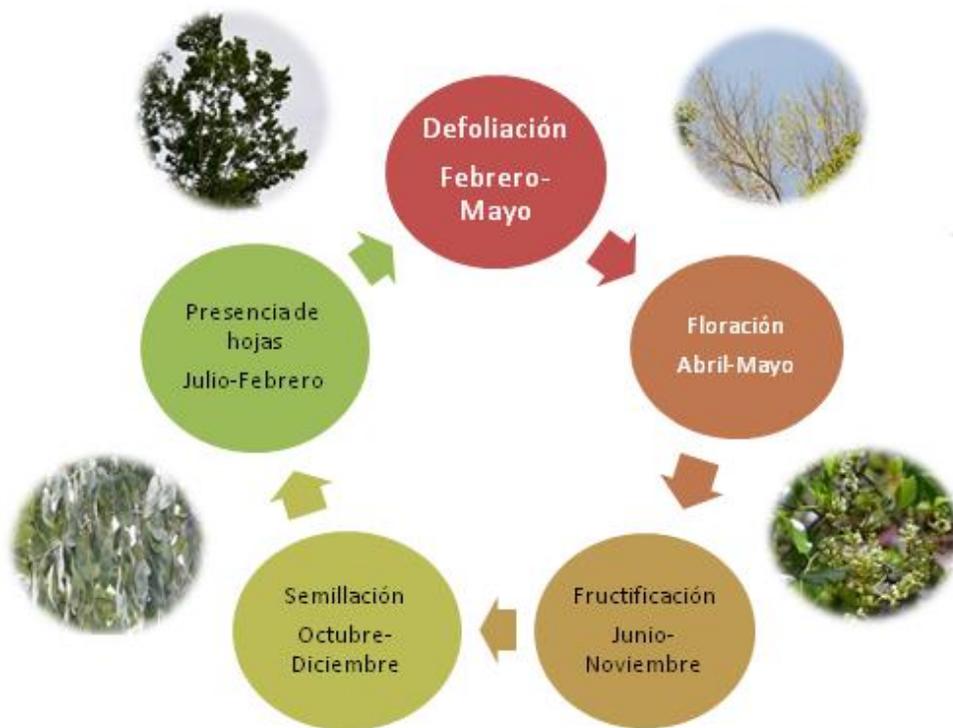


Figura 26. Ciclo fenológico de *Dalbergia Stevensonii* Standl.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

Árbol de 15 a 30 m de altura, de copa irregular, con diámetro a la altura del pecho de hasta 80 cm. El fuste mide 6 a 11m a primera rama. La corteza es grisácea, lisa cuando joven y con placas irregulares cuando madura. La especie puede regenerarse a partir de la base del tallo y la raíz, cuando es talado. Hojas pinnadas; con 5-7 folíolos elípticos o acorazonados, miden de 3.5-9.5 cm de largo y 2.5-4.5 cm de ancho, obtusos o redondeados en el ápice, algunas veces emarginados, de color verde oscuro en el haz, lustrosos, glabros; blanquecinos por el envés. Las inflorescencias son panículas muy ramificadas, más cortas que las hojas. De flores muy pequeñas, miden 4-5.5 mm de alto, cáliz casi glabro de 1.5-5 mm de largo y 1-2 mm de ancho. Pétalos blancos; el estandarte con pigmentación verde claro en la base-centro. Vainas planas, oblongas, pequeñas, aladas, de 4-4.5 cm de largo, 12-14 mm de ancho, redondeadas o apiculadas en el ápice, más o menos glabras, con 1 semilla. Su madera es pesada y densa; el duramen es vetado con tintes rosa, púrpuro a café y/o negro.



Figura 27. Vista de los árboles de *D. stevensonii*; están al frente, tienen varios tallos y la copa es irregular y escasa.



Figura 28. A la izquierda hay varios tallos de *D. stevensonii* producto de rebrote. A la derecha se ve el fuste de un árbol maduro en el Parque Nacional Laguna Lachuá.



Figura 29. Corteza juvenil al lado izquierdo y corteza de árbol adulto al lado derecho. Es grisácea.



Figura 30. Hoja juvenil pentafoliada a la izquierda y hoja de árbol maduro a la derecha.



Figura 31. Inflorescencias de *D. stevensonii* a la izquierda y flores a la derecha. Fotografía: Pablo Ruiz



Figura 32. Vainas inmaduras, aladas y con una sola semilla de *D. stevensonii*. Foto: Pablo Ruiz

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Densidad básica: La densidad básica del duramen es de $0.75 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.03$; en la madera mixta (duramen-albura) es de $0.77 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.04$ y en la albura de 0.75 ± 0.02 . Estos valores indica que la madera es muy pesada.

Contracción radial: La madera de duramen se contrae en un $1.18\% \pm 0.13$; la albura en $1.21\% \pm 0.08$

Contracción tangencial: El duramen se contrae en un $1.61\% \pm 0.13$, la albura en 2.10 ± 0.19

Contracción longitudinal: El duramen se contrae en un $0.38\% \pm 0.07$, la albura en 0.46 ± 0.17

Relación tangencial/radial: El duramen presenta un valor de 1.38 ± 0.18 y la albura de 1.75 ± 0.20 ; indicando que es una madera estable y tiende a presentar pocas grietas, requiriendo un secado lento, con aumento gradual en las temperaturas.

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

El duramen y la albura están bien diferenciados.

Color:

Duramen: Es de color café y púrpura con líneas negras o café oscuro, que corresponden a los anillos de crecimiento; con el tiempo los colores se oscurecen debido a procesos de oxidación.

Albura: es blanquecina al corte. Por oxidación se torna cremosa o amarillenta al exponerse al ambiente, . No se marcan claramente los anillos de crecimiento.

Diseño o veteado: El duramen presenta un diseño cromático. En vista longitudinal tangencial el dibujo tiende a ser elíptico (de arcos superpuestos). En vista longitudinal radial se observan líneas paralelas. El centro de la tabla está enriquecida por la presencia de nudos, en ambas vistas.

Grano: Tiende a ser recto.

Textura: Fina, pues sus vasos de xilema miden 125.88 ± 30.39 micras.

Brillo: La madera lijada expuesta a la luz solar presenta brillo en el corte radial y tangencial.

Olor: La madera recién cortada posee un olor dulce, el cual al ser secada disminuye por lo que podría ser casi imperceptible.

Sabor: El duramen tiene un leve sabor amargo, casi imperceptible.



Figura 33. Vista longitudinal radial de la madera de *D. stevensonii*. En la figura 33 se observa el diseño cromático con líneas paralelas marcadas por los anillos de crecimiento, en el que sobresalen los tonos púrpura, café y negro.



Figura 34 Vista longitudinal tangencial de la madera de *D. stevensonii*, en la que sobresale el diseño cromático con dibujo elíptico o de arcos concéntricos.



Figura 35. Vista transversal de la madera de *D. stevensonii*; es notorio el diseño cromático, la definición de anillos de crecimiento y de albura – duramen, así como la forma irregular del tallo.

1. **Características Microscópicas de la Madera de *Dalbergia stevensonii***

Vista Transversal: Los **anillos de crecimiento están bien definidos**, Al final del leño tardío hay por lo menos una banda ancha de fibras, luego, y ya en el leño temprano sigue una fina banda de parénquima axial y una o más bandas de fibras con bandas de parénquima intercaladas. **La porosidad o distribución de los vasos** es semicircular a difusa; si es semicircular, al inicio del anillo hay una banda de vasos de diámetro mayor que el resto. Los vasos son mayormente solitarios aunque también algunos múltiples de 2 a 3; de pequeños a medianos, algunos con sustancias cristalizadas en su interior. Los **radios de parénquima** son numerosos y estrechos, con 1 a 3 filas de células, principalmente 2. El **Parénquima Axial** es abundante y de diversos tipos; hay **parénquima paratraqueal vasicéntrico principalmente o bien paratraqueal ligeramente rómbico o aliforme**; así mismo, hay **parénquima apotraqueal difuso agregado** que en muchos casos “toca” de un lado a los vasos y semeja una cabellera alborotada. El **parénquima apotraqueal difuso agregado es el más abundante y tiende a formar redes (reticulado) o bandas cortas**. Esta descripción concuerda en términos generales con la de A. Wiedenhoeft (...). *D. stevensonii* presenta gran variación en su estructura, como puede notarse en las fotografías XX y XX. De allí que las figuras en la madera son muy variadas e irregulares, al igual que en las otras Dalbergias.



Figura 36. Vista del corte transversal de la albura de *D. stevensonii* al DAP. 2.5x. Hay bandas de fibras al final de los anillos de crecimiento.

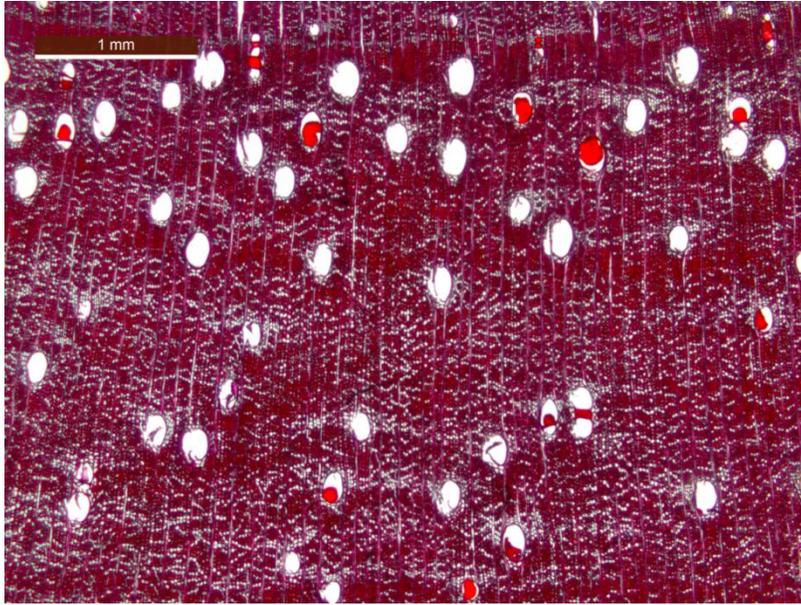


Figura 37. Vista transversal del xilema secundario de *D. stevensonii*. 2.5X.

En la Figura 37 el detalle del parénquima apotraqueal difuso agregado formando redes o bandas cortas y finas se observa claramente; así como la presencia de bandas de fibras intercaladas con bandas de parénquima apotraqueal.

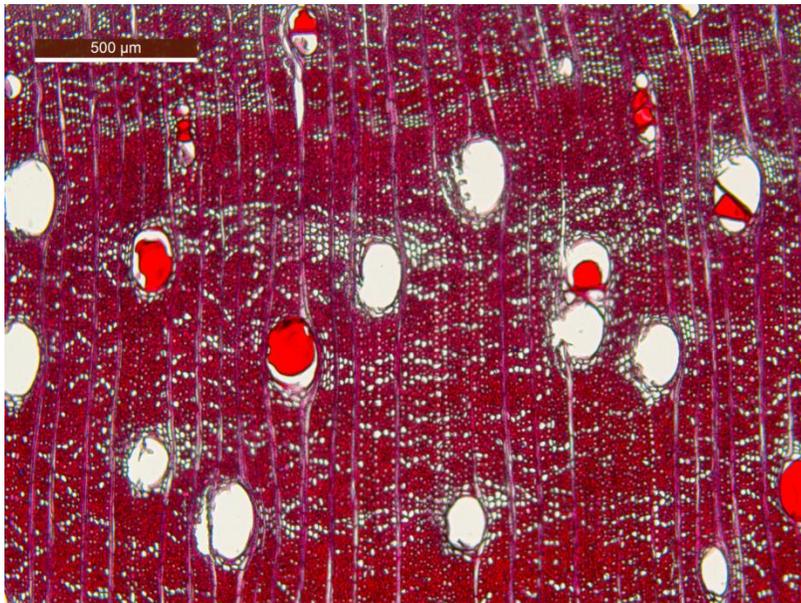


Figura 38. Detalle de la madera de *D. stevensonii*. 5X.

En la Figura 38 se observan las fibras de paredes gruesas, especialmente en el leño tardío. Vasos rodeados de parénquima paratraqueal más bien irregular, que puede ser vasicéntrico, ligeramente rómbico o alado. Parénquima apotraqueal abundante, forma redes (reticulado) o bandas finas y cortas, frecuentemente llega hasta los vasos y forma una cabellera alborotada con éstos.

VISTA LONGITUDINAL TANGENCIAL

Rayos de parénquima de estratificación media, de una o dos filas de células a lo ancho; el parénquima axial es abundante, tanto el paratraqueal como el apotraqueal. Las fibras son cortas.

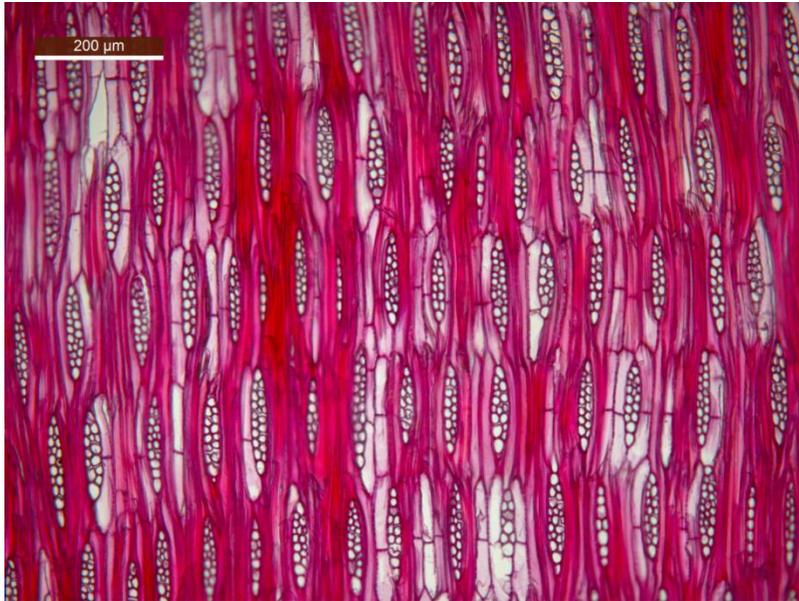


Figura 39. Vista longitudinal tangencial. 10X. Rayos de estratificación media, cortos y con 1-2 filas de ancho.

VISTA LONGITUDINAL RADIAL:

Esta vista muestra los rayos de parénquima, los cuales son heterogéneos; muestra abundante parénquima apotraqueal, así como parénquima paratraqueal. Las fibras son de paredes gruesas.

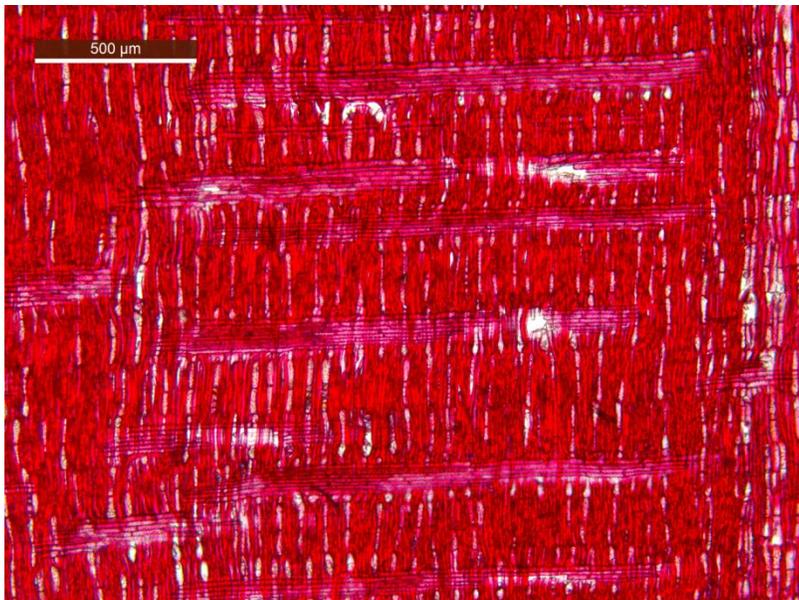


Figura 40. Vista longitudinal tangencial de la madera de *D. stevensonii*. 5X.

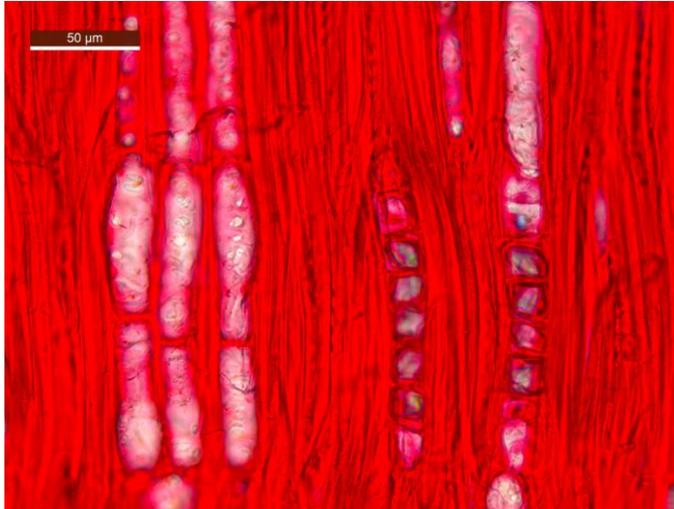


Figura 41. Hay presencia de cristales en el interior de células de parénquima axial. 40X.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MADERA DE *Dalbergia stevensonii*:

A continuación se presentan fotografías y descripciones de la madera vistas con estéreo-microscopio

Vista transversal de la madera de *Dalbergia stevensonii* 0.63 x 2.0

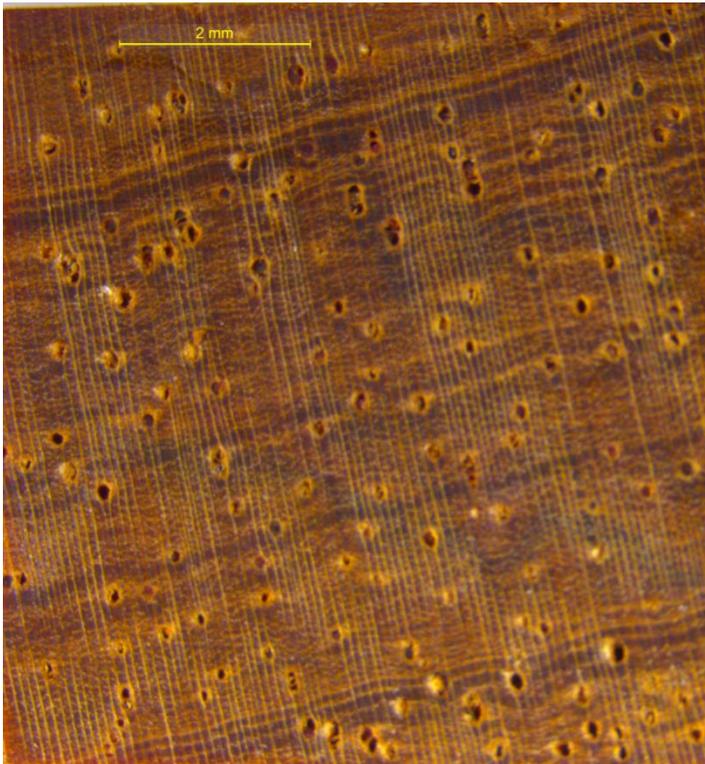


Figura 42. Corte transversal de duramen de *D. stevensonii*, con aumento de 0.63 x 2, que muestra un anillo de crecimiento delimitado a ambos lados por 2 a 3 bandas de fibras y de parénquima axial marginal.

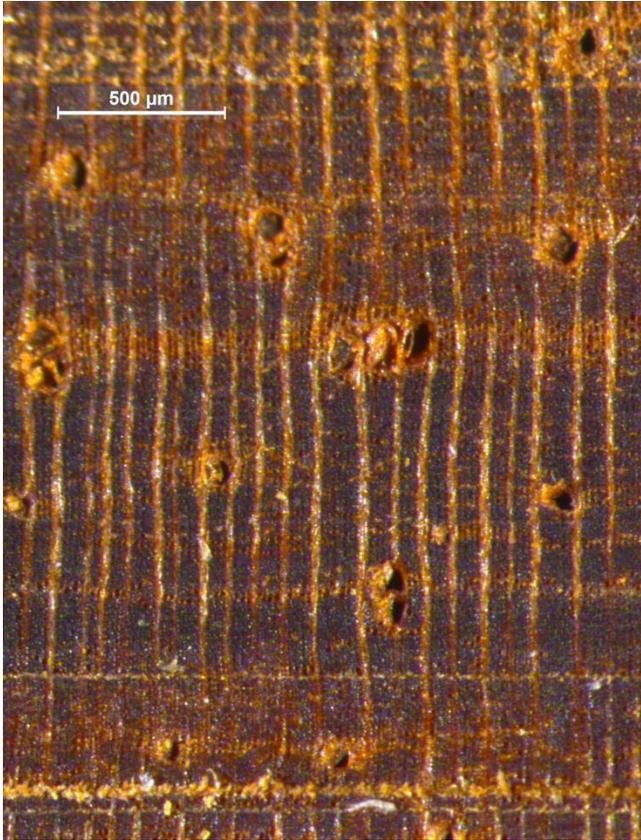


Figura 43. Vista transversal de albura de *D. stevensonii*. Aumento: 0.63 x6.3. Se observan las bandas de fibras y parénquima terminal en ambos extremos del anillo.

En la Figura 43 se observa el parénquima apotraqueal difuso reticulado y los rayos de parénquima, estrechos y numerosos. Las fibras son de color café oscuro; el parénquima reticulado, el parénquima paratraqueal y los vasos son de color amarillo. Vasos del xilema principalmente solitarios con parénquima paratraqueal vasicéntrico, alado o alado confluyente.

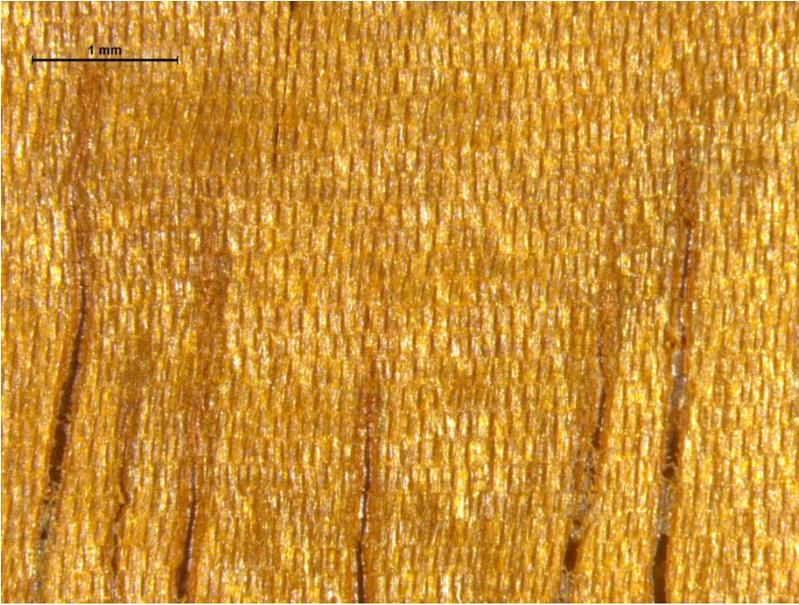


Figura 44. Vista longitudinal tangencial de la albura de *D. stevensonii*. Aumento: 0.63 x 4. Los rayos de parénquima presentan estratificación media.

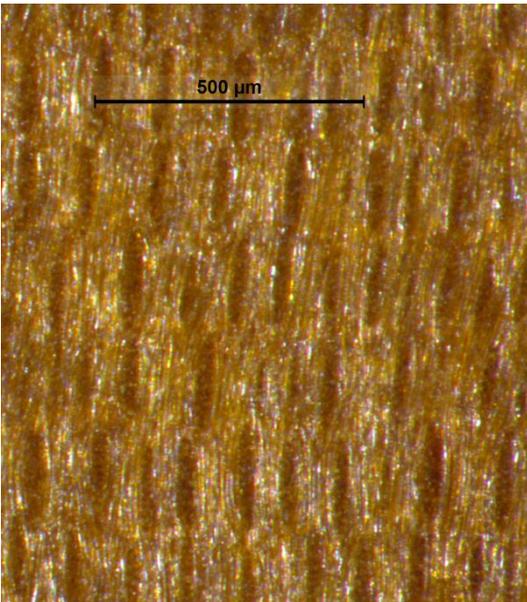


Figura 45. Vista longitudinal tangencial de la albura de *D. stevensonii*. Aumento: 0.63 x 10. Muestra los rayos de parénquima en detalle.

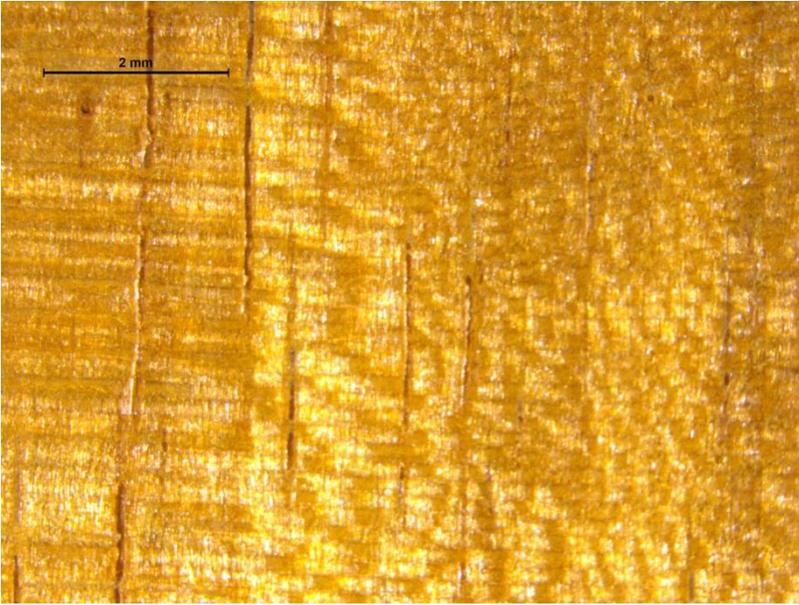


Figura 46. Vista longitudinal radial de *D. stevensonii*. Aumento: 0.63 x 2.5. Muestra los rayos de parénquima en filas del lado izquierdo y dando una vista jaspeada en el lado derecho.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Dalbergia calycina* Benth

FAMILIA: Fabaceae **Tribu:** Dalbergieae

NOMBRE(S) COMÚN(ES): Nogal, ébano, quebracho o chiquibalché (en idioma kak'chiquel).

Nombre de la madera en el comercio internacional: Granadillo negro

SITUACIÓN ACTUAL DE LA ESPECIE EN GUATEMALA

Luego de intensa búsqueda podemos concluir que no hay plantaciones de *D. calycina* en Guatemala, existiendo solamente en estado silvestre. Sus poblaciones han sido fuertemente mermadas por la pérdida de su hábitat y por la tala y tráfico ilegal que ha sufrido, según pobladores del área. Su distribución es sumamente restringida, pues se localizaron únicamente tres poblaciones en dos áreas volcánicas pedregosas de la Vertiente del Pacífico.

La sobrevivencia de *D. calycina* está en una situación crítica y requiere de medidas urgentes para su protección, recuperación y manejo sostenible.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HÁBITAT:

Es una especie escasa, endémica a regiones pedregosas de dos volcanes de la Vertiente del Pacífico y unas pocas áreas aledañas de Santa Rosa y Sacatepéquez. La especie crece en bosques latifoliados o como sombra natural en cafetales, ubicados en un rango de 1500 a 1880 msnm. Las zonas de vida en las que crece corresponden a bosque muy húmedo subtropical (templado) y bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-ms) según Holdridge, modificado por De la Cruz.



Figura 47. Paisaje que muestra el hábitat típico de *D. calycina*, con bosques latifoliados, pedregosos, con fuertes pendientes y suelos volcánicos, tal como se observan en enero-febrero, durante la época seca.



Figura 48. *D. calycina* crece en áreas rocosas, volcánicas y de pendientes escarpadas.

FENOLOGÍA

La especie florece entre enero y febrero; cuando los árboles están defoliados, la precipitación es escasa y ocurren las temperaturas más bajas del año. Las hojas comienzan a brotar en febrero, observándose hojas jóvenes en marzo y abril. La época lluviosa se presenta de mayo a noviembre y coincidiendo con abundancia de follaje. Hay frutos maduros de agosto a noviembre.

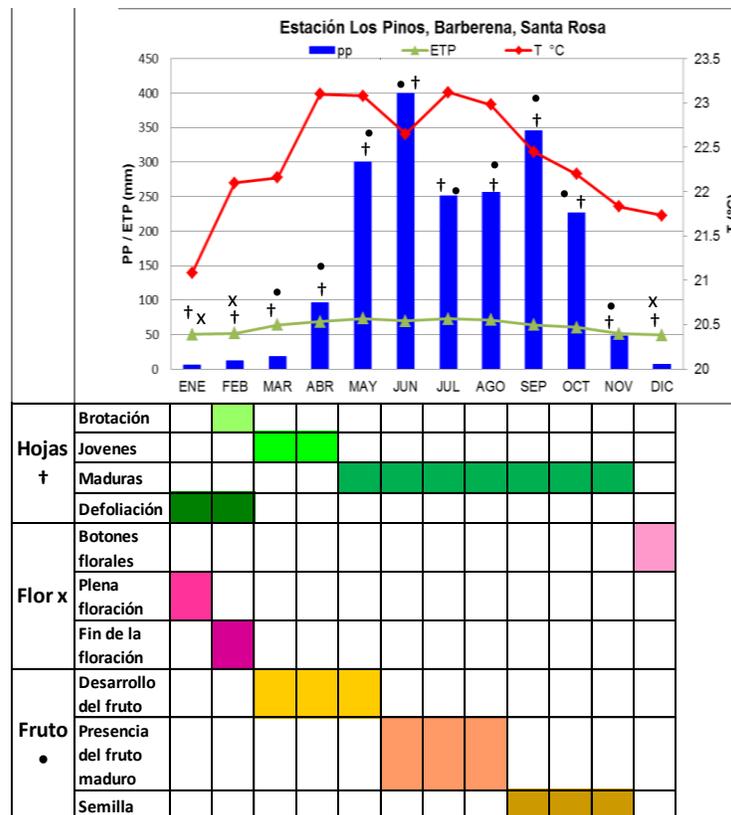


Figura 49. Fenoclimadiagramas de la especie *D. calycina* Benth.

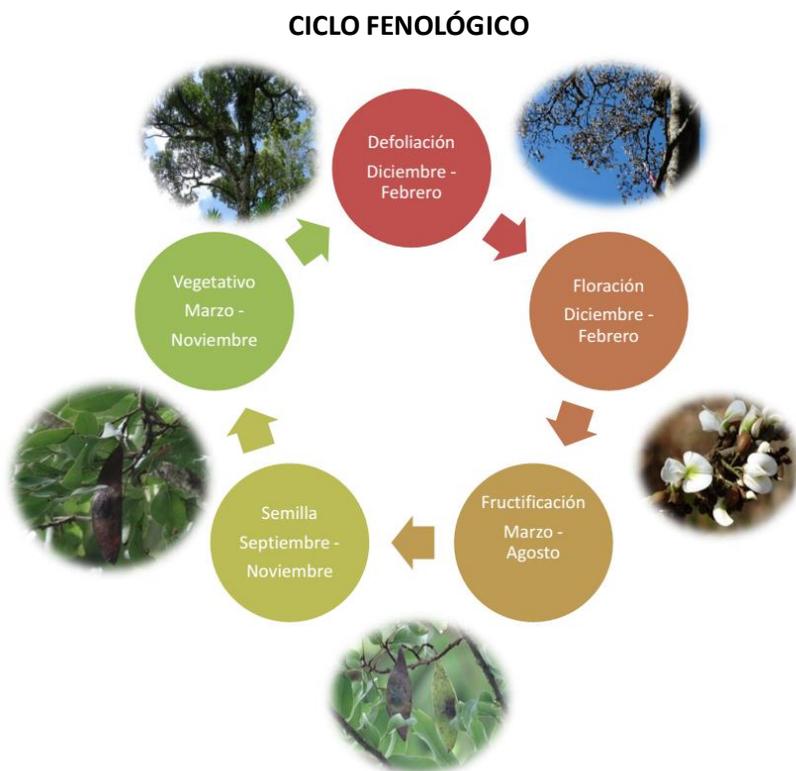


Figura 50. Ciclo fenológico de *Dalbergia calycina* L.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

Árbol de hasta 12 m de altura; su fuste mide de 3 a 6 m a primera rama; de **copa** irregular; **corteza** café, lisa y cubierta de musgo si en ambiente húmedo, o con fisuras longitudinales cuando crece en ambientes secos. Cuando la **albura** queda expuesta cambia de color blanco a amarillo. Las **hojas** son pinnadas, con 5 a 11 folíolos alternos, ovados a oblongo-ovados, de ápice retuso. Las **inflorescencias** constituidas por numerosos racimos axilares. Las **flores** miden de 1.1 a 1.9 cm de largo, con **cáliz** gamosépalo, pubescente, color café, que cubre la mitad de la flor. **Corola** vexilar, blanca; el estandarte presenta una mancha verde limón en su base-centro. **Vaina** aplanada, alada, con 1 o 2 semillas, raramente 4. Su **madera** es rojiza al corte y con varios tonos de café oscuro cuando seca, con numerosas líneas negras u oscuras; es sumamente pesada.



Figura 51. Árbol de *D. calycina* que muestra su fuste y la copa irregular y escasa.



Figura 52. Árboles de *D. calycina* en floración. Los árboles están defoliados y la copa se ve de color café debido a los cálices cafés de las flores.



Figura 53. A la izquierda se observa la Corteza de los árboles creciendo en hábitat húmedo y a la derecha se observa tal y como se desarrolla en hábitat más seco y frío.

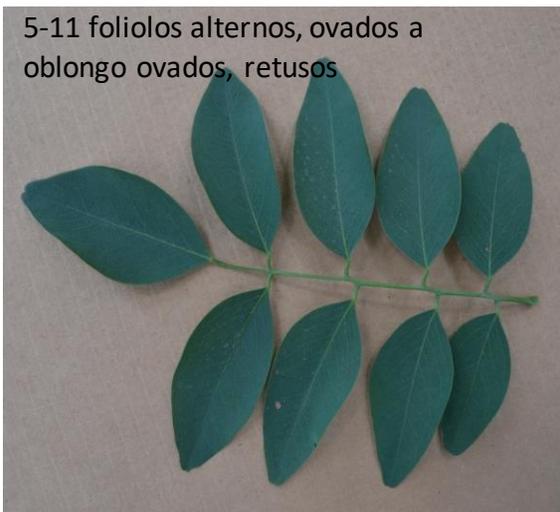


Figura 54. Hojas, vainas, flores e inflorescencias de *D. calycina*

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Densidad básica: La densidad básica del duramen es de $0.72 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.04$; en la madera mixta (duramen-albura) es de $0.69 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.03$.

Contracción radial: La madera de duramen se contrae en un $2.96\% \pm 0.62$; la mixta en 3.60 ± 0.72 y la albura en $3.88\% \pm 0.79$

Contracción tangencial: El duramen se contrae en un $5.52\% \pm 0.75$, la mixta en $6.50\% \pm 1.39$ y la albura en 6.44 ± 0.88

Contracción longitudinal: El duramen se contrae en un $0.24\% \pm 0.04$, la mixta en 0.33 ± 0.02 y la albura en $0.32\% \pm 0.02$.

Relación tangencial/radial: El duramen presenta un valor de 1.89 ± 0.20 , la mixta en 1.85 ± 0.47 y la albura de 1.72 ± 0.39 ; indicando que es una madera estable y tiende a presentar pocas grietas, requiriendo un secado lento, con aumento gradual en las temperaturas.

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

El duramen y la albura están bien diferenciados.

Color:

Duramen: Presenta color con fondo color café con líneas negras o café oscuro, que corresponden a los anillos de crecimiento. Con el tiempo los colores se oscurecen debido a procesos de oxidación.

Albura: es blanquecina al corte. Por oxidación se torna cremos al exponerse al ambiente. No se marcan claramente los anillos de crecimiento.

Diseño o veteado: El duramen presenta un diseño cromático. En vista longitudinal tangencial el dibujo es parabólico (de arcos superpuestos). En vista longitudinal radial se observan líneas paralelas en los laterales pero en el centro hay numerosos nudos que modifican el diseño.

Grano: Los vasos del xilema están dispuestos en forma paralela al eje del árbol.

Brillo: La madera lijada expuesta a la luz solar presenta brillo en el corte radial y tangencial.

Olor: La madera recién cortada expide un aroma dulce, el cual mantiene después de ser secada.

Sabor: No es perceptible.

Textura: Media, pues los vasos del xilema miden en promedio 148.64 ± 30.89 micras. Adicionalmente, a simple vista los vasos del xilema se observan a simple vista.

VISTAS DE LA MADERA DE *D. calycina*



Figura 55. Vista Longitudinal Radial de una tabla de *D. calycina*.
En la Figura 55 la madera muestra distintos tonos de café, con líneas negras o café oscuro, en un diseño cromático.



Figura 56. Vista Longitudinal Tangencial de una tabla de *D. Calycina* con diseño de arcos superpuestos.



Figura 57. Vista Longitudinal Tangencial de madera de *D. calycina* con numerosos nudos.

En la Figura 57 se observan los nudos que añaden complejidad al bello diseño de esta madera.



Figura 58. Vista transversal de la madera de *D. calycina*.

La Figura 58 muestra el duramen en tonos café oscuro con los anillos de crecimientos bien marcados con líneas negras o café oscuro. La albura en crema.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE LA MADERA DE *Dalbergia calycina*

Vista Transversal: Anillos de crecimiento bien marcados por una banda delgada de parénquima apotraqueal y una banda más gruesa de fibras. **Porosidad** semicircular a difusa. **Vasos de xilema** medianos y pequeños algunos con sustancias cristalizadas en su interior, solitarios y algunos múltiples. **Radios** estrechos y numerosos. El **parénquima axial** es abundante y diverso, lo cual contribuye a crear diseños cromáticos en la madera. Los vasos están rodeados de **parénquima paratraqueal vasicéntrico** y algunos por **paratraqueal alado o ligeramente romboide**. Hay **parénquima apotraqueal difuso formando retículas o bandas cortas** así como **parénquima apotraqueal bandeado marginal**.

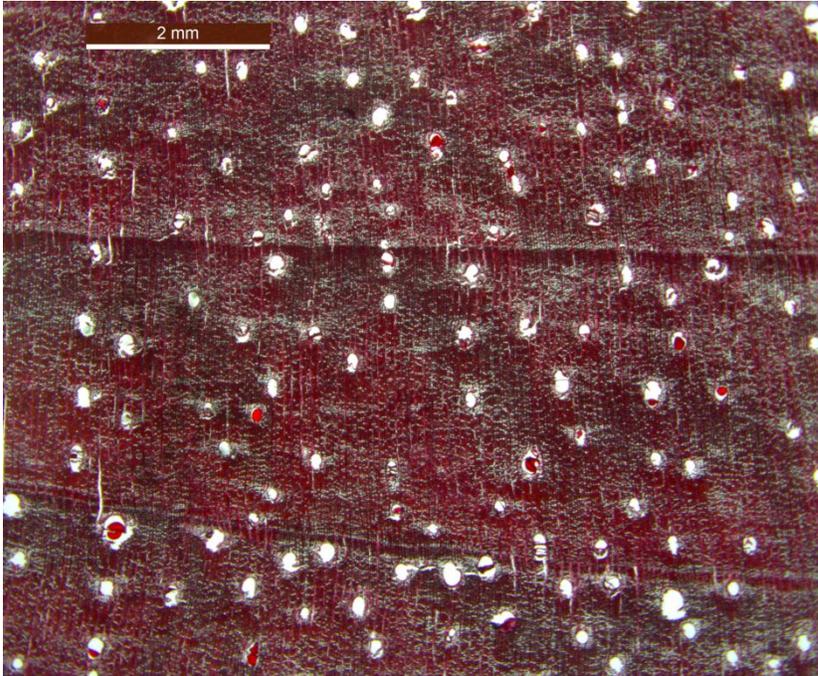


Figura 59. Corte transversal del duramen de *D. calycina*. 1.25x. Vista general que muestra los límites entre anillos bien marcados.

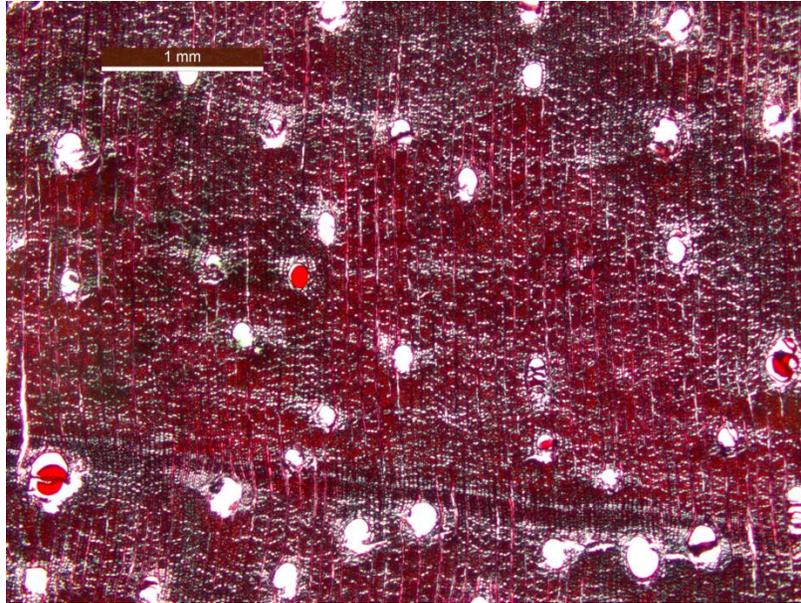


Figura 60. Corte transversal del duramen de *D. calycina*. 2.5X.

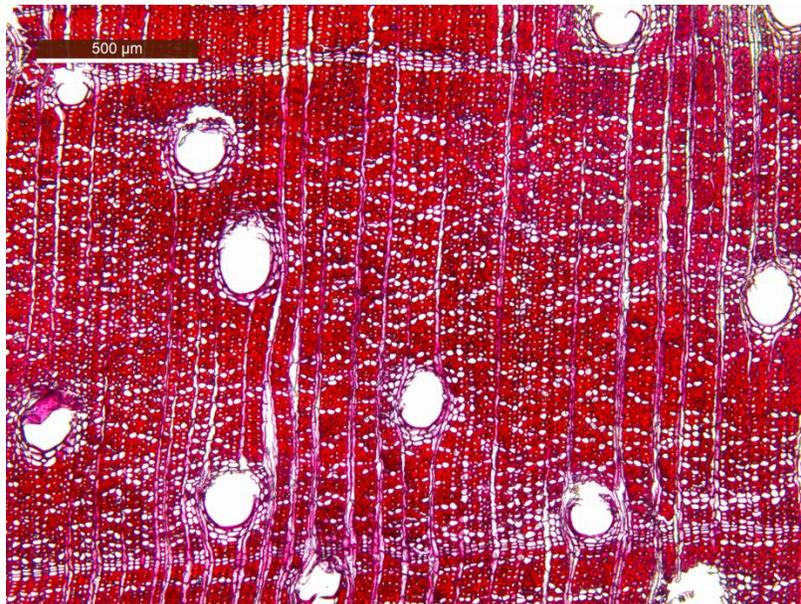


Figura 61. Corte transversal de albura de *D. calycina*. 5x.

En la Figura 61 se observan vasos individuales principalmente, rodeados de parénquima paratraqueal vasicéntrico, ligeramente alado o bien ligeramente romboide. Se observa el parénquima bandeado en los límites entre anillos, así como el parénquima apotraqueal reticulado.

Vista Longitudinal Tangencial

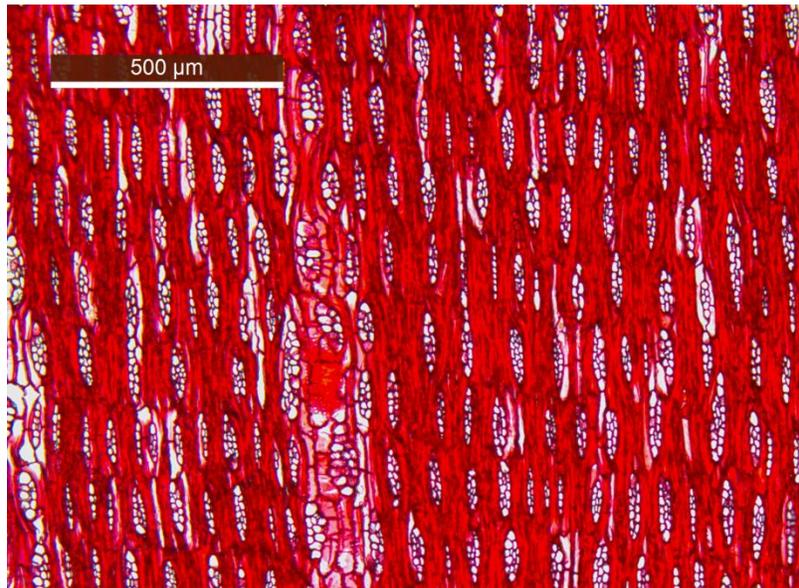


Figura 62. Corte Longitudinal Tangencial de la albura de *D. calycina*. 5x.
En la Figura los radios de parénquima tienen estratificación media y son cortos. Al centro-izquierda se observa el parénquima paratraqueal que rodea al vaso a lo largo de éste.

Vista Longitudinal Radial

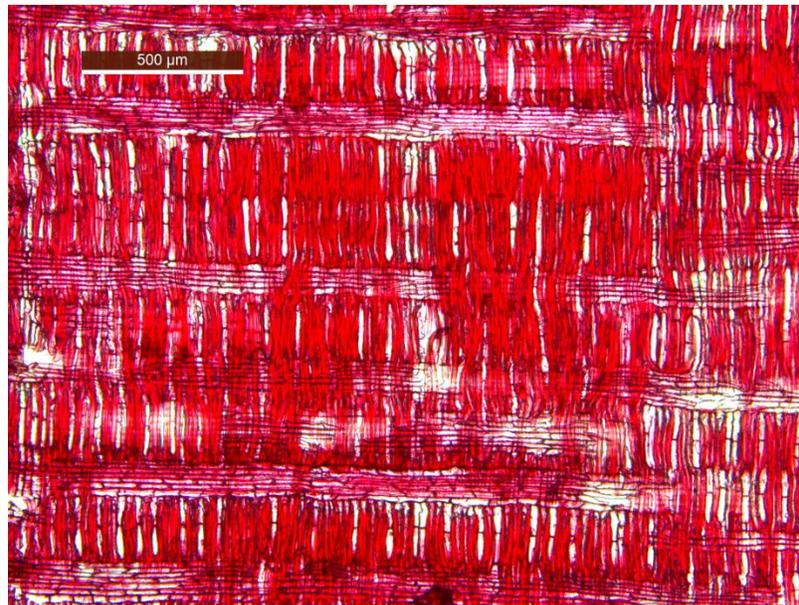


Figura 63. Vista longitudinal radial del duramen de *D. calycina*. 5X.
La Figura 63 muestra los rayos de parénquima horizontales, fibras verticales y abundante parénquima axial.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MADERA DE *Dalbergia calycina*

Vista transversal de la madera de *Dalbergia calycina* en estéreo-microscopio: Las características del xilema son exactamente las mismas en vista microscópica y estéreo-microscópica. Sobresale el límite entre anillos bien marcado por parénquima apotraqueal bandeado y bandas de fibras de paredes gruesas. Porosidad semi-difusa. Los vasos están rodeados de **parénquima paratraqueal vasicéntrico** y algunos por **paratraqueal alado o ligeramente romboide**. Hay **parénquima apotraqueal difuso** formando retículas o bandas cortas así como **parénquima apotraqueal bandeado marginal**.



Figura 64. Vista transversal del duramen de *D. calycina*. 0.63X 2.

En la Figura 64 las fibras se ven en café oscuro y el parénquima en café claro. Los límites entre anillos están bien marcados.

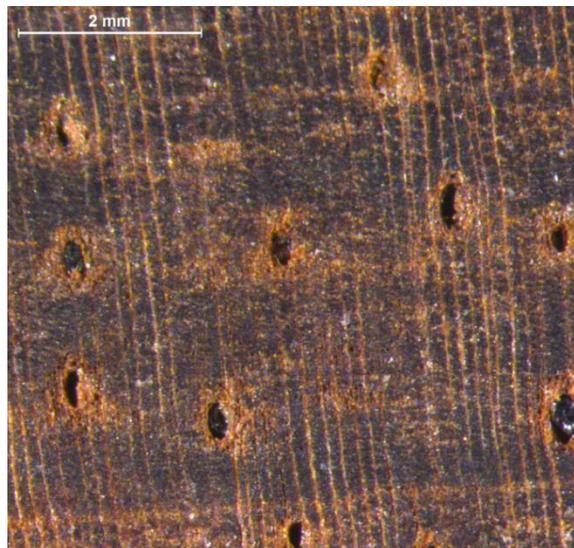


Figura 65. Vista transversal del Duramen de *D calycina*. 0.63X 5.

En la Figura 65 los vasos de xilema muestran parénquima paratraqueal vasicéntrico, ligeramente romboide o ligeramente alado. Hay abundante parénquima apotraqueal reticulado.

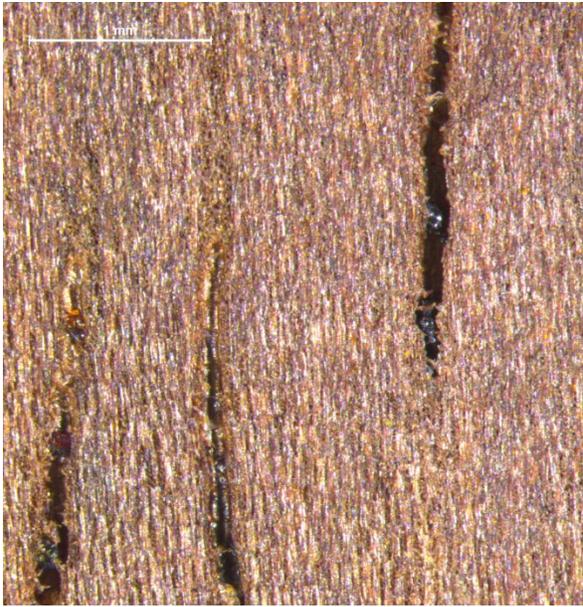


Figura 66. Vista tangencial de duramen (izquierda) y albura (derecha).0.63X 5.

En la Figura 66 se observan diferencias en color; el duramen en café oscuro y la albura en color amarillo-cremoso.

Dalbergia retusa* Helms var *retusa

FAMILIA: Fabaceae

Tribu: Dalbergieae

NOMBRE(S) COMÚN(ES): Cocobolo, granadillo.

Nombre de la madera en el comercio internacional: Cocobolo, palissandre cocobolo.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA ESPECIE EN GUATEMALA

Según la Flora de Guatemala, la especie era abundante en la planicie costera y en la Boca Costa del Pacífico; sin embargo y a pesar de intensa búsqueda, solamente fue posible ubicar unos pocos bosquetes en Suchitepéquez y árboles dispersos en los departamentos de Escuintla y Santa Rosa.

Las poblaciones naturales de *D.retusa* var *retusa* están fuertemente mermadas debido a las siguientes razones: 1- Tala y comercio ilegal internacional; 2- La pérdida de su hábitat por cambio de uso de la tierra; 3- Aunque la especie puede rebrotar, también se extraen sus raíces para el comercio ilegal, reduciendo sus posibilidades de sobrevivencia; 4- Casi no hay plantaciones en Guatemala. 5- Según pobladores, en Santa Rosa la tala de poblaciones naturales para exportación de su madera comenzó en los años 70.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HÁBITAT:

D. retusa crece en los departamentos de Santa Rosa, Escuintla y Suchitepéquez, en las zonas de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) (bmh-S(c)) y Bosque húmedo subtropical (bh-S) (Holdridge modificado por De la Cruz, 1982), en altitudes que varían entre 200 a 500 msnm; en topografía plana a muy pronunciada y pendientes de hasta el 100%. Suelos de textura franco-arenosa a franco-arcilloso, con abundante materia orgánica. Se desarrollan en la llanura costera del Pacífico, la cual se encuentra rellena de aluviones compuestos de andesita y arenas; del período geológico Cuaternario. También en la Boca Costa del Pacífico. En general, es muy difícil de localizar por la tala de la que ha sido objeto.



Figura 67. Bosquete de *Dalbergia retusa* var *retusa* en Suchitepéquez.

En la Figura 67 se observan los árboles defoliados y en floración en el mes de marzo.



Figura 68. Abanico aluvial en Escuintla, Escuintla.

FENOLOGÍA: Florece de febrero a abril; fructifica de febrero a octubre-noviembre, hay frutos maduros de octubre a diciembre. Presenta defoliación total en marzo, brotación de hojas en mayo y junio, hojas maduras de septiembre a febrero. Durante la floración/defoliación el clima es seco y la temperatura promedio de 24°C. El desarrollo de hojas y frutos ocurre en la época lluviosa.

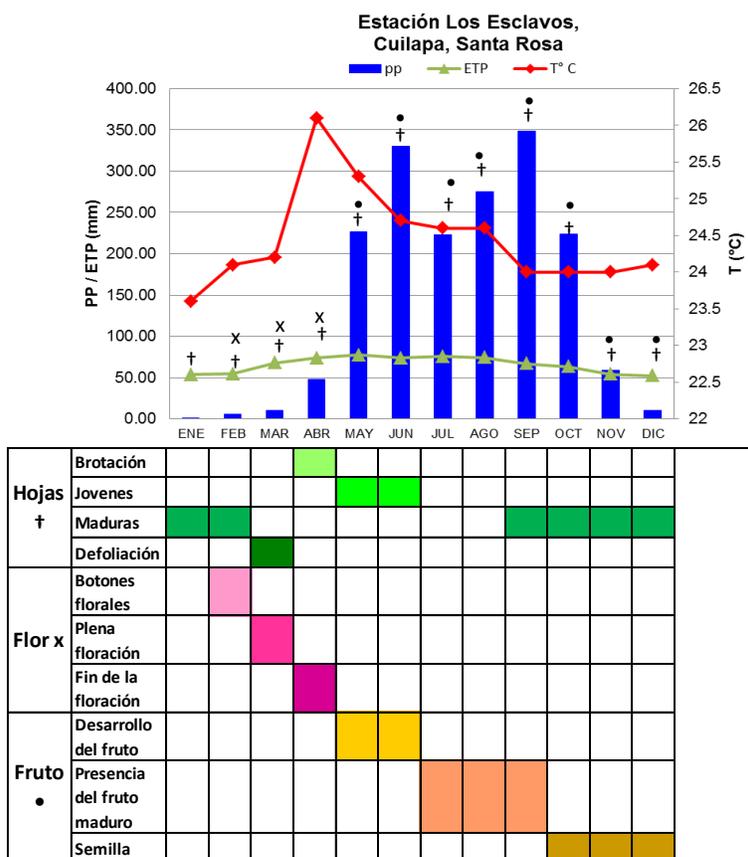


Figura 69. Climadiagramas de la estación Los Esclavos y Cuadro Fenológico para *D. retusa* var. *retusa* Hemsl.

CICLO FENOLOGICO



Figura 70. Ciclo fenológico de *Dalbergia retusa* Helm var *retusa*.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

Los árboles miden de 10-15 m de altura; con fuste cilíndrico; su primera ramificación es a 3-6 m. De corteza café-grisáceo, con fisuras longitudinales. De copa irregular. En la madera, La albura cambia de blanco a amarillo al exponerla al ambiente. El duramen es cromático y vetado, café oscuro al corte, pero al secar adquiere los tonos café y amarillo naranja típicos. Las hojas son pinnadas, de 21.5 a 31 cm de largo, con 11 a 15 folíolos alternos, oblongos o elíptico-oblongo, que miden de 4 a 11 cm de largo y 2 a 5 cm de ancho; de ápice retuso principalmente; glabros, verde intenso y lustrosos en el haz; estípulas caducas, presentes solamente en ramas jóvenes. Presenta racimos o panículas terminales o axilares. Las flores son papilionoides en su forma, miden 9 a 18 mm de alto; con cáliz de 4 a 7 mm y 3.5 a 6 mm de diámetro. Corola vexilar, blanca; el estandarte con pigmentación verde limón en la base-centro, frecuentemente con puntos negros causados por insectos/patógenos. Vainas aplanadas, aladas, glabras; oblongas a elíptico-oblongas, de 6 a 17 cm de largo y 1.5 a 2 cm de ancho; con 1,2 a 4 semillas.



Figura 71. Árbol de *D. retusa*



Figura 72. Corteza de *D. retusa* var. *retusa*.



Figura 73. Las inflorescencias son panículas axilares y terminales.



Figura 74. Flores de prefloración vexilar. El pétalo más vistoso, tiene una mancha verde limón al centro.



Figura 75. Vainas inmaduras y hojas pinnadas



Figura 76. Vainas maduras, aplanadas, aladas, glabras, con 1,2 a 4 semillas.



Figura 77. Estípulas en hojas jóvenes de la especie *D. retusa* var. *Retusa*. Son caedizas.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Densidad básica: La densidad básica del duramen es de $0.75 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.04$; y en la albura de 0.76 ± 0.05 . Estos valores son indicadores de que la madera es muy pesada.

Contracción radial: La madera de duramen se contrae en un $3.70\% \pm 1.17$; la albura en $4.26\% \pm 0.57$

Contracción tangencial: El duramen se contrae en un 6.76 ± 1.56 , la albura en 8.12 ± 0.97

Contracción longitudinal: El duramen se contrae en un 0.33 ± 0.15 , la albura en 0.27 ± 0.11

Relación tangencial/radial: El duramen presenta un valor de 1.9 ± 0.31 y la albura de 1.91 ± 0.13 ; indicando que es una madera que tiende a presentar grietas, requiriendo un secado lento, con aumento gradual en las temperaturas.

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

El duramen y la albura están bien diferenciados.

Color:

Duramen: Es de fondo marrón-naranja, con tonalidades amarillas y púrpura (a veces), la veta es negra o café oscuro, que corresponden a los anillos de crecimiento. En el borde del duramen hay una línea negra que lo delimita.

Albura: es blanquecina al corte. Por oxidación se torna cremosa o amarillenta al exponerse al ambiente. No se marcan claramente los anillos de crecimiento.

Diseño o veteado: El duramen presenta un diseño cromático. En vista longitudinal tangencial el dibujo tiende a ser elíptico (de arcos superpuestos) y líneas paralelas que es enriquecido por la presencia de numerosos nudos al centro (vestigios de ramas). En vista longitudinal radial se observan líneas paralelas en las orillas; hay nudos al centro, que crean diseños muy bellos.

Grano: De inclinado a recto.

Textura: Media a fina, en base al diámetro de los elementos del vaso, que es de 145.29 ± 33.33 micras y a la presencia de abundante parénquima.

Brillo: La madera lijada expuesta a la luz solar presenta brillo en el corte radial y tangencial.

Olor: La madera recién cortada posee un olor dulce pero desagradable en alguna medida. Con el tiempo el olor casi desaparece.

Sabor: No es perceptible

VISTAS DE LA MADERA DE *D. retusa* var. *retusa*



Figura 78. Vista de la madera de *D. retusa* var. *retusa* con nudos al centro.



Figura 79. Vista radial en una tabla de *D. retusa* var. *retusa*



Figura 80. Vista transversal de la madera de *D. retusa* var. *retusa*

Características Microscópicas de la Madera de *Dalbergia retusa* var. *retusa*

Vista Transversal: Los anillos de crecimiento están bien marcados por una banda gruesa de fibras, acompañada de bandas de parénquima axial intercaladas con otras bandas menos anchas y menos visibles de fibras. En esta característica difiere de las otras *Dalbergias* estudiadas. **Porosidad** semicircular a difusa. **Vasos de xilema** solitarios principalmente aunque hay algunos pocos son múltiples con 2-3 vasos juntos. Numerosos vasos con sustancias cristalizadas en su interior. Los **Radios de parénquima** son estrechos y numerosos, más que en las otras 3 *Dalbergias*. El **parénquima paratraqueal es escaso, vasicéntrico o débilmente aliforme (a veces con una sola ala) o ausente;** esta característica es notoria, contrario a las otras *Dalbergias*. El **parénquima apotraqueal difuso agregado formando retículas o bandas cortas** es muy abundante.

Mientras el duramen tiene más fibras y de paredes gruesas. En la albura las fibras están en desarrollo y sus paredes son más delgadas; así mismo, el parénquima apotraqueal reticulado muy abundante.

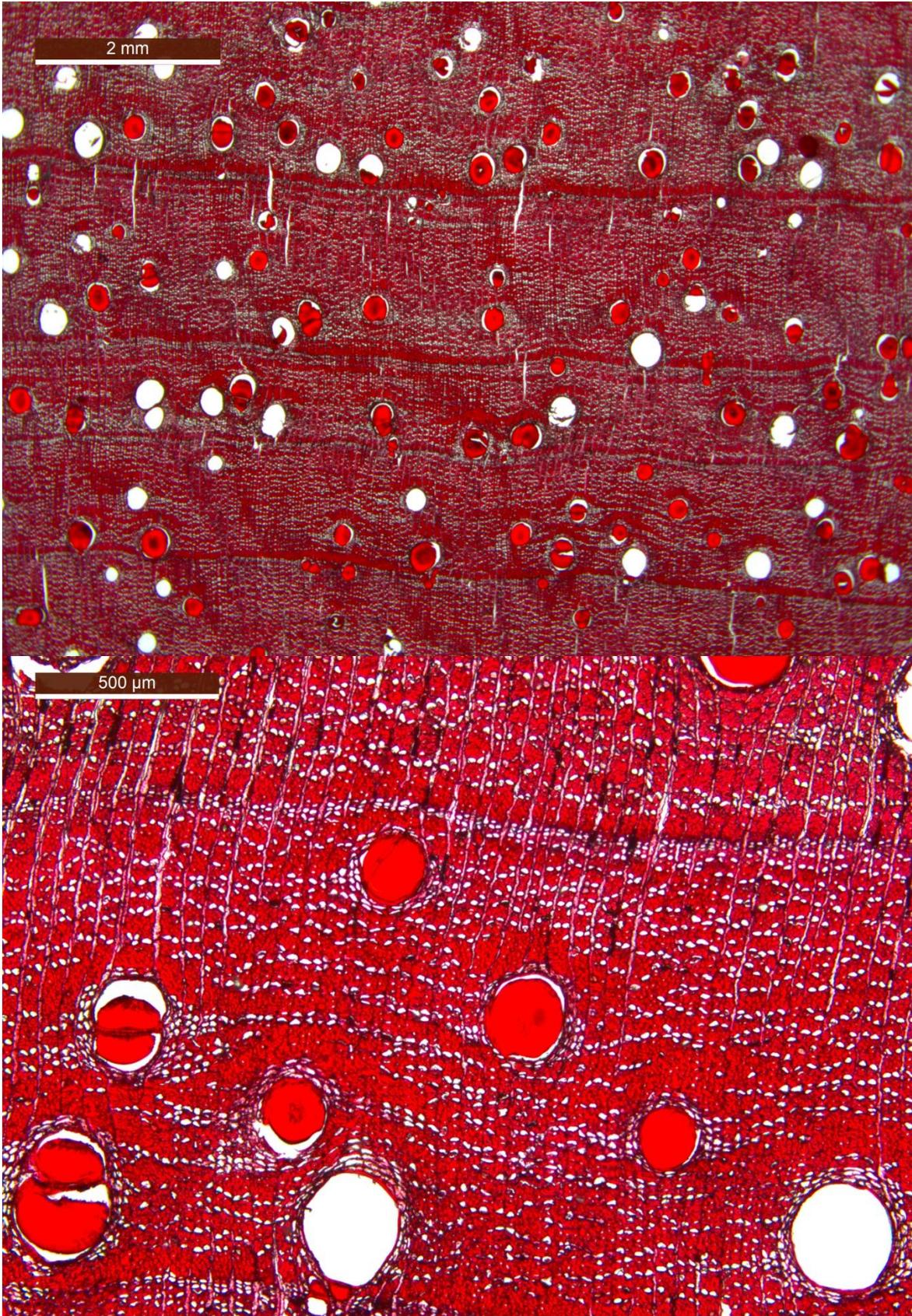


Figura 81. Vista transversal de duramen de *D. retusa* var *retusa*. 1.25X foto superior y 5X foto inferior.

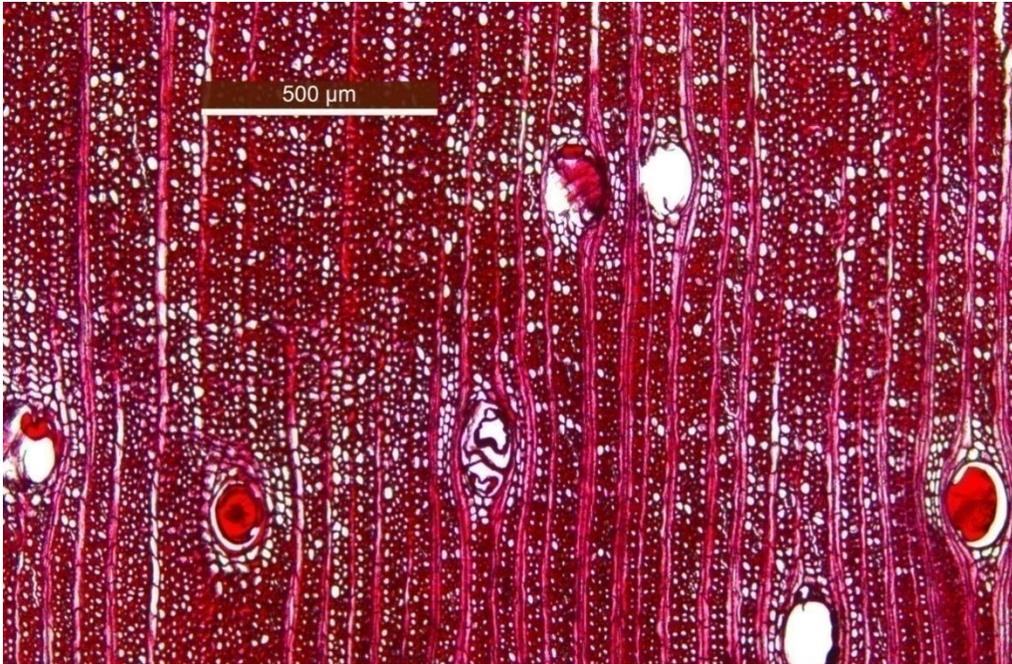


Figura 82. Vista transversal de albura de *D. retusa* var. *retusa*. 5X. Rayos abundantes.

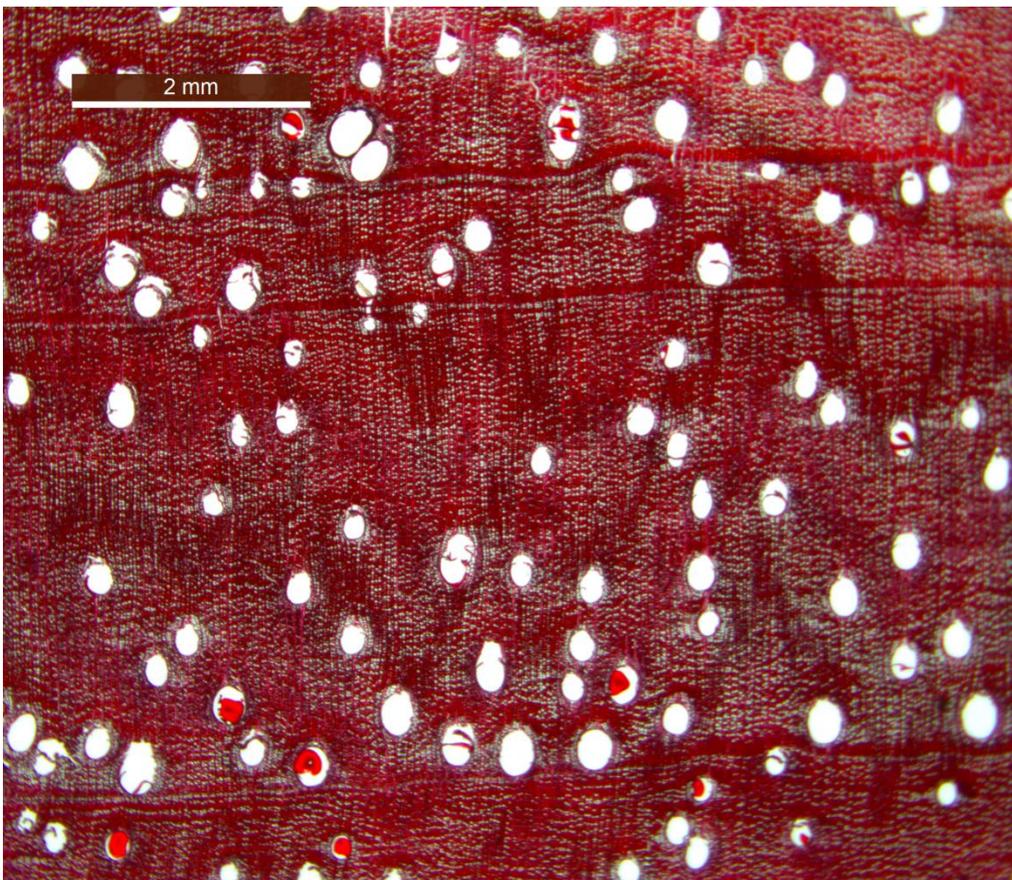


Figura 83. Vista transversal de albura de *D. retusa* var. *retusa*. 1.25X

Vista Longitudinal tangencial de la madera de *D. retusa* var *retusa*



Figura 84. Vista longitudinal tangencial de albura *D. retusa* var *retusa*. 2.5X.
La Figura 84 muestra que los radios son de estratificación media, numerosos y estrechos.

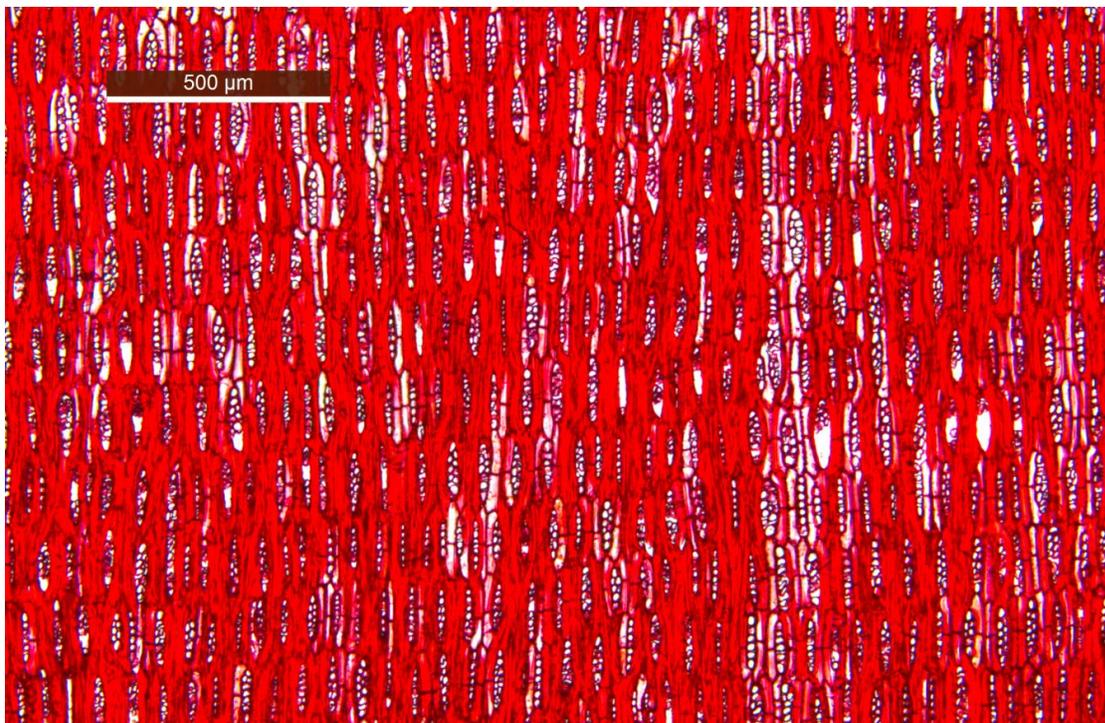


Figura 85. Vista longitudinal tangencial de la albura de *D. retusa* var. *retusa*. 5X.

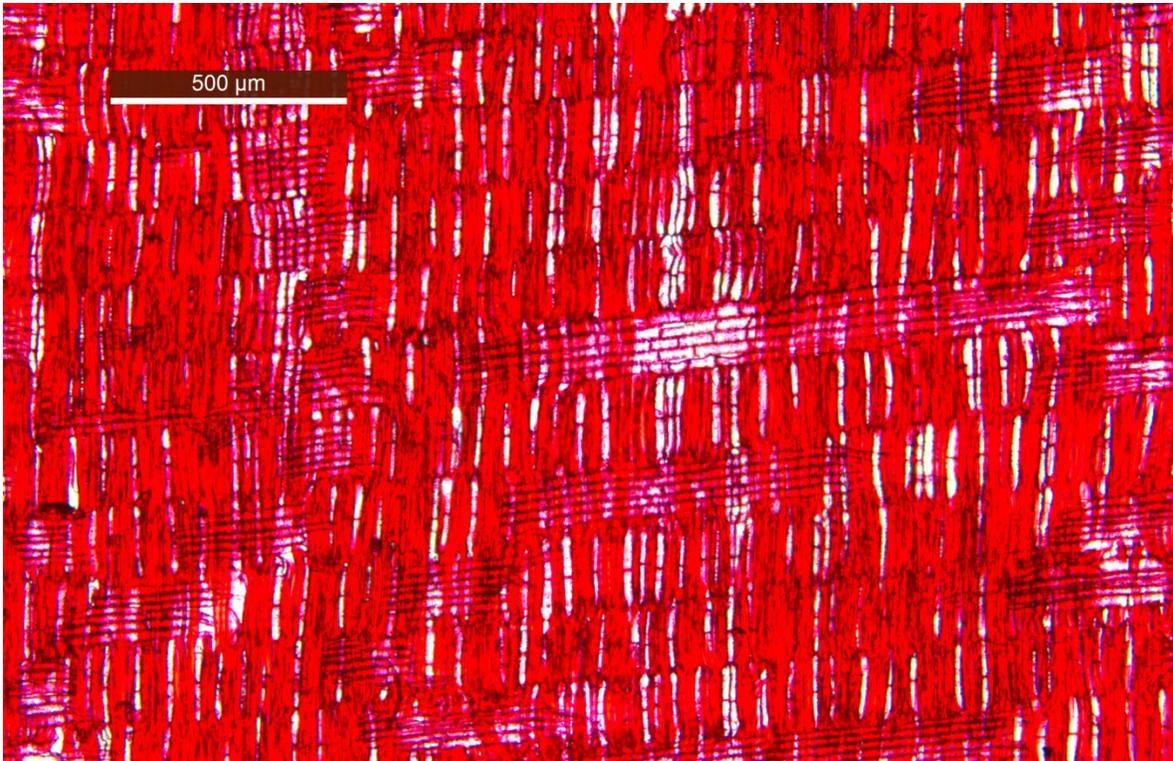


Figura 86. Vista longitudinal radial de albura de *D. retusa var retusa*. 5X.

La figura 86 muestra que los radios del xilema son homocelulares; hay fibras septadas y no septadas.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MADERA DE *Dalbergia retusa var. retusa*:

A continuación se presentan fotografías y descripciones de la madera vistas con estéreo-microscopio:

Vista transversal de la madera de *Dalbergia retusa var retusa* en estéreo-microscopio: Las características del xilema son exactamente las mismas en vista microscópica y estéreo-microscópica.

Vista Transversal

Los **anillos de crecimiento** están bien delimitados, con una o más bandas de **parénquima apotraqueal terminal** y una o más **bandas de fibras**. **Vasos de xilema** solitarios principalmente, o en grupos de 2-3; en su mayoría presentan sustancias cristalizadas en su interior. Radios de parénquima muy finos y numerosos. Parénquima paratraqueal escaso, vasicéntrico o débilmente vasicéntrico o ausente. Hay abundante **parénquima apotraqueal difuso agregado formando retículas**.

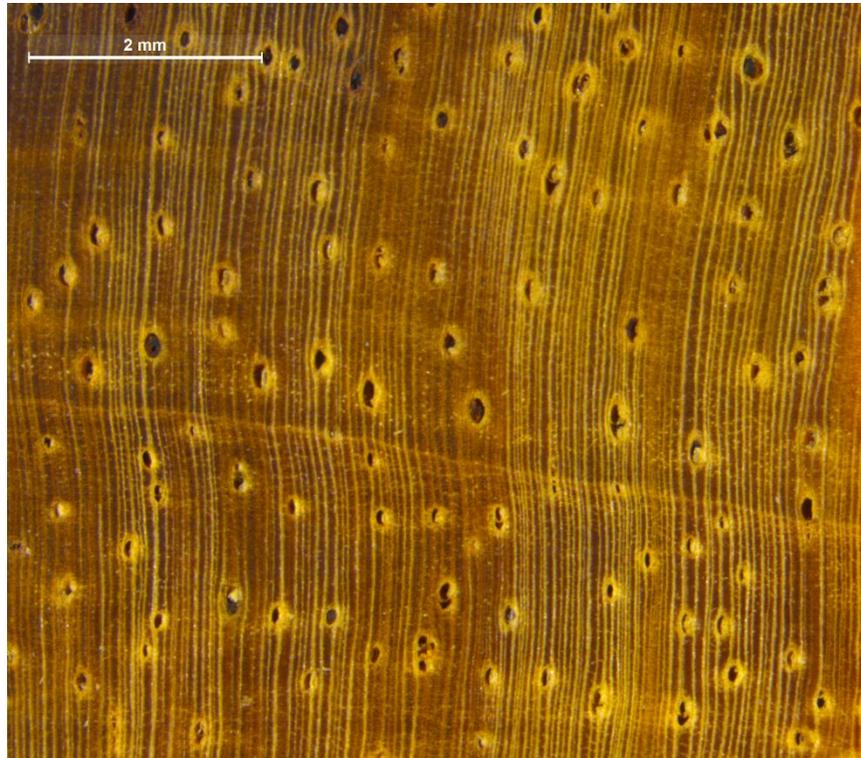


Figura 87. Vista transversal de duramen de *D. retusa var. retusa*. 0.63x5.

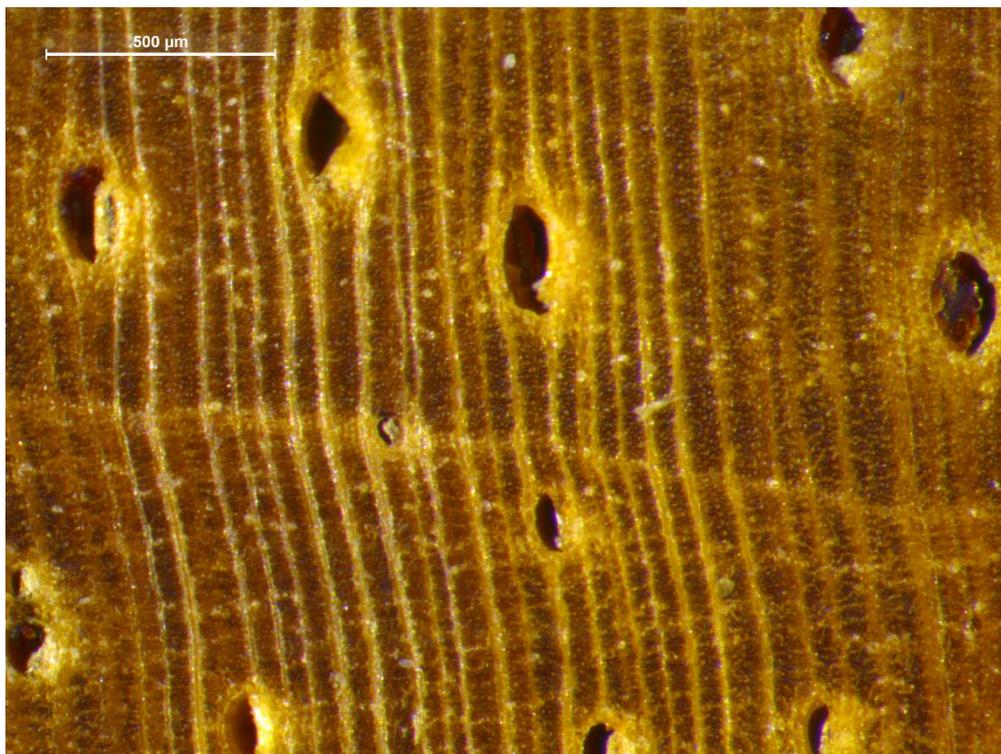


Figura 88. Vista transversal del duramen de *D. retusa var. retusa*. 0.63x10

Vista Longitudinal Tangencial

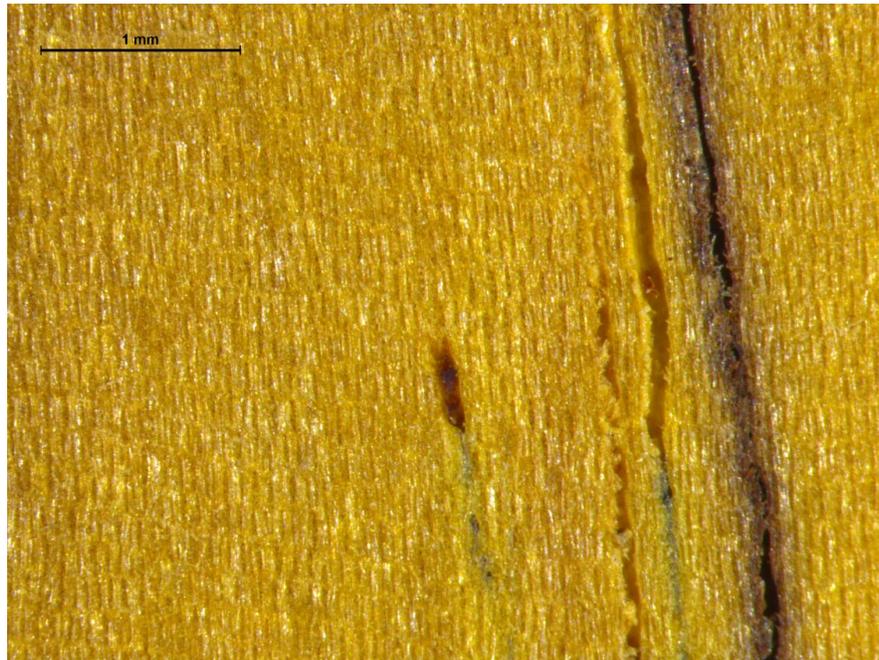


Figura 89. Vista longitudinal tangencial de la madera de *D. retusa* var *retusa*.

La figura 89 muestra que los radios son de estratificación media, numerosos y estrechos. Así también, que los vasos de xilema contienen sustancias cristalizadas en su interior.

Vista Longitudinal Radial

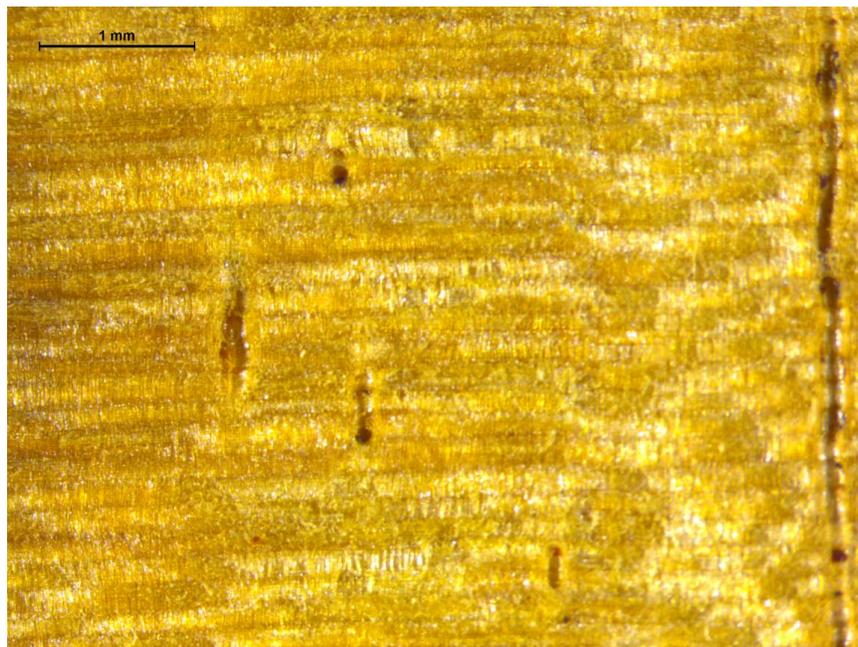


Figura 90. Vista longitudinal radial de duramen de *D. retusa* var *retusa*. 0.63X4.

Los radios del xilema son homocelulares. Así mismo, hay sustancias cristalizadas dentro de los elementos de los vasos del xilema.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Swietenia macrophylla* King

FAMILIA: MELIACEAE

NOMBRES COMUNES: Caoba, Ajanté (Q'eqchi')

Nombre internacional de la madera: True Mahogany, American Mahogany

SITUACIÓN ACTUAL DE LA ESPECIE EN GUATEMALA

S. macrophylla es la única especie arbórea del Listado II de CITES presente en Guatemala, que está siendo manejada con criterios de sostenibilidad en la Reserva de la Biósfera Maya del Petén por las Concesiones Forestales, las cuales son monitoreadas por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Adicionalmente, hay poblaciones naturales que están siendo resguardadas dentro de Parques Nacionales, siendo el Parque Nacional Tikal en Petén y el Parque Nacional Laguna Lachuá en Alta Verapaz, los más importantes por el tamaño de sus poblaciones.

Tras intensa búsqueda, solamente fue posible encontrar bosquetes y árboles dispersos de *S. macrophylla* en el sur del Petén y en la Franja Transversal del Norte. Los pobladores de estas áreas indican que la especie ha sido fuertemente depredada por su madera. Es importante anotar que hay algunas plantaciones forestales, que constituyen la principal alternativa a la depredación.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HÁBITAT:

La especie *S. macrophylla* se desarrolla en la parte norte del departamento de Petén, en la zona de vida Bosque húmedo Subtropical Cálido bh-S(c) (Cruz, 1982), en altitudes que oscilan entre 217 msnm hasta 379 msnm. La topografía es generalmente plana con pendientes irregulares, no mayores a 10%, suelos poco profundos de material calcáreo (kárstico) (SEGEPLAN, 2013), con textura Franca arcillosa a Franca Arenosa.

Las poblaciones monitoreadas de *S. macrophylla* están ubicadas en bosques naturales secundarios; bosques comúnmente llamados “bosque alto o bosque de serranía”; de edad avanzada; dosel muy denso, de altura variable, los árboles de caoba sobresalían dentro del dosel; ambiente húmedo; sotobosques bastante densos de altura hasta de 2.5 m, compuesto de lianas y arbustos; gran cantidad de herbáceas; suelos con poca materia orgánica; suelos poco drenados; presencia de especies parasitas.

En la Franja Transversal del Norte, la especie crece en una Zona de Vida de Bosque muy húmedo subtropical Cálido (bmh_S(c) que abarca desde el norte de Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz e Izabal, así como el sur del Petén; en un rango altitudinal de 170-554 msnm. La especie crece en áreas montañosas o planas, con aprovechamientos forestales en regeneración, con DAP no mayores de 40 cm de diámetro; o bien, en áreas montañosas y húmedos, con bosques secundarios, en donde el DAP de los árboles alcanza hasta 70 m de diámetro.

FENOLOGÍA:

Climadiagrama para Ixcán, Quiché y el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz.

En la figura se observa el Climadiagrama de la estación Chixoy (INSIVUMEH, 2014), ubicada en las coordenadas X 160400; Y 902620 (GTM) a 140 msnm, en la Zona de Vida Bosque muy húmedo Subtropical Cálido. Esta estación es la más cercana y está en la misma Zona de Vida que Ixcán y el Parque Nacional Laguna Lachuá, que fueron monitoreados; por lo que su información se utilizó para el análisis de clima en dichas localidades.

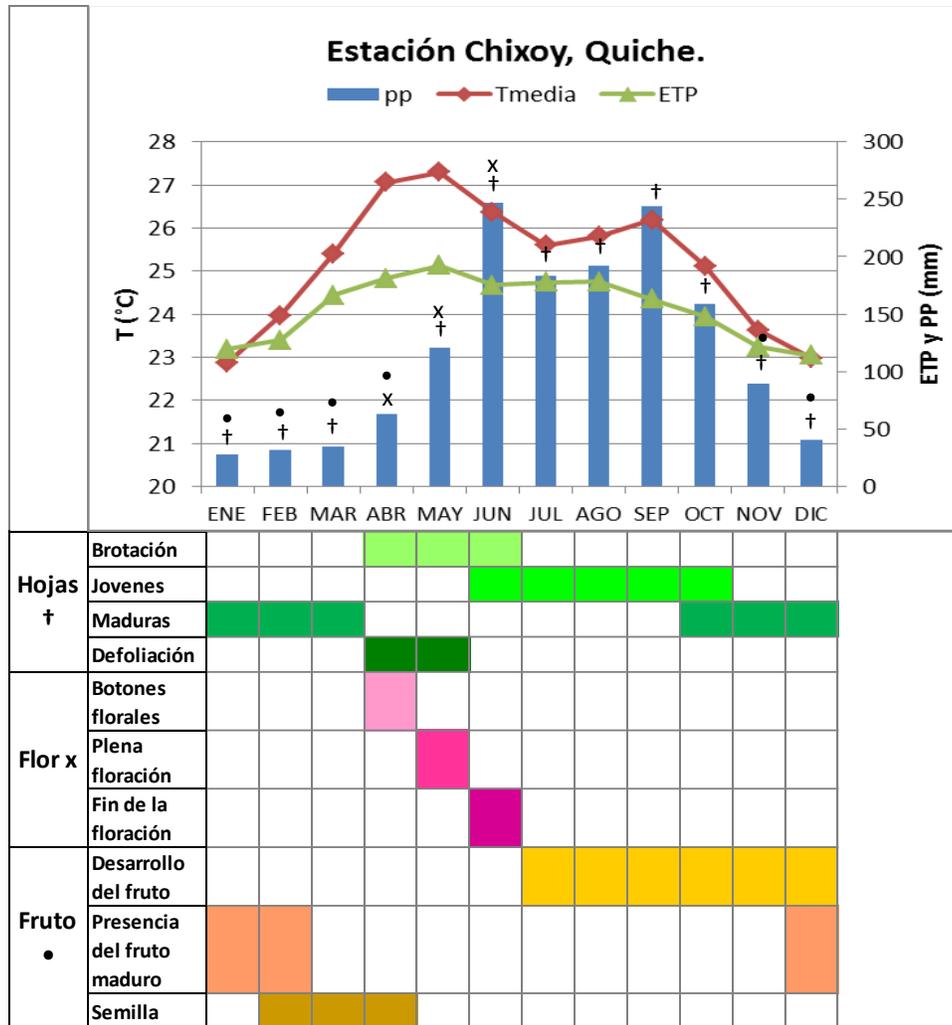


Figura 91. Climadiagrama de la estación Chixoy y cuadro fenológico de *Swietenia macrophylla* King.



Figura 92. Ciclo fenológico de *Swietenia macrophylla* King.

En el climadiagrama se observa que la precipitación es bimodal, con dos picos de precipitación en junio y septiembre para descender en octubre. La evapotranspiración media de las poblaciones vegetales del área es de 1657 mm. La temperatura máxima anual es de 42.8 °C, T mínima anual de 6.5 °C y la temperatura media de 25.3°C.

Foliación: El desarrollo de los brotes foliares comienza en la temporada de inicio de lluvias en el mes de abril hasta el mes de junio, coincidiendo con la temporada de mayor temperatura y evapotranspiración de las plantas; en julio ocurre una canícula y se estabiliza la evapotranspiración, para esta etapa las hojas tienen color verde claro. En el mes de octubre declina la temperatura y disminuyen las lluvias, lo cual induce a la maduración de las hojas, que se tornan de color verde oscuro y duran así hasta el mes de marzo, cuando inicia la defoliación. Esta es la época de menor precipitación en el área. La defoliación transcurre hasta mayo, en la temporada de mayor temperatura.

Floración: El desarrollo de botones florales comienza en abril, con el inicio de la temporada de lluvias y simultáneamente con el desarrollo de los brotes foliares. La plena floración ocurre en mayo, en el punto de mayor temperatura, máxima evapotranspiración y presencia de lluvia, para finalizar en el mes de junio.

Fructificación: El desarrollo del fruto ocurre en los meses de mayo a diciembre; la maduración inicia en noviembre, con la disminución de la lluvia y la temperatura. La liberación de semilla se da entre diciembre y febrero.

La fenología de la caoba en Petén y otros sitios de ocurrencia natural es similar a la descrita.

Recolectores de semillas del Parque Nacional Tikal, han observado que *S. macrophylla* King ha tenido una ligera variación en sus etapas fenológicas, ellos mencionan que la recolección de semillas iniciaba en los meses de enero, pero en el año 2015 los frutos en el mes de noviembre no estaban totalmente maduros por lo que la recolección de semillas se atrasó hasta el mes de febrero 2016.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

Árbol de gran tamaño, de 20 a 60 m de altura según la literatura; de hasta 30 m de altura según datos de campo, con un promedio de 22 m; altura a primera rama variando de 6 a 20 m, con un promedio de 11 m. Los árboles adultos miden entre 75 a 150 cm de diámetro a la altura del pecho, según la literatura y según datos de campo, el DAP varía de 46 a 157 cm; con una copa de diámetro aproximado de 14 m. Su fuste es recto principalmente, libre de ramas en buena proporción, bastante cilíndrico, los contrafuertes pueden tener una altura de más de 4 m. Corteza externa color café rojizo con fisuras profundas a lo largo del fuste, la cara interna es de color rosado rojizo a café.



Figura 93. Árbol de *Swietenia macrophylla* a la izquierda. A la derecha: su contrafuertes.



Figura 94. Corteza fisurada de *S. macrophylla*.

Hojas: compuestas, alternas, paripinnadas; de 20 a 40 cm de largo; pecioladas, portando de 6 a 12 foliolos delgados, asimétricos longitudinalmente, oblicuamente lanceolados, que miden por lo regular de 8 a 20 cm de largo y 2.5 a 7 cm de ancho, acuminados en el ápice, agudos o muy oblicuos en la base del haz verde oscuro brillante, envés verde pálido, glabros.



Figura 95. Hoja compuesta de *S. macrophylla*. Vista del haz en la izquierda y del envés a la derecha.

Inflorescencia: panículas de 10 a 20 cm de largo o más, glabras.

Flores: cáliz 2 a 2.5 mm de largo lóbulos cortos, redondeados; 5 pétalos ovados de color blanco, 5 a 6 mm de largo; 10 estambres formando un tubo cilíndrico con dientes agudos o acuminados (Standley, 1946); período de floración de Abril a Junio.



Figura 96. Inflorescencias en panícula de *S. macrophylla*. Foto: Pablo Ruiz.



Figura 97. Flor de *S. macrophylla* mostrando la corona formada por los estambres, típica de la especie. Foto: Pablo Ruiz.

Fruto: es una cápsula ovoide dehiscente, comúnmente de 6 a 25 cm de largo y 2 a 12 cm de diámetro, reducido hasta el ápice en la punta, color pardo grisáceo, de epicarpio duro, liso o diminutamente verrugoso; con 4 y 5 valvas leñosas de 6 a 8 mm de grueso; cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas, esponjosas, frágiles (Standley, 1946) y aladas. El desarrollo y maduración de frutos tarda casi un año.

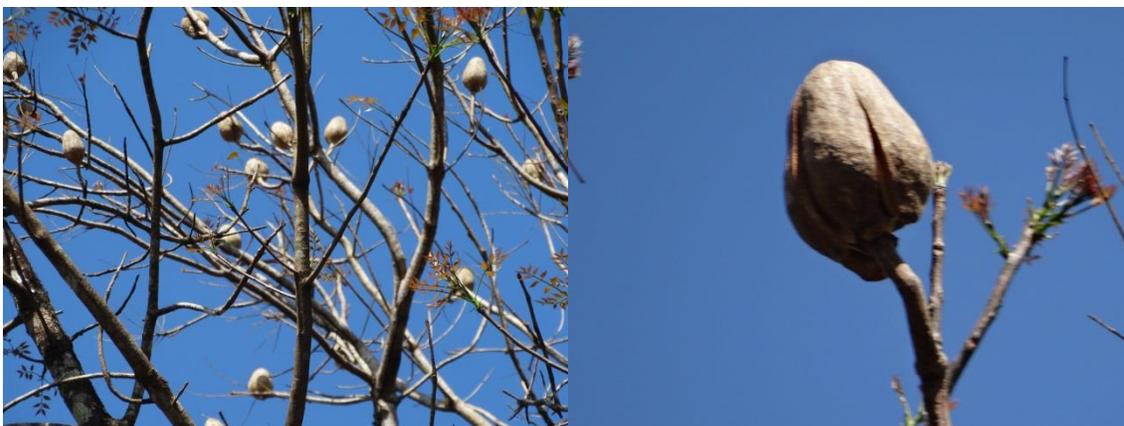


Figura 98. Frutos de *Swietenia macrophylla*. A la derecha la cápsula comenzando a abrir.

Semillas: aladas, livianas, de 7.5 a 10 cm. de largo por 2.0 a 3.0 cm de ancho, color café-rojizo, sabor muy amargo, la liberación ocurre de marzo a Junio.



Figura 99. Liberación de las semillas aladas de *S. macrophylla* King.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Densidad básica: La densidad básica del duramen es de $0.50 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.05$; Este valor indica que la madera es semi pesada.

Contracción radial: La madera de duramen se contrae en un $4.16\% \pm 0.85$

Contracción tangencial: El duramen se contrae en $6.64\% \pm 1.23$

Contracción longitudinal: El duramen se contrae en un $0.32\% \pm 0.13$

Relación tangencial/radial: El duramen presenta un valor de 1.68 ± 0.24 indicando que es una madera estable que en ocasiones tiende a presentar grietas.

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

El duramen y la albura están bien diferenciados.

Color: La madera de duramen es de color café claro a beige

Diseño o vetado: Presenta diseño elíptico, rayado y jaspeado

Grano: Tiende a ser recto.

Brillo: La madera lijada expuesta a la luz solar presenta brillo en el corte radial y tangencial.

Olor: Imperceptible.

Sabor: Sin sabor o con un ligero sabor amargo, poco perceptible.

Textura: Tiene una textura media, pues a simple vista se pueden observar los elementos anatómicos presentes en la madera.

VISTAS DE LA MADERA DE *S. macrophylla*



Figura 100. Vista Longitudinal Radial de una tabla de *Swietenia macrophylla*.



Figura 101. Vista Longitudinal Radial de la madera de *S. macrophylla* con diseño en líneas poco diferenciadas.

Características Microscópicas de la Madera de *Swietenia macrophylla* King

Vista Transversal:

Histológicamente los anillos de crecimiento están marcados por una o dos bandas gruesas de parénquima axial terminal. **Porosidad** difusa. **Vasos de xilema** solitarios y múltiples, de hasta 6 vasos juntos. Se observan sustancias cristalizadas en el interior de algunos vasos. Los **Radios de Parénquima** son abundantes y heterocelulares, con células procumbentes y células verticales; hay radios multiseriados de 2-3 células de grosor y hay radios uniseriados. **Parénquima paratraqueal ausente** o, al ver en alta resolución en el microscopio se observa paratraqueal escaso. Hay algunas células de **parénquima apotraqueal difuso** muy disperso y escaso.

Vista Longitudinal Tangencial:

Los **Radios** presentan estratificación gruesa, con traslape entre filas de rayos. **Vasos del xilema** con puntuaciones opuestas. **Hay fibras septadas y no septadas**, lo cual es una característica importante en la identificación de esta especie.

Vista longitudinal radial:

Los **Radios** son heterogéneos y algunas de sus células contienen sustancias cristalizadas. También se ven sustancias cristalizadas en los vasos, los cuales son anchos. En esta vista se nota la presencia de parénquima paratraqueal.

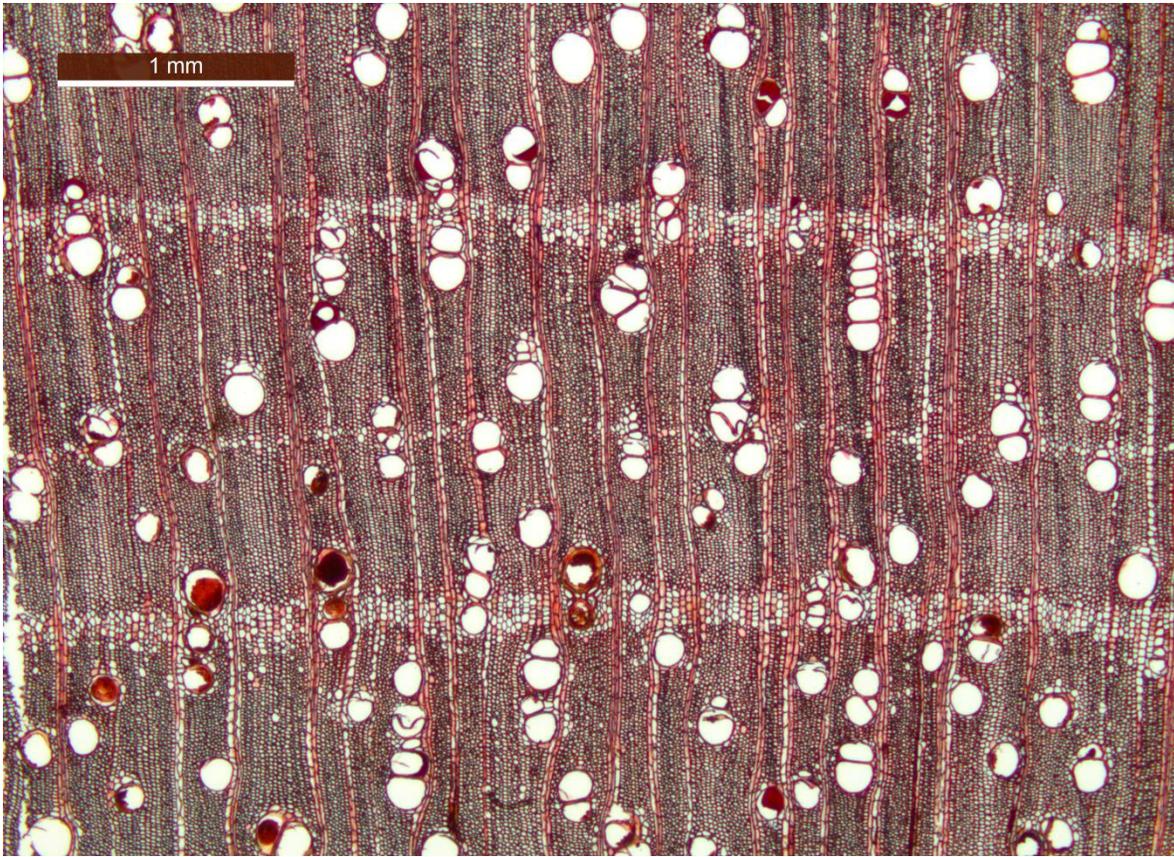


Figura 102. Vista transversal del xilema secundario de *S. macrophylla*. 2.5X.

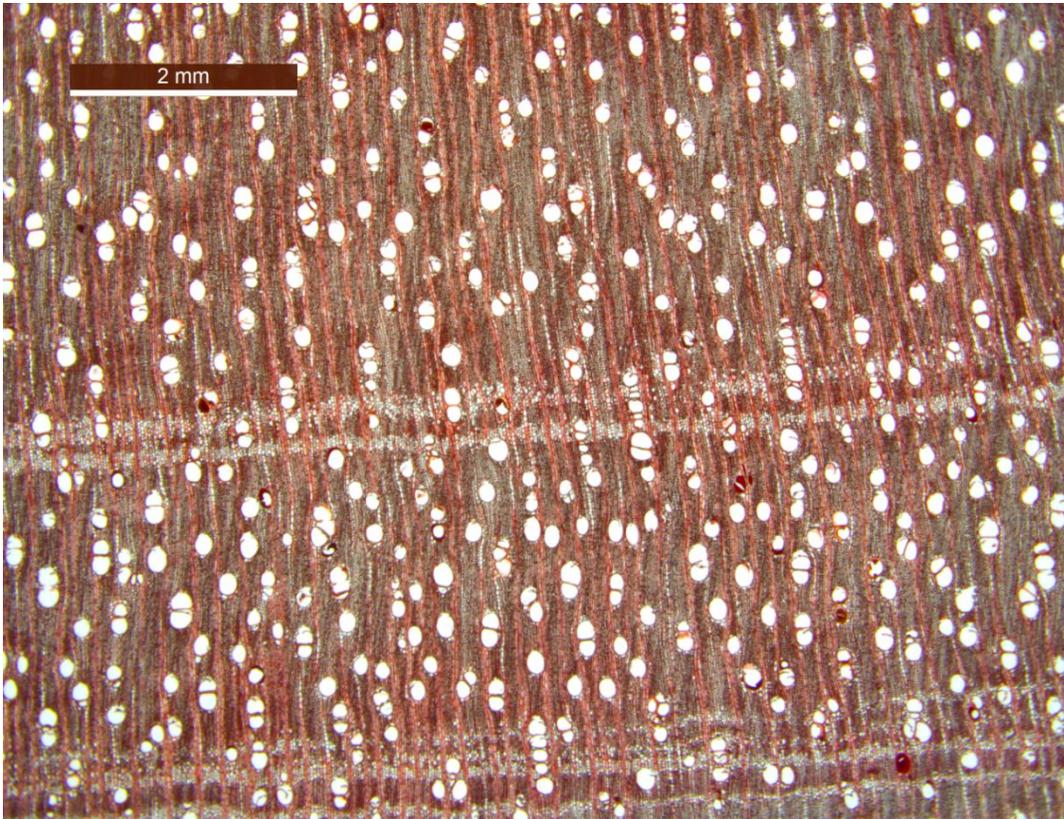


Figura 103. Vista transversal del xilema secundario de *S. macrophylla*. 1.25X.

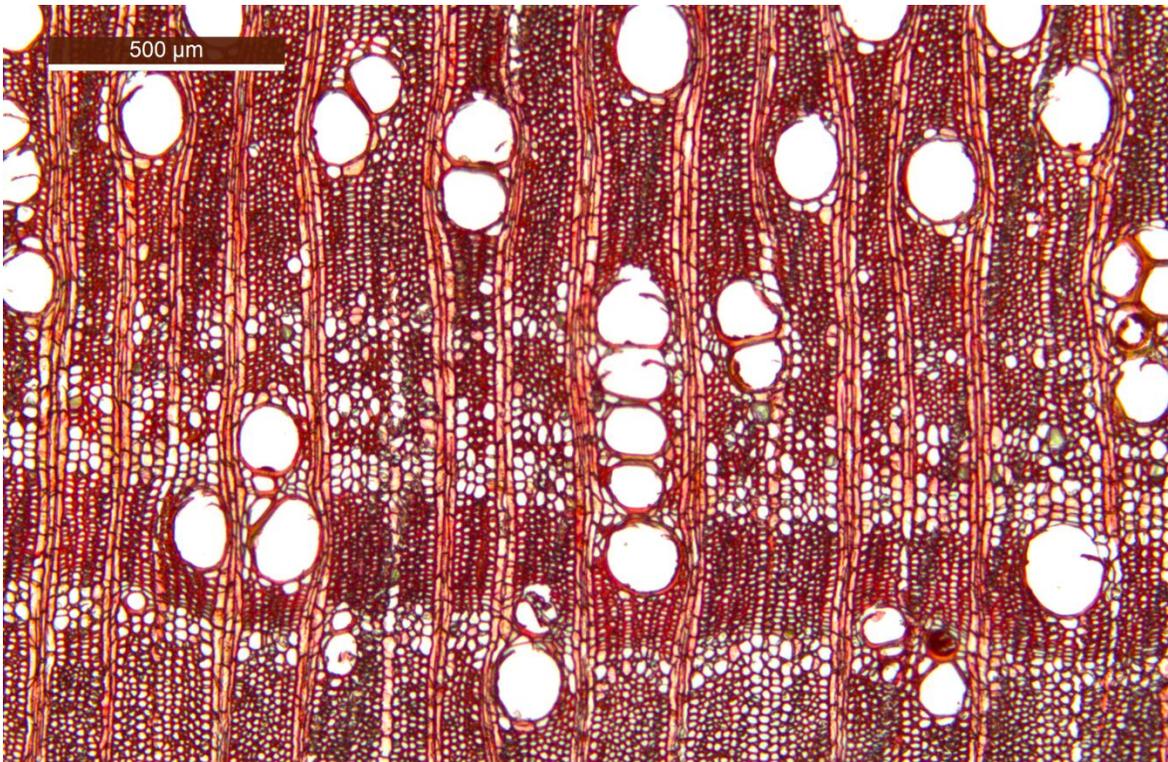


Figura 104. Vista transversal del xilema secundario de *S. macrophylla*. 5x.

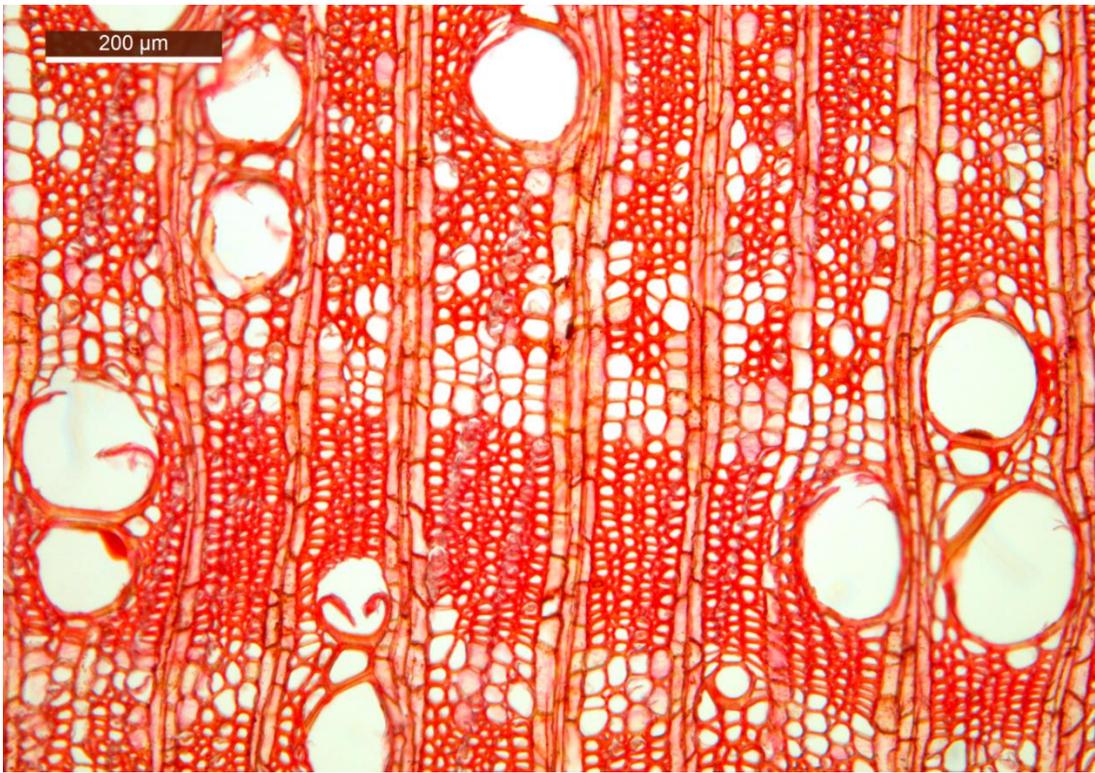


Figura 105. Vista transversal del xilema secundario de *S. macrophylla*. 10X.

Vista Longitudinal Tangencial

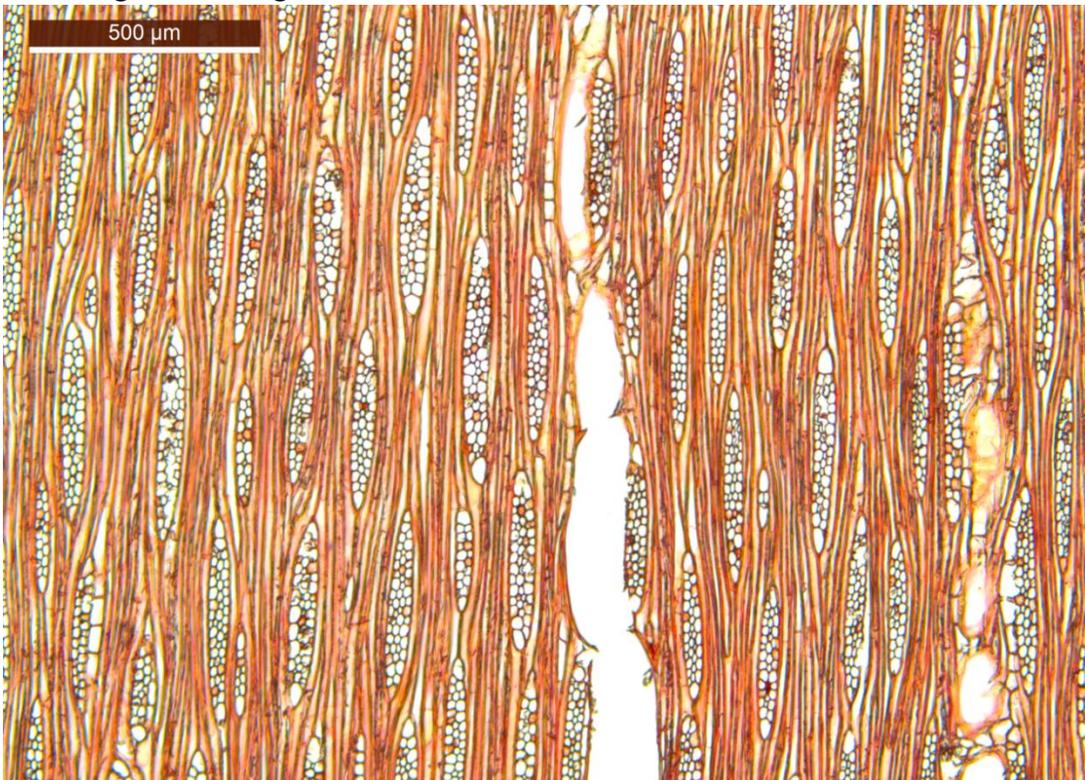


Figura 106. Vista Longitudinal Tangencial de xilema secundario de *S. macrophylla*. 5X.

Vista Longitudinal Radial

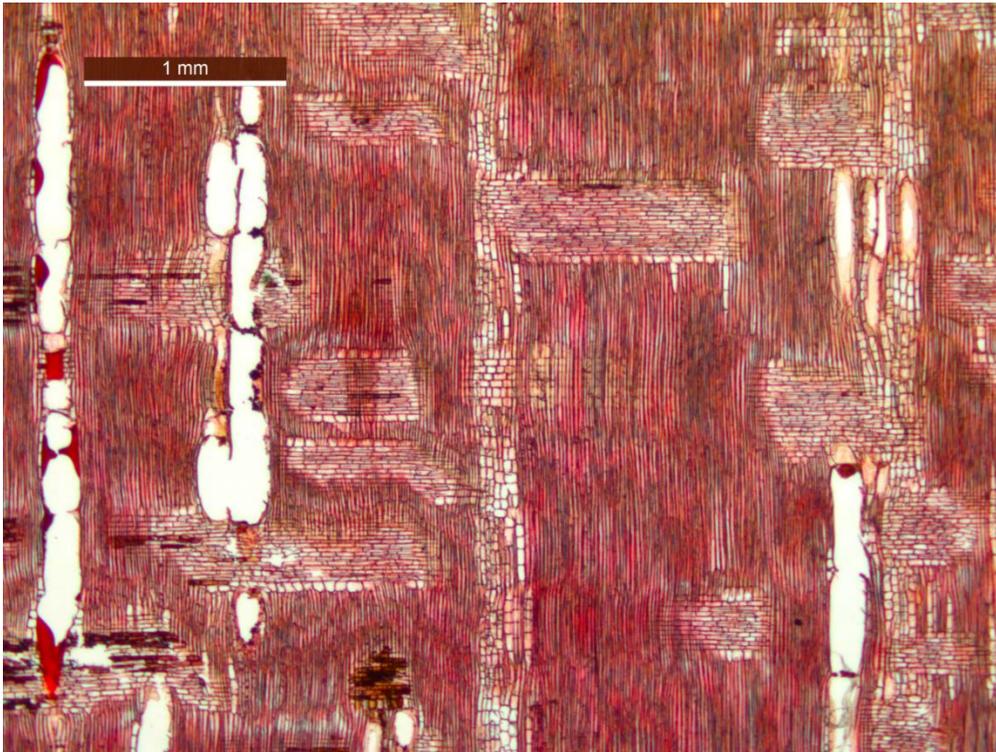


Figura 107. Vista longitudinal Radial. 2.5X

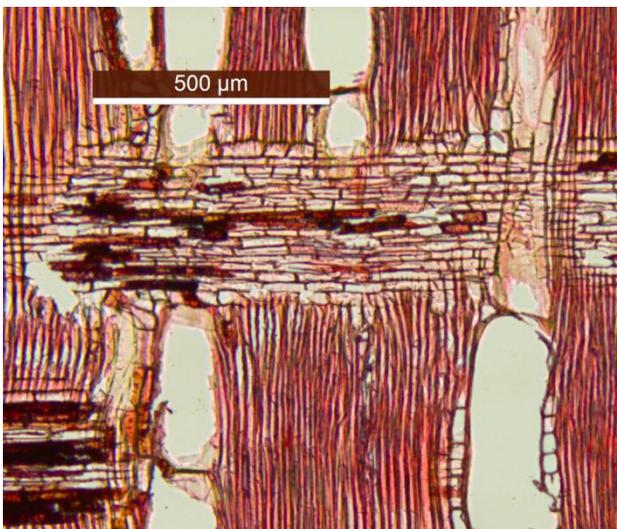


Figura 108. Vista longitudinal radial. 5X.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MADERA DE *Swietenia macrophylla*

VISTA TRANSVERSAL

En vista 10x x 0.63 se ven una o más bandas de parénquima apotraqueal terminal (3-5 capas de células), intercaladas con bandas de fibras. Los vasos en su mayoría están con sustancias cristalizadas en su interior. Hay vasos solitarios y múltiples. Se ven radios de parénquima heterocelulares, de 2-3 filas de células, y también rayos uniseriados de células redondas. Las paredes de las fibras son gruesas. La madera es color café caoba. Los rayos son de color amarillo y las bandas de parénquima terminal también.

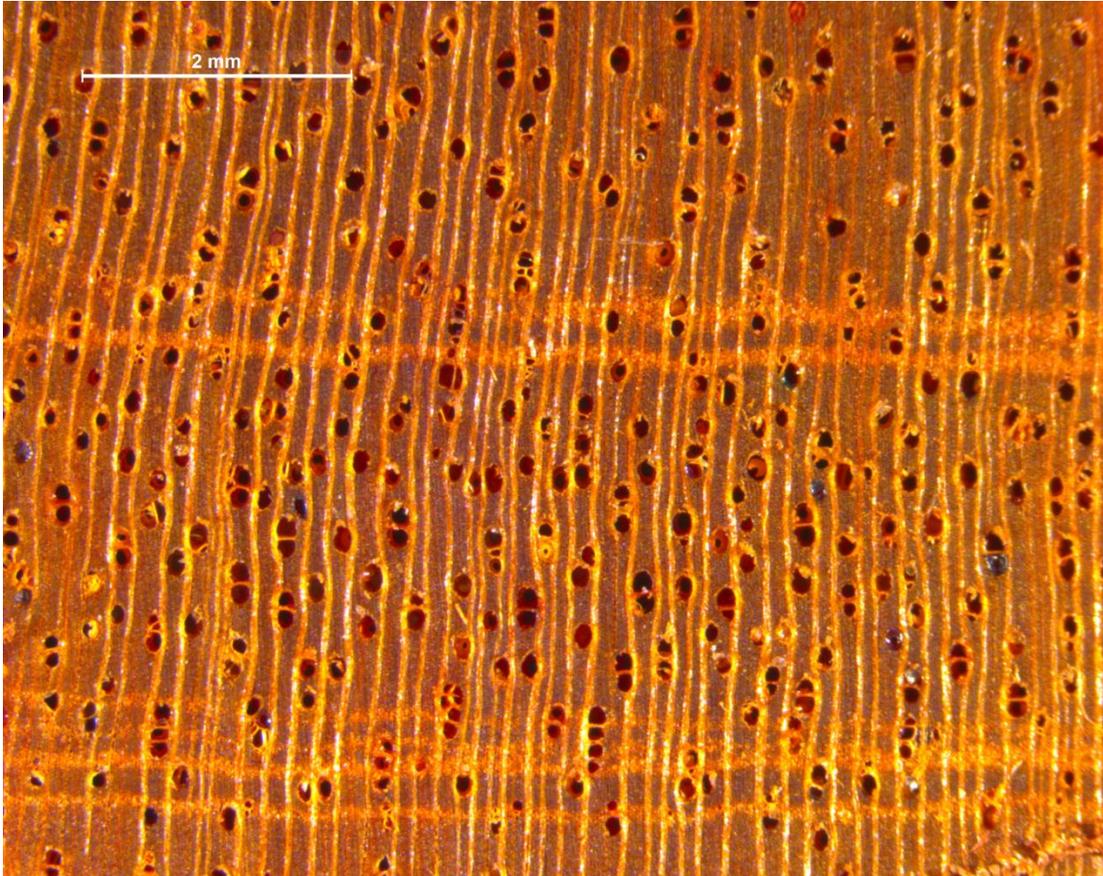


Figura 109. Vista macroscópica transversal de la madera de *S. macrophylla*. 0.63 x 2.5.

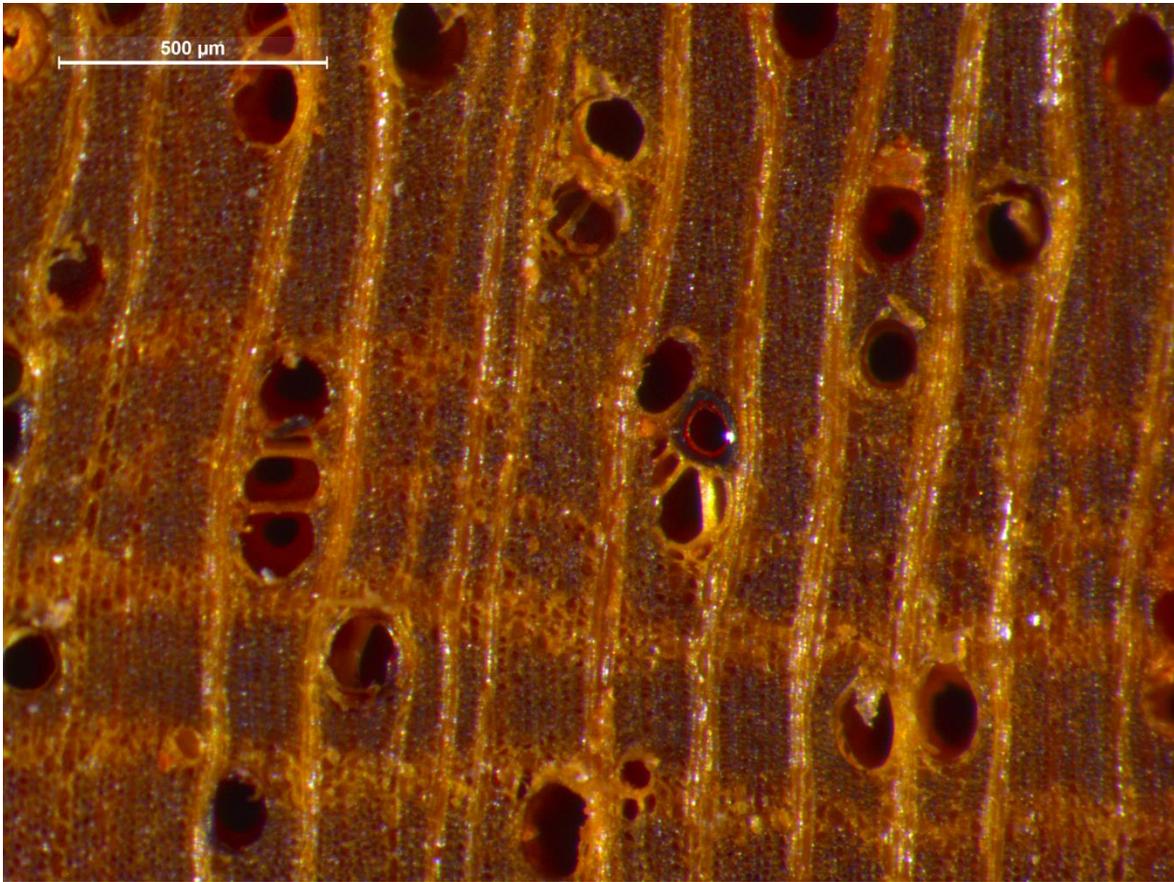


Figura 110. Vista macroscópica transversal de la madera de *S. macrophylla*. 0.63 x 10.

Vista Longitudinal Tangencial

Rayos de estratificación gruesa. Los vasos se ven con sustancias cristalizadas rojas y también se ven los elementos de los vasos.



Figura 111. Vista macroscópica longitudinal tangencial de la madera de *S. macrophylla*. 0.63x2.5X.

VISTA LONGITUDINAL RADIAL

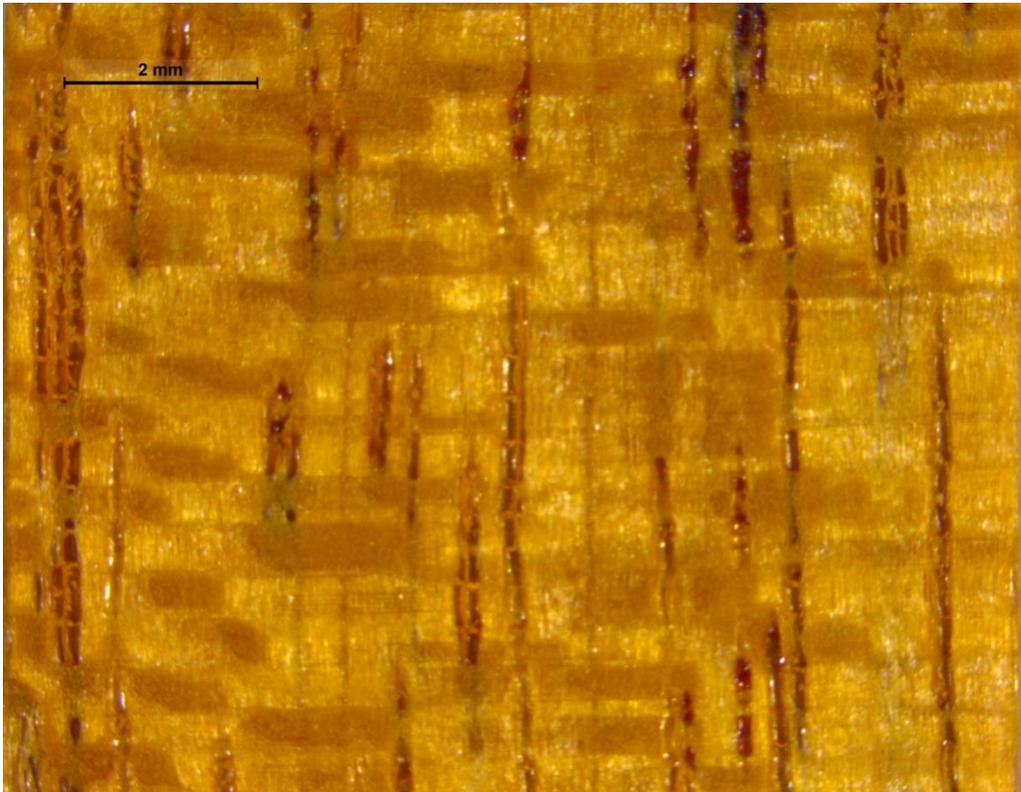


Figura 112. Vista macroscópica longitudinal radial de *S. macrophylla*. 0.63x2X. Vasos llenos de aceites cristalizados.

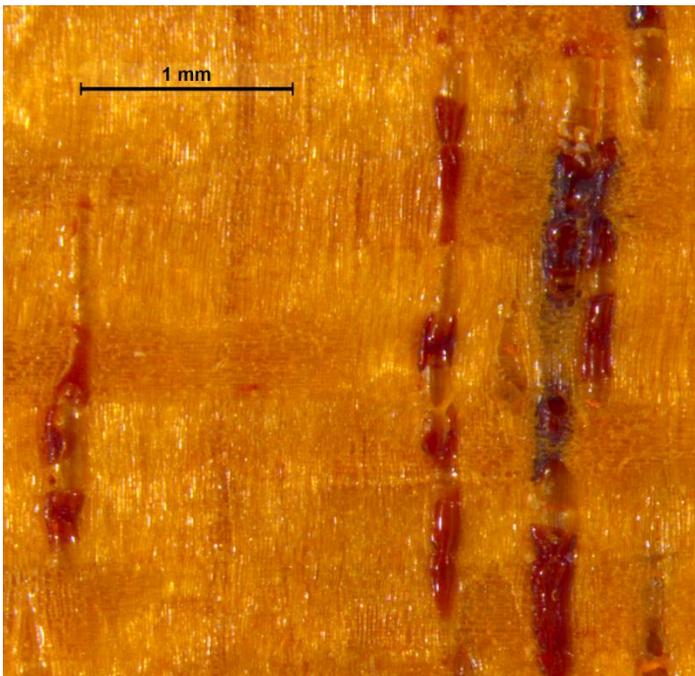


Figura 113. Vista ampliada de los aceites cristalizados en los vasos del xilema. 0.63x4X.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Swietenia humilis* Zucc.

FAMILIA: Meliaceae

NOMBRE(S) COMÚN(ES): Caoba, Caoba de Costa, Caoba de la Costa del Pacífico, Zapotón.

NOMBRE DE LA MADERA EN EL COMERCIO INTERNACIONAL: Caoba de Honduras, Caoba mexicana Mexican Mahogany, Honduran Mahogany.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA ESPECIE EN GUATEMALA

S. humilis ha sido fuertemente depredada en la Costa Sur y Boca Costa del Pacífico, por lo que es muy difícil encontrar poblaciones naturales como tales. De allí que se encontraron básicamente bosquetes y árboles dispersos. El principal factor que incide en la disminución de las poblaciones naturales está la desaparición del hábitat natural de la especie, debido al cambio de uso de la tierra para el establecimiento de plantaciones de caña de azúcar, palma africana y otros cultivos en la Planicie Costera, así como en la Boca Costa. Un segundo factor, no menos importante, lo constituye la tala ilegal de la especie por sus usos maderables.



Figura 114. Remanente de la especie *S. humilis* Zucc. creciendo en un sistema agroforestal ubicado en San José El Rodeo, Escuintla.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HÁBITAT

Región oriente:

Esta especie se desarrolla en los departamentos de Zacapa, Chiquimula y El Progreso en las zonas de vida Monte espinoso subtropical (me-S), Bosque Seco Tropical (bs-T), Bosque Muy Húmedo Subtropical (templado) (bmh-S (t)) (Cruz, 1982), en altitudes que oscilan entre 200 a 900 msnm, con topografía irregular y pendientes de 5%-40%. Los suelos son de textura franco-arenosa. En el área se encuentran rocas pomáceas, metamórficas e ígneas, originadas en el período geológico Terciario. La

especie se desarrolla bien en las Tierras Altas Cristalinas y en la Depresión del Motagua, en áreas de desborde e inundaciones, según la Flora de Guatemala (Standley & Steyermark, 1946).



Figura 115. *S. humilis* Zucc. en San José La Arada, Chiquimula



Figura 116. *S. humilis* Zucc vista del paisaje desde el Parque Regional Municipal, El Castillo, Río Hondo, Zacapa.

***Swietenia humilis* Zucc.; región sur**

Esta especie crece naturalmente en la llanura Costera del Pacífico y en el pie de montaña o Boca-Costa del Pacífico de Guatemala, según la Flor de Guatemala (Standley & Steyermark, 1946); en regiones que presentan una zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) (bmh-S(c)), bosque húmedo subtropical (cálido) (Cruz, 1982), así como en Bosques secos; a altitudes que oscilan entre 400 a 900 msnm, topografía plana a pronunciada, con suelos de origen volcánico de textura franco arenosa. Las especies arbóreas acompañantes son: Cedro (*Cedrela pacayana* Harms.), Inga

(*Inga rodrigueziana* Pittier, Contr.), Sapote (*Manilkara sapota* L.), Granadillo (*Dalbergia retusa* Hemsl. var *retusa*), Cedro (*Cedrela pacayana* Harms.), Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb), (Standley y Steryermark, 1946).

FENOLOGIA

Climadiagrama de *Swietenia humilis* Zucc, en Río Hondo, Zacapa

Los datos para el climadiagrama corresponden a la Estación Pasabien, se encontraba en Río Hondo, a una elevación de 260 msnm con coordenadas 588107.61 X, 1662189; dentro de la zona de vida Bosque seco tropical (bs – T) (Cruz, 1982). El período de monitoreo de esta estación fue de 1990 a 2011.

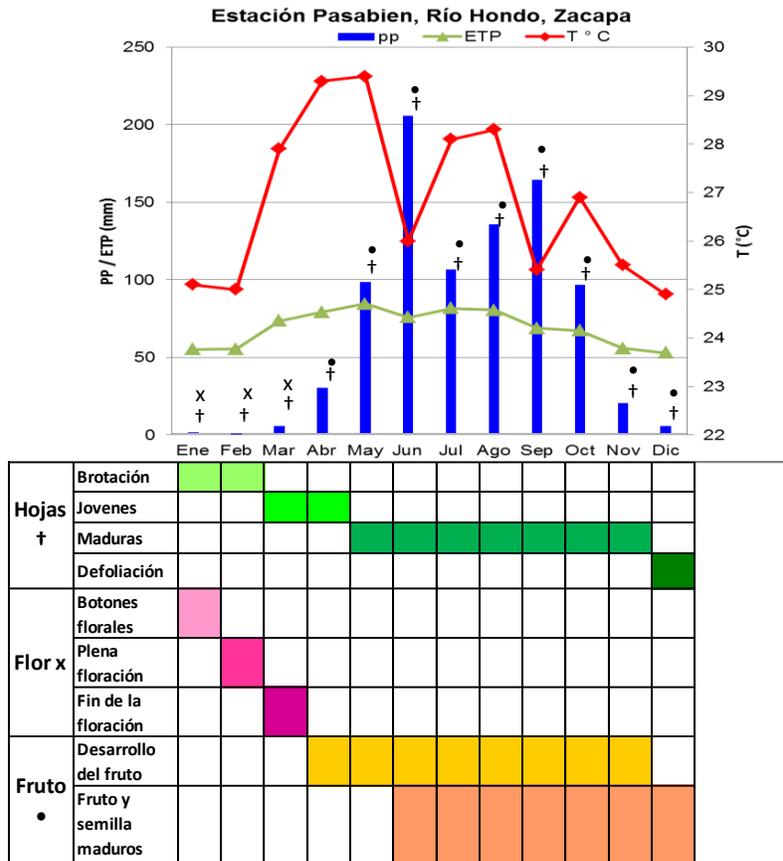


Figura 117. Climadiagramas de la región oriente y cuadro fenológico para *S. humilis* Zucc.

El clima de la región presenta días despejados en la mayor parte del año, temperaturas promedio de 25 a 29°C y una escasa precipitación anual. El período de lluvia es bimodal, con dos picos en junio y septiembre y canícula en julio. El período seco transcurre de noviembre a abril.

Follaje: Los árboles defolian parcialmente en diciembre, con la presencia de bajas temperaturas y ausencia de lluvias. La brotación de hojas nuevas ocurre entre enero y febrero. En los meses de mayor precipitación las hojas dan soporte a los frutos que se encuentran en desarrollo.

Floración: Ocurre de enero a marzo, en condiciones de baja temperatura y baja humedad.

Fructificación: El desarrollo de las cápsulas se lleva a cabo en 7 u 8 meses aproximadamente, en el período de abril a noviembre. En diciembre y enero hay frutos y semillas maduros.

En el Oriente del país los frutos tienden a ser más pequeños que en la Costa Sur, debido seguramente por las condiciones de clima seco y cálido del Oriente.

Climadiagrama de *Swietenia humilis* Zucc, en Patulul, Suchitepéquez

Los datos utilizados para el climadiagrama corresponden a la Estación Meteorológica Los Tarrales, ubicada en Patulul, Suchitepéquez a una elevación de 760 msnm, con coordenadas 43120X, 910808Y. Seleccionada por estar dentro de la región de distribución natural de la especie.

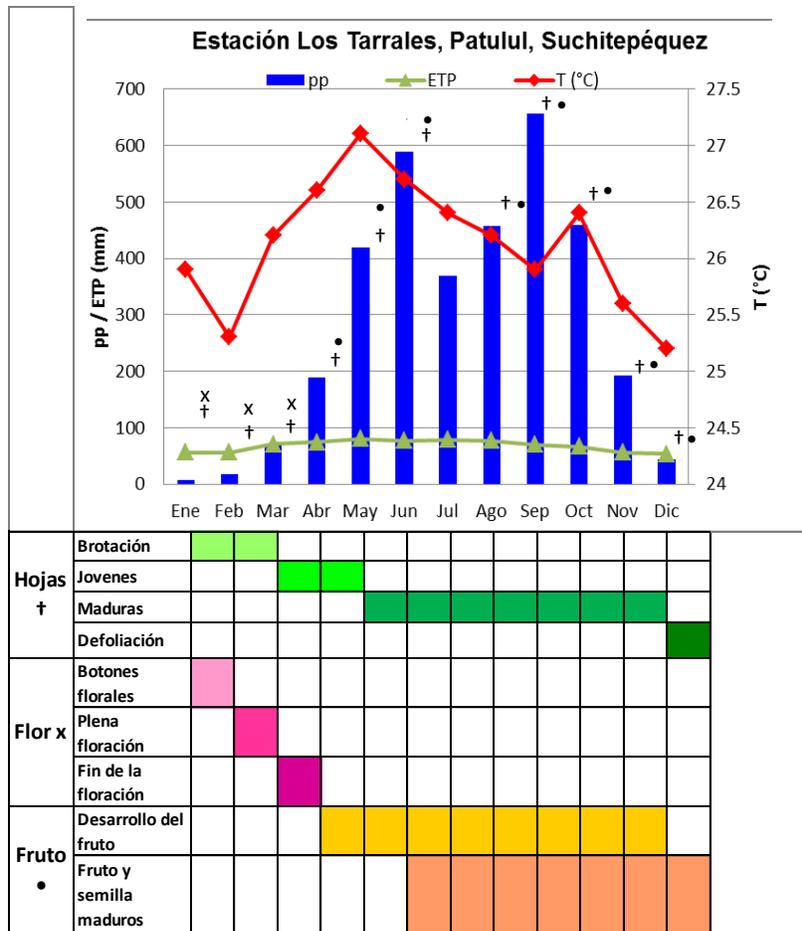


Figura 118. Climadiagrama de la región sur y cuadro Fenológico para *S. humilis* Zucc.

Follaje: Los árboles defolian parcialmente en diciembre. Entre enero y febrero, en plena época seca, aparecen brotes nuevos, los cuales son de color naranja-rojizos. Entre marzo y abril, se observan hojas jóvenes de color verde claro. De mayo a noviembre hay hojas maduras que dan soporte a los frutos que se encuentran en desarrollo.

Floración: El período de floración de *S. humilis* ocurre en época seca, iniciando con la presencia de botones florales en enero, luego ocurre la plena floración en febrero y finaliza en marzo.

Fructificación: El desarrollo de frutos ocurre entre abril y noviembre. Las cápsulas maduran y liberan semilla en los meses de octubre a diciembre; siendo ésta la temporada de colecta de semilla.

CICLO FENOLOGICO



Figura 119. Ciclo fenológico de *Swietenia humilis* Zucc.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Árbolesdeciduos de 10 a 30 m de altura total y altura a la primera rama de 2.75 a 12 m, con un DAP de 0.15 a 1.00m. Tiene una copa mediana; de corteza fisurada color gris o café; el fuste es cilíndrico y recto.



Figura 120. Árbolde *S. humilis* Zucc. De fuste recto.



Figura 121. Corteza grisácea y fisurada de *S. humilis*.

Hojas: pinnadas, agrupadas en los extremos de las ramas, de hasta 22 cm de largo, con 6 a 12 folíolos; folíolos sésiles o casi así, asimétricos, ovados a elíptico –ovados, de 7 a 20 cm de largo y 2 a 6.5 cm de ancho, con ápice caudado o largamente acuminado, o a veces terminado en un hilo filiforme; base redondeada o aguda; nervadura reticulada, prominente y elevada en ambas superficies; haz glabro o seríceo, envés generalmente glauco; raquis de 14 a 38 cm de largo.



Figura 122. Hoja pinnada de *S. humilis*, vista del haz. Foliolos asimétricos. Fotografía: Víctor Macario.



Figura 123. Envés de la hoja pinnada de *S. humilis*. De color verde claro. Fotografía: Víctor Macario.

Inflorescencias: Usualmente axilares, miden de 11.5 a 22 cm de largo, muy ramificadas, formando panículas terminales o axilares, densamente agrupados y glabras.



Figura 124. Inflorescencias de *S. humilis*

Flor: Cáliz 5-lobado, lóbulos obtusos o deltoides, de 1 a 2 mm de largo y 1 a 3 mm de ancho; 5 pétalos blanco-verdosos, liguliformes a obovados, de 3 a 5.5 mm de largo y 1.5 a 3 mm de ancho, con ápice redondeado, margen ciliado; tubo estaminal cilíndrico a urceolado, mide de 3.5 a 4.5 mm de largo, con 10 apéndices cortamente acuminados o angostamente deltados en el ápice, anteras 10, dentro del ápice del tubo, anteroides más pequeños que las anteras, color café oscuro, indehiscentes; en las flores pistiladas el ovario es globoso, glabro, lóculos con 12 a 14 óvulos, pistilodio delgado y con óvulos rudimentarios. El nectario es anular.

El período de floración ocurre durante los meses de diciembre a marzo.



Figura 125. Flores de la especie *S. humilis* Zucc.

Fruto: Cápsula alargada y ovoide, cuando madura mide 11.5 a 15 cm y 5.5 a 9.5 cm de diámetro, lisa o distintamente foveolada, café gris pálida, con valvas exteriores muy leñosas, valvas interiores más delgadas, con manchas café pálidas y blancas; estípite 5.3 a 15 cm de largo; semillas 7 a 10 cm de largo incluyendo el ala, café-pajizo pálidas; el ala le permite a la semilla ser dispersada por el viento.



Figura 126. Cápsulas de *S. humilis* en proceso de maduración, en Quezada, Jutiapa. Foto: Víctor Macario.



Figura 127. Cápsulas de *S. humilis* en diferente etapa de crecimiento. Fotografía: Víctor Macario.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Densidad básica: La densidad básica del duramen es de $0.56 \text{ gr/cm}^3 \pm 0.05$; Este valor indica que la madera es semi-pesada.

Contracción radial: La madera de duramen se contrae en un $3.29\% \pm 0.51$

Contracción tangencial: El duramen se contrae en $4.38\% \pm 0.52$

Contracción longitudinal: El duramen se contrae en un $0.26\% \pm 0.12$

Relación tangencial/radial: El duramen presenta un valor de 1.35 ± 0.21 indicando que es una madera estable que en ocasiones tiende a presentar grietas.

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

El duramen y la albura están bien diferenciados.

Color: La madera de duramen es de color café claro a beige, pero puede variar a salmón y crema.

Diseño o vetado: Jaspeado y con una leve presencia de los anillos de crecimiento que son poco diferenciados.

Grano: Tiende a ser levemente inclinado.

Brillo: La madera lijada expuesta a la luz solar presenta brillo en el corte radial y tangencial.

Olor: Imperceptible.

Sabor: Imperceptible.

Textura: Tiene una textura media, porque a simple vista se pueden observar los elementos anatómicos presentes en la madera.

Vistas de la madera de *S. humilis* Zucc.



Figura 128. Vista longitudinal radial de la madera de *S. humilis* Zucc.

La Figura 124 muestra el color beige, salmón y vetas café junto a los nudos característicos de la especie.



Figura 129. Vista longitudinal tangencial de la madera de *S. humilis* Zucc.

En la Figura se observa el color beige de la madera de *S. humilis*, es visible también el dibujo característico de la especie.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA DEL XILEMA SECUNDARIO DE *Swietenia humilis*:

Vista Transversal

Porosidad: Difusa. De vasos solitarios a múltiples de hasta 10 vasos juntos. Numerosos vasos presentan sustancias cristalizadas en su interior. Unos pocos vasos están acompañados de parénquima paratraqueal vasicéntrico.

Generalmente hay una sola banda de parénquima axial marginal bien marcada y ancha, pero es posible observar dos e incluso 3 bandas, separadas entre sí por bandas de fibras. Acompañando a las bandas de parénquima hay parénquima apotraqueal difuso. Se observan algunas pocas células de Parénquima paratraqueal escaso

Los rayos de parénquima son abundantes y tienen 3 filas de células en promedio e incluso 5; sin embargo, hay rayos uniseriados también, con células más redondeadas que en los rayos multiseriados.

En la albura las fibras son de paredes celulares más delgadas que en el duramen.

Hay fibras grandes con lumen ancho y fibras pequeñas que casi no tienen lumen.

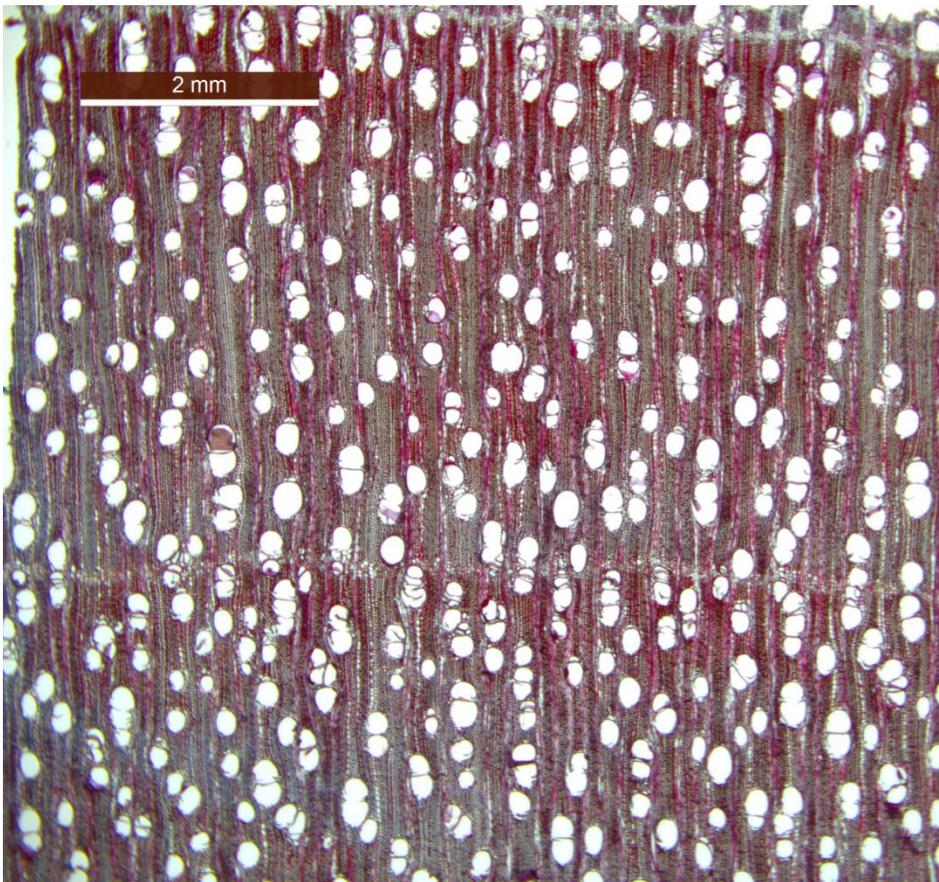


Figura 130. Albura de *S. humilis*. 1.25X. Hay una sola banda de parénquima terminal bandeado al final de cada anillo de crecimiento.

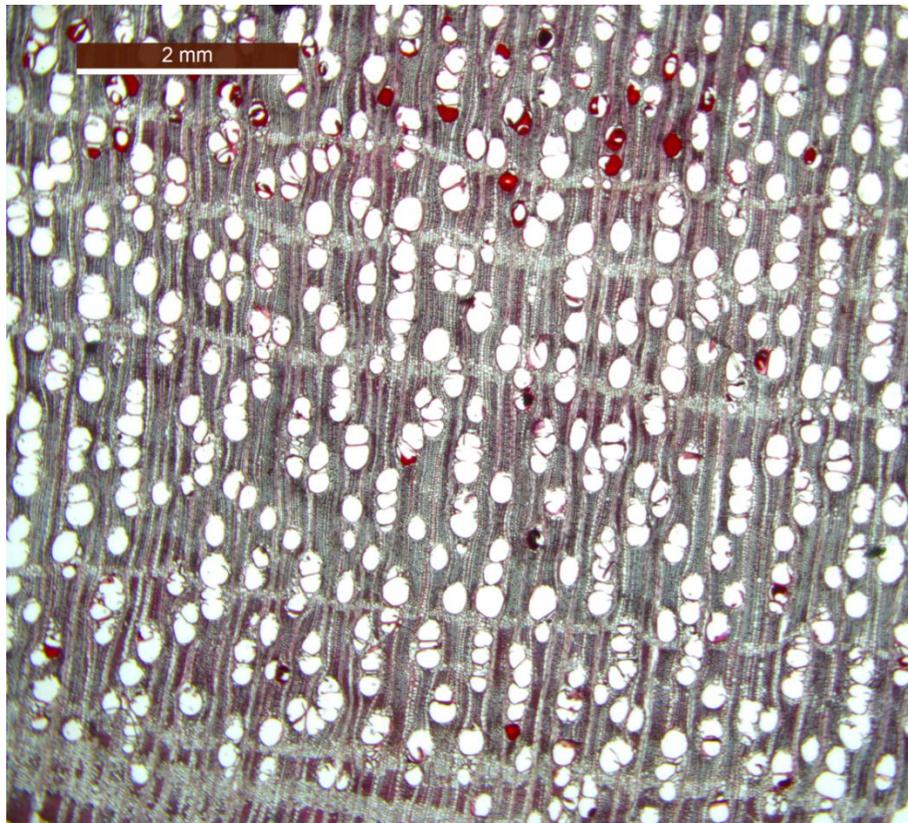


Figura 131. Duramen de *S. humilis*. 1.25X. En la base del corte se ven varias bandas de parénquima.

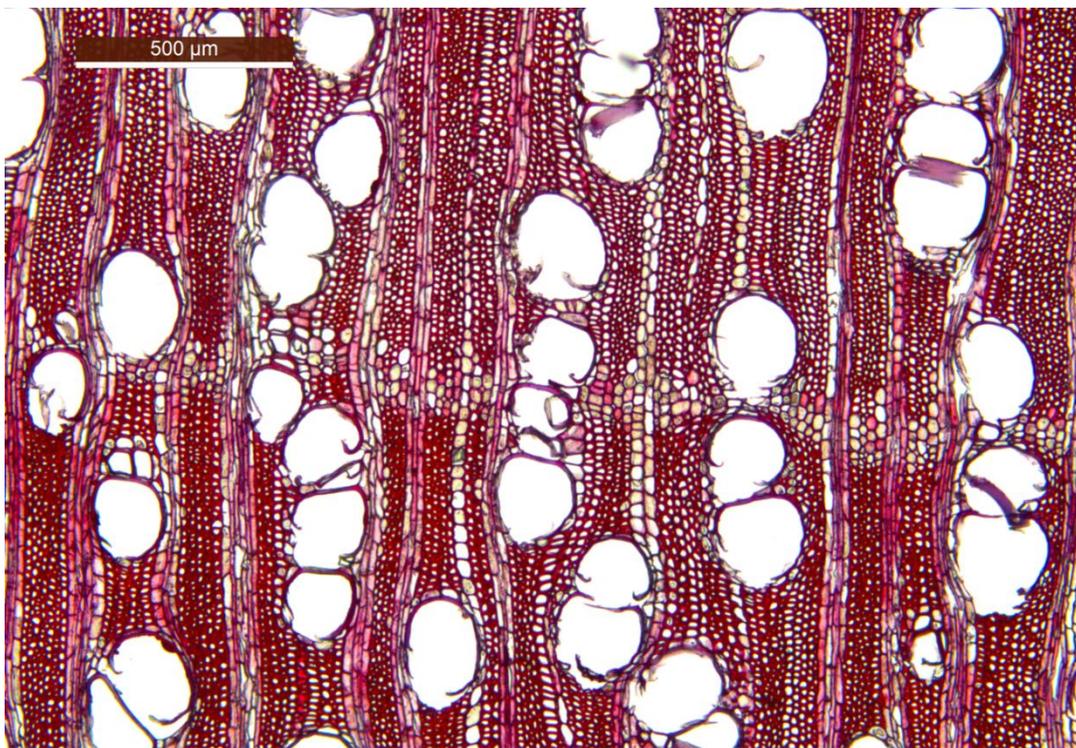


Figura 132. Albura de *S. humilis*. 5x.

En la Figura 132 se observan rayos de dos tipos; los rayos normales de 3 o más filas de células y rayos con una o dos filas de células que son redondeadas. En la parte media del corte está una banda de parénquima marginal. Los vasos son múltiples en su mayoría.

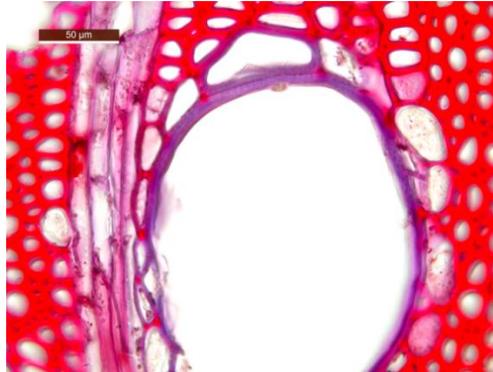


Figura 133. Albura de *S. humilis*. 40x. Vaso de xilema con parénquima vasicéntrico, fibras y un rayo de parénquima lateral.

Vista Longitudinal Tangencial

Radios de parénquima heterocelulares, relativamente cortos y anchos. Se observa parénquima paratraqueal escaso principalmente. Hay fibras septadas y no septadas, que se observan claramente con los objetivos de mayor aumento. Hay diferencia en el tamaño de fibras. Las punteaduras de los vasos del xilema son opuestas. Numerosos vasos presentan sustancias cristalizadas en su interior.

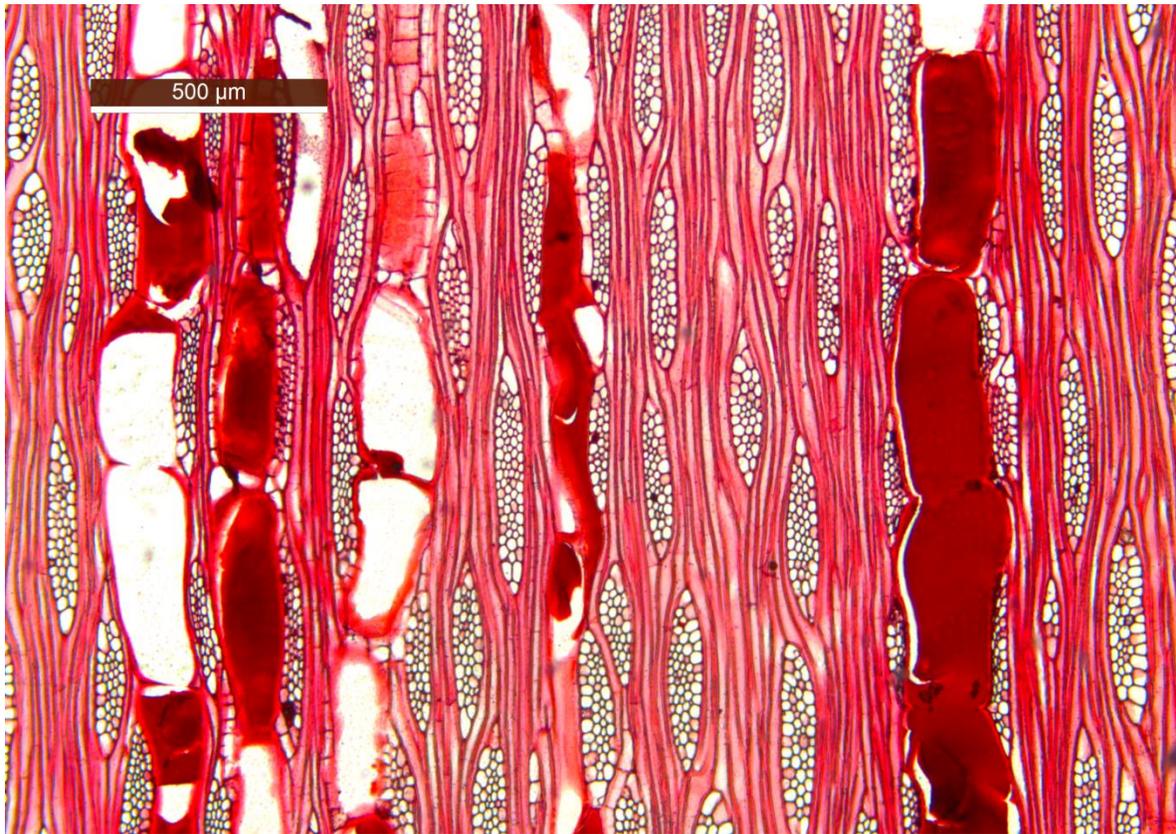


Figura 134. Vista longitudinal tangencial. 5x. Vasos con sustancias cristalizadas en su interior.

Vista Longitudinal Radial

Confirma esta vista que los rayos de parénquima son heterogéneos. Se observa parénquima paratraqueal. El grano o hilo de las fibras es recto.

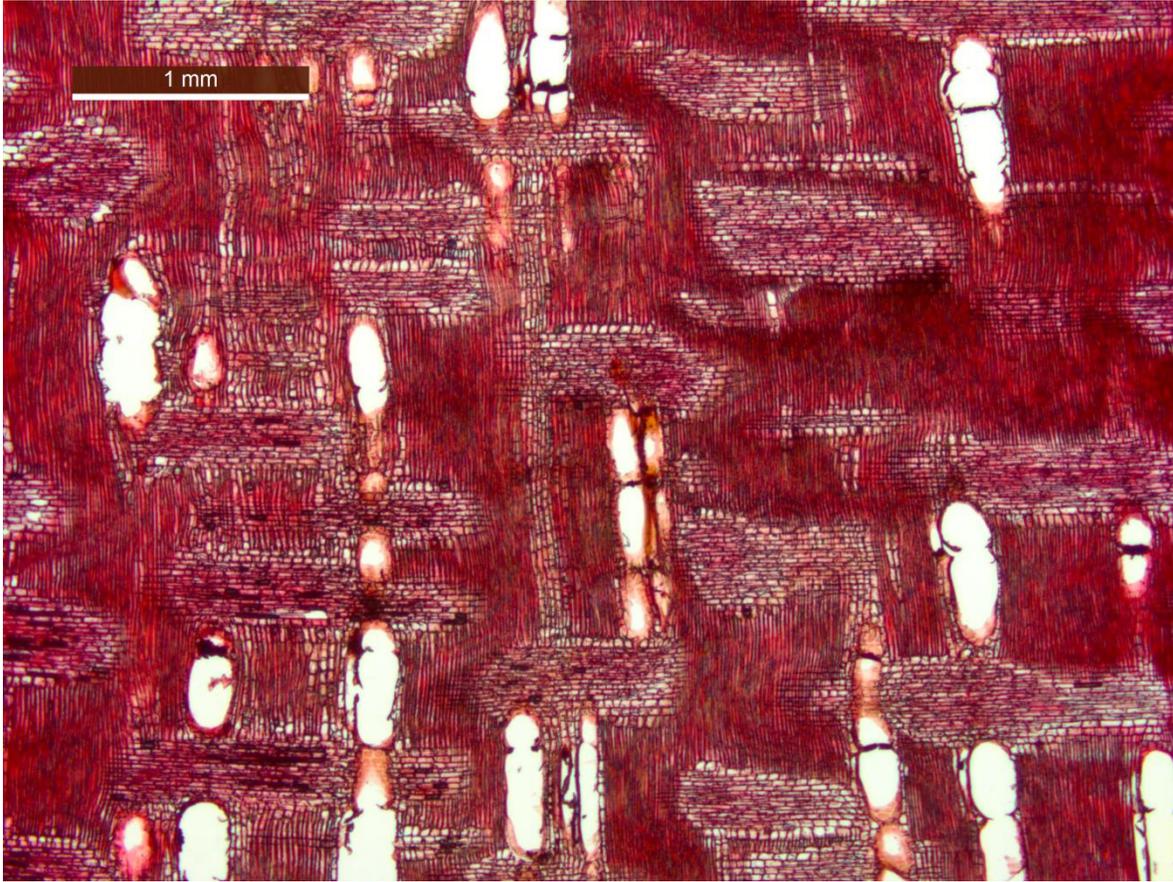


Figura 135. Albura de *S. humilis*. 2.5X.

DIFERENCIAS ENTRE ANATOMÍA XILEMA SECUNDARIO HUMILIS Y MACROPHYLLA

En vista tangencial, los rayos de *S. humilis* son más cortos y más anchos que los de *S. macrophylla*. En vista transversal, en el caso de *S. humilis* hay más vasos juntos en los vasos múltiples, ya que *S. humilis* tiene hasta 10 vasos juntos y *S. macrophylla* llega a 5.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MADERA DE *S humilis*

Vista Transversal

Porosidad difusa; vasos solitarios y múltiples de 2-10; la mayoría de vasos con sustancias cristalizadas en su interior. Rayos numerosos, algunos anchos y muy visibles y otros estrechos y menos visibles. Parénquima marginal muy visible. Casi no hay parénquima paratraqueal y lo poco que se observa es paratraqueal escaso.

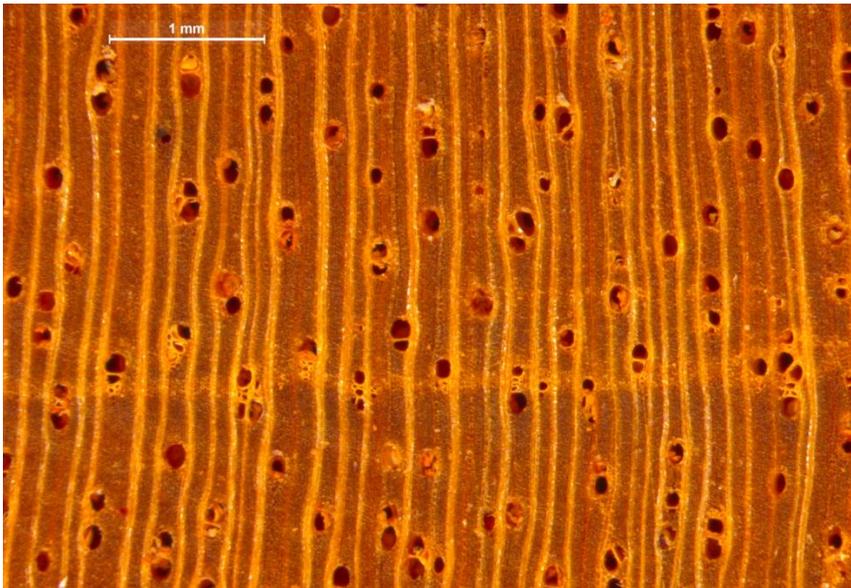


Figura 136. Duramen de *S. humilis*. 0.63X4X.

Vista Longitudinal Tangencial

Los rayos se ven ligeramente estratificados especialmente cuando se observan con bajo aumento (10X por ejemplo), la estratificación es ligeramente ondulada.

Los vasos del xilema están rellenos con sustancias cristalizadas en color ámbar rojizo o café.

La madera de duramen se observa en color amarillo rojizo.

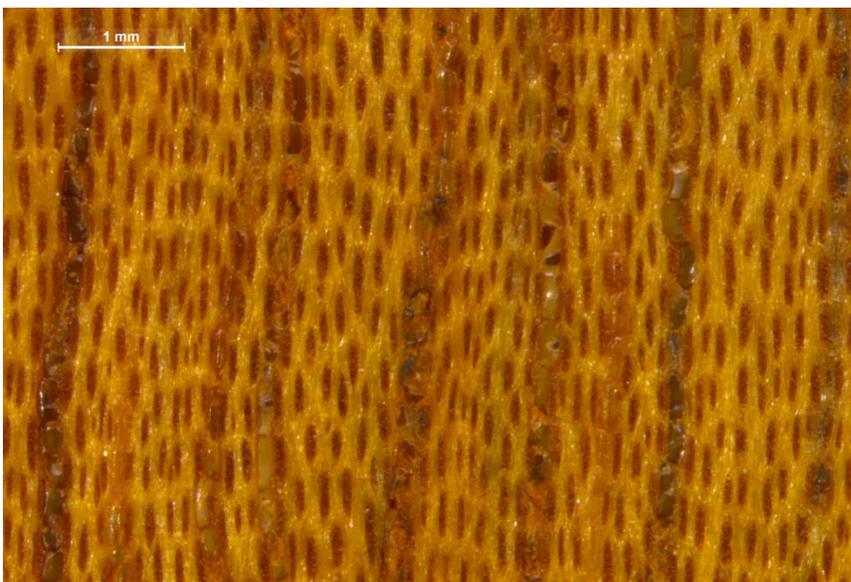


Figura 137. Albura de *S. humilis*. 0.63X3.2X

Vista Longitudinal Radial

La textura general no es lisa sino que simula que hay ondulaciones. Los rayos se ven claramente rellenos de sustancias cristalizadas rojizas. Los rayos se observan de color amarillo brillante, formando escalones en diagonal. Las fibras son de color café rojizo. Grano: ligeramente ondulado.

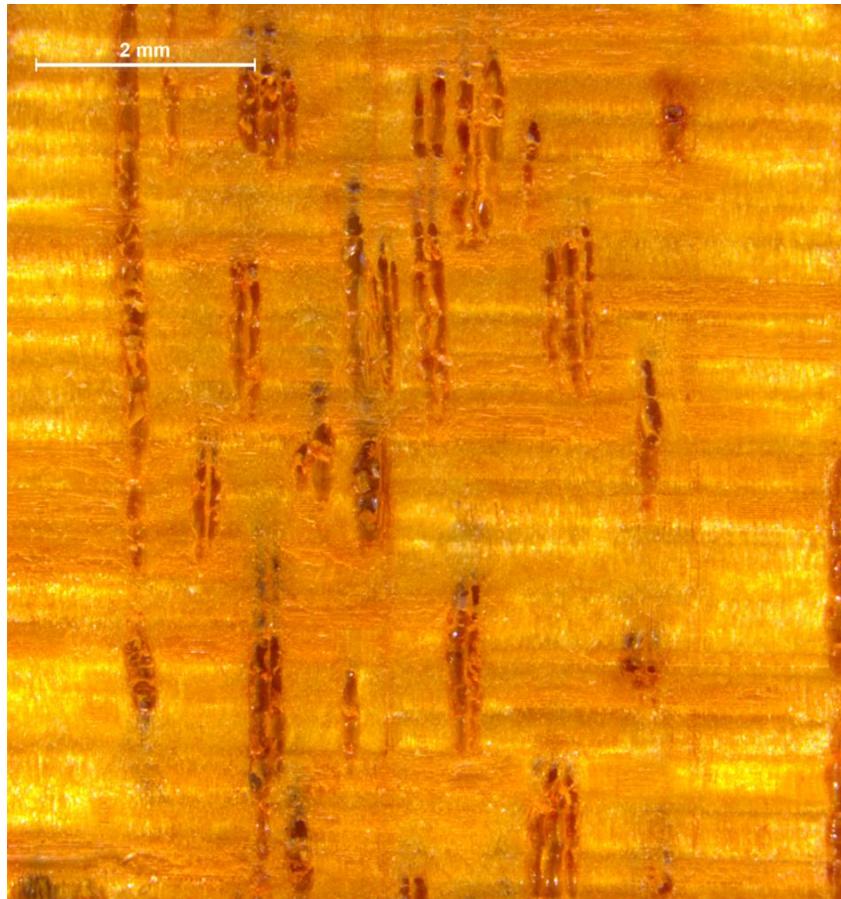


Figura 138. Vista radial de *S. humilis*. 0.63X 2X.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Guaiaacum sanctum*.

FAMILIA: Zygophyllaceae

NOMBRE COMÚN: Guayacán.

Nombre internacional de la madera:

SITUACIÓN ACTUAL DE LA ESPECIE EN GUATEMALA

Costa Sur: El avance de frontera agrícola ha provocado la disminución del hábitat de la especie y su degradación genética; ya que, en la actualidad *G. sanctum* se encuentra solamente en las orillas de los caminos, en cercos y en patios de las casas de las aldeas Churirín y Tahuexco Such., en donde las personas lo utilizan como ornamental. Luego de intensa búsqueda se determinó que hay menos de 100 árboles en el área (Sánchez, M., 2015). Hay una plantación de 1 ha con 8 años de edad, lo cual es de importancia pues muestra en interés de las personas por recuperar la especie.

Oriente de Guatemala: *Guaiaacum sanctum* crece en bosques secos de Zacapa y El Progreso, en donde ha sido depredada fuertemente con fines comerciales. Así mismo, el cambio de uso del suelo ha permitido que miles de árboles hayan sido talados para sustituirlos por plantaciones de limón, tabaco, tomate melón y otros cultivos; de manera que ya es difícil encontrar árboles parentales. Los Parques Regionales Niño Dormido, en Cabañas y El Castillo, en Río Hondo, Zacapa son reservorios genéticos de la especie, pues en ambos crece naturalmente la especie; al igual que en áreas de la Sierra de las Minas que están bajo protección de Defensores de la Naturaleza o forman parte del Sistema de Áreas Protegidas Privadas.



Figura 139. Plantación de *G. sanctum* en Churirín, Suchitepéquez

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HÁBITAT:

Región de Oriente:

G. sanctum crece en los departamentos de Zacapa y El Progreso, en zonas de vida con Monte espinoso subtropical (me-S), Bosque Seco Tropical (bs-T) y Bosque seco subtropical (bs-S) (Cruz, 1982), con altitudes que oscilan entre 200 a 400 msnm; la topografía que se presenta en el área es poco pronunciada, teniendo 5%-40% de pendiente. Los suelos son de textura franco-arenosa; en el área se encuentran rocas pomáceas, metamórficas e ígneas de las Tierras Altas Cristalinas y la Depresión del río Motagua; los suelos se originaron en el período geológico Terciario.

De acuerdo a nuestras observaciones de campo y a la determinación botánica respectiva, las especies arbóreas y arbustivas que usualmente la acompañan son: *Swietenia humilis* Zucc. Girador (*Gyrocarpus americanus* Jacq.), Naranjillo o Duruche (*Jacquinia aurantiaca* Ait), *Pereskia*

lichnidiflora D.C. y especies de la familia Cactaceae. Otras especies arbóreas y arbustivas como: Chaparro (*Cordia truncatifolia* Bartlett.), Vainillón (*Cassia emarginata* L. Senna), Brasil o Campeche (*Haematoxylon brasiletto* Karst) (Standley y Steyermark, 1946).



Figura 140. Parque Regional Municipal Niño Dormido, Cabañas, Zacapa en época seca (Diciembre – Abril).

Como se observa en la Figura 134, casi todos los árboles y arbustos están defoliados y en dormancia por las altas temperaturas y la sequía. Sin embargo, el guayacán no defolia ni entra a dormancia completamente. En la fotografía se observa el habitat típico de *Guaiacum sanctum*.



Figura 141. Vista desde el Parque Regional Municipal Niño Dormido, Cabañas, Zacapa en época de lluviosa (Mayo – Noviembre).

Región sur

El guayacán crece principalmente en una franja de 12 m km de largo x 4 km de ancho, en Churirín y en Tahuexco, Suchitepéquez, cerca del océano Pacífico, de acuerdo con Martín Sánchez (conversación personal) y comprobado en campo por el equipo de trabajo. Dicha franja se ubica en la zona de vida de Bosque seco subtropical (bs-S) (Cruz, 1082), en altitudes que oscilan entre 10 a 30 msnm, sobre topografía suave de 5% pendiente, con suelos de grano fino y cristalita de textura franco – arenoso, originados en el período geológico Terciario. En el área se encuentran rocas pomáceas, metamórficas e ígneas. Según la Flora de Guatemala, la especie se encontraba creciendo bien en la Llanura Costera del Pacífico, en esteros de mangles y en áreas de inundaciones. Sin embargo, su hábitat ha desaparecido para dar lugar a cultivos de caña de azúcar, plátano, banano, palma africana y otros.

Las especies arbóreas y arbustivas que usualmente la acompañan son: Caoba (*Swietenia humilis* Zucc.), *Pereskia licheniflora* D.C., Ceiba (*Ceiba pentandra* L.), Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq.), aripín (*Caesalpinia velutina* Britton & Rose). Otras especies arbóreas acompañantes son: Jocote de marañón (*Anarcadium occidentale* L.), Matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.), Palo de jiote (*Bursera simaruba* L.), (Standley y Steyermark, 1946).



Figura 142. *G. sanctum* en Tahuexco, Suchitepéquez

FENOLOGIA DE *G. sanctum*

Climadiagrama de la especie *Guaiacum sanctum* L., Río Hondo, Zacapa

Los datos de precipitación y temperatura media utilizados para elaborar el Climadiagrama respectivo fueron tomados de la Estación meteorológica Pasabién (INSIVUMEH, 2014), localizada en Río Hondo a una elevación de 260 msnm (coordenadas 588107.61 X, 1662189.30 Y). Dicha estación comparte la zona de vida de la especie.

En la región, la época seca dura un período aproximado de 5 meses (noviembre-marzo), en los cuales la precipitación no sobrepasa los 20 mm. En abril pueden darse las primeras lluvias, aunque la época lluviosa se establece en mayo; ésta es bimodal, pues tiene dos picos, uno en junio y otro en agosto-septiembre, con una canícula en julio. De noviembre a febrero ocurren las temperaturas promedio más bajas del año. Siendo marzo, abril y mayo los meses más calurosos, con temperaturas de casi 30°C.

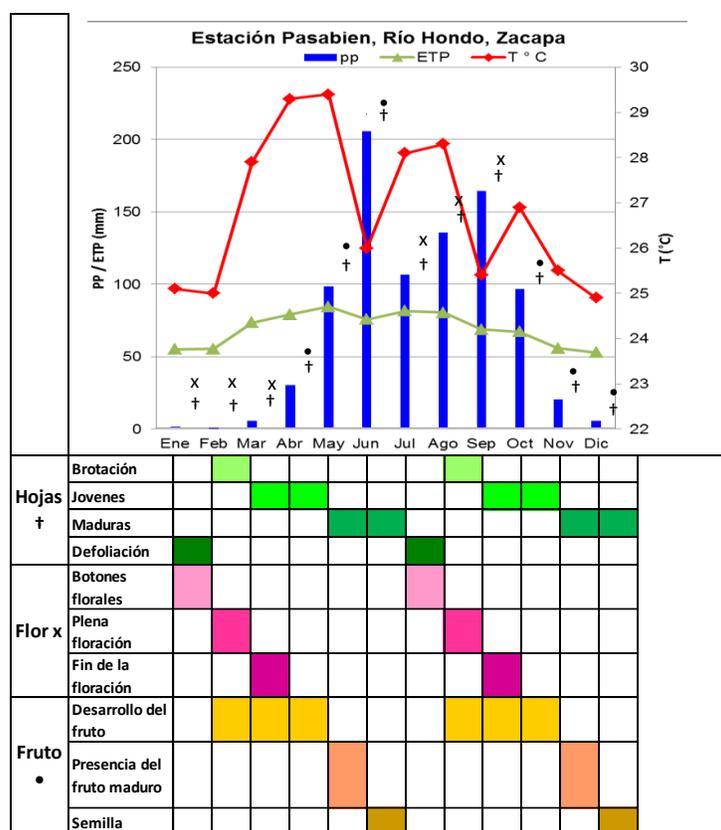


Figura 143. Climadiagrama de la región oriente y cuadro fenológico para *G. sanctum* L.

Fenología:

Follaje: Hay defoliación parcial en enero; las hojas nuevas brotan en febrero-marzo y maduran entre mayo y junio, en los meses de mayor precipitación, dando soporte a los frutos que se encuentran en desarrollo. Ocurre nuevamente una defoliación parcial en la época de canícula que se da entre julio y agosto. Hay una nueva brotación de hojas en los meses septiembre y octubre, que alcanzan su madurez entre noviembre y diciembre.

Floración: La primera floración ocurre entre enero y marzo. La especie florece naturalmente una segunda vez entre julio y agosto; la inducción de esta segunda floración la provoca la canícula de julio, cuando la temperatura aumenta a 28 °C y la evapotranspiración está a 70 mm.

Fructificación: El primer período de fructificación ocurre entre febrero y junio, mes en el que hay frutos maduros. Hay presencia de semillas maduras en junio y julio. Luego, entre agosto y octubre se presenta por segunda vez del año, el desarrollo del fruto, con presencia del fruto maduro en noviembre y diciembre. La semilla se podrá obtener aproximadamente en diciembre y enero, pudiendo ser los meses de colecta.

Climadiagrama de *Guaicum sanctum* L. en Churirin y Tahuexco, Suchitepéquez

La estación climatológica elegida para el estudio fue la Estación Puerto San José, Escuintla (INSIVUMEH, 2014), ésta comparte la zona de vida de *G. sanctum*. Dicha estación se encuentra en el área costera de Escuintla, a una elevación de 50 msnm, con coordenadas 135610X, 905004Y. *Guaicum sanctum* crece en la zona de vida: Bosque húmedo subtropical (cálido) (bs – S (c)) (Cruz, 1982), con elevaciones que van de 15 msnm a 30 msnm, la especie crece cerca del mar en una franja de 12 km de largo por 4 km de ancho, aproximadamente.

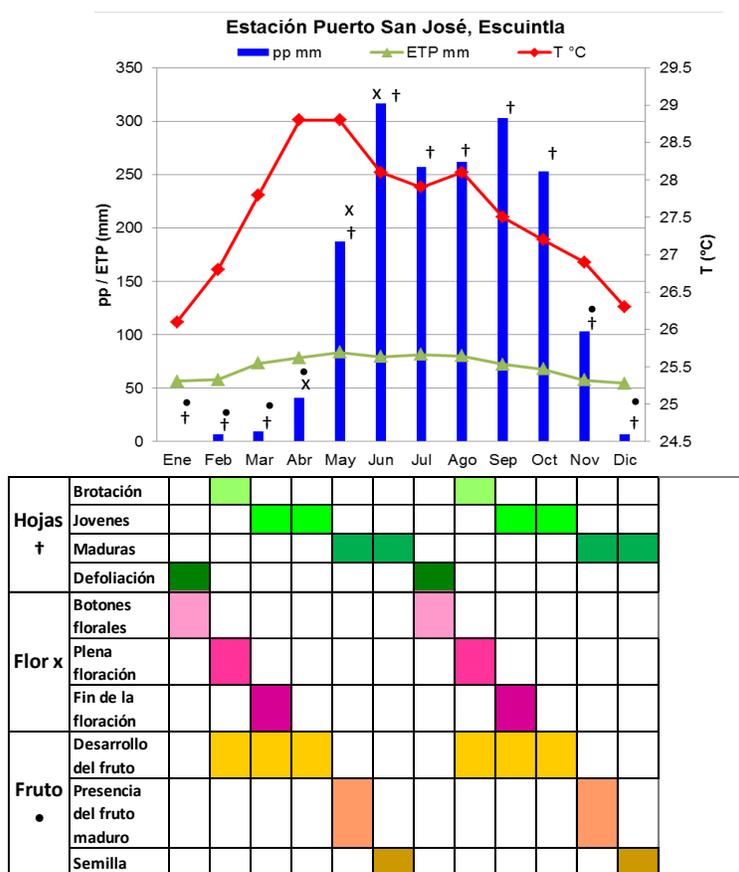


Figura 144. Climadiagrama de la región sur y cuadro fenológico para *Guaicum sanctum* L.

Follaje: Los árboles defolian parcialmente en enero; brotan en febrero y se desarrollan hasta llegar a su madurez en mayo-julio, dando soporte a los frutos que se encuentran en desarrollo. Los árboles defolian nuevamente en julio. Hay brotación de hojas nuevas en agosto, que se desarrollan hasta madurar en noviembre y diciembre.

Floración: Las bajas temperaturas y precipitación en noviembre diciembre inducen la formación de botones florales en enero. La plena floración ocurre en febrero y la misma finaliza en marzo, en un

período de sequía. Abril se considera el mes más seco. Con la canícula de julio, los árboles defolian nuevamente y se induce una segunda floración que transcurre entre julio-septiembre.

Fructificación: El desarrollo de los frutos ocurre entre febrero y abril, para madurar en mayo y presentar semillas maduras en junio. La segunda fructificación ocurre de agosto a octubre, y los frutos maduran en noviembre. La semilla se podrá obtener aproximadamente en diciembre y enero, pudiendo ser los meses de colecta.

Aunque el período fenológico sea similar entre las dos regiones, existe diferencia en los tamaños de las hojas y frutos, posiblemente porque en la costa sur la precipitación es mayores.

CICLO FENOLÓGICO



Figura 145. Ciclo fenológico de *Guaiacum sanctum* L.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *Guaicum sanctum*

Arbustos o árboles de 5 a 16 m de altura total, de copa densa y redondeada, altura a la primera rama es de 0.5 a 3 m, con un Dap entre 20 a 40 cm; corteza gris, escamosa, presentando parches amarillos al caer las escamas; fuste simulando un cuadrado conforme crece. Algunas veces alberga especies de la familia Bromeliaceae.



Figura 146. Árbol de la especie *G. sanctum* L. en Cabañas, Zacapa.



Figura 147. Corteza del árbol de la especie *G. sanctum* L.

Hojas: Compuestas, pinnadas; miden de 2.5 a 7.5 cm de largo; folíolos de 4 a 5 pares, angostamente oblongos a obovados, 1 a 4.5 cm de largo y 0.5 a 1.5 cm de ancho, color verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés, coriáceos y glabros. ; raquis de 2.5 a 6.5 mm de largo; peciólulos de 0.4 a 1.2 mm.



Figura 148. Hojas compuestas pinnadas paripinnadas de *G. sanctum* L.

Flores: Muy llamativas y abundantes, moradas o azules en raros casos blancas o rosado pálido; pedúnculos de 1.5 a 3mm de largo; cáliz de 3 a 11 mm de largo y 2 a 5 mm de ancho; sépalos 5, deciduos; pétalos 5, unguiculados, retorcidos basalmente dando a las flores apariencia zigomorfa, obovados, 7 a 12 mm de largo.



Figura 149. Flores moradas o azules de la especie arbórea *G. sanctum* L.



Figura 150. Flores de la especie arbórea *G. sanctum* L. raras veces blancas o rosado pálido.

Fruto: Cápsula obovoide, de 1 a 2 cm de largo, ca 1 cm de alto y 1.5 cm de ancho, amarillo a anaranjado cuando maduro; semillas 5 mm de largo, 1 a 4, negras, rodeadas por un arilo rojo brillante, por lo general 1 ó 2 madurando en cada fruto.



Figura 151. Fruto globoso de la especie *G. sanctum* L.

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

El duramen y la albura están bien diferenciados.

Color: La madera de duramen presenta un fondo de color café con bandas de varios tonos de café obscuro hasta negro. La madera de albura está dividida en dos regiones, la primera es de color cremoso con funciones de conducción y la segunda región es de fondo cremoso con bandas de color café a verdoso, y está en proceso de duraminización.

Diseño o vetado: En la madera de duramen se observa un dibujo parabólico que a su vez se combina con el diseño cromático.

Grano: Varía de inclinado a entrecruzado.

Brillo: La madera lijada expuesta a la luz solar presenta brillo en el corte radial y tangencial.

Olor: Dulce.

Sabor: Ligeramente dulce.

Textura: Los elementos anatómicos son casi imperceptibles a simple vista, por lo que presenta una textura fina.

VISTA DE LA MADERA DE *Guaiacum sanctum* L.



Figura 152. Vista longitudinal tangencial de la madera de *G. sanctum*.

En la Figura 152 puede observarse la diferencia de color entre albura beige o crema y el duramen con tonalidades de café.

Características Microscópicas de la Madera de *Guaiacum sanctum* L.

Vista Transversal

Anillos de crecimiento bien marcados. **Porosidad:** Semi-circular. **Vasos** del xilemasolitarios en su totalidad. **Radios del Parénquima** estrechos y numerosos. **Parénquima paratraqueal** aliforme y paratraqueal unilateral. Hay un poco de **Parénquima apotraqueal difuso**.

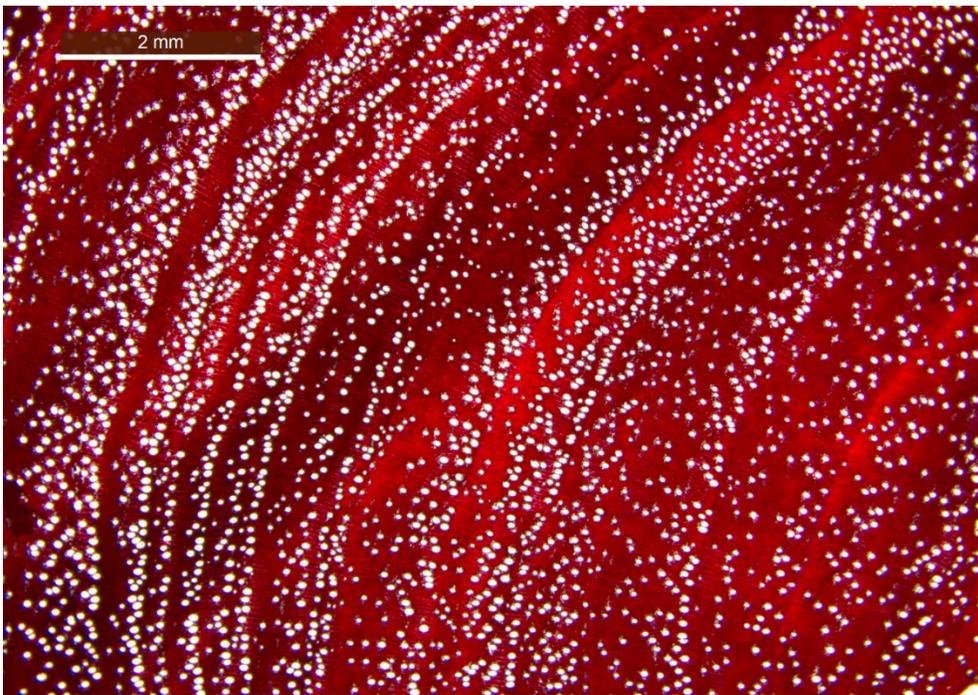


Figura 153. Vista transversal del duramen de *G. sanctum*. 1.25X. Porosidad semi-circular, anillos marcados.

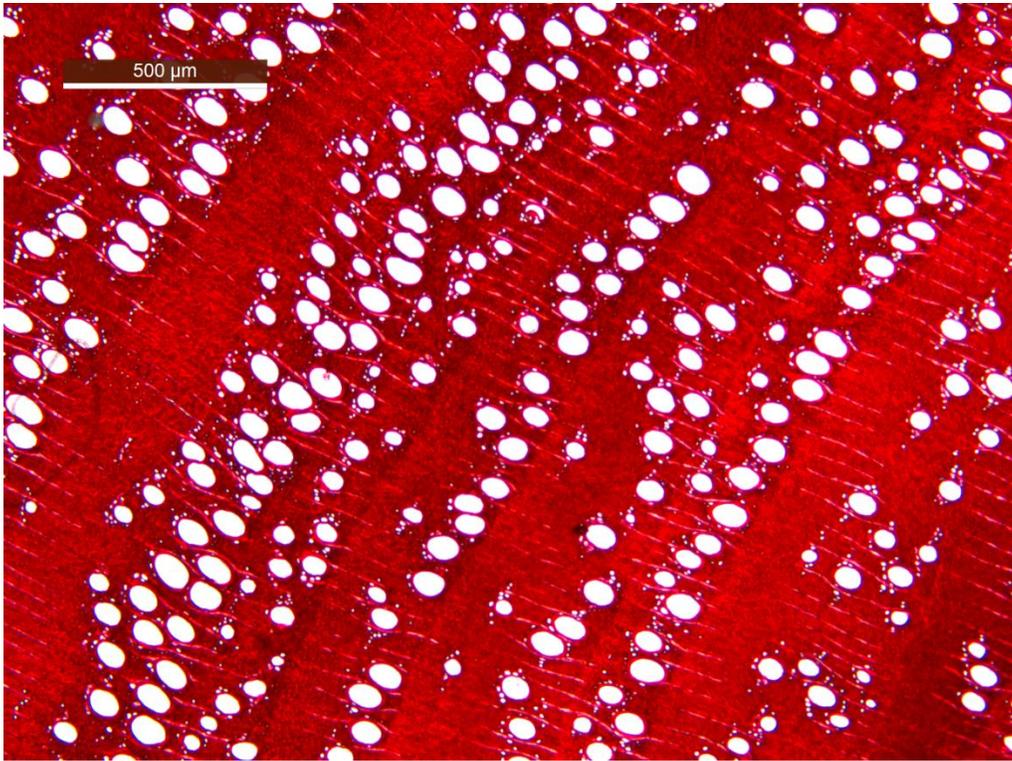


Figura 154. Vista transversal del duramen de *G. sanctum*. 5X. Se observa parénquima paratraqueal aliforme y paratraqueal escaso.

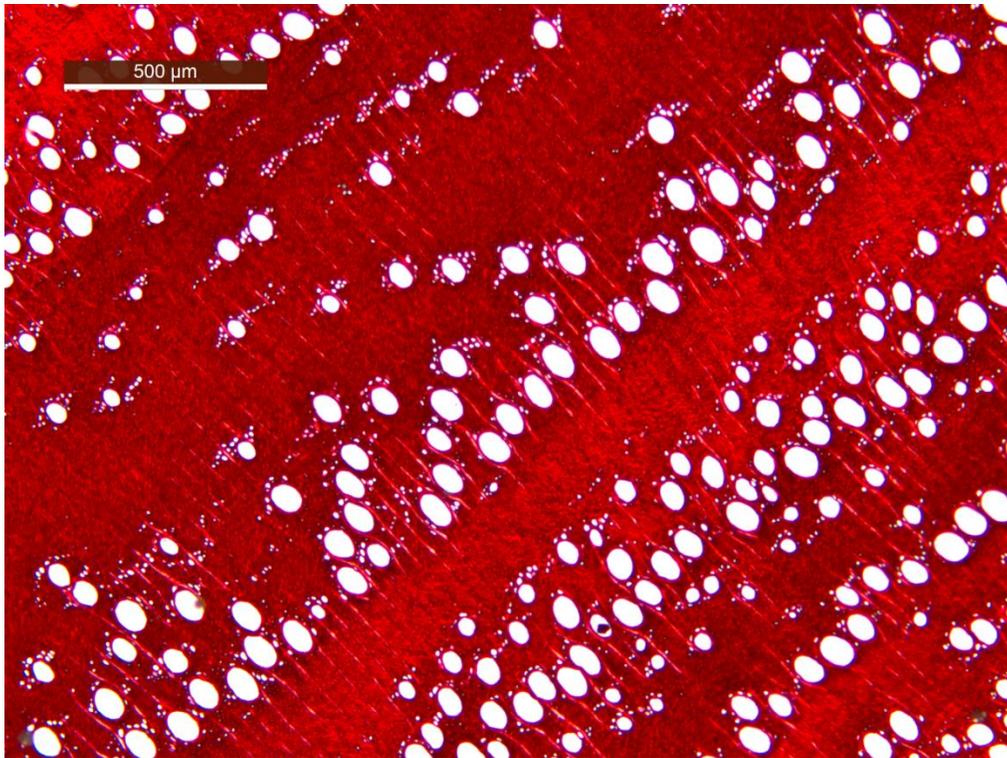


Figura 155. Vista transversal de duramen de *G. sanctum*. 5X.

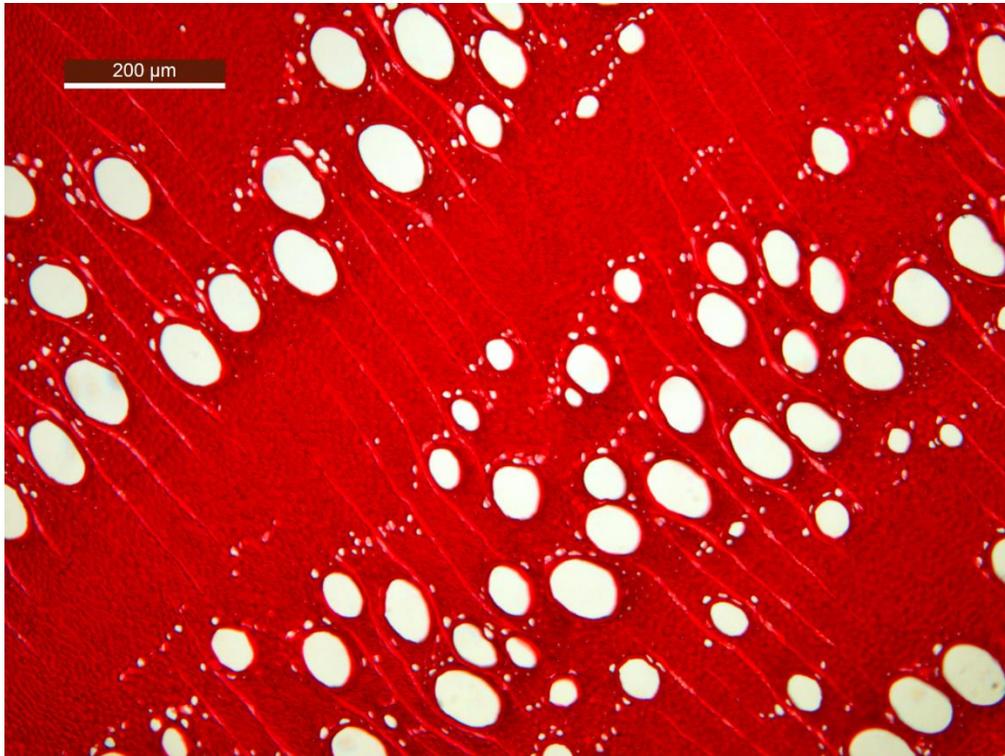


Figura 156. Vista transversal de *G. sanctum*. 10X.

VISTA LONGITUDINAL TANGENCIAL

Radios del parénquima: uniseriados, finamente estratificados, cortos con 4-6 células. Fibras cortas de paredes gruesas.

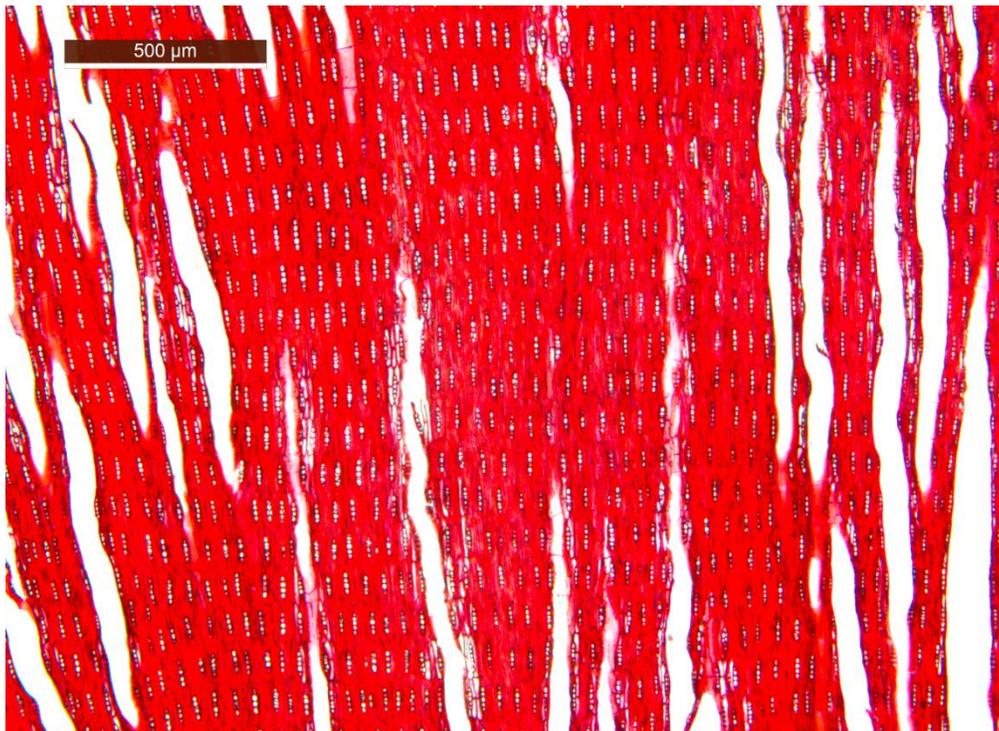


Figura 157. Vista longitudinal tangencial de duramen de *G. sanctum*. 5X.

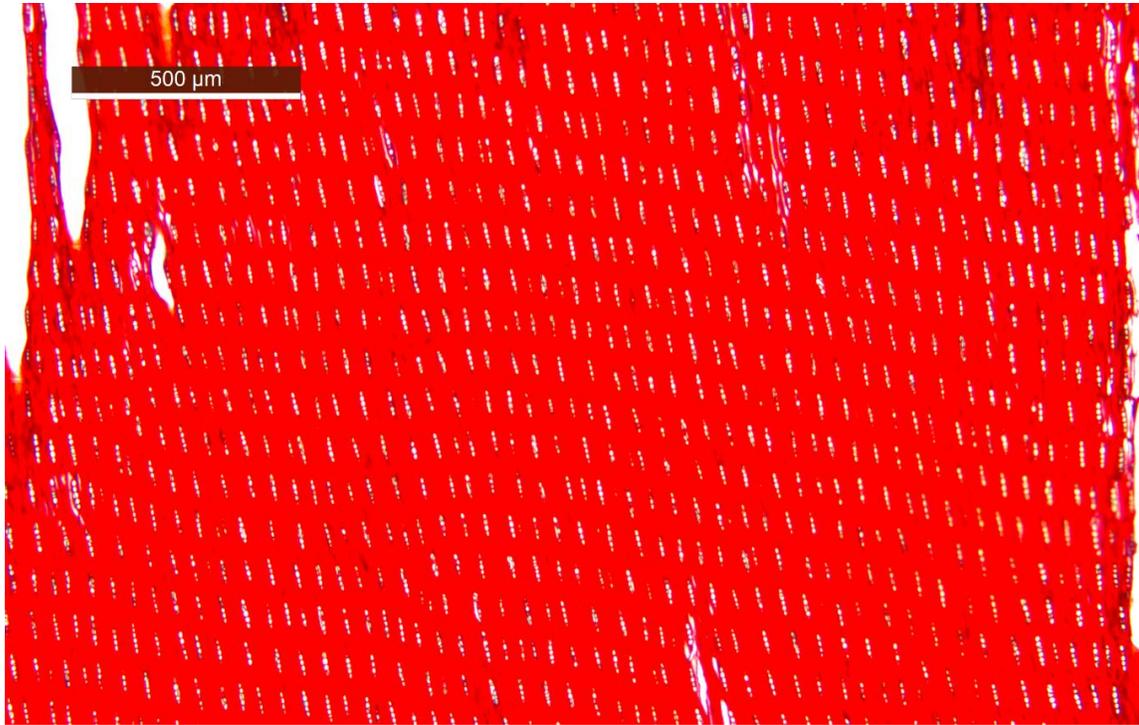


Figura 158. Vista longitudinal tangencial de 5X. Rayos cortos, uniseriados y estratificados.

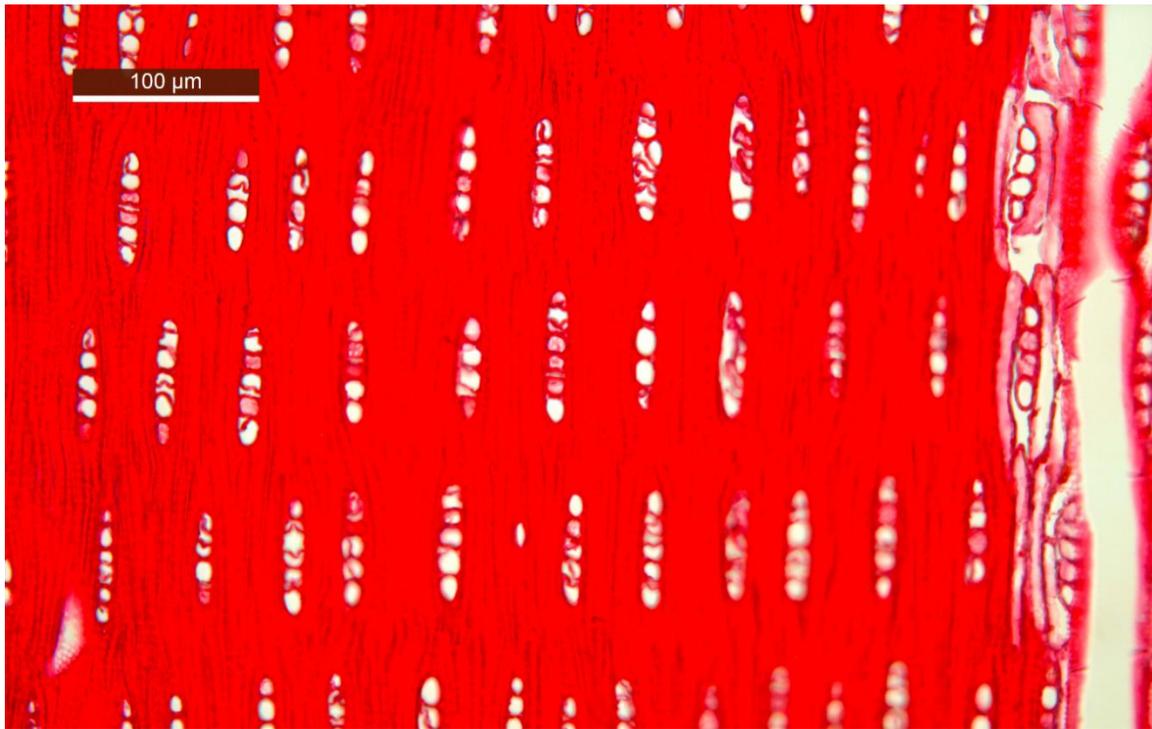


Figura 159. Vista longitudinal tangencial de albura de *G. sanctum*. 20X.

VISTA LONGITUDINAL RADIAL:

Rayos son homogéneos; los vasos están rellenos de gomas de color café oscuro. El Grano entrecruzado. Las fibras presentan punteaduras oscuras y muy pequeñas.

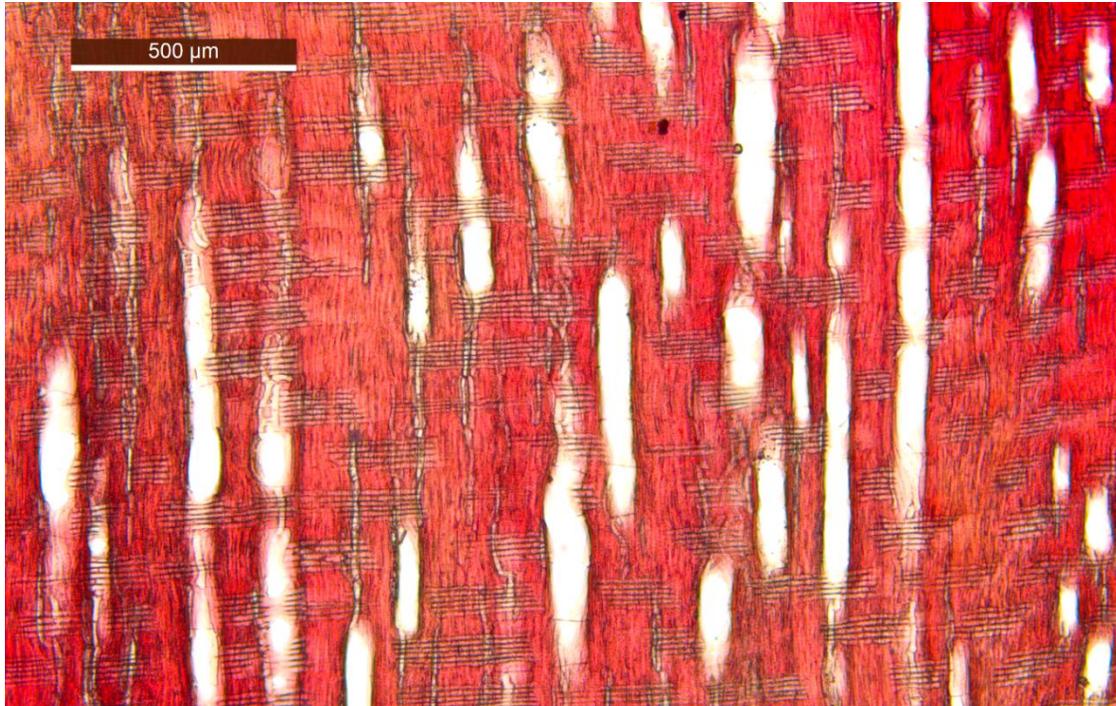


Figura 160. Vista longitudinal radial de albura. 5X.

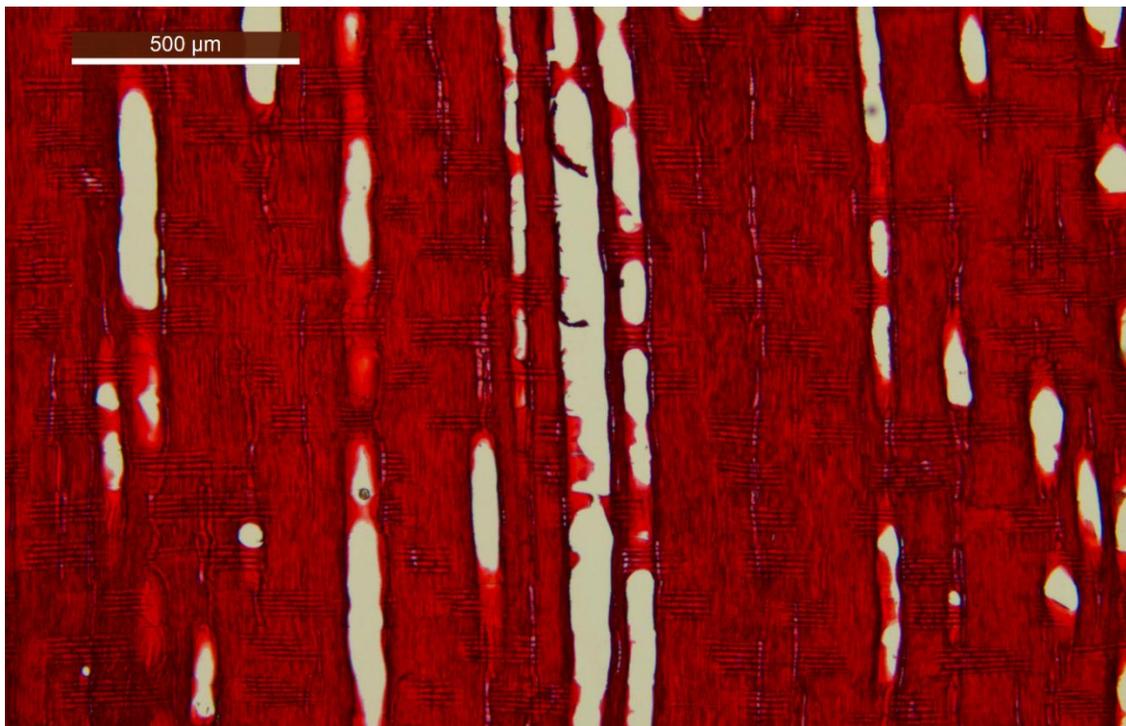


Figura 161. Vista longitudinal radial del xilema secundario de *G. sanctum*. Albura. 5X.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MADERA DE GUAIACUM SANCTUM

VISTA TRANSVERSAL:

Porosidad semi-circular, anillos de crecimiento bien marcados, estrechos, con una banda de fibras al final. Rayos numerosos y estrechos. Parénquima paratraqueal aliforme y paratraqueal unilateral.

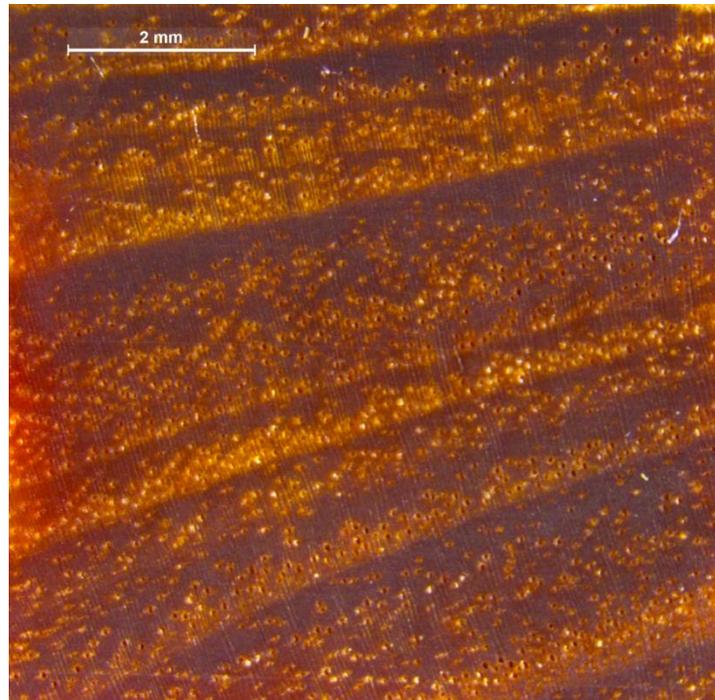


Figura 162. Vista transversal del duramen de *G. sanctum*. 0.63X2X.

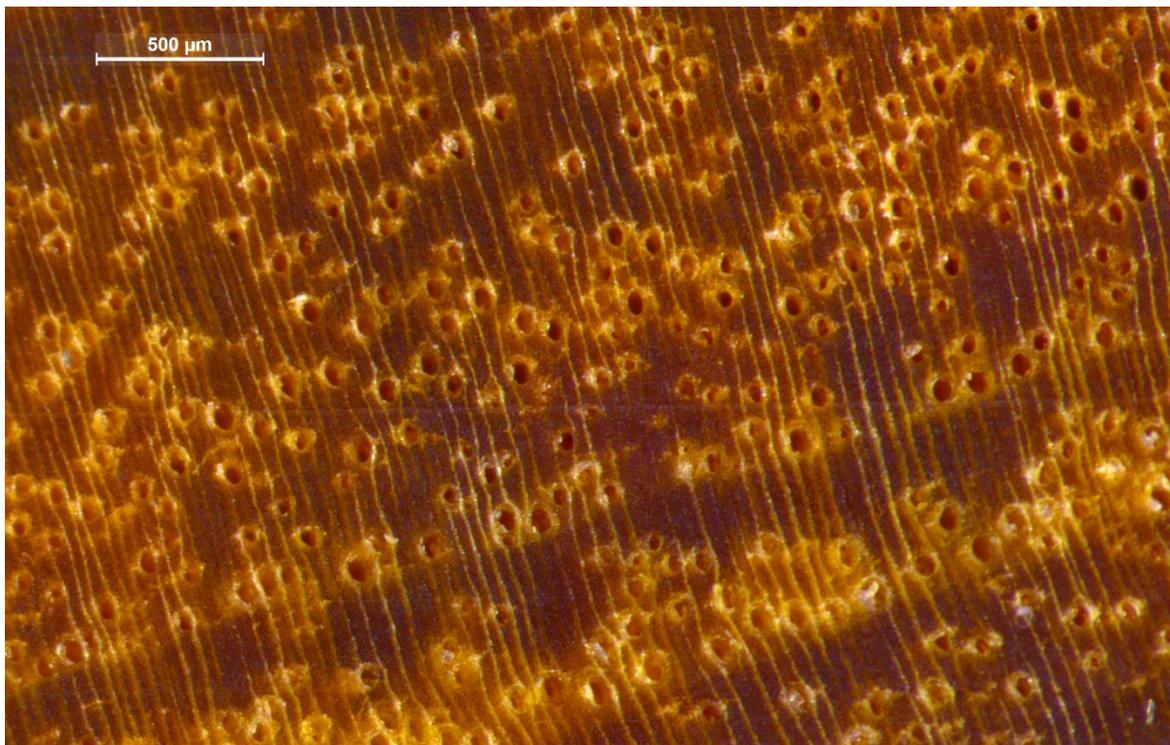


Figura 163. Vista transversal del duramen de *G. sanctum*. 0.63X6.3X

Vista Longitudinal Tangencial

Rayos uniseriados, estratificación fina. Rayos muy pequeños. Los vasos se ven torcidos. Grano entrecruzado. Presencia de gomas color café verdoso.

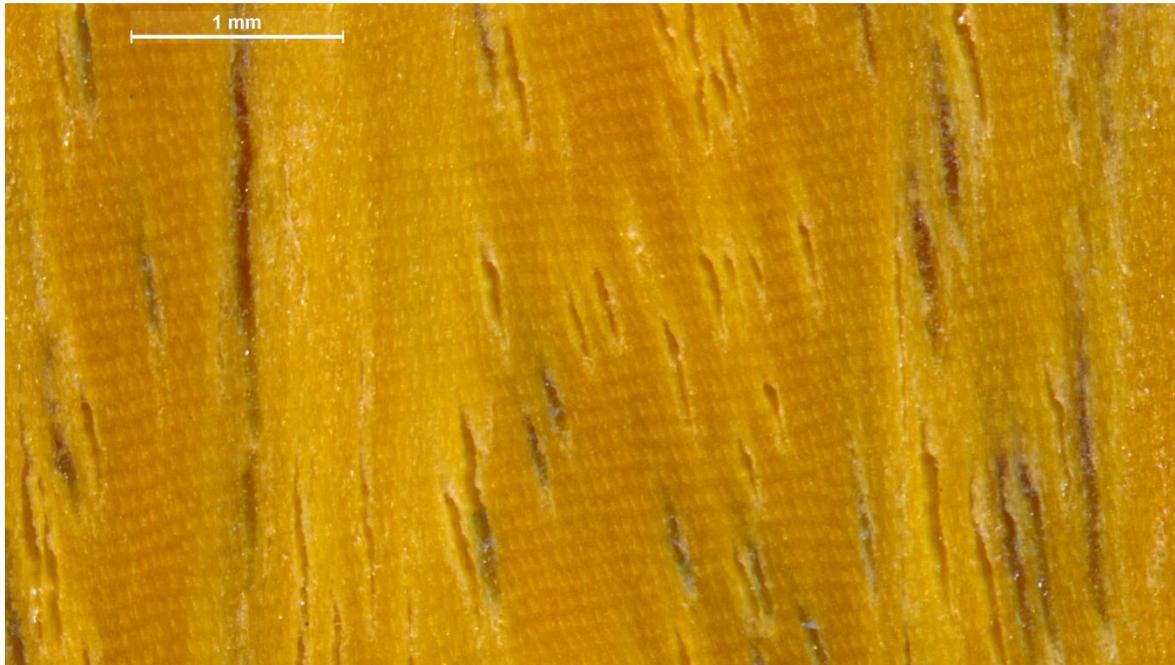


Figura 164. Vista longitudinal tangencial de la albura de *G. sanctum*. 0.63X4X.

Vista Longitudinal Radial

Se observa que el grano es entrecruzado. El color de la madera es muy oscura, las fibras son de color café casi negro y el parénquima es amarillo, naturalmente.

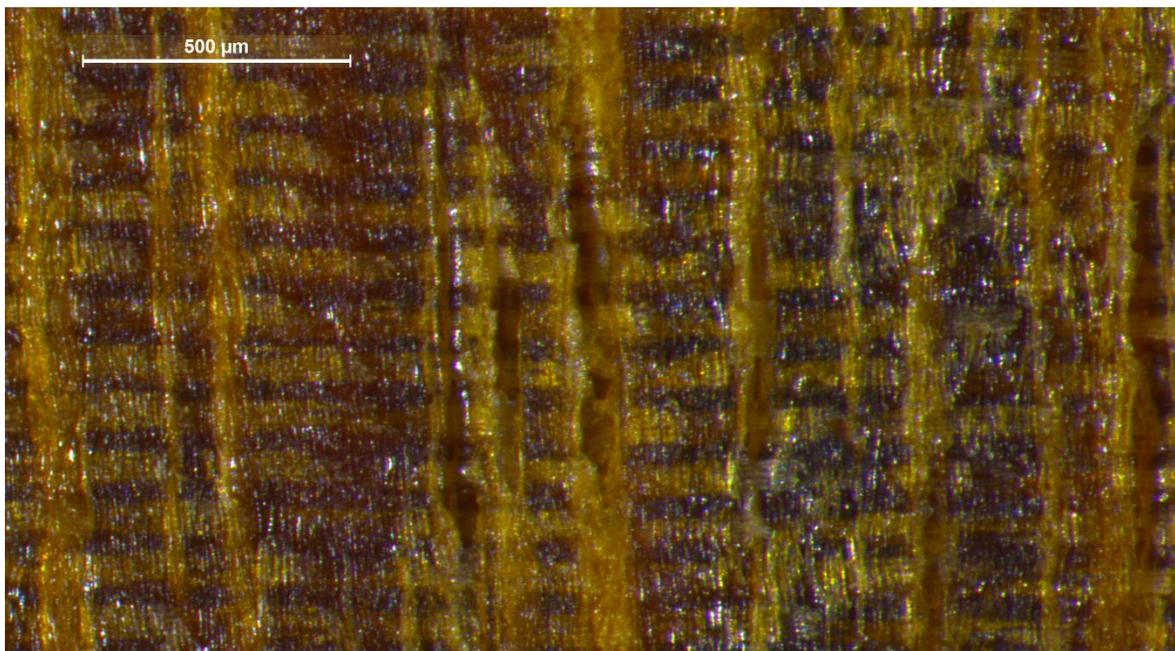


Figura 165. Vista longitudinal radial de albura de *G. sanctum*. 0.63X10X. Naturalmente las fibras en negro; parénquima y vasos en amarillo

COMPARACIÓN BOTÁNICA DE LAS ESPECIES DE DALBERGIA

HOJAS DE LAS DALBERGIAS: son compuestas, pinnadas, imparipinnadas; presentan foliolos alternos aunque sea ligeramente.



Figura 166. Comparación de las hojas de las 4 Dalbergias bajo estudio.

Dalbergia tucurensis posee hojas con 9-15 foliolos, oblongos a oblongo-ovados.

Dalbergia stevensonii presenta hojas con 5-7 foliolos elípticos, con el haz lustroso y el envés blanquecino.

Las hojas de *D. retusa var retusa* tienen de 11-15 foliolos oblongos a elíptico-oblongos, de ápice retuso.

Las hojas de *D. calycina* poseen de 5 a 11 foliolos oblongo ovados a ovados, con ápice retuso.

COMPARACIÓN DE LAS INFLORESCENCIAS DE LAS 4 DALBERGIAS

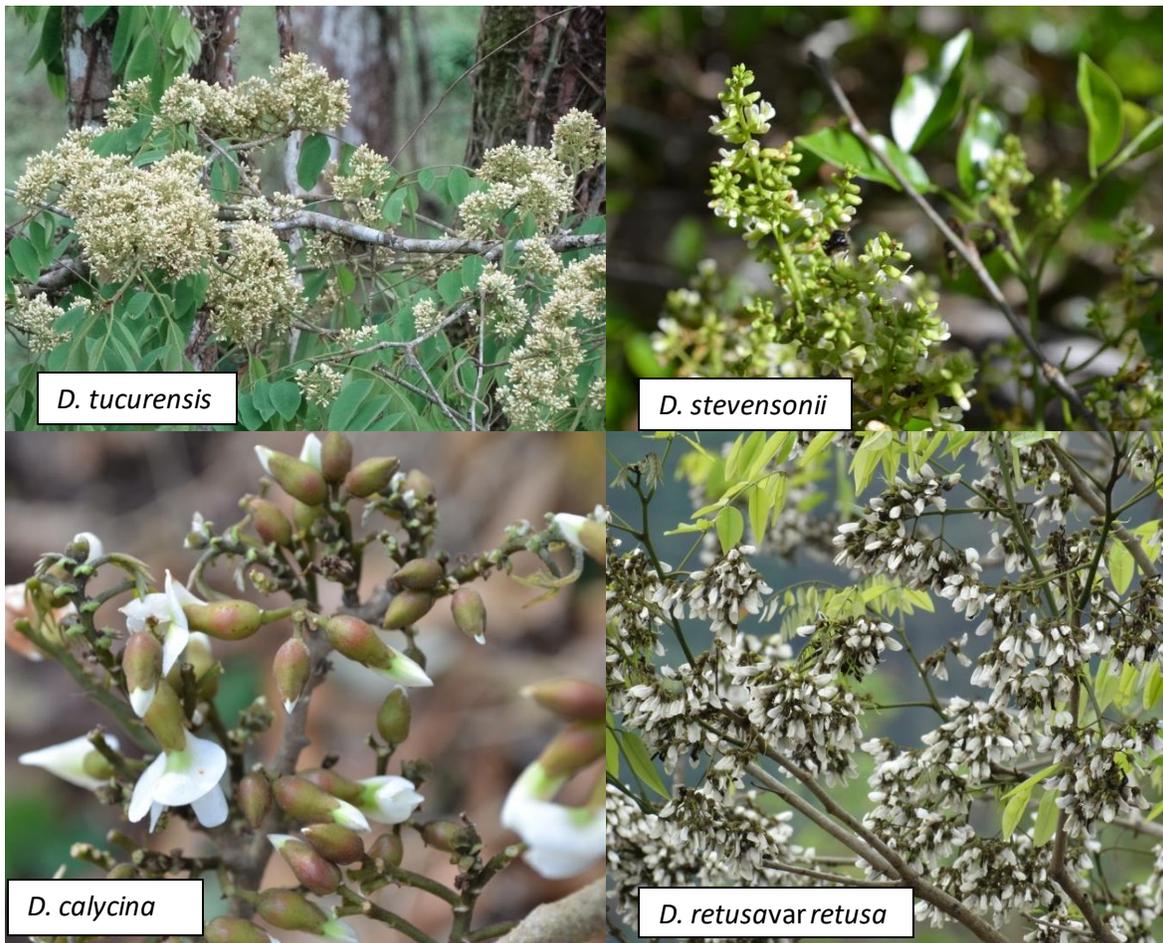


Figura 167. Inflorescencias de las 4 Dalbergias.

Las inflorescencias de *D. tucurensis* son panículas pequeñas, corimbiformes, más cortas que las hojas, con numerosas flores diminutas.

Las de *D. stevensonii* son panículas muy ramificadas, más cortas que las hojas; de flores diminutas.

D. retusa var. *retusa* presenta racimos o panículas terminales o axilares con numerosas flores y,

D. calycina presenta numerosos racimos y panículas axilares.

COMPARACIÓN DE LAS FLORES DE LAS 4 DALBERGIAS:

Las flores presentan prefloración vexilar, son de color blanco; el estandarte presenta una mancha color verde limón en el centro-base.



Figura 168. Flores de las 4 Dalbergias.

Las flores de *D. tucurensis* son diminutas, de 4-6 mm de longitud; son blancas tornándose cremosas cuando comienzan a marchitarse. Cáliz verde, gamosépalo, de 1.5-5.5 mm de alto, densamente piloso.

Las flores de *D. stevensonii* también son diminutas pues miden de 4-5-5 mm de longitud; de cáliz casi glabro de 1.5-5 mm de largo y 1-2 mm de ancho.

Las flores de *D. retusa var. retusa* miden 9 a 18 mm de alto; con cáliz gamosépalo de 4 a 7 mm y 3.5 a 6 mm de diámetro, de color verde claro.

Las flores de *D. calycina* miden de 1.1 a 1.9 cm de largo, con cáliz gamosépalo, carnosos, pubescentes, color café, que cubre la mitad de la flor.

COMPARACIÓN DE LOS FRUTOS DE LAS 4 DALBERGIAS:

Las 4 especies presentan vainas planas y aladas.



Figura 169. Frutos de las 4 Dalbergias.

D. tucurensis presenta vainas planas, glabras, oblongas, de alas membranosas, de 4.5-6 cm de largo y 1-1.5 cm de ancho, con ápice obtuso, redondeado o mucronado, de venación reticulada. Con una semilla por vaina, generalmente.

D. stevensonii presenta vainas planas, oblongas, pequeñas, de 4-4.5 cm de largo x 1.2-1.4 mm de ancho, glabras, redondeadas o apiculadas en el ápice; con 1 semilla generalmente.

D. retusa var retusa tiene vainas glabras; flexibles, oblongas a elíptico-oblongas, de 6 a 17 cm de largo y 1.5 a 2 cm de ancho; con 1,2 a 4 semillas.

D. calycina tiene vainas duras, con 1 o 2 semillas, raramente 4.

COMPARACIÓN DE LA CORTEZA DE LAS 4 DALBERGIAS:

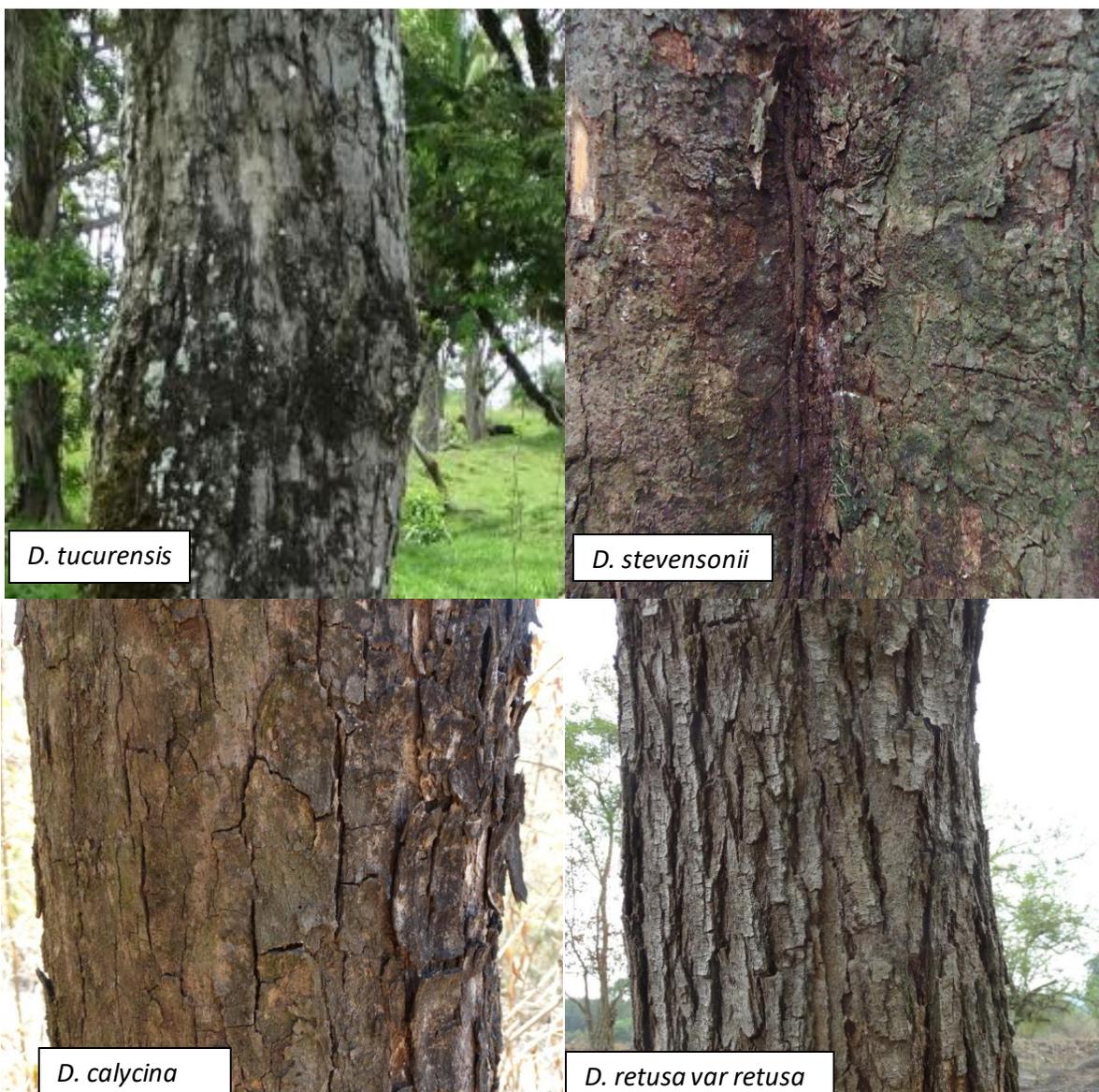


Figura 170. Cortezas de las 4 Dalbergias.

La corteza de *D. tucurensis* es de coloración blanco-grisácea, con fisuras verticales.

La de *D. stevensonii* es grisácea, lisa cuando joven y con placas irregulares cuando madura.

D. retusa var retusa presenta corteza de color café-grisáceo, con fisuras longitudinales.

D. calycina presenta corteza café, lisa y cubierta de musgo si en ambiente húmedo, o con fisuras longitudinales cuando crece en ambientes secos.

CLAVE BOTÁNICA DE LAS ESPECIES ARBÓREAS DE DALBERGIA DESCRITAS EN EL MANUAL

1. Fuste de árboles adultos verticalmente acanalado, corteza gris; folíolos de 5 a 7, principalmente 5, elípticos, verde lustrosos en el haz y blanquecino en el envés tanto en folíolos jóvenes como en maduros; flores muy pequeñas, de 4 a 5.5 mm de longitud..... D. stevensonii
- 1'. Fuste de árboles adultos de forma cilíndrica; folíolos generalmente más de 7, verde en el envés, de forma oblongo ovada o elíptico oblonga.
 2. Folíolos de 9 a 15, corteza blanco grisácea; flores de 4 a 6 mm de longitud; vainas con alas papiráceas (consistencia suave)D. tucurensis
 - 2'. Folíolos de 5 a 15, corteza de color café; flores de 9 a 19 mm de longitud; vainas de consistencia dura o elástica.
 3. Folíolos de 5 a 11, ovados u oblongo-ovados con el borde plano; vainas de consistencia dura; especie creciendo entre 1500 a 1900 msnm..... D. calycina
 - 3'. Folíolos de 11 a 15 (o más), oblongos u oblongo ovados con el borde retrorso y haz lustroso; cáliz vainas de consistencia elástica. Especie creciendo entre 200 y 500 msnm.....D. retusa var. retusa

COMPARACIÓN DE LA MADERA DE LAS 4 DALBERGIAS

VISTA LONGITUDINAL RADIAL



Figura 171. Madera en corte longitudinal radial de las 4 Dalbergias.

COMPARACIÓN DE LA MADERA DE LAS 4 DALBERGIAS EN VISTA LONGITUDINAL TANGENCIAL



Figura 172. Vista tangencial de la madera de las 4 Dalbergias. Todas de diseño cromático con arcos superpuestos

DIFERENCIACIÓN DE LAS MADERAS DE LAS DALBERGIAS DESCRITAS EN EL MANUAL

1. El duramen de *Dalbergia tucurensis* es de color rojizo-naranja con líneas oscuras al momento del corte; luego del secado se torna pardo claro–naranja a pardo oscuro. Se observan las líneas de color café más oscuro y en ocasiones negro, que son los anillos de crecimiento bien marcados. Toda la madera se sigue oscureciendo con el tiempo. El veteadado es de líneas paralelas en corte longitudinal radial y de arcos superpuestos en vista tangencial. Olor muy dulce, parecido al de la panela o de las cocadas.
2. El duramen de *D. stevensonii* tiene el duramen de color café y púrpura con líneas negras o café oscuro, coloración que va oscureciendo por oxidación. Su diseño es veteadado cromático que en vista radial presenta líneas paralelas y en vista tangencial el dibujo es de arcos superpuestos. Sabor dulce.
3. El duramen de *Dretusa var retusa* puede ser muy oscuro al momento del corte, pero con el secado adquiere un fondo marrón-naranja, con tonalidades amarillas; puede tener ligeros veteados púrpura a veces. La veta es negra o café oscuro, que corresponde a los anillos de crecimiento. En el borde del duramen hay una línea negra que lo delimita; de diseño cromático, en vista tangencial el dibujo tiende a ser elíptico o de arcos superpuestos, con numerosos nudos al centro. En vista radial se observan líneas paralelas en las orillas; hay nudos al centro. Sabor dulce pero desagradable, como a algo en descomposición, luego de unos momentos.
4. *D. calycina* presenta duramen de diseño cromático con varios tonos color café con líneas negras o café oscuro, que corresponden a los anillos de crecimiento. En vista tangencial el dibujo es parabólico o de arcos superpuestos. En vista radial se observan líneas paralelas en los laterales pero en el centro hay numerosos nudos que modifican el diseño. Sabor dulce.

Tanto en el caso de *D. stevensonii* y como en el de *D. retusa var retusa* se pudo constatar en campo y laboratorio que la madera presenta variación en el ancho de los anillos de crecimiento, así como en la tonalidad de sus colores si los árboles crecen en condiciones de suelo y agua diferentes. En ambos casos, ocurre lo siguiente: Si el árbol crece en suelos franco-arenosos y con suficiente agua entonces el crecimiento en ancho del fuste es más rápido, de manera que los anillos de crecimiento serán relativamente anchos y las tonalidades típicas de la especie serán más claras que cuando el árbol crece en condiciones más adversas de suelo y sin fuentes de agua cercanas; adicionalmente, la transformación de albura en duramen toma más tiempo y normalmente hay más albura en el árbol que crece cerca del agua que en el que no. En este último caso, los anillos de crecimiento son más estrechos y las tonalidades de la madera son más oscuras. Lo anterior no se pudo constatar para *D. tucurensis* y *D. calycina*.

COMPARACIÓN BOTÁNICA DE *Swietenia macrophylla* y *S. humilis*

Comparación de la Corteza de *S. macrophylla* y *S. humilis*: Ambas presentan corteza de fisuras verticales y caen en tiras ligeramente diferentes.



Figura 173. Comparación de la Corteza de *S. macrophylla* y *S. humilis*.

Comparación de las hojas de *S. macrophylla* y *S. humilis*: Las hojas son similares.



Figura 174. En las hojas, algunos de los folíolos de *S. humilis* presentan un hilo fino y enrollado en el ápice mientras que en *S. macrophylla* no los hay.

Comparación de las inflorescencias de *S. macrophylla* y *S. humilis*:



Figura 175. Inflorescencias y flores de *Swietenia macrophylla* a la izquierda y de *S. humilis* a la derecha.

Las inflorescencias de *S. macrophylla* son largamente paniculadas en comparación a las de *S. humilis*, que son panículas más cortas.

Comparación de las flores de *S. macrophylla* y *S. humilis*: Las flores de las dos especies son similares, pentámeras, de color blanquecino, cremosos o ligeramente verdoso, unisexuales, las masculinas con una corona de estambres y anteroides.

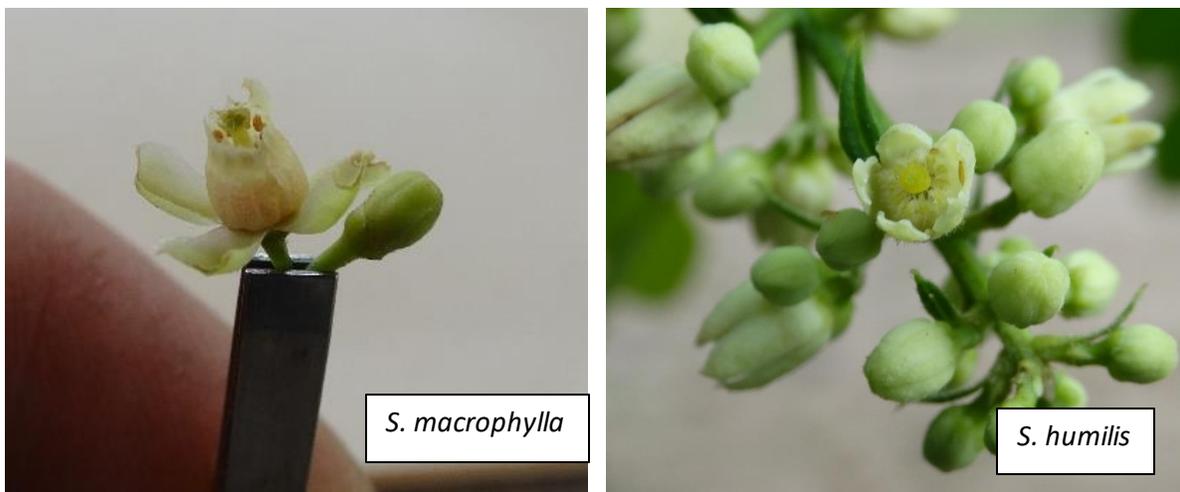


Figura 176. Comparación de las flores de *S. macrophylla* y *S. humilis*.

Comparación de los frutos de *S. macrophylla* y *S. humilis*: Los frutos de ambas Swietenia son cápsulas leñosas, dehiscentes, ovoides, de color grisáceo o café-grisáceo. Los frutos de las fotografías tienen diferencias en madurez, por eso se observa una diferencia en tamaño.



Figura 177. Comparación de los frutos de ambas Swietenias. Los frutos de las fotografías tienen diferencias en madurez, por eso se observa la diferencia en tamaño.

Frutos de *S. humilis*: cuando maduran miden 11.5 a 15 cm y 5.5 a 9.5 cm de diámetro, lisa o distintamente foveolada, de color café o gris pálido, con valvas exteriores muy leñosas, valvas interiores más delgadas, con manchas café pálidas y blancas; estípites 5.3 a 15 cm de largo; semillas 7 a 10 cm de largo incluyendo el ala, café-pajizo pálidas

Frutos de *S. macrophylla*: las cápsulas cuando maduran miden comúnmente de 6 a 25 cm de largo y hasta 12 cm de diámetro, reducido hasta el ápice en la punta, color pardo grisáceo, de epicarpio duro, liso o diminutamente verrugoso; con 4 y 5 valvas leñosas de 6 a 8 mm de grueso; cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas, esponjosas, frágiles (Standley, 1946) y aladas. El desarrollo y maduración de frutos tarda casi un año.

COMPARACIÓN DE LA MADERA DE *Swietenia macrophylla* y *S. humilis*

Vista en Corte Longitudinal Radial:



Figura 178. Vista longitudinal radial de la madera de *S. macrophylla* y *S. humilis*.

Vista Longitudinal Tangencial.

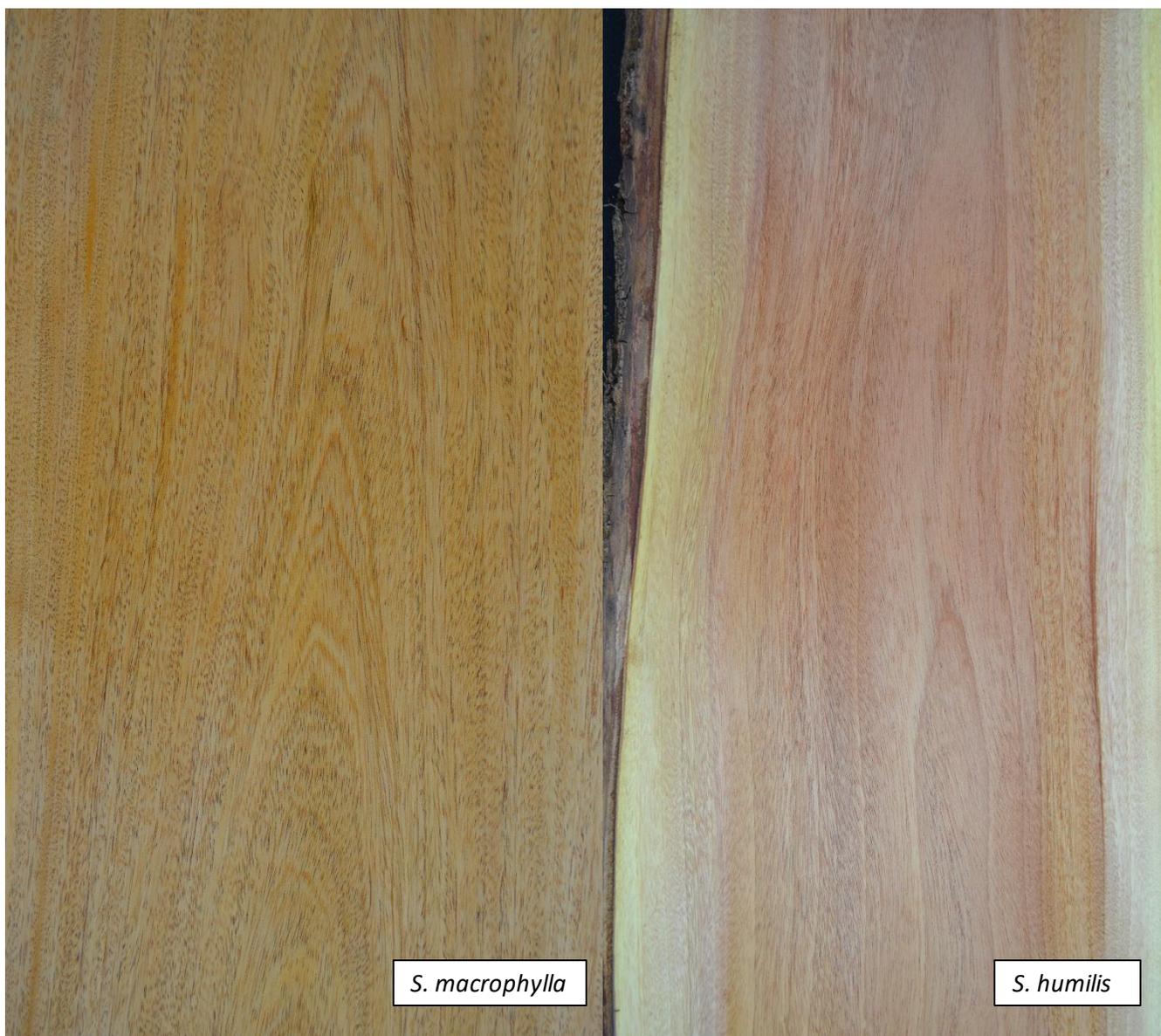


Figura 179. Vista longitudinal tangencial de la madera de *S. macrophylla* y *S. humilis*.

DIFERENCIACIÓN DE LAS MADRAS DE *S. humilis* y *S. macrophylla*

El duramen de *S. humilis* es de color café claro a beige, pero puede variar a salmón y crema, como un proceso natural de oxidación se oscurece con el tiempo. El veteado es jaspeado y con una leve presencia de los anillos de crecimiento que son poco diferenciados. El sabor y el olor son imperceptibles.

El duramen de *S. macrophylla* es de color café claro a beige, que naturalmente se oscurece por el proceso de oxidación. Las vetas presentan un diseño elíptico, rayado y jaspeado. El olor es imperceptible, mientras que el sabor puede ser imperceptible o con un ligero sabor amargo, poco perceptible.

CLAVE BOTÁNICA DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO SWIETENIA PRESENTES EN GUATEMALA

1. Foliolos inferiores sésiles o subsésiles , ápice caudado o filiforme ; semillas café-pajizas-pálidas.....*S. humilis*
- 1'. Foliolos inferiores peciolulados, ápice agudo o cortamente acuminado; semillas cafés.....*S. macrophylla*

Caracteres de la clave para *Swietenia humilis* Zucc.

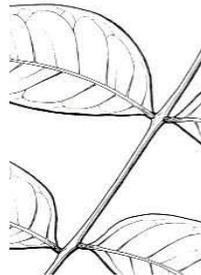


Figura 180. Foliolos inferiores sésiles o sub-sésiles



Figura 181. Ápice del folíolo caudado o filiforme



Figura 182. Foliolos inferiores peciolulados

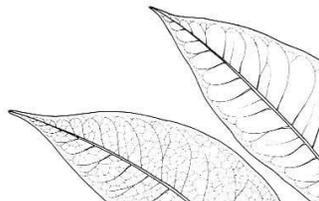


Figura 183. Ápice del folíolo agudo o cortamente acuminado.

LA SITUACIÓN DE SOBREVIVENCIA DE LAS ESPECIES DE DALBERGIA ES CRÍTICA; esta afirmación se basa en los siguientes hallazgos y situaciones encontradas durante la investigación:

- 1.1. Las poblaciones de *Dalbergia retusa* var *retusa*, *D. calycina* y *D. tucurensis*: a) presentan un alto grado de endemismo; b) han sido fuertemente mermadas debido a la pérdida de su hábitat y a la tala indiscriminada desde los años 70; c) siguen siendo objeto de tala y tráfico ilícito; d) aunque las *Dalbergias* rebrotan a partir de la raíz, los traficantes las están arrancando, por lo que la posibilidad de perpetuación de la especie disminuye; e) No hay plantaciones forestales de *D. calycina*; solamente hay pocas plantaciones pequeñas de *D. retusa*, *D. stevensonii* y *D. tucurensis*.
- 1.2. Hay poblaciones naturales de *Dalbergia stevensonii* en la FTN y el Petén; sin embargo, los siguientes factores afectan su sobrevivencia: 1- Fuerte explotación y tráfico ilegal de su madera, incluyendo la extracción de la raíz. 2- Los frutos y semillas son dañados por insectos, afectando la germinación. 3- la especie es muy sensible a los cambios de clima, pues en condiciones *adversas* disminuye la floración y también la formación de frutos y semillas.
- 1.3. Las especies de *Dalbergia* sufren del ataque de fitopatógenos en hojas y flores, que muestran puntos negros.
2. *D. calycina*, *D. tucurensis* y *D. retusa* defolian entre noviembre y marzo, y florecen durante febrero principalmente; sin embargo, *D. stevensonii* defolia entre marzo y junio, floreciendo en mayo y junio. Si las condiciones climáticas son *adversas*, los árboles pueden seguir defoliados y dormantes; lo que limita su crecimiento.

En el caso del género *Swietenia*, podemos afirmar lo siguiente:

1. *Swietenia macrophylla* está siendo manejada de manera sostenible por las Concesiones Forestales del Petén; sin embargo, es necesario mejorar los sistemas de manejo para lograr mejor regeneración y sobrevivencia de la especie en el largo plazo.
2. *S. macrophylla* ha sido fuertemente depredada en la FTN, por lo que es necesaria la generación de proyectos para la recuperación de la especie. Así mismo, es importante continuar con la búsqueda de poblaciones naturales, pues éstas contienen la variabilidad natural de la especie.
3. Las mayores poblaciones de *S. macrophylla* de la FTN se encuentran en el Parque Nacional Laguna Lachuá. Dada la fragilidad del Parque, es necesario fortalecer su cuidado y manejo.
4. *Swietenia humilis* ha sido fuertemente depredada en la Costa Sur y la Boca Costa, así como en el Oriente del país. Por lo tanto, es urgente tomar medidas para su recuperación y manejo sostenible y así evitar su extinción. Esta especie también ha sufrido la pérdida de su hábitat por el cambio de uso de la tierra.

La sobrevivencia de *Guaiaecum sanctum* es afectada por el cambio de uso de la tierra en sus áreas de distribución natural; así como por la tala ilegal por el comercio de su madera.

Concordamos con la FAO, en el sentido que la explotación forestal ilegal y el comercio de madera asociado tienen serias consecuencias ambientales, sociales y económicas (1).

La implementación del Laboratorio Forense está fortaleciendo las capacidades institucionales nacionales para mejorar la observancia de las leyes forestales.

RECOMENDACIONES:

- 2.1. En la FTN, las mayores poblaciones de *Dalbergia stevensonii* y *Swietenia macrophylla* se encontraron en el Parque Nacional Laguna Lachuá; por lo que su preservación es importante para la sobrevivencia de éstas y numerosas especies más.
- 2.2. Es urgente la puesta en marcha de medidas de protección y manejo sostenible de estas especies por parte de las Instituciones Nacionales encargadas de la gobernanza forestal en Guatemala, siendo ellas el CONAP y el INAB. Es fundamental el apoyo de Instituciones Internacionales para lograr la sostenibilidad de las especies en el caso de *D. stevensonii* y *D. tucurensis*, así como para la recuperación de *D. calycina* y *D. retusa* var. *retusa*, *Swietenia humilis* y *S. macrophylla* en la FTN

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Cumes, M. A., Aguilar Cumers, J. M., & Aguilar Juárez, J. M. (2011). *Ecosistemas de Guatemala un enfoque por zonas de vida* (Segunda edición ed.). Guatemala, Guatemala: Don Bosco.
2. Comisión Nacional Forestal. (2011). Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México. II. México: Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico.
3. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2013). *Manual de procedimientos para el comercio internacional de especies de flora maderable -CITES-*. Manual, CONAP, Guatemala.
4. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2013). *Plan maestro complejos III y IV del sureste de Petén (Reserva de Biosfera Chiquibul - Montañas Mayas, y Refugios de Vida Silvestre Machaquila y Xutilha)*. CONAP. Guatemala: Mercagraf S.A.
5. Curtis Patiño, J. (1986). *Microtecnia vegetal* (Primera Edición ed.). México D.F: Trillas.
6. Edlin, H. L. (1956). *What wood is that?* New York: Viking Penguin Inc.
7. Flores-Vindas, E. (1999). *La Planta estructura y función* (Vol. Volumen I). Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional.
8. Flores-Vindas, E., & Obando-Vargas, G. (2003). *Árboles del trópico húmedo importancia socioeconómica*. Cartago: Editorial tecnológica de Costa Rica.
9. Forest Products Society. (2007). *A guide to more useful woods of the world*. (J. H. Flynn, Ed.) Madison: Forest Products Society.
10. Hostnig, R. U., Hostnig, R., & Vasquez V, L. (1998). *Etnobotánica Mam*. Guatemala, Guatemala: Foto Publicaciones.
11. Instituto nacional de bosques. (2015). Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala. *Decreto número 2-2015*, 39. Guatemala, Guatemala.
12. Instituto Nacional de Bosques. (2015). *Programa nacional de investigación forestal*. Guatemala: Dirección de desarrollo forestal, Departamento de investigación forestal.
13. International Association of Wood Anatomist. (1995). IAWA Journal. 445. Heidelberglaan 2, The Netherlands: Rijksherbarium/ Hortus Botanicus of Leiden University.
14. Lanza Rosado, F. (1996). *Manual de los árboles de tikal*. Alicante: Agencia Española de Cooperación Internacional.
15. Pennington, T., Styles, B. E., & D.A.H., T. (1981). *Flora neotropica monograph* (Vol. 28). The New York Botanical Garden.
16. Standley, P., & Steyermark, J. (1946). *Flora of Guatemala* (Vol. 24). Chicago: CHICAGO NATURAL HISTORY MUSEUM.

17. Valdes Marckwordt, H. C. (1988). *Anatomía y propiedades físicas de la madera Lonchocarpus latifolius (Wild) HBK, Terminalia amazonia (J.F. Gmel) y Pouteria gallifruca Cronquist*. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
18. Washington Academy of Sciences. (1922). *Journal of the Washington Academy of Sciences. Volume 12(12)*, 64. Easton, United States of America.
19. White, L., & Gasson, P. (2008). *Mahogany*. Richmond, Surrey, United Kingdom: Trento.
20. Wiedenhoef, A. C. (2011). *Identificación de las especies maderables de Centroamérica*. Madison, Wisconsin, Estados Unidos de América: Sociedad de Productos Forestales.
21. Wojtech, M. (2011). *BARKA field guide to trees of the Northeast*. New England, United States of America: Copperline Book Services, Inc.

ANEXO

Cuadro 1. Cuadros de medias histológicas

Medias y desviación estándar de los Radios del Xilema					
Especie	Porción de madera	Longitud	Ancho	No De filas	Clasificación según el ancho
<i>Dalbergiacalycina</i>	Duramen	142.85±12.35	21.42±7.28	2	Muy finos
	Albura	140.69±14.07	22.89±8.29	2	Muy finos
<i>Dalbergiaretusa var retusa</i>	Duramen	136.69±26.90	21.91±9.18	2	Muy finos
	Albura	135.93±20.21	22.34±9.18	2	Muy finos
<i>Dalbergiastevensonii</i>	Duramen	139.49±19.88	22.71±5.74	2	Muy finos
	Albura	135.88±18.21	22.45±9.28	2	Muy finos
<i>Dalbergiatucurensis</i>	Duramen	168.22±16.14	29.33±6.82	2	Finos
	Albura	160.32±21.03	31.25±6.56	1	Finos
<i>Guayacumsactum</i>	Duramen	65.3±4.03	10.91±3.76	1	Muy finos
	Albura	60.09±5.13	9.26±2.56	2	Muy finos
<i>Swieteniahumilis</i>	Duramen	414.86±65.01	64.11±19.13	3	Medios
	Albura	444.84±46.96	78.6±13.97	3	Medios
<i>Swieteniamacrophylla</i>	Duramen	411.92±94.61	51.18±13.01	2	Medios
	Albura				

Cuadro 2. Medias y desviación estándar de los Elementos de los Vasos

Medias y desviación estándar de los Elementos de los Vasos					
Especie	Porción de madera	Longitud	Ancho	Lumen	Pared
<i>Dalbergia calycina</i>	Duramen	189.42 ± 28.39	145.38 ± 28.62	128.13 ± 27.74	8.627 ± 2.39
	Albura	189.58 ± 28.28	151.90 ± 32.36	134.50 ± 32.36	8.70 ± 2.16
<i>Dalbergiaretusa var retusa</i>	Duramen	178.47 ± 22.69	145.29 ± 33.33	127.65 ± 32.18	8.82 ± 1.71
	Albura	169.77 ± 31.03	144.91 ± 39.15	125.44 ± 36.70	9.74 ± 3.04
<i>Dalbergiastevensonii</i>	Duramen	175.32 ± 23.62	127.59 ± 36.51	112.40 ± 34.56	7.59 ± 1.58
	Albura	171.32 ± 18.64	124.18 ± 23	109.27 ± 21.71	7.46 ± 1.77
<i>Dalbergiatucurensis</i>	Duramen	191.04 ± 27.66	147.71 ± 46.13	129.80 ± 44.36	8.95 ± 2.11
	Albura	200.00 ± 36.63	152.28 ± 42.57	133.51 ± 41.79	9.39 ± 2.36
<i>Guayacumsactum</i>	Duramen	94.97 ± 12.77	71.26 ± 15.29	58.96 ± 14.76	6.15 ± 1.13
	Albura	86.84 ± 11.75	64.57 ± 12.09	52.92 ± 10.92	5.82 ± 1.27
<i>SwieteniahumilisZuc</i>	Duramen	385.01 ± 54.95	184.51 ± 33.38	160.88 ± 32.46	11.81 ± 2.77
	Albura	391.46 ± 60.69	198.84 ± 29.82	173.95 ± 29.12	12.44 ± 2.56
<i>Swieteniamacrophylla</i>	Duramen	441.93 ± 69.18	160.25 ± 37.61	148.83 ± 37.02	5.71 ± 1.60

Cuadro 3. Medias y desviación estándar de las Fibras

Medias y desviación estándar de las Fibras							
Especie	Porción de madera	Longitud	Clasificación	Ancho	Clasificación	Lumen	Pared
<i>Dalbergia calycina</i>	Duramen	1112.48 ± 170.32	Medianas	17.48 ± 2.76	Medianas	9.05 ± 2.49	4.21 ± 0.85
	Albura	1118.30 ± 198.50	Medianas	17.34 ± 2.88	Medianas	7.92 ± 2.64	4.71 ± 0.98
<i>Dalbergiaretusa var retusa</i>	Duramen	1132.52 ± 103.25	Medianas	17.78 ± 2.54	Medianas	7.53 ± 2.28	5.12 ± 1.03
	Albura	1073.02 ± 151.51	Medianas	18.63 ± 2.88	Medianas	7.76 ± 2.82	5.44 ± 1.34
<i>Dalbergiastevensonii</i>	Duramen	1157.12 ± 134.597	Medianas	15.72 ± 1.88	Pequeñas	6.54 ± 1.82	4.59 ± 0.75
	Albura	1079.33 ± 134.59	Medianas	16.03 ± 2.10	Medianas	7.16 ± 1.94	4.44 ± 0.68
<i>Dalbergiatucurensis</i>	Duramen	1358.94 ± 184.98	Medianas	20.94 ± 3.58	Medianas	13.12 ± 3.67	3.91 ± 1.15
	Albura	1382.54 ± 188.42	Medianas	20.65 ± 3.59	Medianas	11.48 ± 3.67	4.58 ± 1.18
<i>Guayacumsactum</i>	Duramen	636.11 ± 71.22	Cortas	10.83 ± 2.56	Pequeñas	4.75 ± 1.40	3.04 ± 0.79
	Albura	642.41 ± 65.70	Cortas	9.87 ± 1.76	Pequeñas	3.87 ± 0.89	3 ± 0.73
<i>Swieteniahumilis</i>	Duramen	1357.97 ± 112.76	Medianas	21.31 ± 2.53	Medianas	12.85 ± 2.39	4.23 ± 0.79
	Albura	1374.14 ± 135.72	Medianas	21.10 ± 3.16	Medianas	12.14 ± 2.63	4.48 ± 0.96
<i>Swieteniamacrophylla</i>	Duramen	1279.54 ± 1583.25	Medianas	22.62 ± 3.54	Medianas	15.15 ± 3.61	3.74 ± 0.92

Cuadro 4. Clasificación del número de poros por especie.

Número de poros/mm ² (Rango)			
Especie	Porción de madera	Rango Poros/mm ²	Clasificación
<i>Dalbergia calycina</i>	Duramen	1 a 4	Muy pocos
	Albura	1 a 4	Muy pocos
<i>Dalbergiaretusa var retusa</i>	Duramen	1 a 4	Muy pocos
	Albura	1 a 3	Muy pocos
<i>Dalbergiastevensonii</i>	Duramen	1 a 6	Muy pocos
	Albura	1 a 7	Muy pocos
<i>Dalbergiatucurensis</i>	Duramen	1 a 5	Muy pocos
	Albura	1 a 6	Muy pocos
<i>Guayacumsactum</i>	Duramen	15 a 59	pocos a moderadamente números
	Albura	19 a 50	pocos a moderadamente números
<i>Swieteniahumilis</i>	Duramen	2 a 14	Muy pocos
	Albura	1 a 9	Muy pocos
<i>Swieteniamacrophylla</i>	Duramen	3 a 12	Muy pocos

Cuadro 5. Cuadro de Propiedades Físicas de la madera por especie.

Propiedades físicas de la madera, Datos de Medias y su desviación estándar						
Especie	Madera	Densidad	Contracción			Relación Tangencial radial
			Longitudina l %	Radial %	Tangencia l %	
<i>Dalbergia calycina</i>	Duramen	0.72 ±0.04	0.24 ± 0.04	2.96 ± 0.62	5.52 ± 0.75	1.89 ± 0.20
	Albura		0.32 ± 0.02	3.88 ± 0.79	6.44 ± 0.88	1.72 ± 0.39
<i>Dalbergia retusa</i>	Duramen	0.75 ± 0.04	0.33 ± 0.15	3.70 ± 1.17	6.76 ± 1.56	1.9 ± 0.31
	Albura	0.76 ± 0.05	0.27 ± 0.11	4.26 ± 0.57	8.12 ± 0.97	1.91 ± 0.13
<i>Dalbergia stevensonii</i>	Duramen	0.75 ± 0.03	0.38 ± 0.07	1.18 ± 0.13	1.61 ± 0.13	1.38 ± 0.18
	Albura	0.75 ± 0.02	0.46 ± 0.17	1.21± 0.08	2.10 ± 0.19	1.75 ± 0.20
<i>Dalbergia tucurensis</i>	Duramen	0.62 ±0.03	0.25 ± 0.03	3.04 ± 0.50	5.95 ± 0.54	1.98 0.20
	Albura		0.33 ± 0.04	3.22 ± 0.37	6.46 ± 0.80	2.02 0.30
<i>Swietenia humilis</i>	Duramen	0.56 ±0.05	0.26 ± 0.12	3.29 ± 0.51	4.38 ± 0.52	1.35 ± 0.21
<i>Swietenia macrophylla</i>	Duramen	0.50 ±0.05	0.32 ± 0.13	4.16 ± 0.85	6.64 ± 1.23	1.68 ± 0.24

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *Swietenia*, *S. macrophylla* y *S. humilis* SEGÚN PENNINGTON et al EN LA FLORA NEOTRÓPICA. MONOGRAFÍA 28. MELIACEA. NYBG. 1981.

DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO SWEITENIA Jacq.

Árboles deciduos, grandes o pequeños, glabros; plantas monoicas. Hojas paripinnadas. Cáliz lobado, lobos redondeados u obtusos; pétalos 5, libres, contornos cuando en yema; filamentos unidos formando un tubo estaminal capuliforme o urceolado y terminando en 8-10 apéndices deltado-acuminados, anteras parcialmente incluidas dentro del ápice del tubo; nectario formando un anillo engrosado por debajo del ovario; ovario 5-lobado, cada lóculo con 9-16 óvulos, ápice del estilo discoide. Fruto una cápsula septifragal fuertemente leñosa, abriéndose por 5 valvas desde la base o desde el ápice y la base simultáneamente, cada lóbulo con 9-16 semillas; semillas con un ala Terminal, unidas por el extremo del ala al ápice de una columela leñosa.

Género con 3 especies relativamente bien definidas, más o menos alopátricas en América Tropical, pero todas con capacidad de formar híbridos cuando crecen en proximidad. El género produce la famosa madera preciosa llamada caoba. La corteza y las semillas son supuestamente venenosas.

***Swietenia humilis* Zucc.**

Árboles deciduos hasta 20 m de alto, usualmente mas pequeños, fuste hasta 40 cm de diámetro, corteza fisurada, gris-café. Hojas agrupadas en los extremos de las ramitas, hasta 22 cm de largo, con hasta 6 pares de folíolos; folíolos ovados a elíptico-ovados, 7-12 cm de largo y 2-4 cm de ancho, ápice caudado o largamente acuminado, terminando en un hilo filiforme, base redondeada o aguda, glabros o cetáceos, nervadura reticulada, prominente y elevada en ambas superficies, a veces glaucos en el envés; sésiles o casi así. Inflorescencias usualmente axilares, 6.2-13.5 cm de largo, muy ramificadas, formando tirso terminales densamente agrupados y glabros; cáliz 5-lobado, lobos obtusos o deltados, 0.5-1 mm de largo; pétalos liguliformes a obovados, 6-7.5 mm de largo y 2.5-3 mm de ancho, ápice redondeado, margen ciliolado, blanco verdosos, tubo estaminal cilíndrico a urceolado, 3.5-4.5 mm de largo, con 10 apéndices cortamente acuminados o angostamente deltados en el ápice, anteras 10, dentro del ápice del tubo, anterodios más pequeños que las anteras, café oscuros, indehiscentes; nectario anular, margen crenulado, inconspicuo en las flores postiladas; ovario globoso, glabro, lóbulos con 12-14 óvulos, pistilodio delgado y con óvulos rudimentarios. Cápsula erecta, alargada y ovoide, 8-16 cm de largo y 10-12 cm de diámetro, lisa o indistintamente foveolada, café-gris pálida, valvas exteriores muy leñosas, valvas interiores más delgadas, con manchas café pálidas y blancas; semillas 6-8 cm de largo incluyendo el ala, café-pajizas pálidas.

***Swietenia macrophylla* King.**

Árboles deciduos hasta 40 m o probablemente más altos, fuste hasta 1.5 m de diámetro, corteza escamosa, profunda y longitudinalmente fisurada, café gris. Hojas agrupadas en los extremos de las ramitas, hasta 30 cm de largo. Con 3-6 pares de folíolos

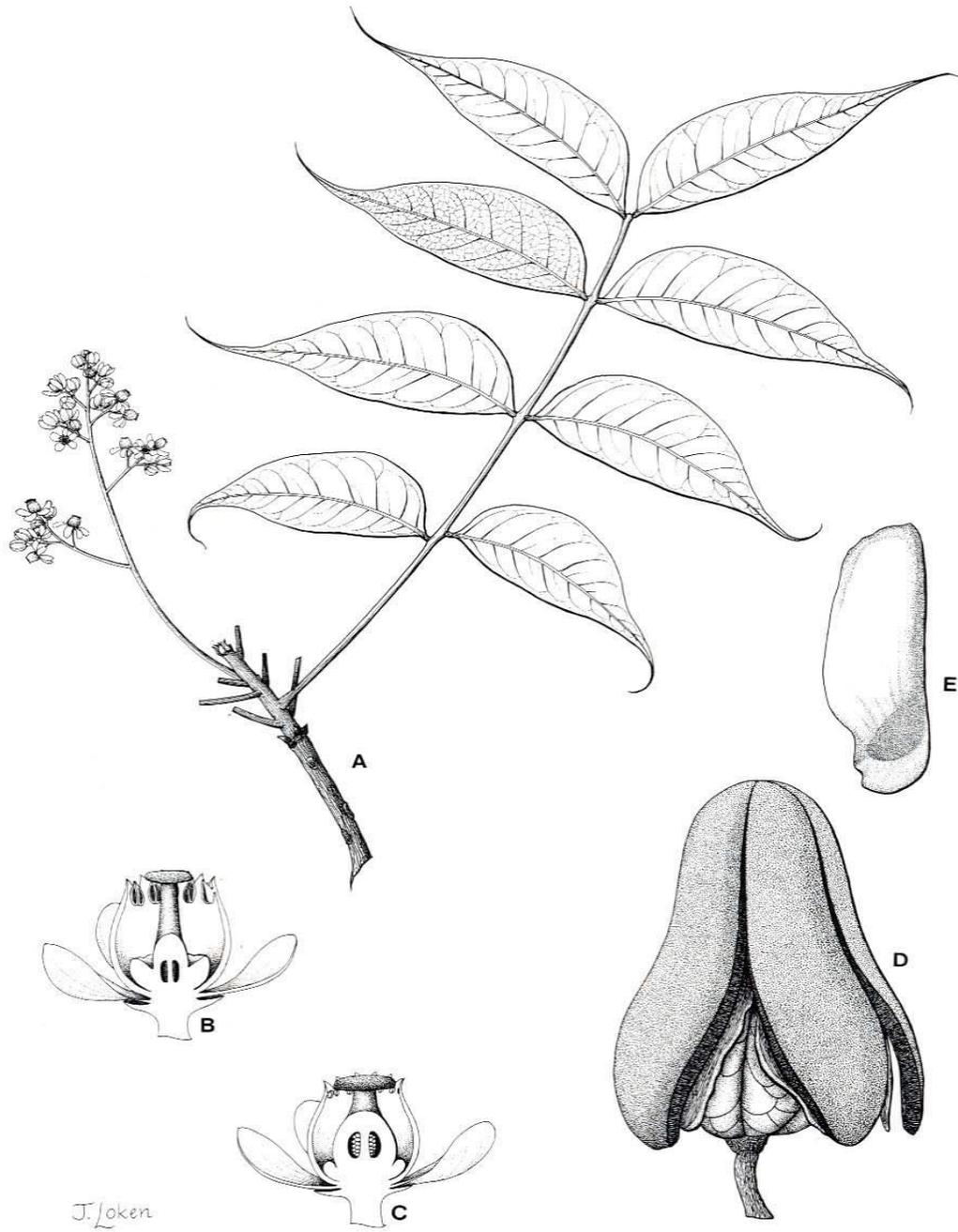


Figura 184. *Swietenia humilis*

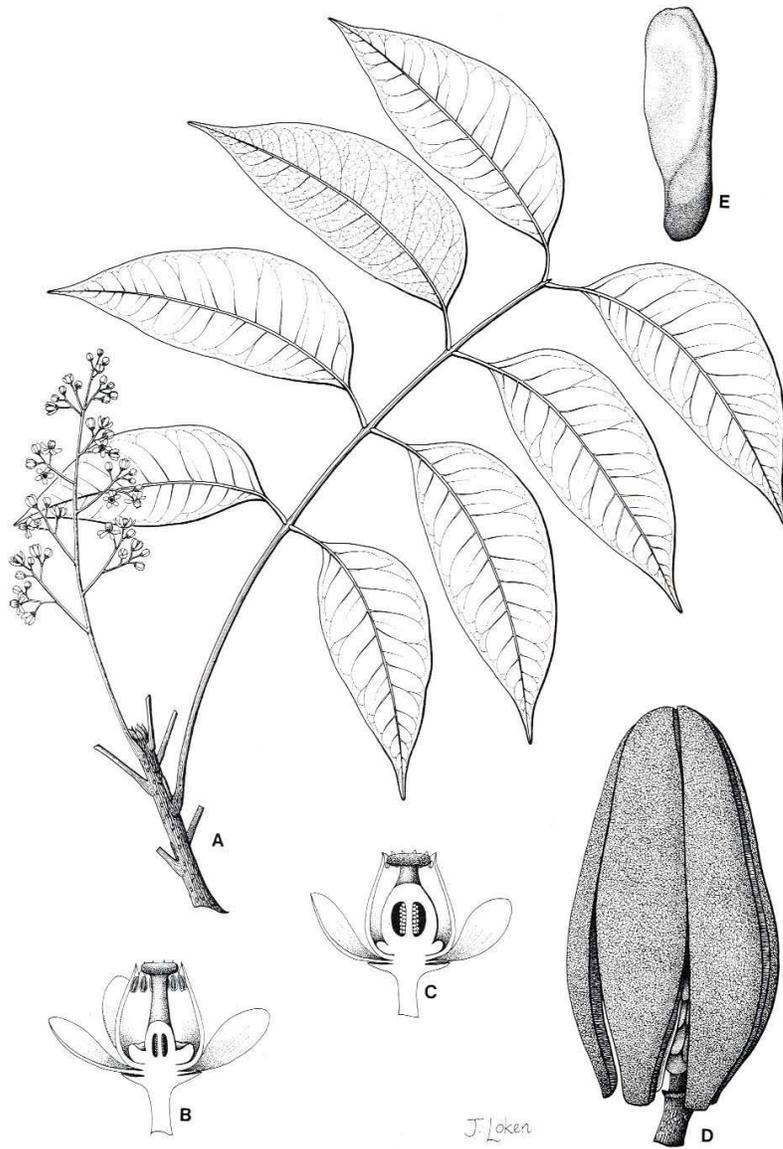


Figura 185. *Swietenia macrophylla*