



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍA DE LA MADERA**

**“Estudio Anatómico y Botánico de: *Dalbergia congestiflora* Pittier,
D. granadillo Pittier y *D. calycina* Benth.”**

Tesis que para obtener el título de:

Ingeniero en Tecnología de la Madera

Presenta:

Fidel Morales Hernández

Directora de Tesis:

Ing. Teresa García Moreno

Morelia, Michoacán, México Agosto de 2016.





Of. No. 0532/2016

Morelia, Mich., a 17 de agosto de 2016

Asunto: Aprobación de Tesis

P. Ing. Fidel Morales Hernández

Egresado de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera

PRESENTE

En atención a su solicitud de aprobación de tema, me permito comunicarle que ha sido aceptado su Tema de Tesis intitulado: **“Estudio Anatómico y Botánico de: *Dalbergia congestiflora* Pittier, *D. granadillo* Pittier, y *D. Calycina* Benth”**, propuesto para presentar Examen Recepcional de Ingeniero en Tecnología de la Madera, que se desarrollará bajo el siguiente **INDICE:**

- 1.- INTRODUCCIÓN
 - 2.- ANTECEDENTES
 - 3.- OBJETIVOS
 - 4.- MATERIALES Y MÉTODOS
 - 5.- RESULTADOS
 - 6.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - 7.- CONCLUSIONES
 - 8.- RECOMENDACIONES
 - 9.- REFERENCIAS
- APÉNDICES
ANEXOS

Para tal efecto fungirá como Directora de Tesis, la Ing. Teresa García Moreno.

ATENTAMENTE

Dr. José Guadalupe Rutiaga Quiñones
Director



Dedicatoria

La vida se encuentra plagada de retos y uno de ellos es la universidad. Tras verme dentro de ella, me he dado cuenta que más allá de ser un reto, es una base no solo para mi entendimiento del campo en el que me he visto inmerso, sino para lo que concierne a la vida y mi futuro.

Dedico esta tesis a mis padres Leticia y Alvaro, que con su demostración de padres ejemplares me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos. Por que siempre me apoyaron incondicionalmente para poder llegar a ser lo que hoy soy. A mis hermanos Josue, Susana, Jesus, Fernando, Socorro. Y demás personas por el apoyo que siempre me brindaron dia a dia durante el transcurso de mi formación profesional.

Agradecimientos

Primeramente me gustaría agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, por hacer realidad este sueño anhelado.

Agradezco a mi familia y hermanos, por ser personas de bien, seres que ofrecen amor, bienestar y los finos deleites de compartir esta vida. Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes; ya que he logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio podría parecer una tarea titánica e interminable.

A mi directora de tesis, Ing. Teresa García Moreno y al M. en C. Salvador Bocanegra Ojeda, por su esfuerzo y dedicación, quienes con sus conocimientos, experiencia y apoyo contribuyeron para poder terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado un grano de arena a mi formación.

Un agradecimiento singular al LFM. Josué D. González Parra, por su generosidad, apoyo en logística y orientación, durante el proceso de redacción, ya que hizo una entrega que ha sobrepasado, con mucho todas las expectativas que como alumno deposite en su persona.

En particular quiero agradecer a Alejandra por el apoyo, motivación y cariño que me ha brindado durante el tiempo que llevamos juntos. Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones. Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Objetivos	7
4. Materiales y Métodos	8
4.1. Trabajo de campo	8
4.2. Trabajo de laboratorio	9
5. Resultados	13
5.1. Descripción de <i>Dalbergia congestiflora</i> Pittier	13
5.2. Descripción de <i>Dalbergia granadillo</i> Pittier	28
5.3. Descripción de <i>Dalbergia calycina</i> Benth	36
6. Discusión de resultados	44
7. Conclusiones	55
8. Recomendaciones	58
9. Referencias	59
Apéndices	62
Apéndice A. Tipo de hilo presente en las especies en estudio.	62
Apéndice B. Renuevos en las Dalbergias	63
Apéndice C. Durabilidad natural de las especies en estudio	64

Apéndice D. Información complementaria de <i>Dalbergia granadillo</i>	65
Apéndice E. Usos de las especies en estudio	66
Apéndice F. Mediciones de elementos constitutivos en las especies estudiadas	67
Anexos	69
Anexo G. Descripciones botánicas del género <i>Dalbergia</i> . Mc. Vaugh, 1987 y Linares, 2015	69
Anexo H. Clasificación de elementos estructurales para latifoliadas	71

Índice de figuras

1.	Elaboración de preparaciones fijas	11
2.	Elaboración de preparaciones de material disociado	12
3.	<i>Dalbergia congestiflora</i>	13
4.	Partes del árbol de <i>Dalbergia congestiflora</i>	14
5.	Rodaja de <i>Dalbergia congestiflora</i>	15
6.	Tablillas de <i>Dalbergia congestiflora</i> , con cortes típicos	16
7.	Cortes transversales de <i>Dalbergia congestiflora</i>	17
8.	Elementos de vaso de <i>Dalbergia congestiflora</i>	18
9.	Cortes tangenciales de <i>Dalbergia congestiflora</i>	18
10.	Fibras de <i>Dalbergia congestiflora</i>	19
11.	Inclusiones de <i>Dalbergia congestiflora</i>	19
12.	<i>Dalbergia congestiflora</i>	20
13.	Partes del árbol de <i>Dalbergia congestiflora</i>	21
14.	Rodajas de <i>Dalbergia congestiflora</i>	22
15.	Tablillas de <i>Dalbergia congestiflora</i> con cortes típicos	23
16.	Cortes transversales de <i>Dalbergia congestiflora</i>	24
17.	Elementos de vaso de <i>Dalbergia congestiflora</i>	25
18.	Cortes tangenciales de <i>Dalbergia congestiflora</i>	26
19.	Material disociado de <i>Dalbergia congestiflora</i>	27
20.	Inclusiones de <i>Dalbergia congestiflora</i>	27
21.	<i>Dalbergia granadillo</i>	28
22.	Partes del árbol de <i>Dalbergia granadillo</i>	30
23.	Rodaja seca de <i>Dalbergia granadillo</i>	31

24.	Tablillas de <i>Dalbergia granadillo</i>	32
25.	Cortes transversales de <i>Dalbergia granadillo</i>	33
26.	Elementos de vaso de <i>Dalbergia granadillo</i>	34
27.	Cortes tangenciales de <i>Dalbergia granadillo</i>	34
28.	Fibras de <i>Dalbergia granadillo</i>	35
29.	Inclusiones de <i>Dalbergia granadillo</i>	35
30.	<i>Dalbergia calycina</i>	36
31.	Partes del árbol de <i>Dalbergia calycina</i>	37
32.	Rodaja de <i>Dalbergia calycina</i>	38
33.	Tablillas de <i>Dalbergia calycina</i>	39
34.	Cortes transversales de <i>Dalbergia calycina</i>	40
35.	Elementos de vaso de <i>Dalbergia calycina</i>	41
36.	Cortes tangenciales y radial de <i>Dalbergia calycina</i>	42
37.	Fibras de <i>Dalbergia calycina</i>	43
38.	Inclusiones en <i>Dalbergia calycina</i>	43

Índice de cuadros

1.	Características organolépticas de <i>Dalbergia congestiflora</i> Pittier	49
2.	Características macroscópicas y microscópicas de <i>Dalbergia congestiflora</i>	50
3.	Características organolépticas de <i>Dalbergia granadillo</i> Pittier	52
4.	Características macroscópicas y microscópicas de <i>Dalbergia granadillo</i> Pittier	53

Resumen

Se presenta la descripción botánica, así como anatómica macroscópica y microscópica de la madera de tres especies del género *Dalbergia*; *D. congestiflora* Pittier (Campincheran), *D. granadillo* Pittier (Granadillo) y *D. calycina* Benth (Rosa Mexicana), de la familia Fabaceae-Faboideae, procedentes del estado de Michoacán. Para cada una de las especies se presenta una descripción detallada que incluye: nombres comunes, distribución, hábitat, descripción botánica detallada del árbol y corteza. Características macroscópicas y microscópicas de la madera, densidad y usos locales. Las descripciones se ilustran mediante fotografías del árbol, corteza, hojas, frutos, flores, tablillas de los tres cortes representativos (transversal, radial y tangencial), así como también de los tres cortes histológicos y material disociado. El propósito del estudio es contribuir al incipiente conocimiento de la estructura anatómica de la madera de Dalbergias de México.

Palabras clave: *Dalbergia*, madera, estructura anatómica, descripción botánica, palo de rosa.

Abstract

Introducing botanic, macroscopic and microscopic anatomical description of three wood species of the genus *Dalbergia* of the family Fabaceae-Faboideae, from the state of Michoacán, which are *D. congestiflora* Pittier (Campincheran), *D. granadillo* Pittier (Granadillo) y *D. calycina* Benth (Rosa Mexicana).

For each species it presents a detailed description that includes: common names, geographic distribution, habitat, detailed botanic description of the tree and their bark, macroscopic and microscopic characteristics of the Wood, density and local applications. The descriptions are illustrated through photographs from the tree, the bark, leaves, fruits, flowers, and timbers of the three representatives cuts (radial, tangential, and cross-section), as well as the three histologic and disassociated material cuts. The purpose of the study is to contribute to the incipient knowledge of the anatomical structure of the Dalbergias wood from Mexico.

Key words: *Dalbergia*, wood, anatomical structure, botanic description, rose wood.

1. Introducción

El género *Dalbergia* cuenta con una gran variedad de formas; desde árboles grandes, medianos y pequeños, e inclusive lianas. A nivel mundial tiene una amplia distribución, nativa de regiones tropicales de México, América Central, Sudamérica, África, Madagascar y Sur de Asia. Este género es considerado uno de los que más especies presenta dentro de la familia Fabaceae. El número de especies varía dependiendo de la autoridad, citando entre 100 a 300 spp. Sin embargo, en la base de Datos mundial de Leguminosas solo se aceptan 159 especies (ILDIS 2005).

En México se pueden encontrar dalbergias en hábitats como selva baja caducifolia o selva mediana subcaducifolia, vegetación riparia (bosque de galería), vegetación de transición, bosque de pino-encino y ocasionalmente en bosque mesófilo de montaña. En los estados de Chiapas, Veracruz, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Hidalgo, Morelos, Yucatán, Quintana Roo, San Luis Potosí, Nayarit, Querétaro, Jalisco, Colima, Puebla y Tabasco (Mc Vaugh 1987; Guizar y Sanchez 1991 y Linares 2015).

Para México se han reportado las siguientes especies: *Dalbergia congestiflora*, *D. granadillo*, *D. calycina*, *D. palo-escrito*, *D. longepedunculata*, *D. luteola*, *D. modesta*, *D. ruddae*, *D. rhachiflexa*, *D. retusa*, *D. glomerata*, *D. tabascanica*, *D. cibix*, *D. brownei*, *D. melanocardium*, *D. calderonii*, *D. tucurensis*, *D. cubilquitenzis*, (Pittier 1922; Linares y Sousa 2007). De las cuales solo dos están estudiadas anatómicamente: *D. congestiflora* y *D. retusa* (Barajas y León 1989; Richter & Dallwitz 2000).

En Michoacán se han reportado las siguientes especies de *Dalbergia*: *Dalbergia granadillo*, *D. congestiflora*, *D. calycina*. (Cué-Bär *et al*, 2006) y *D. rhachiflexa*. (Linares y Sousa 2007). Las especies del género *Dalbergia* se encuentran seriamente amenazadas por la destrucción de bosques y selvas. Así como por su sobreexplotación y saqueo que se ha dado en los últimos años. Todo esto trae como consecuencia que actualmente *D. granadillo* y *D. congestiflora* se encuentren en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT- 2010), como especies en peligro de extinción.

Las especies de este género presentan gran similitud tanto en la madera como botánicamente. Dependiendo del lugar de origen, en algunos casos a la misma especie se le conoce con distintos nombres vulgares, lo cual dificulta la identificación de las mismas. Se da el caso de que a varias

especies se les conoce con el mismo nombre común, como por ejemplo granadillo rojo para *Dalbergia glomerata*, *D. granadillo*, *D. retusa* y *D. tucurencis*. E inclusive al género *Platymiscium* se le conoce como granadillo.

Las Dalbergias se consideran maderas preciosas a nivel mundial y son muy apreciadas por su decorativa figura, gran acústica y alta durabilidad natural. Por lo anterior y la dificultad para conseguirlas, contribuye a que presenten un precio alto en el mercado. Algunas especies de este género poseen una fragancia similar a pétalos de rosas, lo que las hace merecedoras al nombre de maderas de rosa (Rose wood) o ligeramente similar a la miel.

Los usos que se le dan a la madera de las Dalbergias, son muy diversos, como artículos de alto valor agregado por ejemplo: tornería y artesanía fina, ebanistería, joyería, chapa decorativa, puertas talladas, mangos para cuchillos y cubiertos de lujo, accesorios para ropa (botones), tableros de ajedrez, muebles de lujo, piezas de embarcaciones y automóviles de lujo, xilófonos, teclas de marimba, instrumentos musicales como guitarras y mandolinas (Lincoln 1986; Guridi 1996). En contraparte se observó que estas especies son usadas en construcciones rústicas (palapas), en las costas del Pacífico en México. En los municipios de Aquila y Arteaga se empleaban en construcciones rurales y postes para cercas.

Entre las especies de palisandros o Rose Wood comerciales encontramos a: *Dalbergia latifolia* (rosa de la india), *D. nigra* (rosa de Brasil), *D. spruceana* (rosa del Amazonas), *D. frutescens* (madera de tulipán Brasileño), *D. stevensonii* (rosa de honduras), *D. retusa* (Cocobolo), *D. madagascarensis* (rosa de Madagascar), *D. melanoxydon* (granadillo Africano), *D. cearensis* (Kingwood, Violetta). De las cuales existe información referente a la descripción de la madera, densidad, maquinado, secado, durabilidad natural y usos (Lincoln 1986; Richter & Dallwitz 2000).

Existe poca información referente a las especies en estudio. Por esta razón la importancia de este trabajo de investigación, el cual contribuirá al conocimiento científico, aportando información sobre estructura anatómica macroscópica y microscópica de tres especies que habitan en el estado de Michoacán. *Dalbergia granadillo* Pittier, *D. congestiflora* Pittier, *D. calycina* Benth. La información recabada se podrá utilizar como herramienta de diferenciación de estas especies, además contribuirá a completar la información botánica existente.

2. Antecedentes

Respecto a las especies de interés, son muy pocos los trabajos realizados, encontrando que solo *Dalbergia congestiflora* está estudiada anatómicamente, para *D. granadillo* solo reportan descripción anatómica macroscópica y *D. calycina* solo existe su nombre común y algunos de los usos. De los estudios relacionados con la presente investigación se mencionan los siguientes.

Estudios referentes a la anatomía macroscópica, microscópica y usos

Guridi (1996) realizó la caracterización macroscópica de la madera de *Dalbergia congestiflora* reportándola con porosidad difusa, parénquima leñoso paratraqueal vasicéntrico con tendencia a aliforme, apotraqueal difuso agregado y parénquima marginal. Poros pequeños y numerosos, de tipo solitarios y algunos agrupados. Radios finos y estratificados y presencia de gomas rojizas. Para *D. granadillo*, la reporta con porosidad difusa. Poros de tamaño medio y escasos, de tipo solitarios y múltiples radiales de dos. Parénquima leñoso paratraqueal vasicéntrico y apotraqueal difuso agregado. Radios muy finos y estratificados. Presencia de gomas brillantes de color castaño rojizo.

Barajas y León (1989) aportan información sobre la descripción anatómica macroscópica y microscópica de *Dalbergia congestiflora*, reportándola como madera de porosidad difusa. Con poros moderadamente pequeños y numerosos (22 poros/mm²), de tipo solitarios y agrupados de 2 – 4, con diámetro tangencial de 71 μm . Parénquima leñoso paratraqueal escaso con tendencia a aliforme. Elementos de vaso cortos con 145 μm , platina con perforación simple, puntuaciones alternas y ornamentadas de 5 – 9 μm . Radios estratificados, moderadamente numerosos (7 radios/mm), de tipo homogéneos con 1 y 2 series de ancho, extremadamente bajos de altura (107 μm). Fibras de tipo libriforme, de diámetro medio con longitud de 700 μm y pared gruesa de 4 μm de espesor. La especie presenta abundantes gomas y cadenas de cristales prismáticos.

Richter *et al.* (1996) reportan a *Dalbergia congestiflora* como: madera de porosidad difusa, de 5 – 10 poros /mm² de tipo solitarios y múltiples radiales de 2 – 5; con diámetro medio 100 – 170 μm . El parénquima es apotraqueal en bandas intercalado con parénquima marginal, paratraqueal difuso con tendencia a aliforme y en ocasiones apotraqueal difuso agregado. El parénquima fusiforme se observa en líneas de 2 o 3 células. Los elementos de vasos con longitud

de 200 μm . La perforación de los elementos de vaso es simple y casi horizontal. Las punteaduras intervasculares son alternas, con 5 – 7 μm de diámetro y ornamentadas. La especie presenta gomas color de rosa a marrón violeta. Las fibras son cortas de 700 μm y paredes gruesas. Los radios son muy finos y numerosos con 11 – 16 radios/mm; en madera madura mayormente biseriados con escasos uniseriados y triseriados, los uniseriados de 5 – 7 células de alto (100 – 300 μm), en madera juvenil hasta 13 células, con rayos claramente estratificados junto con las fibras, elementos de vaso y parénquima leñoso, con 6 niveles/mm. La especie presenta cristales prismáticos en el parénquima leñoso.

Richter *et al.* (1996) además de lo anterior, realizó la comparación anatómica de *D. congestiflora* contra otras Dalbergias y aportan una clasificación de las Dalbergias de México y Centro América en cuatro grupos de especies. Grupo I (*Dalbergia granadillo*, *D. hypoleuca*, *D. lineata* y *D. retusa*). Este grupo se caracteriza por tener parénquima apotraqueal difuso y difuso agregado, pocos poros de tamaño grande, densidad alta (0.85 – 1.35 g/cm³), color del duramen y composición química del extracto idéntico en *D. granadillo* y *D. retusa*. Grupo II (*D. tucurencis*, *D. cubilquitzensis* y *D. palo-escrito*), son idénticas en todos los aspectos, pero se distinguen del grupo del cocobolo por diferencias de acomodo en el parénquima, color del duramen y composición de extractivos y la densidad menor (0.80 g/cm³). Grupo III (*D. congestiflora* y *D. funera*), presenta marcada diferencia de color entre el duramen y la composición química de extractos del duramen, poseen densidad alta, patrón característico de vasos pequeños y frecuentes, parénquima en bandas y presencia de cristales prismáticos en células de radios; y grupo IV (*D. stevensonii*), tiene la estructura similar a *D. tucuruensis*, densidad más alta y diferente composición de extractivos del duramen.

Los usos para *D. granadillo*, *D. congestiflora* son: elaboración de diapasones, puentes, clavijas, fondos y costillas de guitarras, artículos decorativos y artesanales reportados por Niembro (1986); Barajas y León (1989); Guridi y García (1997), los cuales se les da en Paracho, Michoacán.

Información relacionada a *Dalbergia retusa*, especie muy semejante a *D. granadillo*.

Richter & Dallwitz (2000) reportan a *Dalbergia retusa* como madera con duramen de color marrón amarillento a marrón rojizo con vetas oscuras, de olor aromático y dulce, peso específico de 0.89 – 1.35 g/cm³. Madera de porosidad difusa. Parénquima axial en bandas, apotraqueal difuso y difuso agregado, vasicéntrico escaso y marginal. Vasos en grupos radiales de 2 – 3 con diámetro tangencial de 80 – 320 μm y 3 – 6 vasos/mm², placas de perforación simple. Punteaduras alternas con diámetro vertical de 8 – 10 μm . Fibras de pared gruesa. Radios de 9 – 15 radios/mm, uniseriados y biseriados (escasos triseriados), de tipo homogéneos y ocasionalmente con tendencia a heterogéneos, estratificación total de 5 – 6 estratos por mm vertical. Presenta cristales prismáticos en células de parénquima axial. Desde el punto de vista tecnológico, para esta especie se tiene poca información acerca de sus propiedades físicas y mecánicas. Kribs (1968); Lincoln (1986) y Peters (2000) reportan información sobre secado, trabajabilidad, densidad y usos de *Dalbergia retusa* Hemsl (Cocobolo), entre otras especies de importancia comercial.

Trabajos relacionados con la información botánica de las especies en estudio

Standley (1920) describe a cuatro Dalbergias presentes en el país, entre ellas encontramos *Dalbergia granadillo* Standl, donde aparece con la sinonimia de *Amerimnon granadillo* Standl. Pittier (1922) realiza una breve descripción de *Dalbergia granadillo* y *D. retusa*, entre otras especies; aportando una clave de identificación de 17 especies de Dalbergia para México y Centro América. Mc Vaugh (1987) realiza la descripción botánica detallada de *D. congestiflora*, *D. granadillo* y *Dalbergia sp.* Guizar y Sanchez (1991) reportan la descripción botánica, distribución, hábitat y algunos usos de *D. congestiflora*.

Cué-Bär y colaboradores (2006) realizaron un listado florístico de las especies de árboles y el hábitat en que se encuentran en el estado de Michoacán, dentro de las cuales mencionan a *Dalbergia congestiflora*, *D. granadillo* y *D. calycina*.

Otros estudios relacionados a las especies

Hernández (2014) realizó un estudio sobre micropropagación de *Dalbergia congestiflora*, a partir del establecimiento *in vitro* de yemas apicales y axilares obtenidas por la brotación de estacas cultivadas en invernadero.

Richter y colaboradores (1996) aportaron información sobre la cantidad de extractivos del duramen de *Dalbergia congestiflora* y otras especies, además realizaron la comparación de cromatografía de capa fina y fluorescencia del duramen respecto a especies de Dalbergias de Centro América (*D. granadillo*, *D. tucuruencis*, *D. hypoleuca* y *D. palo-escrito*).

Rutiaga (1991) realizó un análisis químico de la madera de *Dalbergia granadillo*, encontrando: cobre, estaño, trazas de antimonio y cianuro, bario, estroncio, carbonato, terpenoides, flavonoides, coumarina, furocoumarina y quinona. Además, comprobó que el aserrín de la misma es resistente a la pudrición causada por *Trichodema viridis*.

3. Objetivos

General

Realizar la descripción macroscópica, microscópica y botánica de: *Dalbergia congestiflora* Pittier (Campincheran, Camotillo), *D. granadillo* Pittier (Granadillo, Zangalicua) y *D. calycina* Benth (Rosa mexicana, palo zopilote).

Particulares

- Realizar la descripción botánica de las especies.
- Determinar los caracteres organolépticos de las especies.
- Realizar la descripción macroscópica y microscópica de las especies.
- Determinar la densidad al 12% de C.H. de cada especie.

4. Materiales y Métodos

4.1. Trabajo de campo

Con la finalidad de localizar ejemplares del género *Dalbergia* que vegetan en el estado de Michoacán, se realizaron salidas a distintas localidades pertenecientes a los municipios de: San Lucas, Arteaga, Tzitzio, Tiquicheo, Carácuaro, Nuevo Urecho, Ario de Rosales, Aquila y Coahuayana, donde se muestrearon árboles representativos de los cuales se recolectaron muestras botánicas. Las muestras botánicas de *Dalbergia congestiflora*, *D. granadillo* y *D. rhachiflexa*, fueron previamente identificadas por la Ing. Teresa García Moreno y posteriormente validadas por el experto en dalbergias, M. en C. José Ledis Linares, quien corroboró la identificación de *Dalbergia congestiflora* Pittier y *D. granadillo* Pitier, pero indicó que *D. rhachiflexa* estaba equivocada y este ejemplar correspondía a *Dalbergia calycina* Benth. Las muestras de herbario quedaron resguardadas en el Herbario Nacional de México (MEXU) y posteriormente se depositarán en el herbario de la facultad de Biología de la UMSNH.

Se realizó el derribo de un ejemplar de cada especie, siguiendo la metodología propuesta por Ramos y Díaz (1981), para toma de muestras para estudios tecnológicos, pero no fue posible aplicarla en todos los casos, por lo cual se procedió a adaptarla según criterio del asesor. En el caso de *D. congestiflora* perteneciente a la Lajita, Mpio de San Lucas, se muestreo una rama gruesa, esto debido a que fue el único ejemplar encontrado en la localidad. El derribo de los árboles se realizó a 30 cm del nivel del suelo, el fuste limpio se dividió en trozas cortas para facilitar su manipulación y transporte (debido a que son maderas muy densas y provenientes de sitios escabrosos y alejados de las vías de comunicación). Se elaboraron notas sobre los datos de recolección, como: tipo de vegetación, altura del árbol, DAP (Diámetro a la Altura del Pecho), tipo de suelo, clima y asnm (altura sobre el nivel mar). También se tomaron fotografías de los árboles, ramillas, rodajas, corteza, flor y fruto. El tipo de suelo se determinó con la guía para la identificación de los tipos de suelo en Michoacán INEGI (2004).

El material del presente trabajo forma parte del proyecto de investigación: Estudio anatómico y botánico de las Dalbergias del estado de Michoacán, el cual está siendo realizado por la Ing. Teresa García Moreno.

4.2. Trabajo de laboratorio

Descripción botánica. La descripción botánica de las especies se realizó a partir de las muestras colectadas y de la información recabada en campo. Los caracteres descritos fueron: tamaño del árbol, tipo de corteza; tipo, color y tamaño (hojas, flores y frutos). Utilizando el material colectado y la bibliografía necesaria se realizó la identificación y posterior corroboración de las especies.

Caracterización anatómica de la madera.

Para la caracterización se obtuvieron dos rodajas, una de tres cm y otra de cinco cm de espesor provenientes de la primera troza del árbol y al DAP, las rodajas se destinarón para la obtención de cubos y descripción de la troza respectivamente. El resto de la troza se aserró y secó al aire para la obtención de tablillas con los cortes típicos radial (R), tangencial (Tg) y transversal (X) de 1.5 x 7 x 15 cm.

Descripción de la rodaja. Una vez que la rodaja estaba seca al aire, se lijó y describió tomando en cuenta la información siguiente: forma, diámetro promedio, diferencia de color entre albura y duramen, tipo, color y espesor de la corteza, posición y tamaño de la médula y porcentaje de albura y duramen.

Descripción macroscópica. La descripción macroscópica se realizó a partir de las tablillas secadas al aire. Las características organolépticas descritas fueron las siguientes: color de albura y duramen (apoyados en el uso de la tabla Munsell, 1975), olor, sabor, textura, hilo, veteado, diseño y brillo. A partir de las tablillas con corte limpio en cara transversal, tangencial y con una lupa de 10 aumentos (10X), se procedió a determinar las características macroscópicas siguientes: zonación, parénquima leñoso, porosidad, arreglo de poros, visibilidad de radios, estratificación y porcentaje de elementos constitutivos. El porcentaje de elementos constitutivos se determinó trazando un círculo de 0.5 cm de diámetro y en forma apreciativa se calculó el porcentaje de poros, parenquima leñoso, radios y fibras, la operación anterior se repite tres veces y se obtiene el promedio.

Determinación de la densidad. El calculo de la densidad se realizó al 12 % de C.H. Se determinó el espesor, ancho y largo de la pieza, posteriormente se obtuvo el volumen; con una balanza Ohaus PA214 con 0.0001 g de precisión. La densidad se determinó mediante la siguiente formula:

$$\rho = m/v \quad (1)$$

Dónde:

ρ = densidad al 12 %, g/cm³

m = masa al 12 %, en g

v = volumen al 12 %, en cm³

Descripción microscópica. Para la descripción microscópica se realizaron preparaciones fijas y preparaciones de material disociado a partir de cubos de madera (2 × 2 × 2 cm con caras representativas X, Tg y R) para cada especie. Los cubos provenientes de la parte intermedia de la troza (no deben ser de albura ni de madera próxima a la médula) se sometieron a un proceso de ablandamiento por medio de cocción durante 550 horas a ebullición (presión atmosférica) y 150 horas en olla casera a presión (2 kg/cm²), para campincheran y granadillo. Para Rosa Mexicana, 100 horas a ebullición normal y 150 horas en olla casera a presión.

Elaboración de preparaciones fijas. Los cortes para las preparaciones fijas se obtuvieron en un micrótopo de deslizamiento (Figura 1a), a un grosor de 30–40 micras, la mitad de los cortes se blanquearon (con 1/4 de hipoclorito de sodio al 5 % y 3/4 partes de agua destilada), y se lavaron, en seguida se tiñeron con verde Iodo por 12 horas; posteriormente se lavaron con alcohol al 60 %, la otra mitad se dejó al natural y ambos grupos de cortes se deshidrataron gradualmente con alcoholes a diferentes concentraciones: 70 % (1 hora), 80 % (1 hora), 96 % (50 minutos) y al 100 % (5 minutos), se aclararon con xilol durante 1 minuto. A continuación, se montaron en el portaobjetos ordenando los cortes de derecha a izquierda (R, X, Tg), se les cubrió con resina sintética y un cubreobjetos, se presionaron para eliminar burbujas y homogenizar la capa de resina, posteriormente se dejaron secar durante dos semanas antes de limpiarse (raspándoles el exceso de resina con navajas de doble filo) y etiquetarse (Figura 1 b y c).

Elaboración de preparaciones con material disociado. Para la obtención del material disociado se cortaron astillas de la cara radial de dos de los cubos ablandados, después se colocaron

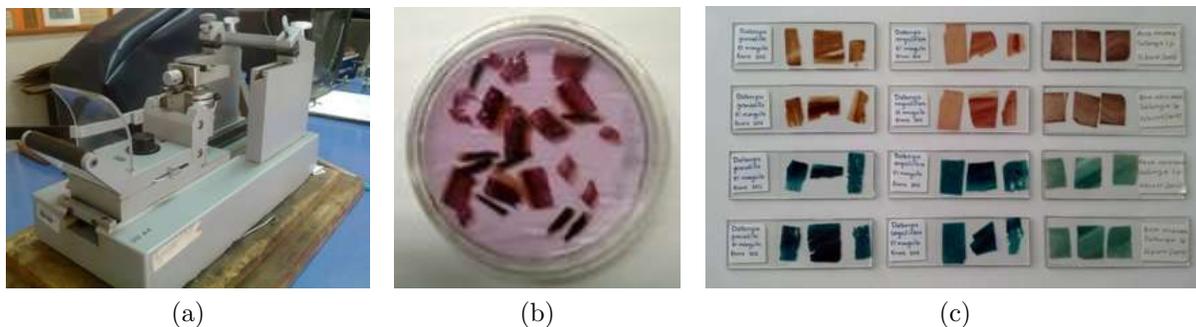


Figura 1: Elaboración de preparaciones fijas. a) Micrótopo de deslismiento, b) Cortes obtenidos en el micrótopo, c) Preparaciones fijas con cortes histológicos.

en tubos de ensaye y se les agregó la mezcla disociadora (mezcla de ácido acético glacial, ácido nítrico, ácido láctico y glicerina en las mismas proporciones), se tapó con papel aluminio y se dejó reposar durante 24 horas. Después el tubo se puso en baño maría durante 15 minutos para *Dalbergia calycina*, 20 min. para *D. granadillo* y 25 min. para *D. congestiflora* hasta que el material se disoció (o maceró) (Figura 2 a). Después se taparon los tubos de ensaye con una malla de nylon (para retener el material disociado), se lavaron 5 veces con agua destilada para eliminar residuos de la mezcla y se dejaron escurrir. Una vez lavado el macerado se tiñó con pardo de Bismarck durante 15 minutos y se volvió a lavar 5 veces con alcohol al 60 %, posteriormente se vertió el macerado en una caja de petri con alcohol al 70 % para después montarse en un portaobjetos, con ayuda de un pincel fino y una aguja de disección, distribuyéndolas uniformemente; las muestras obtenidas se dejaron secar por 8 días a temperatura ambiente y 1 hora bajo la luz de una lámpara, una vez secas se les colocó xilol para aclararlas, resina de montaje y se les adicionó el cubreobjetos, se presionaron uniformemente, posteriormente se dejaron secar por 2 semanas, a continuación se limpiaron los restos de resina y se etiquetaron (Figura 2 b y c).

Determinación de tamaño y abundancia de los elementos estructurales. Las mediciones de los elementos se realizaron a partir del material disociado y los cortes histológicos, se utilizó un microscopio óptico marca Iroscope con ocular micrométrico. Se tomó un tamaño de muestra de 80 mediciones para cada uno de los elementos mensurables, tales como: diámetro tangencial de poros, poros/mm², ancho y alto de radios, radios/mm, estratos/mm, longitud de elementos de vaso, longitud de fibra, diámetro de fibra, diámetro de lumen, grosor de paredes, y diámetro vertical de puntuaciones). De las mediciones obtenidas se determinó: promedio, míni-

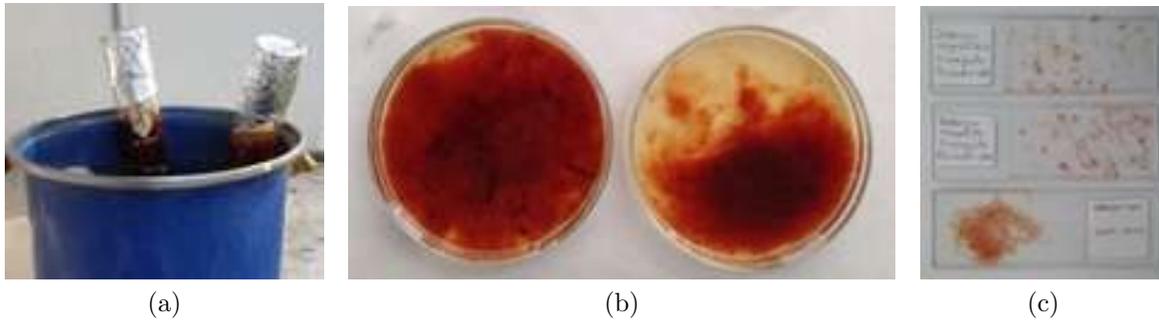


Figura 2: Elaboración de preparaciones de material disociado. a) Tubos de ensaye con astillas y disociador en baño maria, b) Material disociado c) Preparaciones fijas de material disociado.

mo, máximo y moda. Con base al promedio y en ocasiones la moda, se procedió a la clasificación de los elementos y se referenciaron con los parámetros de clasificación reportados por Tortorelli (1956), IAWA (1989) y CITES (2002), (anexo H).

De las preparaciones fijas y material disociado se tomaron fotografías con un microscopio digital marca Carl Zeiss y un microscopio marca Iroscope con camara marca pentax.

La información sobre los usos actuales se obtuvo mediante preguntas directas y revisión bibliográfica, las sugerencias de usos para las especies estudiadas se hicieron tomando en cuenta la estructura anatómica macroscópica y microscópica, así como la densidad de la madera.

5. Resultados

5.1. Descripción de *Dalbergia congestiflora* Pittier

Ejemplar procedente de la Lajita Municipio de San Lucas, Michoacán.

Sinonimia: *Amerimnon congestiflorum* (Pittier) Standl.

Familia: Fabaceae-Faboideae

Nombres comunes: Campincherán, Camotillo, Campincerán, Campincherán.



Figura 3: *Dalbergia congestiflora*. a) árbol procedente de la Lajita Mpio. de San Lucas, Michoacán, México y b) muestra botánica.

Descripción botánica

Árbol caducifolio de 7 m de altura y DAP de 22 cm. El árbol cuando es joven tiene la corteza lisa de color grisácea con manchas blanquecinas y cuando es adulto presenta corteza escamosa y fisurada de color grisáceo, con mediana facilidad se llega a desprender en tiras más o menos rectangulares. Las hojas son compuestas imparipinadas de 9 – 17 cm de longitud, folíolos alternos de 5 – 9, predominado los de 8, de color verde azulado en el haz y verde opaco en el envés, pubescentes y con nervaduras seminotorias en ambas caras, los folíolos son de forma ovados u oblongos de 1.6 a 5.6 cm de longitud y 1.2 – 3.5 cm de ancho, con el ápice emarginado y base obtusa. El peciolo es de 1.5 – 2.3 cm y los peciólulos son de 2 – 4 mm de longitud,

pubescentes junto con las ramillas. Las inflorescencias son paniculas de 1 – 4 cm, muy congestionadas y agrupándose hacia el final de las ramas, las flores son de 3 – 4 mm y de color blanco, la especie florece de diciembre a enero. El fruto es una legumbre aplanada de 2.5 – 3.9 cm de longitud y 1 – 1.8 cm de ancho; de color verde claro cuando fresca y castaño claro ligeramente naranja cuando seca, las vainas presentan venaciones notorias en la superficie, contienen 1 semilla por vaina, la estipite es de 7 – 11 mm. La especie fructifica de enero a marzo (Figura 3 y 4).

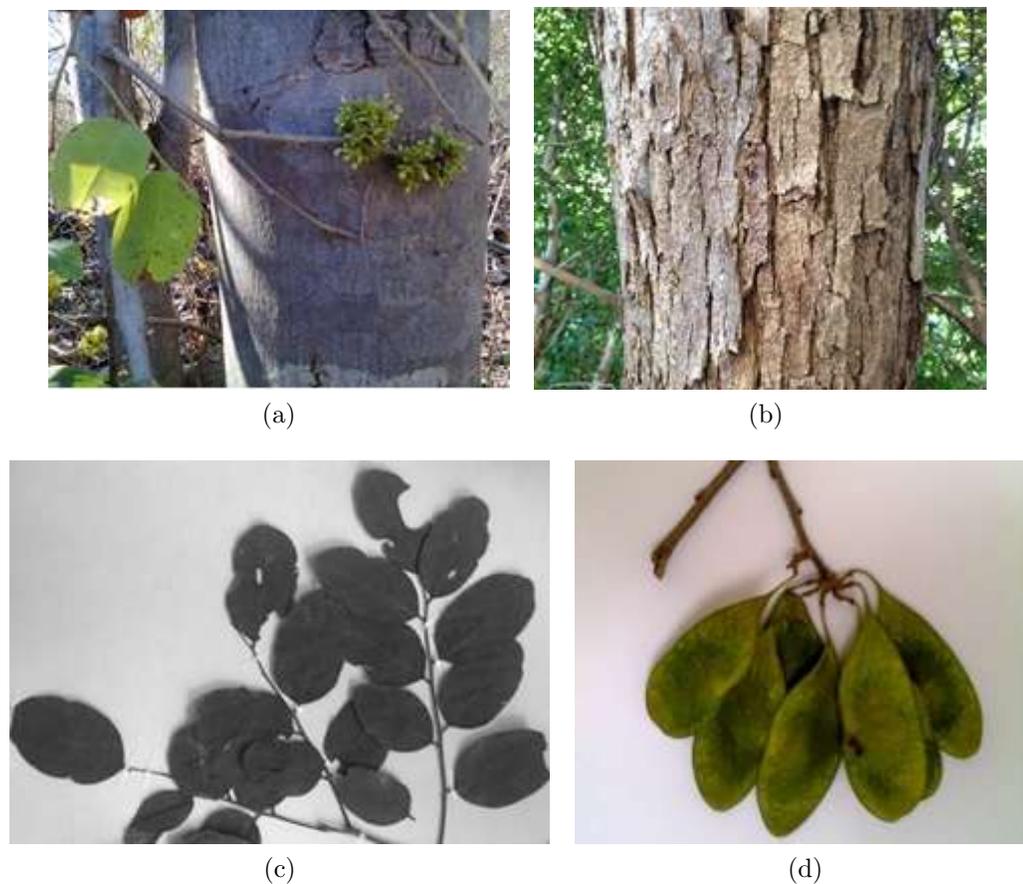


Figura 4: Partes del árbol de *Dalbergia congestiflora*. a) Corteza de árbol joven con hojas y flores, b) Corteza de árbol adulto, c) Ramilla, d) Frutos verdes.

Datos del árbol estudiado

El ejemplar recolectado se derribó el 15 de enero del 2015, en la localidad la Lajita, Mpio de San Lucas, Michoacán. La localidad se encuentra a 550 msnm, en vegetación riparia colindante con selva baja caducifolia. El espécimen se encontró cohabitando con: Capire (*Sideroxylon capiri*), palo de aro (*Lonchocarpus rugosus*), tazumbo (*Piscidia sp.*), pinzan (*Pithecellobium dulce*),

cucharillo (*Simira mexicana*), cueramo (*Cordia elaeagnoides*), cuitáz (*Lysiloma microphylla*), mata rata (*Gliricidia sepium*), san miguelito (*Caesalpinia pulcherrima*), ficus (*Ficus sp*), papelillo (*Bursera sp*), cirian (*Crescentia alata*). El terreno es ligeramente accidentado, con suelo delgado de tipo litosol.

Descripción de la rodaja

La rodaja presenta forma irregular, con diámetro promedio de 22 cm, la posición de la médula es ligeramente excéntrica, de tamaño pequeño. Existe marcada diferencia entre albura y duramen, siendo la albura de color amarillo pálido a grisácea, el duramen es de color castaño violáceo con vetas oscuras, presenta de un 30 – 50 % de albura, esto debido a que es madera proveniente de un árbol semi adulto, (entre mayor edad tenga el árbol tiende a aumentar el porcentaje de duramen). La corteza interna mide 2 – 3 mm de espesor, de color grisácea, la corteza externa de 3 – 4.5 mm de espesor, fisurada y de color castaño naranja y grisácea en la parte externa, (Figura 5)



Figura 5: Rodaja de *Dalbergia congestiflora*.

Características organolépticas

La madera presenta marcada diferencia de **color** entre albura y duramen, la albura es de color amarillo (HUE 2.5Y 8/6) a castaño pálido (beige) [HUE 10YR 8/4] y el duramen de color violeta rojizo con vetas violeta oscuro. El **sabor** es ligeramente amargo y astringente. El **olor** es característico y tenue (aromático y dulce). La **textura** es fina tendiendo a media.

El **hilo** es ligeramente entrecruzado de banda angosta en corte radial (apéndice A) y de recto a inclinado en corte tangencial. El **veteado** es pronunciado con diseño elíptico y cromático en cara tangencial, espigado y cromático en cara radial. El **brillo** es de alto a medio,(Figura 6).

Densidad

La madera de *Dalbergia congestiflora* es dura y pesada presentando una densidad de 0.9–1.19 g/cm³.



Figura 6: Tablillas de *Dalbergia congestiflora*. a) transversal, b) radial y c) tangencial.

Características macroscópicas y microscópicas

La distribución de elementos constitutivos se da de la siguiente manera: 35 % poros, 16 % parénquima axial, 15 % radios y 34 % fibras.

La **zonación** es ligeramente notoria debido a la porosidad semicircular y parénquima marginal, las zonas de crecimiento varían de 1.4–2.5 mm de ancho. La **porosidad** es semicircular con tendencia a difusa heterogénea. Los **poros** son apenas visibles, de contorno elíptico a circular y

algunos de contorno irregular. Los poros presentan diámetro mediano con promedio de $161.14 \mu\text{m}$ ($48.50 - 242.50 \mu\text{m}$) y pared gruesa de $10 - 13 \mu\text{m}$. Los poros son moderadamente numerosos con $11.50/\text{mm}^2$ ($4 - 27 \text{mm}^2$). El **arreglo de poros** es: solitarios, múltiples radiales de 2 – 5 y escasos de 6 – 9, agrupados de 3 – 5 y escasos de 6 – 9, múltiples diagonales de 2, múltiples tangenciales de 2 – 5. El **parénquima leñoso** es visible con lupa, de tipo apotraqueal difuso agregado, A. en bandas, paratraqueal aliforme, P. aliforme confluyente de ala larga y angosta y parénquima marginal. El parénquima A. en bandas junto con los radios forman una red bien definida (Figura 7), presenta parénquima fusiforme axial de 2 septos.

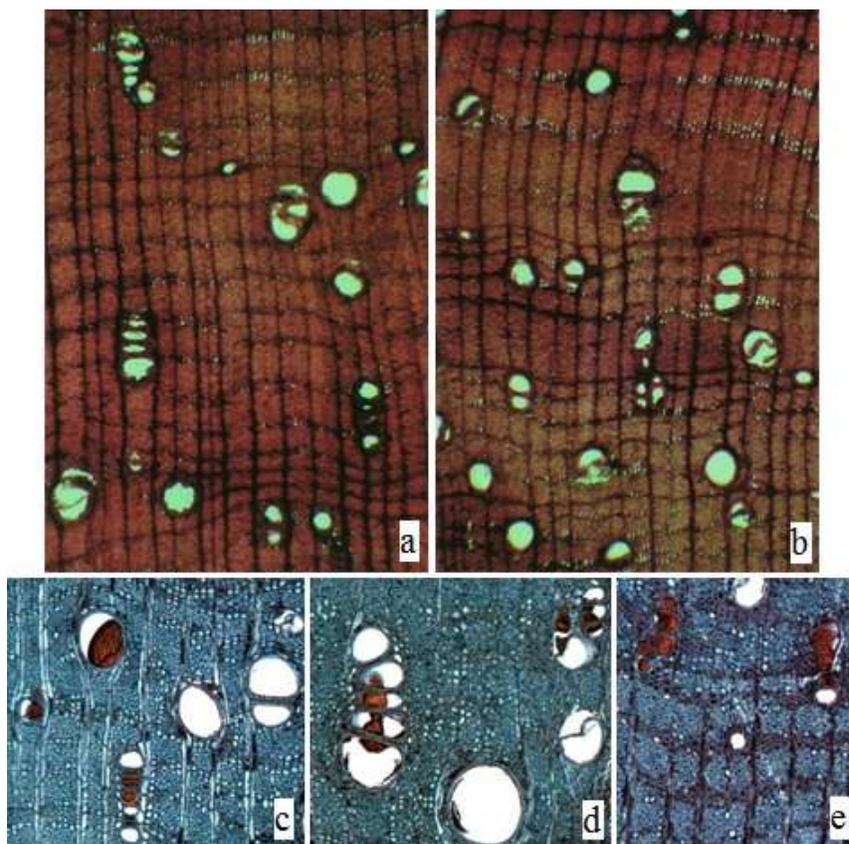


Figura 7: Cortes transversales de *Dalbergia congestiflora*. a) y b) cortes a 40X, mostrando porosidad, arreglo de poros y parénquima leñoso. c), d) y e) cortes transversales a 100X, mostrando poros solitarios, múltiples radiales de 2 y 5 y presencia de gomas en poros.

Los **elementos de vaso** son muy cortos con longitud promedio de $162.29 \mu\text{m}$ ($97 - 300.70 \mu\text{m}$), los elementos de vaso presentan platina casi horizontal con perforación simple. Las puntuaciones en las paredes de los vasos son areoladas alternas y areoladas opuestas con tendencia a escaleriformes, de diámetro vertical pequeño de $6 \mu\text{m}$ ($5 - 7 \mu\text{m}$) y de forma elíptica con ornamentaciones en la abertura, (Figura 8).

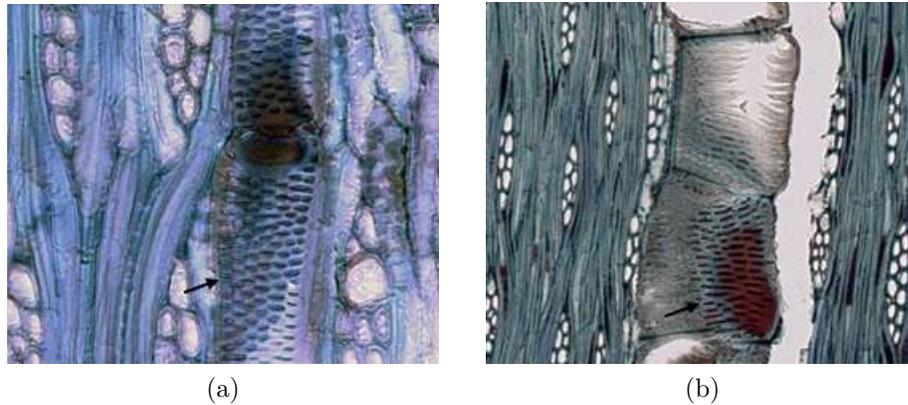


Figura 8: Elementos de vaso de *Dalbergia congestiflora*, vistos en cortes tangenciales mostrando puntuaciones areoladas alternas, A. opuestas y con tendencia a escaleriformes, a) 400X y b) 200X.

Los **radios** son visibles con lupa, en su mayoría biseriados, observándose también uniseriados, parcialmente biseriados y escasos triseriados. Los uniseriados con promedio de 5 células de alto (1 – 6), los radios son de tipo homogéneos de células procumbentes y escasos heterogéneos, son numerosos con promedios de 12 radios/mm (9 – 15 radios/mm), muy bajos con altura de $118.15 \mu\text{m}$ ($66.15 - 147 \mu\text{m}$) y moderadamente angostos con $29.61 \mu\text{m}$ ($17.15 - 44.10 \mu\text{m}$). Los radios presentan acomodo estratificado ligeramente ondulado junto con el parénquima leñoso, elementos de vaso y fibras (estratificación total). La estratificación presenta clasificación media, observándose 6 estratos por mm. vertical, (Figura 9).

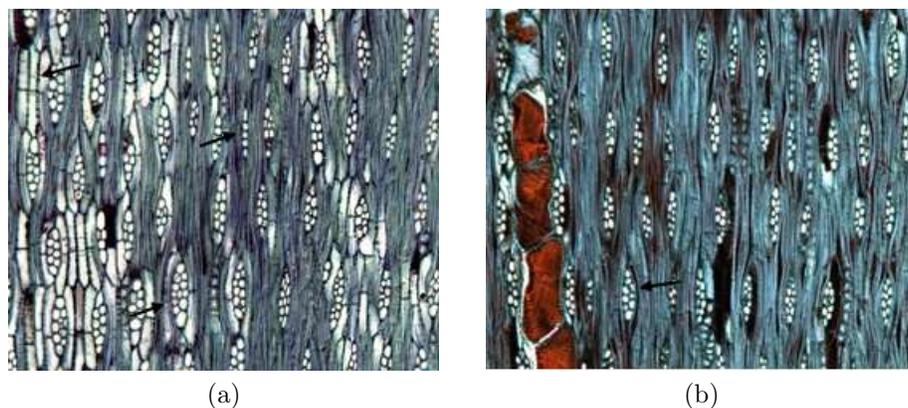


Figura 9: Cortes tangenciales de *Dalbergia congestiflora*. Cortes vistos a 100X mostrando. a) radios biseriados, escasos uniseriados y triseriados, parénquima fusiforme de 2 septos, b) estratificación ondulante y gomas en elementos de vaso.

Las **fibras** son de tipo libriforme de contorno irregular y moderadamente cortas con un promedio de $901.86 \mu\text{m}$ ($620.80 - 1241.60 \mu\text{m}$). El diámetro de las fibras es fino con promedio de $14.36 \mu\text{m}$ ($7.35 - 19.60 \mu\text{m}$), pared muy gruesa con espesor promedio de $4.9 \mu\text{m}$ ($2.5 - 8.6 \mu\text{m}$) y diámetro de lumen de $4.72 \mu\text{m}$ ($1.23 - 7.35 \mu\text{m}$) (Figura 10).

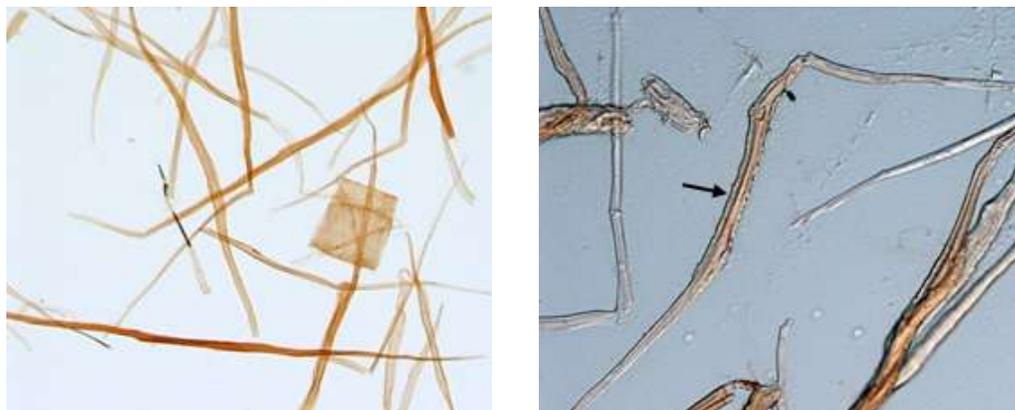


Figura 10: Fibras de *Dalbergia congestiflora*. Material dissociado con fibras vistas a 100X y 200X respectivamente.

Presenta abundantes **inclusiones** de tipo gomoso color rojo violáceo, presentes en los poros, parénquima leñoso y parénquima radial. Además, presenta cristales prismáticos en hileras de 3 a 13, en células cristalíferas del parénquima axial, observándose un cristal por célula (Figura 11).

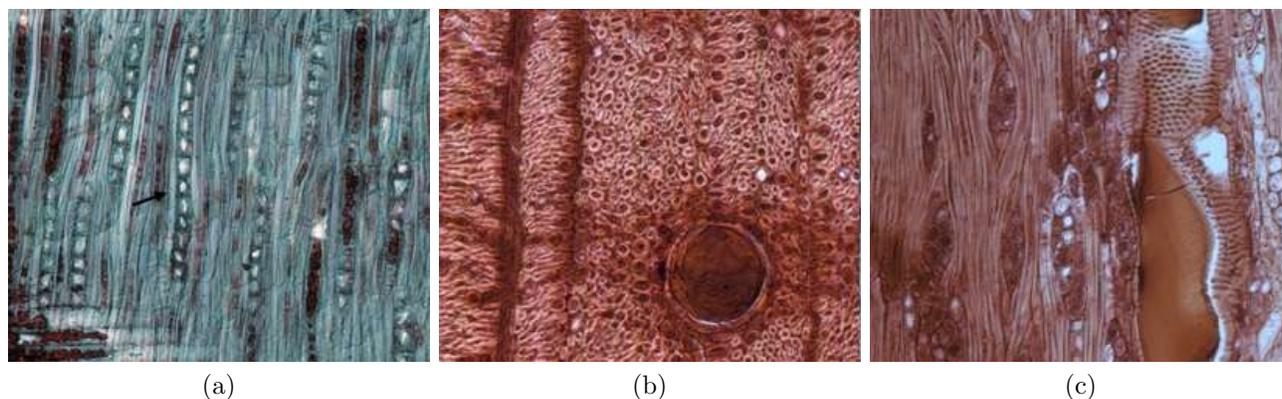


Figura 11: Inclusiones de *Dalbergia congestiflora*. Cortes a 200X mostrando. a) corte radial con cristales prismáticos y gomas en parénquima leñoso y radial, b) corte transversal con gomas en poro y células de parénquima, c) corte tangencial con gomas en vasos y radios.

Ejemplar procedente de la localidad el Manguito Municipio de Tzitzio, Michoacán.

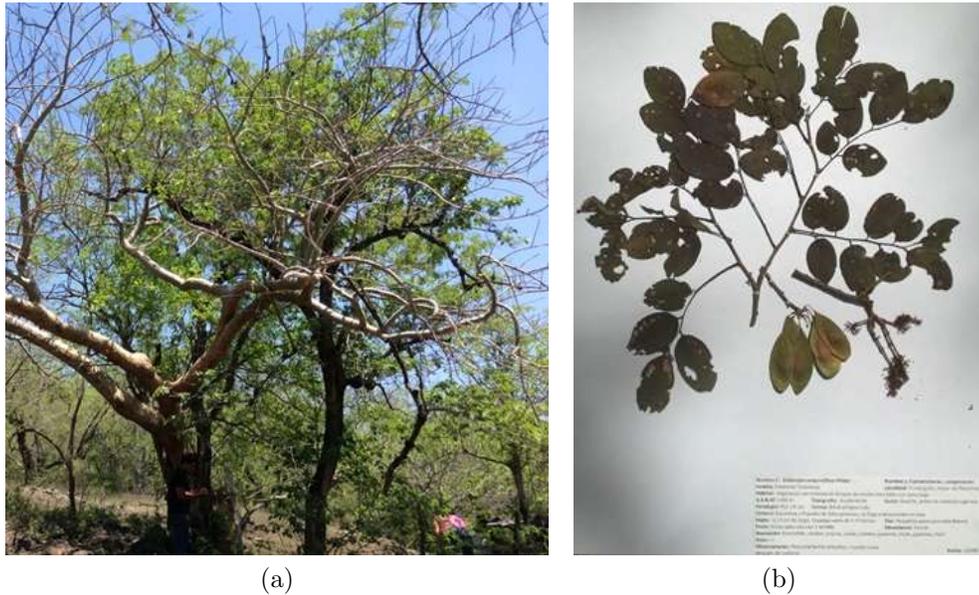


Figura 12: *Dalbergia congestiflora*. a) árbol procedente del Manguito Mpio. de Tzitzio, Michoacán, México y b) muestra botánica.

Descripción botánica

Árbol caducifolio de tronco ligeramente irregular de 8 m de altura y DAP de 25 cm. La corteza es escamosa y fisurada de color grisáceo, la cual con mediana facilidad se llega a desprender en tiras más o menos rectangulares. Las hojas son compuestas imparipinadas de 6 – 13 cm de longitud, los folíolos son de acomodo alternos de 5 – 9 (predominado los de 6 y 7), de color verde claro en el haz y verde opaco en el envés, con nervaduras semi notorias en ambas caras, los folíolos son de forma ovado u oblongo de 1.5 – 4.5 cm de longitud y 1.2 – 2.7 cm de ancho. El ápice es emarginado y la base obtusa o redondeada. El peciolo es de 1 – 2 cm y los peciólulos son de 2 – 3.5 mm de longitud, pubescentes junto con las ramillas. Las ramillas son de color gris a gris oscuro presentando lenticelas. Las inflorescencias de 1 – 3 cm, paniculadas muy congestas, agrupándose hacia el final de las ramas, las flores son de 2 – 3 mm, de color blanco-crema. La especie florece de diciembre a enero. El fruto es una legumbre aplanada de 1.5 – 4.6 cm de longitud y 1.3 – 1.7 cm de ancho, la vaina es de color verde claro cuando fresca y castaño claro naranja cuando seca, con venaciones notorias en la superficie, conteniendo 1 semilla por fruto. La estípita es de 5 – 10 mm. El ejemplar fructifica de enero a marzo, (Figura 12 y 13).

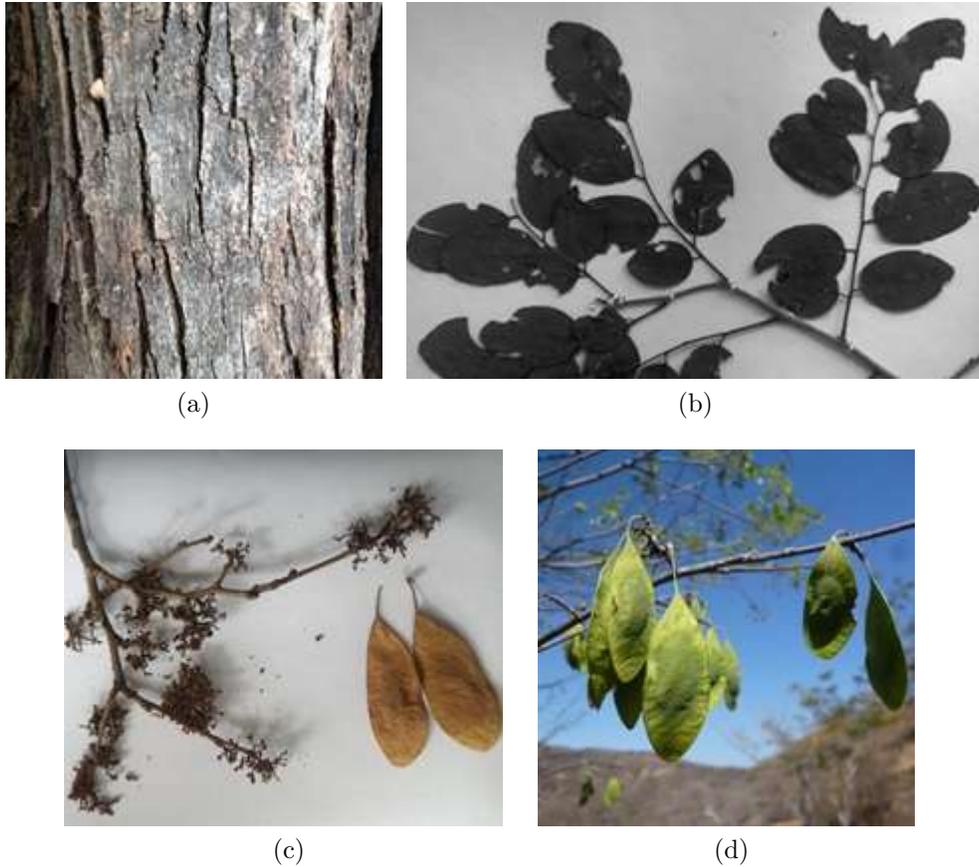


Figura 13: Partes del árbol de *Dalbergia congestiflora*. a) corteza, b) ramilla, c) flores y frutos secos, d) frutos frescos.

Datos del árbol estudiado

El árbol recolectado se derribó el 22 de agosto de 2015, en el paraje el Pinzanito, localidad del Manguito, municipio de Tzitzio, Michoacán. La region se encuentra a 1100 msnm, en vegetación perturbada de bosque de encino mezclado con selva baja caducifolia. La especie se encontró cohabitando con: Caulote (*Guazuma ulmifolia*), escobetilla (*Pseudobombax ellipticum*), cirián (*Crescentia alata*), atuto (*Vitex mollis*), changunga (*Byrsonima crassifolia*), guazima (*Heliocarpus sp.*), cobano (*Swietenia humilis*), churi (*Diphysa sp.*) y ocasionalmente granadillo (*Dalbergia granadillo*). El terreno es accidentado con suelo seco, pedregoso de apariencia pobre en materia orgánica de tipo regosol. La especie forma rebrotes con facilidad después de ser cortada, tendiendo a formar especímenes de tipo arbustivo, (apéndice B).

Descripción de la rodaja

La rodaja presenta forma irregular tendiendo a oblonga, con diámetro promedio de 25 cm. La médula es excéntrica y pequeña de 2 – 3 mm. Existe marcada diferencia entre albura y duramen, siendo la albura de color amarillo pálido, la cual con facilidad se puede deteriorar debido al ataque de hongos cromógenos que manchan la madera tornándola grisácea. El duramen de la rodaja recién cortado es de color castaño violáceo y al secarse se torna color violáceo, presenta de un 30 – 40 % de albura. La corteza interna mide 2.5 – 4 mm de espesor, de color castaño amarillento que al secarse se torna castaño grisáceo, la corteza externa mide de 3 – 5 mm de espesor, siendo fisurada y de color grisáceo. Debido a la pérdida de humedad se le notan grietas en la rodaja (Figura 14).



Figura 14: Rodajas de *Dalbergia congestiflora*. a) húmeda, b)seca oxidada.

Características organolépticas

La madera presenta marcada diferencia de **color** entre albura y duramen, la albura es de color amarillo pálido (HUE 5Y 8/3) a castaño pálido (beige) [HUE10YR 8/4] y el duramen es de color castaño claro con vetas castaño rojizas y castaño violáceas. El **sabor** es medianamente amargo y astringente. El **olor** es característico (aromático y dulce). La **textura** es fina tendiendo a media. El **hilo** es de recto a inclinado en cara tangencial y de recto a ligeramente entrecruzado de banda angosta en corte radial (apéndice A). El **veteado** es pronunciado con **diseño** elíptico y cromático en cara tangencial y espigado y cromático en cara radial. El **brillo** es alto, (Figura 15).

Densidad

La Madera de *Dalbergia congestiflora* es dura y pesada presentando una densidad de 0.9–1.1 g/cm³.



Figura 15: Tablillas de *Dalbergia congestiflora* con cortes típicos. a) transversal, b) radial y c) tangencial

Características macroscópicas y microscópicas

La distribución de elementos constitutivos se da de la siguiente manera: 20 % poros, 20 % parénquima leñoso, 15 % radios y 45 % fibras. La madera presenta **zonación** poco notoria debido a porosidad semicircular poco definida y parénquima marginal delgado de 2 – 3 células de ancho, las zonas de crecimiento son amplias de 1.8 a 6 mm. La **porosidad** es semicircular heterogénea (poros muy pequeños junto con poros grandes), los poros son apenas visibles de contorno elíptico a circular y algunos de contorno irregular, los poros presentan pared gruesa 12 – 16 μm y tamaño medio con diámetro promedio de 152.92 μm (58.20 – 223.10 μm), se

observan moderadamente pocos con $8/\text{mm}^2(3 - 22 \text{ mm}^2)$. El **arreglo de poros** es: solitarios, múltiple radial de 2 – 4 y escasos de 5 – 7, agrupados de 3 – 4 y escasos de 5 – 8, así mismo hay escasos múltiples en diagonal y tangencial de 2. El **parénquima leñoso**: apotraqueal difuso agregado con tendencia a formar bandas, paratraqueal aliforme, P. aliforme unilateral de alas largas y parénquima marginal (Figura 16), presenta las células fusiformes del parénquima leñoso divididas en 2 septos.

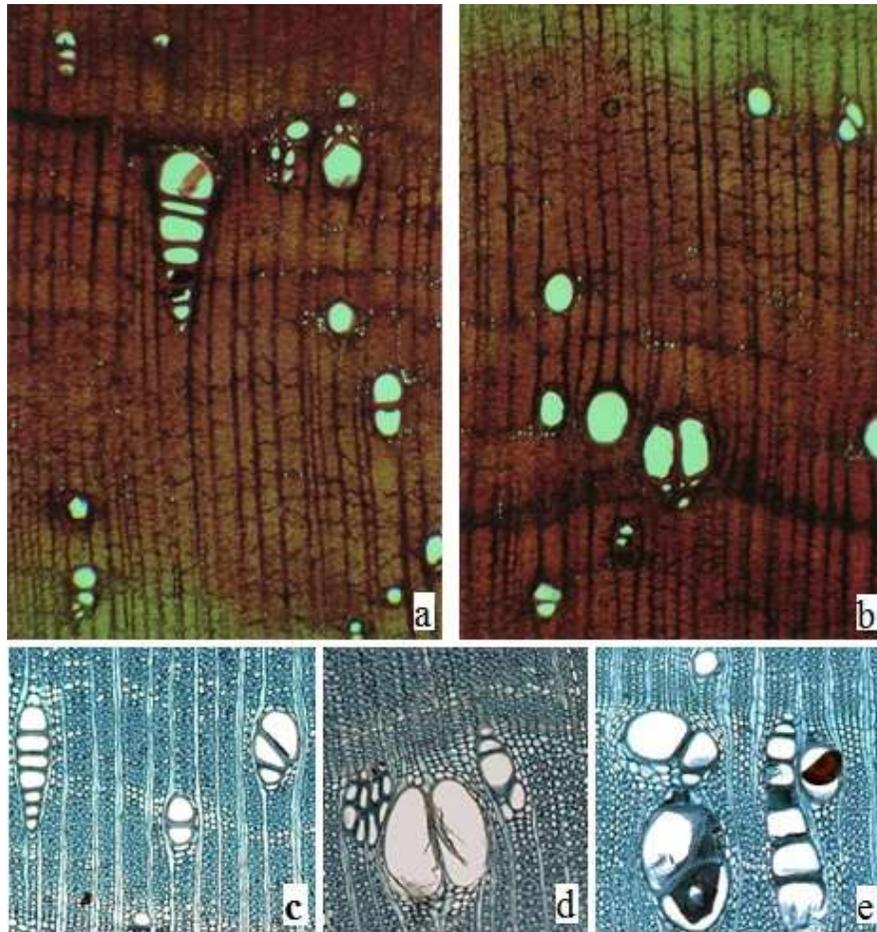


Figura 16: Cortes transversales de *Dalbergia congestiflora*. a) y b) cortes transversales a 40X mostrando porosidad semicircular, arreglo de poros y parénquima leñoso, c), d) y e) cortes transversales vistos a 100X, mostrando poros múltiples radiales de 2-8, agrupado de 3-8.

Los **elementos de vaso** son muy cortos con longitud promedio $149.95 \mu\text{m}$ ($106.70 - 180 \mu\text{m}$), de forma cilíndrica los grandes y con lígula redondeada los pequeños. los vasos presentan platina casi horizontal con perforación simple. Las **puntuaciones** en las paredes de los vasos son areoladas alternas y areoladas opuesta de contorno ovalado a hexagonal, con diámetro vertical pequeño de $6.5 \mu\text{m}$ ($4.9 - 8.6 \mu\text{m}$) y abertura elíptica con ornamentaciones, (Figura 17).

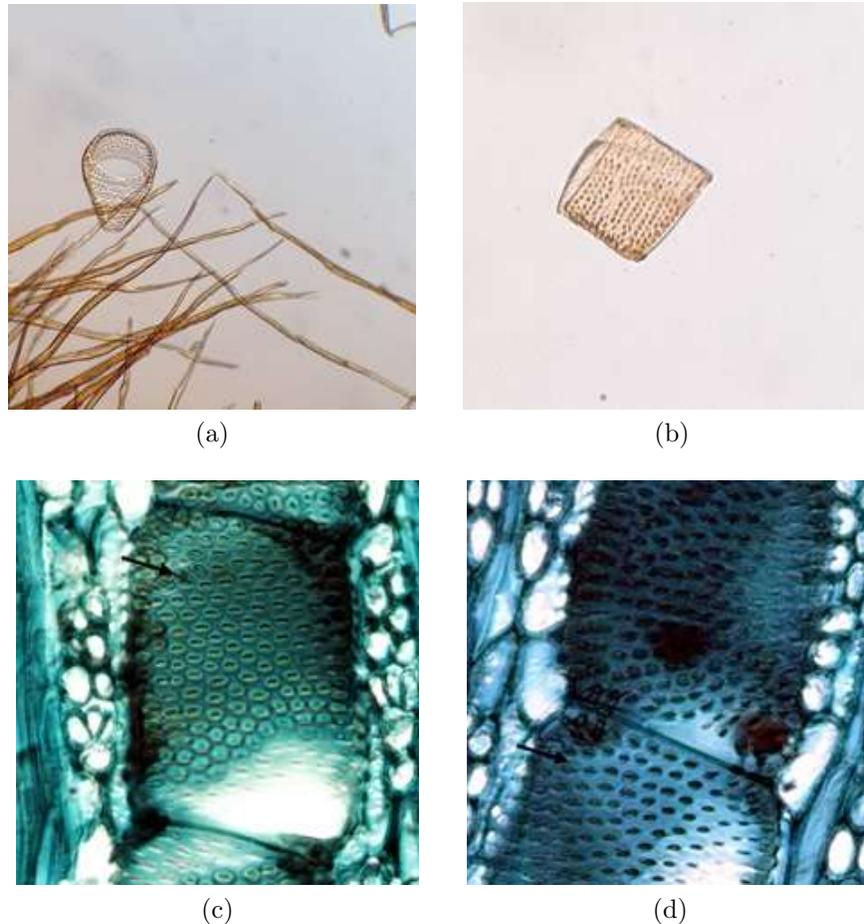


Figura 17: Elementos de vaso de *Dalbergia congestiflora*. a) y b), material disociado a 100X, mostrando elemento de vaso con lígula redondeada y elemento de vaso cilíndrico, c) y d) cortes tangenciales mostrando elementos de vaso con puntuaciones areoladas con ornamentaciones visto a 400X.

Los **radios** son visibles solo con lupa, en su mayoría biseriados, encontrándose también uniseriados y parcialmente biseriados así como escasos triseriados, los radios uniseriados presentan un promedio de 4.6 células de alto (1 – 7), son de tipo homogéneo en su mayoría y escasos con tendencia a heterogéneos. Los radios se presentan muy abundantes con un promedio de 13.86 radios/mm (12 – 16 /mm), son bajos con una altura promedio de 207.14 μm (90.65 – 495 μm) y moderadamente angostos con ancho de 30.93 μm (24.50 – 36.75 μm). Los radios, parénquima leñoso, elementos de vaso y fibras presentan acomodo estratificado ligeramente ondulado (estratificación total). La estratificación presenta clasificación de media a fina, observandose de 6 – 7 estratos por mm vertical. El ejemplar presenta radios fusionados por sus extremos (comúnmente 2 y rara vez 3), (Figura 18).

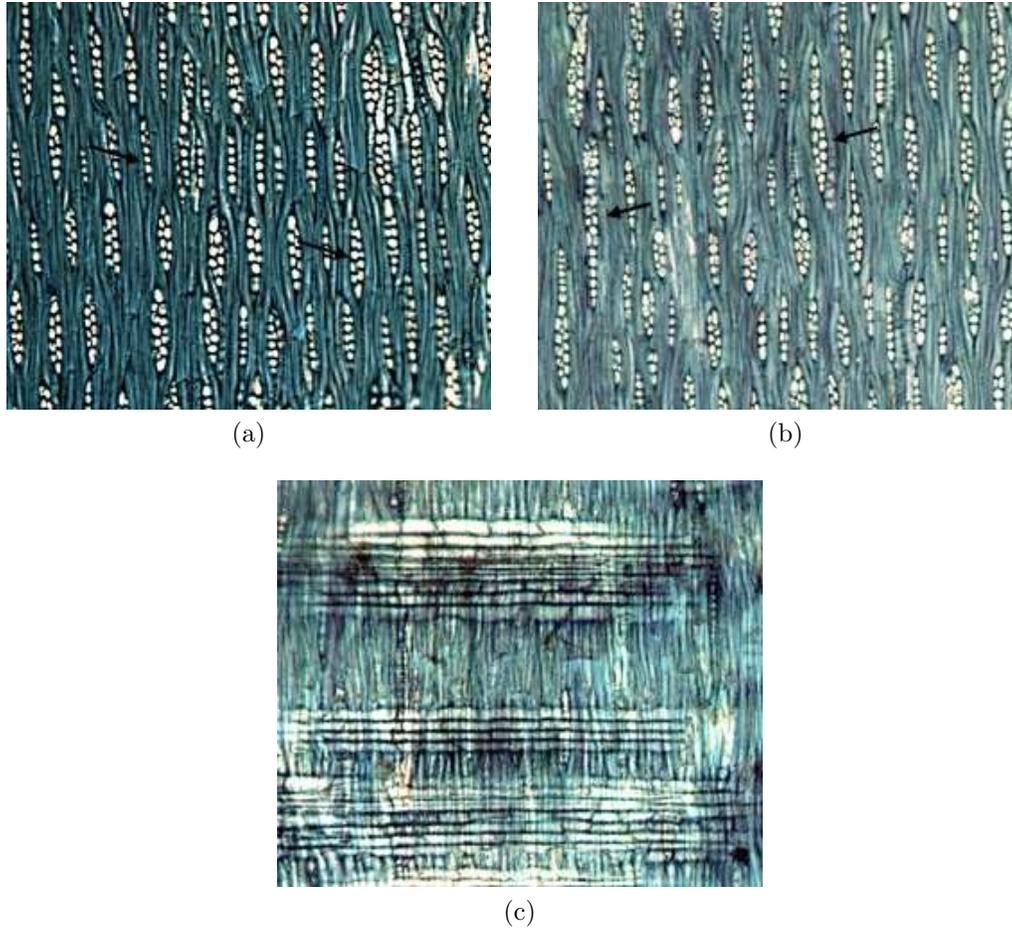


Figura 18: Cortes tangenciales de *Dalbergia congestiflora*. Cortes vistos a 100X, a) y b) cortes tangenciales mostrando estratificación, radios uniseriados y radios fusionados, c) corte radial mostrando composición homogénea y con tendencia a heterogénea en los radios.

Las **fibras** son de tipo libriforme, de contorno irregular y bordes aserrados, las fibras presentan diámetro fino con promedio de $14.56 \mu\text{m}$ ($9.8 - 19.6 \mu\text{m}$), la longitud es de moderadamente cortas a cortas con $904.38 \mu\text{m}$ ($630.50 - 1222.20 \mu\text{m}$), la pared es gruesa con espesor promedio de $4.72 \mu\text{m}$ ($2.45 - 9.80 \mu\text{m}$) y el diámetro de lumen de $4.55 \mu\text{m}$ ($1.23 - 7.35 \mu\text{m}$), (Figura 19).

Inclusiones: presenta abundantes gomas de color rojo violáceo a marrón dentro de los poros, parénquima leñoso y parénquima radial. Además, se encuentran abundantes cristales prismáticos en células cristalíferas del parénquima leñoso (1 cristal por célula), observándose escasas hileras de 3 y predominando de 7 – 8, (Figura 20).

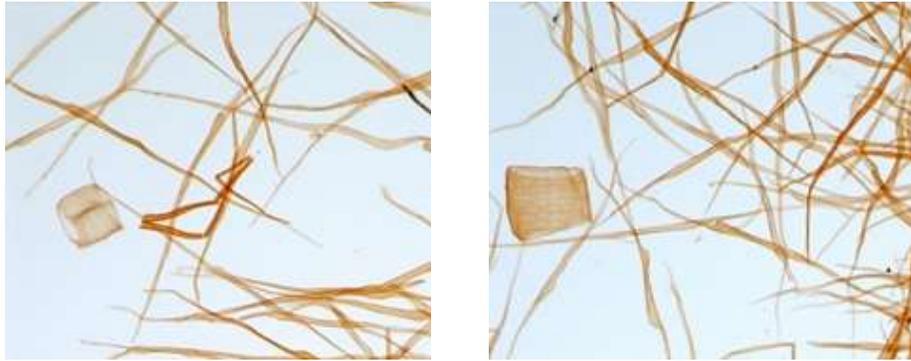
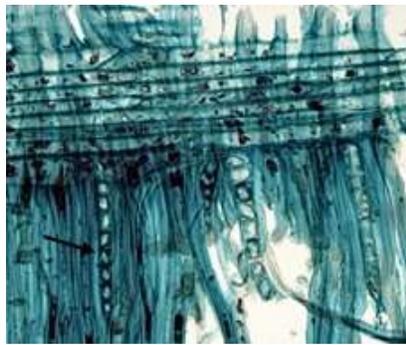
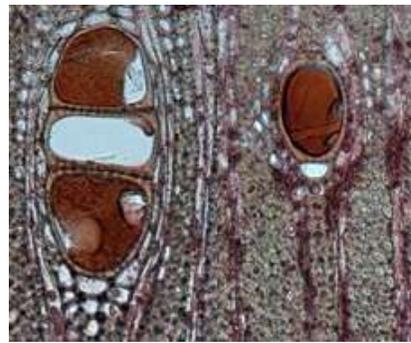


Figura 19: Material disociado de *Dalbergia congestiflora*. Mostrando fibras y elemento de vaso visto a 100X.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 20: Inclusiones de *Dalbergia congestiflora*. Cortes a 200X. a) corte radial mostrando cristales en parénquima axial, b) corte transversal mostrando poros con gomas, c) y d) gomas en elementos de vaso visto en corte radial y tangencial.

5.2. Descripción de *Dalbergia granadillo* Pittier

Sinonimia: *Amerimnon granadillo* Standl.

Familia: Fabaceae - Faboideae

Nombres comunes: Granadillo, Granadillo morado, Zangalicua, Madera fina.



(a)



(b)

Figura 21: *Dalbergia granadillo*. a) árbol procedente del Manguito Mpio. de Tzitzio, Michoacán, México. y b) muestra botánica.

Descripción botánica

Árbol caducifolio de tronco y copa irregular de 12 m de altura y DAP de 31 cm. La corteza es de fisurada a escamosa con bordes irregulares, color castaño grisáceo, la corteza al rasparse, por ser de consistencia suave y polvosa adquiere una tonalidad castaño naranja. Las hojas son compuestas de 16 – 29 cm de largo, imparipinadas, con folíolos de color verde amarillento brillante en el haz y verde opaco y ligeramente pubescente en el envés, los folíolos son de acomodo alterno, de 9 – 14 folíolos por hoja, predominando 11 y 13. La forma de los folíolos en su mayoría es lanceolada y algunos de forma elíptica-ovada. Los folíolos lanceolados presentan la base obtusa con ápice agudo y retuso, de 5.3–7.9 cm de longitud y 2.3–3.3 cm de ancho, los folíolos elípticos-

ovados presentan la base redondeada con el ápice agudo y retuso, de 2.9 – 6.6 cm de longitud y 2.1 – 3.6 cm de ancho. El peciolo es de 2.9 – 4.5 cm y los peciólulos de 4 – 7 mm de largo. Las inflorescencias son de color blanco, las cuales se tornan de color negro al deshidratarse, presenta paniculas de 4 – 10 cm de largo, con acomodo axilar en las ramillas. Los frutos son legumbres aplanadas de color verde amarillento brillante cuando frescas y castaño negruzco cuando secas, observándose la cámara seminal más oscura, las vainas de forma elíptico-oblongas de 7 – 12 cm de largo y 1.5 – 2.5 cm de ancho, con estrangulamiento presente en algunas vainas, presentan de 1 – 4 semillas, la estípita es de 7 – 13 mm de largo, con corola persistente. Los frutos se dan agrupados en número variable, predominando 5, comúnmente al final de las ramillas, los frutos son persistentes, encontrándose frutos viejos junto con las inflorescencias del siguiente año. La especie fructifica de agosto a enero en esta zona, (Figura 21 y 22).

Las semillas de las vainas secas con frecuencia son atacadas por larvas de gorgojo, de acuerdo a lo observado con el material recolectado. Así como también se observó que al derribar el árbol, con facilidad genera renuevos en el tocon, donde las hojas son más grandes que las que producen las ramillas adultas, (apéndices B y D).

Datos del árbol estudiado

El árbol recolectado se derribó el 22 de agosto de 2015, en el paraje el Pinzanito, localidad el Manguito municipio de Tzitzio, Michoacán. La localidad se encuentra a 900 msnm, en vegetación de bosque de encino mezclado con selva baja caducifolia. La region es de clima tropical. El espécimen se encontró cohabitando con: Caulote (*Guazuma ulmifolia*), Anona (*Annona sp.*), Encino (*Quercus sp.*), Parota (*Enterolobium cyclocarpum*), Guazima (*Heliocarpus velutinus*), Granadillo (*Platymiscium lasiocarpum*), Cucharillo (*Simira mexicana*), Atánicua (*Tabebuia chrysanta*), Cañafístula (*Tabebuia impetiginosa*), Cobano (*Swietenia humilis*), Pinzan (*Pithecellobium dulce*), Cuitaz (*Lysiloma microphylla*), Frijolillo (*Caesalpinia sp.*). El terreno es ligeramente accidentado (cañada), suelo húmedo rico en materia orgánica de tipo regosol.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 22: Partes del árbol de *Dalbergia granadillo*. a) extremo de la troza mostrando corteza y madera, b) ramilla, c) flores y d) vainas secas.

Descripción de la rodaja

La rodaja presenta forma irregular similar a una manzana, con un diámetro promedio de 31 cm. La médula es excéntrica, de forma ligeramente ovalada tendiendo a irregular y pequeña de 4 – 5 mm de diámetro. El albura y duramen presentan marcada diferencia de color, siendo la albura de color amarillo pálido oxidándose a amarillo intenso, con facilidad se mancha por hongos cromógenos tornándose grisácea. El duramen recién cortado es de color castaño violáceo y al secarse toma su color característico castaño rojizo. La proporción de albura es de 20 – 25 % del xilema, correspondiendo de 75 – 80 % al duramen. La corteza interna mide de 1.5 – 3 mm de espesor, de color amarillo que al secarse se torna castaño grisáceo. La corteza externa ligeramente gruesa de 5 – 10 mm de espesor, de fisurada a escamosa con bordes irregulares, color castaño grisáceo (Figura 22a y 23).



Figura 23: Rodaja seca de *Dalbergia granadillo*

Características organolépticas

La madera presenta marcada diferencia de color entre albura y duramen, la albura es de **color** amarillo pálido (HUE 2.5Y 8/4) y el duramen es de color rojo (HUE 2.5YR 4/6) a café rojizo (HUE 2.5 YR 4/4) con vetas oscuras, (después de unos años la madera se oxida y se torna de color obscuro casi negro). El **olor** es agradable aromático y dulce, el cual se aprecia mejor cuando se sumerge en agua caliente o cuando se trabaja (asierra y cepilla). El **sabor** es ligeramente amargo y astringente. La **textura** es media. El **hilo** entrecruzado en cara radial (apéndice A) y de recto a inclinado en cara tangencial. El **veteado** es pronunciado, con **diseño** parabólico y cromático en cara tangencial y en cara radial el diseño es espigado y cromático. EL **brillo** es alto, (Figura 24).

Densidad

La madera de *Dalbergia granadillo* es dura y pesada presentando densidad de 1 – 1.1 g/cm³.

Características macroscópicas y microscópicas

La distribución de elementos constitutivos se da de la siguiente manera: 28 % poros, 22 % parénquima leñoso, 15 % radios y 35 % fibras.

La **zonación** se presenta de forma notoria, debido a la porosidad circular y parénquima marginal, las zonas de crecimiento son amplias de 1.5 a 5.3 mm. Los **poros** son visibles a simple vista, presentan pared media y contorno de ligeramente ovalado a circular, con abundantes



Figura 24: Tablillas de *Dalbergia granadillo*. a) transversal, b) radial y c) tangencial

gomas de color naranja rojizo, los poros son de tamaño medio, con diámetro de $173.40 \mu\text{m}$ ($38.80 - 232.80 \mu\text{m}$), se presentan moderadamente pocos con 7 poros/mm^2 ($3 - 13 \text{ poros/mm}^2$). El **arreglo de poros** es; solitarios, múltiples radiales de $2 - 5$ y escasos de $6 - 8$, agrupados de $3 - 5$ y escasos de $6 - 10$, múltiples en diagonal de 2 , múltiples tangenciales de 2 y 3 . El **parénquima leñoso** es de tipo apotraqueal difuso agregado, A. en bandas, paratraqueal aliforme confluyente, P. aliforme y parénquima marginal, (Figura 25)). El parénquima axial en serie se presenta dividido en 2 septos.

Los **elementos de vasos** son muy cortos, con longitud promedio de $185.42 \mu\text{m}$ ($140 - 232.80 \mu\text{m}$), los elementos de vaso más pequeños suelen presentar extremos redondeadas simulando lígulas y los de diámetro mayor presentan forma cilíndrica. La platina es de casi horizontal a horizontal con perforación simple. Las puntuaciones en las paredes de los vasos son areoladas alternas en su mayoría y escasas areoladas opuestas, las puntuaciones presentan diámetro vertical pequeño con $7.8 \mu\text{m}$ ($7.4 - 8.6 \mu\text{m}$), de forma ovalada y con ornamentaciones, (Figura 26).

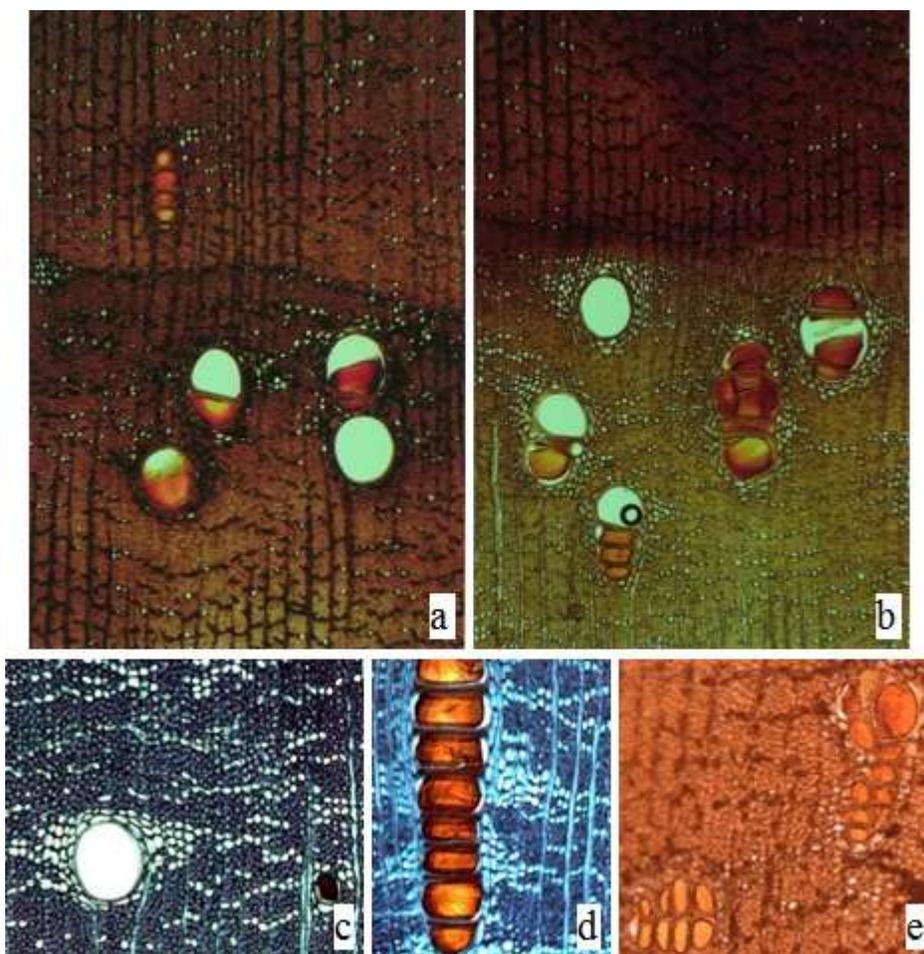


Figura 25: Cortes transversales de *Dalbergia granadillo*. a) y b) cortes vistos a 40X, mostrando porosidad circular, arreglo de poros y parénquima leñoso, c) parénquima paratraqueal aliforme y apotraqueal difuso agregado visto a 100X d) poro múltiple radial de 8, e) poros agrupados de 9 y 10.

Los **Radios** son visibles con lupa, en su mayoría son biseriados, existiendo también uniseriados, parcialmente biseriados y escasos triseriados. Los uniseriados presentan en promedio 5.51 células de alto (1 – 9). Los radios son de tipo homogéneos de células procumbentes y ocasionalmente escasos heterogéneos de células procumbentes y verticales. Los radios son muy abundantes con un promedio de 14.84 radios/mm (12 – 17 /mm), muy bajos con una altura promedio de 124.68 μm (85.75 – 164.15 μm) y moderadamente angostos con ancho promedio de 30.64 μm (17.15 – 44.10 μm). Los radios presentan acomodo estratificado ligeramente ondulante junto con los elementos de vaso, parénquima leñoso y fibras. La estratificación es de tipo medio observándose 5 filas o estratos por mm vertical, (Figura27).

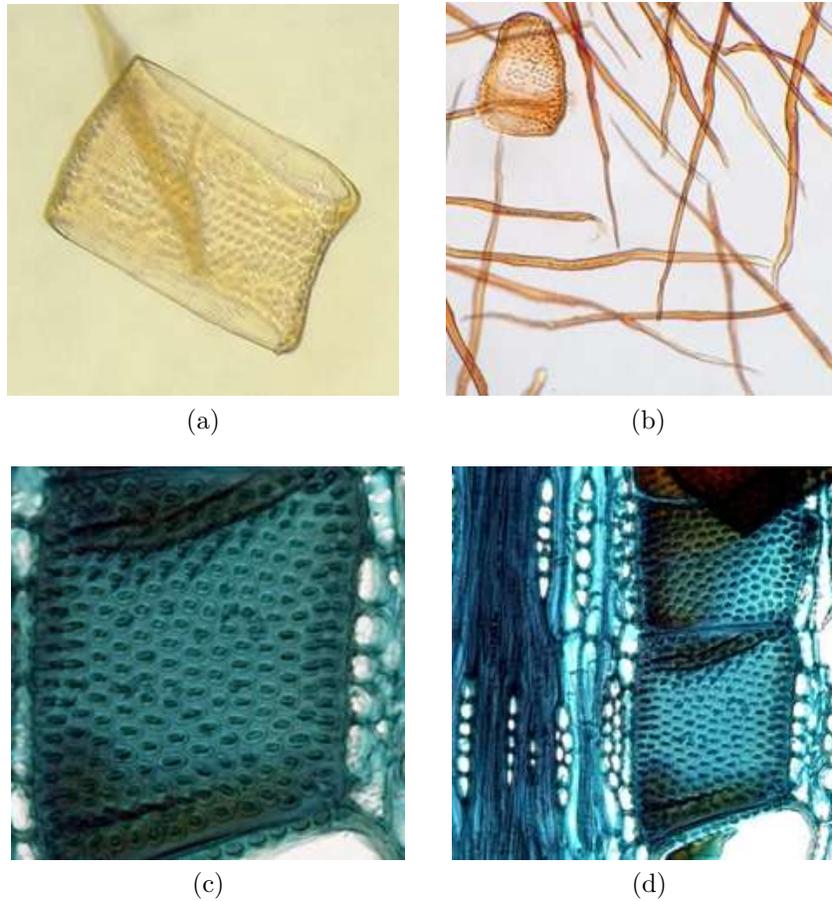


Figura 26: Elementos de vaso de *Dalbergia granadillo*. a) elemento de vaso visto en 200X, b) elemento de vaso pequeño visto en 100X, c) y d) puntuaciones areoladas alternas y opuestas con ornamentaciones en elementos de vaso en corte tangencial, vistas a 400X y 200X.

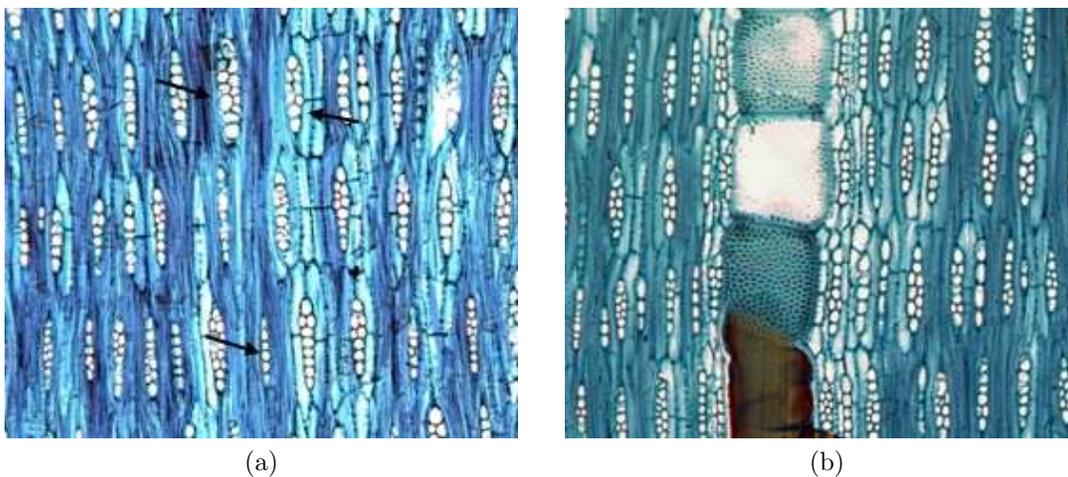


Figura 27: Cortes tangenciales de *Dalbergia granadillo*, vistos a 100X. a) corte tangencial mostrando radios uniseriados, biseriados y parénquima axial, b) corte tangencial mostrando estratificación total.

Las **fibras** son de tipo libriforme de contorno irregular y longitud media con un promedio de $1035.27 \mu\text{m}$ ($824.50 - 1503.50 \mu\text{m}$), algunas fibras presentan bordes aserrados o terminaciones bifurcadas. El diámetro de las fibras es fino con $15.28 \mu\text{m}$ ($7.4 - 24.5 \mu\text{m}$), de pared gruesa a muy gruesa con espesor promedio de $5.5 \mu\text{m}$ ($2.5 - 9.8 \mu\text{m}$) y diámetro de lumen de $4.43 \mu\text{m}$ ($1.23 - 9.8 \mu\text{m}$), (Figura 28).

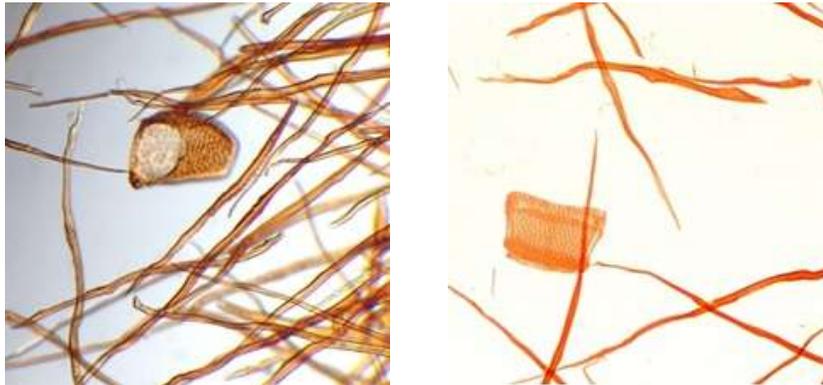


Figura 28: Fibras de *Dalbergia granadillo*. vistas en material disociado a 100X.

La especie presenta abundantes **inclusiones** de tipo gomoso color naranja rojizo, localizadas en: poros, parénquima leñoso y parénquima radial. Además, escasos cristales prismáticos en hileras de 4 – 8 en células cristalíferas del parénquima axial, presentando un cristal por célula, (Figura 29).

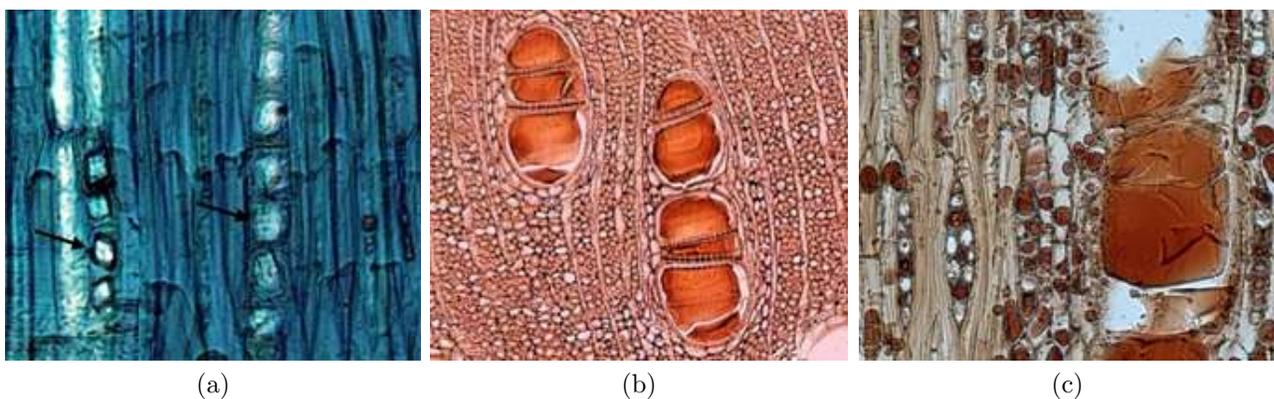


Figura 29: Inclusiones de *Dalbergia granadillo*. a) corte radial con cristales prismáticos en parénquima axial, visto a 400X, b) gomos en poros, vistas en corte transversal a 100X y c) gomos en elementos de vaso, parénquima axial y radial, visto en corte tangencial a 200X.

5.3. Descripción de *Dalbergia calycina* Benth

Sinonimia: *Amerimnon calycinum* (Benth.) kuntze.

Familia: Fabaceae—Faboideae

Nombres comunes: Rosa Mexicana, Palo Zopilote, Cahuirica.



Figura 30: *Dalbergia calycina*. a) árbol procedente de la Cebadilla Mpio. de Ario de Rosales, Michoacán, México y b) muestra botánica.

Descripción botánica

Árbol caducifolio de tronco recto de 10 m de altura y DAP de 35 cm. La corteza es lisa, de color grisácea y con lenticelas cuando joven escamosa y ligeramente fisurada, de color castaño rojiza cuando adulto, la corteza presenta musgo tanto en el árbol joven como en el árbol adulto. Las hojas son compuestas de 16.5 – 21 cm de longitud, imparipinadas, de color verde claro a verde azulado en el haz y ligeramente opacas en el envés, los folíolos presentan acomodo alterno de 11, 13 – 15 folíolos (predominando 13 y 15). La forma de los folíolos es oblongo-lanceolados de 2.7 – 5.9 cm de longitud y 1.5 – 2.5 cm de ancho. El ápice es emarginado y base obtusa o redondeada. El folíolo terminal es de forma elíptica de 4.5 – 6 cm de largo y 2.2 – 2.7 cm de ancho. Los folíolos son glabros y con nervaduras ligeramente notorias en ambas caras. El peciolo es de 1.5 – 2.8 cm. Los peciólulos son de 1.2 – 2 mm de longitud y el raquis de 9.8 – 15 cm,

(Figura 30 y 31). Del tocón suelen brotar renuevos con hojas ligeramente más grandes que las de ramillas maduras, (apéndice B).

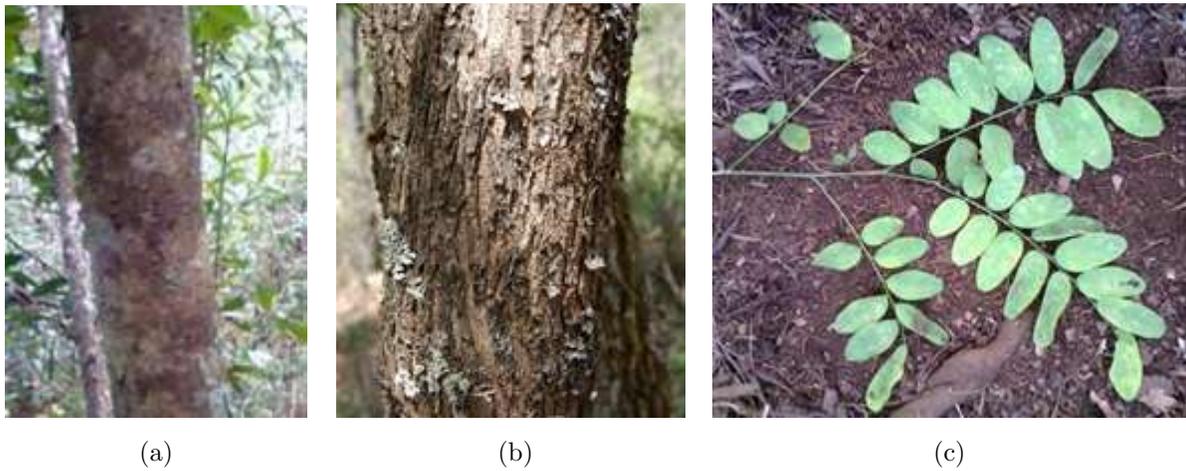


Figura 31: Partes del árbol de *Dalbergia calycina*. a) Corteza de árbol joven, b) Corteza de árbol adulto, c) Ramilla.

Datos del árbol estudiado

El árbol recolectado se derribó el 7 de noviembre del 2015, en el paraje la mesa del corte, ejido de la Cebadilla, municipio de Ario de Rosales, Michoacán. La localidad se encuentra a 1230 msnm, en vegetación riparia (bosque de galería), asociada con bosque de pino (*Pinus oocarpa*). El ejemplar cohabita con especies típicas del bosque de galería como lo son: Aile (*Alnus acuminata*), cucharo (*Clethra lanata*), sauce (*Salix sp.*), siempre viva (*Clusia salvinii*), encino (*Quercus sp.*), además se encontraron otras especies como: ficus (*Ficus sp.*), caulote (*Guazuma ulmifolia*), burcera (*Burcera sp.*), inga (*Inga sp.*), tejocote (*Crataegus mexicana*), guayabo (*Psidium guajava*), tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*), (*Diphysa suberosa*). El suelo es de tipo andosol con alta cantidad de nutrientes y materia orgánica.

Descripción de la rodaja

La rodaja presenta forma ligeramente elíptica, con un diámetro promedio de 35 cm. La médula esta ligeramente excéntrica y pequeña. Existe marcada diferencia entre albura y duramen, siendo la albura de color amarillo pálido a crema, la cual estando fresca con facilidad se

mancha por hongos cromógenos. El duramen recién cortado es de color castaño violáceo oscuro y al secarse se torna color castaño amarillento oscuro. La rodaja presenta un porcentaje de albura de 30 %. La corteza interna es delgada y de color castaño ligeramente amarillento de 2–4 mm de espesor, la corteza externa de color castaño naranja de 5 – 8 mm de espesor, (Figura 32).



Figura 32: Rodaja de *Dalbergia calycina*

Características organolépticas

La madera presenta marcada diferencia de **color** entre albura y duramen, siendo la albura de color amarillo pálido (HUE 2.5Y 8/4) a castaño claro (HUE 10YR 8/3) y el duramen café rojizo oscuro (HUE 10R 2.5/2) con vetas oscuras y otras de color castaño naranja. La madera seca de albura tiende a ser atacada por *Lyctus* sp (apéndice C). El **olor** es característico (ligeramente a pétalos de rosa), el **sabor** es ligeramente amargo y astringente. La **textura** es fina tendiendo a media. El **hilo** es entrecruzado (apéndice A). El **veteado** es de suave a pronunciado. El **diseño** es parabólico en la cara tangencial y espigado tendiendo a veteado en la cara radial. La madera presenta **brillo** alto, (Figura 33) .

Densidad

La madera de *Dalbergia calycina* presenta dureza alta y una densidad de 0.78 – 0.82 g/cm³.



Figura 33: Tablillas de *Dalbergia calycina*. a) transversal, b) radial y c) tangencial

Características macroscópicas y microscópicas

La distribución de elementos constitutivos se da de la siguiente manera: 25 % poros, 22 % parénquima leñoso, 15 % parénquima radial y 38 % fibras.

La **zonación** es poco notoria, debido a franjas de fibras de pared más gruesa y parénquima marginal. Las zonas de crecimiento son de ancho variable presentándose desde 1.1 a 7.3 mm. La **porosidad** es difusa tendiendo a semicircular. Los **poros** presentan contorno de elíptico a circular e irregular, el tamaño de los poros es medio con diámetro de $144.20 \mu\text{m}$ (50 – 220), se presentan moderadamente pocos con 8 poros/ mm^2 (4 – 21 mm^2). El **arreglo de poros** es: solitarios, múltiples radiales de 2 – 5 y escasos de 6, agrupados de 3 – 7 y 11, así como agrupados tendiendo a múltiple radial de 7,8,11,16,24, además múltiples en diagonal y tangencial de 2 y 3. El **parénquima leñoso** es: apotraqueal difuso agregado, A. en bandas onduladas, paratraqueal

aliforme, P. vasicéntrico (delgado) y parénquima marginal, (Figura 34). El ejemplar presenta células fusiformes del parénquima leñoso dividido en 2,3 y 4 septos.

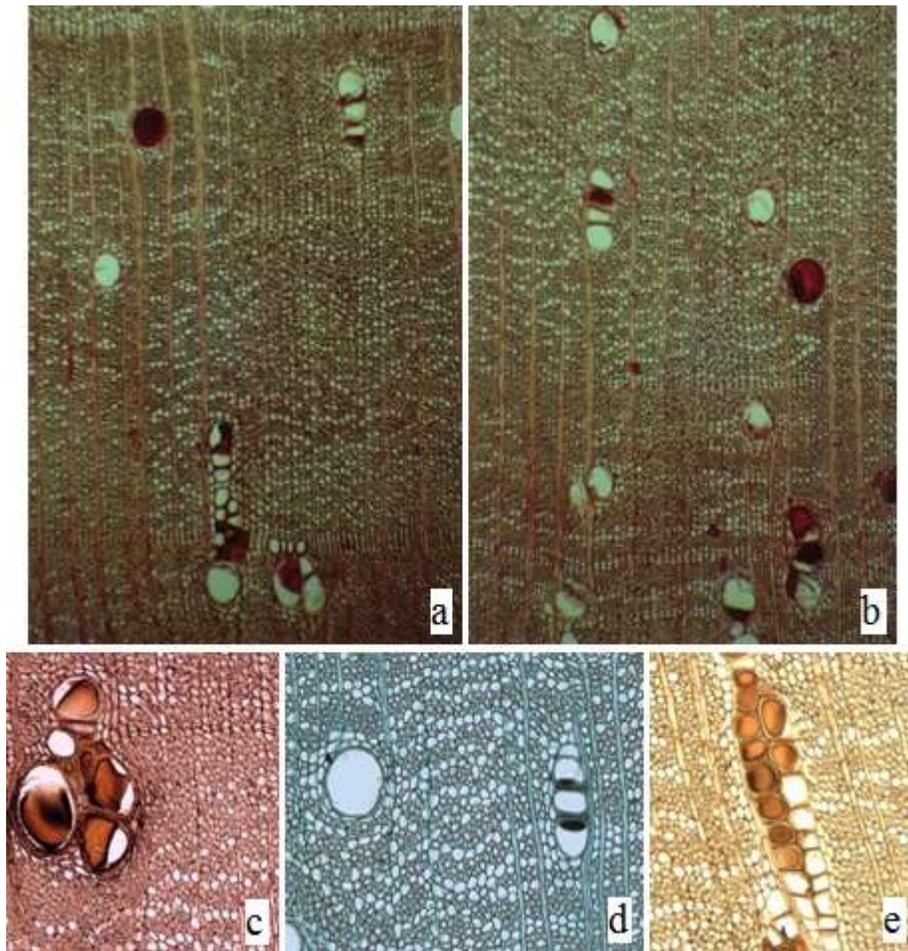


Figura 34: Cortes transversales de *Dalbergia calycina*. a) y b) vistos a 40X, mostrando porosidad, arreglo de poros y parénquima axial. cortes a 100X mostrando, c) arreglo de poros agrupado, d) poro solitario, múltiple radial de 4 y parénquima leñoso apotraqueal en bandas y paratraqueal aliforme, e)poro múltiple radial tendiendo a agrupado de 24.

Los **elementos de vaso** son cortos con longitud de $222.59 \mu\text{m}$ ($130 - 290 \mu\text{m}$). La platina es de ligeramente inclinada a inclinada con perforación simple y lígulas redondeadas presentes en algunos casos. Las puntuaciones en las paredes de los vasos son areoladas alternas y areoladas opuestas con tendencia a escaleriformes. El diámetro vertical de las puntuaciones de los vasos es de $7 \mu\text{m}$ ($5 - 10 \mu\text{m}$) y de forma elíptica con abertura ovalada y notorias ornamentaciones, (Figura 35).

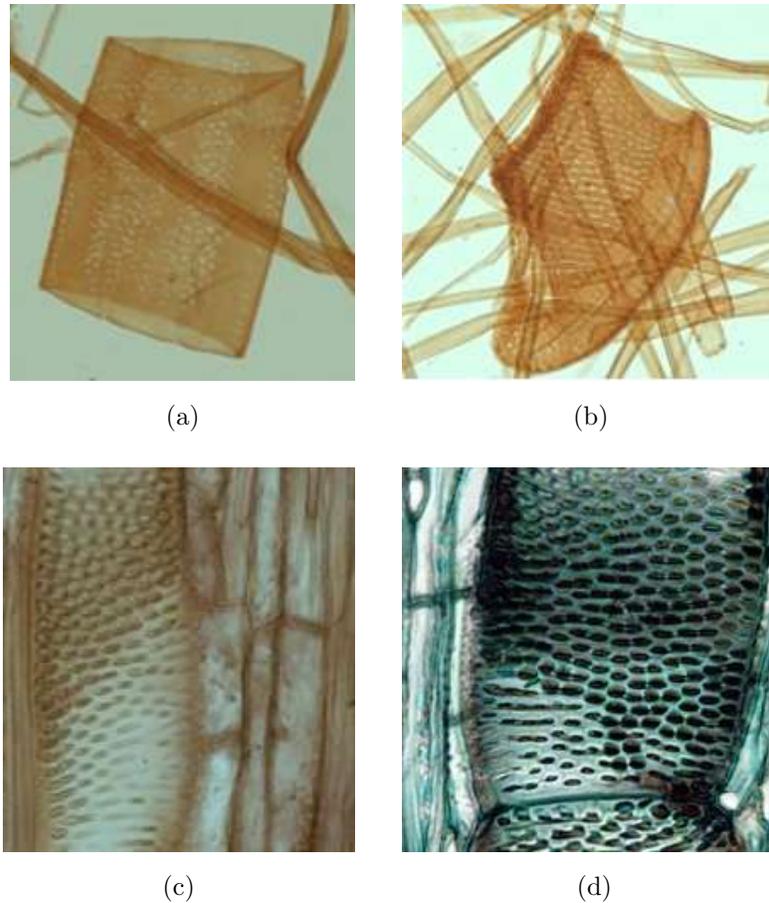


Figura 35: Elementos de vaso de *Dalbergia calycina*. a) y b) elementos de vaso vistos en material disociado a 200X, mostrando perforación simple y lígula redondeada, c) y d) puntuaciones areoladas opuestas tendiendo a escaleriformes con ornamentaciones, en elemento de vaso visto a 400X.

Los **radios** son apenas visibles a simple vista, en su mayoría biseriados y parcialmente biseriados, encontrándose también uniseriados y escasos triseriados; son de tipo homogéneo de células procumbentes, homogéneos de células verticales y escasos tendiendo a heterogéneos. Los radios uniseriados tienen un promedio de 9 células de alto (2 – 17), con escasos de 2 y 3. Los radios son muy abundantes con 10.78 radios/mm (9 – 13 radios/mm), muy bajos con 181.52 μm (132.30 – 367.50 μm) y muy angostos con 21.76 μm (9.8 – 31.85 μm). Presentan acomodo estratificado ondulante junto con el parénquima leñoso, fibras y elementos de vaso (estratificación total). La estratificación se clasifica de tipo medio observándose 4 estratos por mm vertical, (Figura 36).

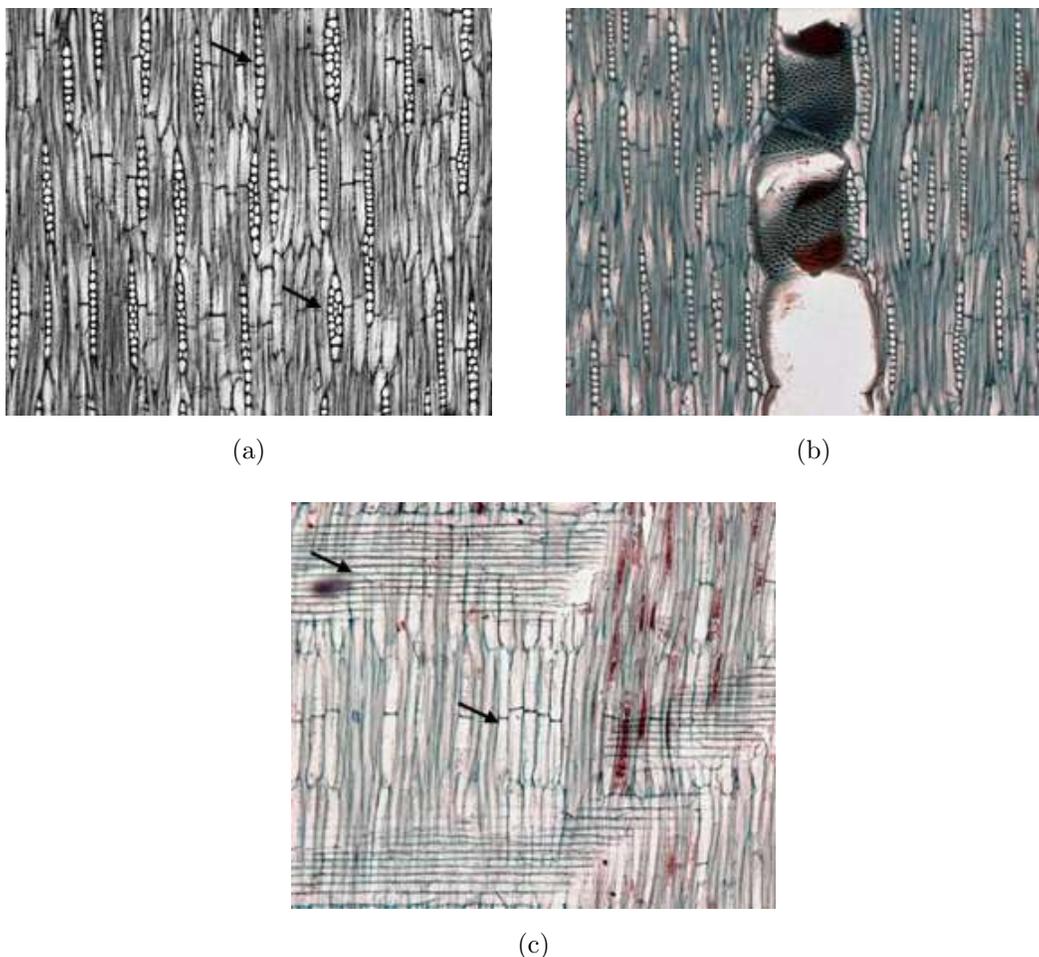
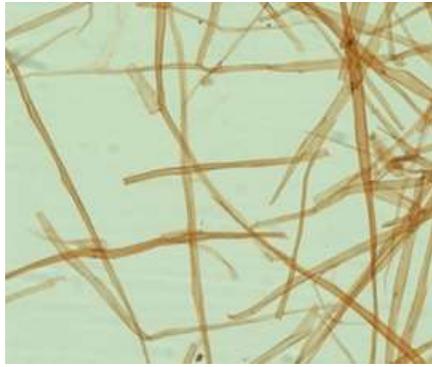


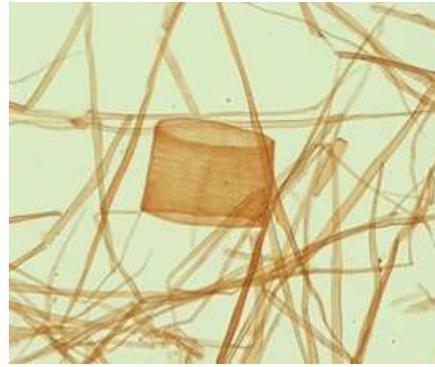
Figura 36: Cortes tangenciales y radial de *Dalbergia calycina*. Cortes a 100X mostrando, a) corte tangencial, con radios biseriados, uniseriados y triseriados, así como fusionados en los extremos, b) corte tangencial con estratificación total y ondulante, c) corte radial mostrando composición de los radios y parénquima leñoso.

Las **Fibras** son de tipo libriforme de contorno irregular, longitud media con $1236.17 \mu\text{m}$ ($730 - 1620 \mu\text{m}$) y de diámetro fino con promedio de $20.19 \mu\text{m}$ ($13 - 28.6 \mu\text{m}$). La pared de las fibras es delgada a gruesa con espesor de $4.6 \mu\text{m}$ ($2.6 - 10.4 \mu\text{m}$) y diámetro de lumen de $10.91 \mu\text{m}$ ($2.6 - 13 \mu\text{m}$), (Figura 37).

Se observan abundantes **inclusiones** de tipo gomoso color ámbar y café oscuro, presentes en: poros, parénquima leñoso, parénquima radial y fibras. Además, presenta escasos cristales prismáticos en células cristalíferas en parénquima axial, (Figura 38).

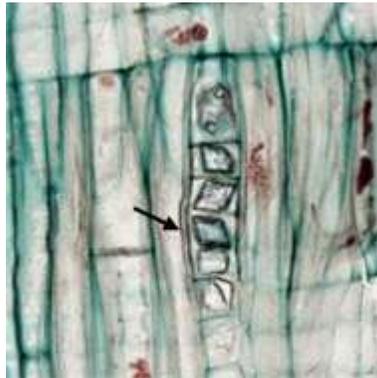


(a)

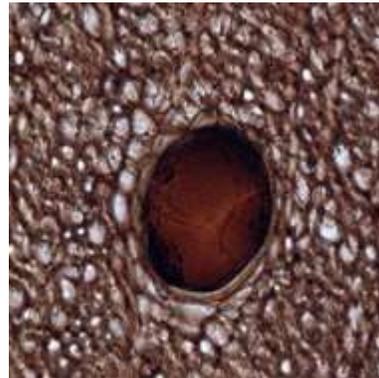


(b)

Figura 37: Fibras de *Dalbergia calycina*. a) y b) material dissociado visto a 100X, mostrando fibras.



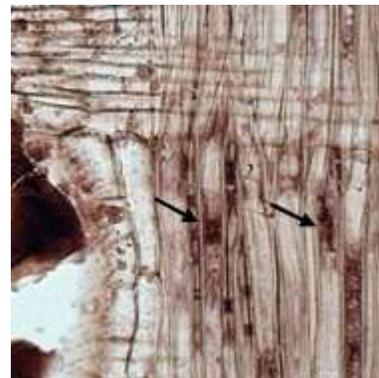
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 38: Inclusiones en *Dalbergia calycina*. a) corte radial a 400X, mostrando cristales prismáticos en parénquima axial. b) corte transversal con gomas en poro, c) corte tangencial con gomas en elementos de vaso y radio fusionado y d) corte radial con gomas en parénquima leñoso y elemento de vaso. b), c) y d) vistos a 200X.

6. Discusión de resultados

Dalbergia congestiflora Pittier

Las similitudes y diferencias de las características macroscópicas encontradas para *Dalbergia congestiflora* en el presente estudio y las reportadas por Barajas y León (1989), Richter *et al.* (1996) y Guridi (1996) son las siguientes. El color de la madera reportada por los tres autores coincide con el de *D. congestiflora* procedente de la Lajita, siendo la albura de color amarillo pálido a beige y duramen violeta con vetas oscuras y al oxidarse se torna a violeta rojizo con vetas marrón violáceo, solo *D. congestiflora* del Manguito difiere, ya que presenta color marrón ligeramente violáceo (fresca) y se oscurece al oxidarse, tornandose color castaño rojizo-violáceo. El olor de la madera fresca es ligeramente aromático y dulce, al paso del tiempo pierde su olor. El sabor de *D. congestiflora* de la Lajita es ligeramente amargo y astringente y para el ejemplar del Manguito es medianamente amargo y astringente, los otros autores no lo reportan. La textura se considera media tendiendo a fina, difiriendo de Guridi (1996) al reportarla como muy fina. El hilo es ligeramente entrecruzado en el presente trabajo, concordando con lo reportado por Richter *et al.* (1996), en cambio Barajas y León (1989) y Guridi (1996) lo clasifican como entrecruzado. Todos clasifican al veteado de *D. congestiflora* como pronunciado. Así mismo coinciden en la densidad ($0.9 - 1.2 \text{ g/cm}^3$) clasificada de muy alta a excepcionalmente alta, no concordando con Barajas y León (1989), con 0.83 g/cm^3 clasificada como de densidad muy alta.

La zonación notoria y porosidad semicircular se observó en *D. congestiflora* del Manguito, los autores antes mencionados la reportan con porosidad difusa. El arreglo de poros reportado y el determinado es similar. Los poros por mm^2 son ligeramente diferentes con los reportados por Richter *et al.* (1996), 5 – 10, observando 11.5 en el ejemplar de la Lajita y 8 en el ejemplar del Manguito, los cuales son distintos con los 22 reportados por Barajas y León (1989).

El parénquima leñoso observados en los dos ejemplares, coincidió con lo reportado por Richter *et al.* (1996) y Barajas y León (1989). Además se coincide en el diámetro mediano de los poros, longitud corta de los vasos, platina casi horizontal con perforación simple y puntuaciones areoladas alternas ornamentadas. Además de las puntuaciones areoladas alternas también se observaron areoladas opuestas y opuestas tendiendo a escaleriformes en el ejemplar de la Lajita.

Los radios observados son parcialmente similares en cuanto a abundancia, altura y tamaño

respecto a los reportados. Únicamente Richter *et al.* (1996) y Barajas y León (1989), no reportan radios fusionados por los extremos como los observados en el ejemplar del Manguito.

La diferencia de longitud de fibra observada de la información reportada por Richter *et al.* (1996) y Barajas y León (1989), de 700 micras y el presente trabajo (900 micras), probablemente se debe a que ellos muestrearon en un punto cercano a la médula (donde las fibras son más cortas de longitud y no en la zona intermedia, además de que el ejemplar estudiado por Barajas y León (1989) es un árbol pequeño y joven.

***Dalbergia granadillo* Pittier**

Actualmente no se encontró descripción anatómica reportada para *D. granadillo*, previa a la expuesta en el presente trabajo y debido a la gran similitud observada entre *D. retusa* y *D. granadillo*, se procede a compararlos.

Richter & Dallwitz (2000) y Guridi (1996), reportan el color de la albura y duramen de *D. retusa*, similar al color de *D. granadillo* estudiado. La madera del duramen de *D. granadillo* en fresco presenta una coloración similar a *D. congestiflora* del Manguito (castaño violáceo con franjas oscuras), el cual al secarse y oxidarse se torna color naranja rojizo con vetas oscuras. *D. granadillo* presenta un tenue olor aromático y dulce con sabor ligeramente amargo y astringente, coincidiendo con Richter & Dallwitz (2000) y Guridi (1996). Además todos coinciden en el tipo hilo, veteado, brillo y densidad de muy alta a excepcionalmente alta, de 1 – 1.1 g/cm³ para *D. granadillo* y de 0.89 – 1.35 g/cm³ para *D. retusa* reportada por Richter.

D. granadillo presenta zonación notoria con porosidad circular, mientras que para *D. retusa*, Richter la reporta con porosidad difusa, poros solitarios, múltiples radiales de 2 – 3, moderadamente pocos de 3 – 6, con diámetro de medio a grandes (80 – 320 micras) y *D. granadillo* presenta poros solitarios y múltiples radiales de 2, agrupados de 3 – 10 y múltiples tangenciales de 2 – 3, de diámetro medio con 173 micras.

El parénquima leñoso es muy similar en ambas especies, únicamente difieren en que *D. granadillo* presenta apotraqueal difuso agregado, paratraqueal aliforme y P. aliforme confluyente, y para *D. retusa* reportan apotraqueal en bandas y paratraqueal vasicéntrico.

Se coincide en los elementos de vaso, el tipo de perforación y puntuaciones areoladas alternas y ornamentadas. Además de los radios y la estratificación total. Los estratos por mm vertical son similares, 5 para *D. granadillo* y 5 – 6 para *D. retusa*.

Las fibras son similares en espesor y longitud para ambas especies. Así como también se encontraron las mismas inclusiones.

***Dalbergia calycina* Benth**

Dalbergia calycina es del grupo de las Dalbergias de madera color oscuro, el duramen es color castaño oscuro con ligeras tonalidades violáceas, naranjas y amarillentas, el olor característico a pétalos de rosa se presenta en forma tenue, con sabor ligeramente amargo y astringente. La textura fina tendiendo a media, hilo entrecruzado y veteado de suave a pronunciado, brillo alto y es muy pesada con densidad promedio de 0.80 g/cm³. La zonación es poco notoria y porosidad difusa tendiendo a semicircular, presenta arreglo de poros solitarios, múltiples radiales de 2 – 6, agrupados tendiendo a múltiples radiales de 7 – 24 así como múltiples tangenciales de 2 – 3. Los poros son moderadamente pocos con 8 mm², con diámetro mediano con 144 micras. Presenta parénquima leñoso apotraqueal difuso agregado tendiendo a bandas ondulantes, paratraqueal aliforme, P. vasicéntrico delgado y parénquima marginal. Los elementos de vaso son cortos con 222 micras, con puntuaciones areoladas alternas tendiendo a escaleriformes y ornamentadas. Los radios son en su mayoría uniseriados y biseriados, observándose algunos radios fusionados en sus extremos además de escasos triseriados, son muy abundantes con 10.7 radios/mm, muy bajos y angostos. Los uniseriados con 9 células de alto, con estratificación ondulante observándose 4 estratos por mm vertical. Las fibras son de tipo libriforme de longitud y pared media. Contiene abundantes gomas color marrón en todos los elementos constitutivos así mismo escasos cristales prismáticos en las células cristalíferas del parénquima axial.

Comparación entre las especies estudiadas

El color vistoso y contrastante que presenta el duramen de las maderas en estudio, nos facilita diferenciar las especies entre sí; observándose de color violeta rojizo en *D. congestiflora* de la Lajita y marrón violáceo en el ejemplar del manguito, por su parte *D. granadillo* presenta dibujo

similar al Campincheran del Manguito, pero es de color rojo intenso con franjas oscuras, en *D. calycina* se observó veteado menos vistoso y color castaño oscuro violáceo y castaño oscuro rojizo.

La densidad más baja (0.8 g/cm^3) se observó en *D. calycina*, el resto de las especies presentan densidad entre $0.9 - 1.1 \text{ g/cm}^3$.

El olor aromático y dulce es más intenso en *D. granadillo*, seguido de olor tenue en *D. congestiflora* y *D. calycina*. El sabor de *D. congestiflora* del Manguito, es medianamente amargo y astringente y el resto de las especies lo presentan ligeramente amargo y astringente.

D. congestiflora y *D. calycina* presentan textura fina tendiendo a media, pero es *D. calycina* la que presenta los poros con diámetro más pequeño y *D. granadillo* es de textura media.

El hilo es ligeramente entrecruzado en *D. congestiflora* y marcadamente entrecruzado en *D. granadillo* y *D. calycina*.

Presenta veteado de suave a pronunciado *D. calycina*, y pronunciado *D. granadillo* y *D. congestiflora*. De las tres especies, *D. congestiflora* presenta menos brillo, el resto son de brillo alto.

La zonación es más notoria en *D. granadillo*, debido a la porosidad circular y parénquima marginal, seguida de *D. congestiflora* del manguito con porosidad semicircular y parénquima marginal. Y poco notoria en *D. congestiflora* de la Lajita y *D. calycina*.

El arreglo de poros, es muy similar para *D. congestiflora* y *D. granadillo*, de tipo: solitarios, múltiples radiales 2–9 y agrupados 3–9, en comparación con *D. calycina* con múltiples radiales menos numerosos de 2–6 y agrupados tendiendo a múltiples radiales de 7–24 (muy numerosos).

El parénquima leñoso es similar en *D. granadillo*, *D. congestiflora* de la Lajita y *D. calycina*, únicamente el parénquima leñoso apotraqueal en bandas no se observó en *D. congestiflora* del Manguito y en el ejemplar de la Lajita el parénquima A. en bandas forma una cuadrícula bien definida junto con los radios.

Los elementos de vaso, son de longitud muy corta para las tres especies y presentan perforación simple. Las puntuaciones en *D. calycina* y *D. congestiflora* de la Lajita son areoladas alternas y areoladas opuestas con tendencia a escaleriformes. Además, todas las especies presentan ornamentaciones en las aberturas de las puntuaciones.

Los radios en general, son muy bajos de altura, presentándose los más altos en *D. congestiflora* del Manguito y *D. calycina* debido a que en estos especímenes se observaron radios fusionados por los extremos. Además, *D. calycina* es la especie que presenta radios uniseriados con más células de alto, hasta 17, por lo cual, presenta los estratos más bajo (4 estratos/mm vertical), *D. granadillo* presenta 5 y entre 6 – 7 para *D. congestiflora*. La estratificación total se observó en todos los ejemplares.

Las especies presentan fibras de tipo libriforme, observándose moderadamente cortas para *D. congestiflora* (de ambas localidades) y medianas para *D. granadillo* y *D. calycina*. La pared es gruesa en dos de las especies, y media para *D. calycina*.

Se observaron abundantes gomas y cristales prismáticos en todos los ejemplares, las gomas son de color violeta-rojizo en *D. congestiflora*, naranja-rojizo en *D. granadillo* y color castaño en *D. calycina*. Los cristales prismáticos fueron escasos en *D. calycina* y los más abundantes en *D. congestiflora* de la Lajita.

La madera de las Dalbergias actualmente es difícil de conseguir a nivel comercial, se pueden llegar a adquirir con dificultad en Paracho, Michoacán, donde se les dan los siguientes usos:

Para *D. congestiflora*: fondo, costilla y diapason de guitarra de estudio, así como en la elaboración de piezas de ajedrez (Guridi, 1996).

Para *D. granadillo*: diapasones, puentes, clavijas, eventualmente en fondo y costilla de guitarra de concierto, artesanías torneadas (Guridi 1996; Guridi y García 1997).

Para *D. calycina*: partes de guitarra de estudio (como fondo, costados, diapasones y puentes).

De acuerdo a las características anatómicas y la trabajabilidad observada durante la habilitación de las tablillas, se puede sugerir complementar los usos anteriores con la elaboración de piezas para joyería, artesanía fina, accesorios de lujo para automóviles y yates, artículos de escritorio, mangos para cuchillos, chapa decorativa, piezas torneadas y curvadas así como también muebles pequeños y esculturas (apéndice E).

Cuadro 1: Características organolépticas de *Dalbergia congestiflora* Pittier, obtenidas y comparadas con lo reportado por otros autores.

	Ejemplar de la Lajita	Ejemplar del Manguito	Barajas y León (1989)	Richter <i>et al.</i> (1996)	Garidi (1996)
Color	Albura de amarillo a castaño pálido y duramen violeta rojizo con vetas violeta obscuro.	Albura de amarillo pálido a grisáceo y duramen castaño claro con vetas rojizas y violáceas	Albura amarillo grisáceo y duramen rojo violáceo con vetas oscuras.	Albura de crema a blanco amarillento y duramen violeta a marrón violáceo	Albura crema y duramen violeta con vetas oscuras casi negras
Olor	Fragancia tenue (aromático y dulce)	Fragancia tenue (aromático y dulce)	No presenta	Fragancia tenue	-
Sabor	Ligeramente amargo y astringente	Ligeramente amargo y astringente	No presenta	-	-
Textura	Media tendiendo a fina	Media tendiendo a fina	Media	Media tendiendo a fina	Muy fina
Hilo	Ligeramente entrecruzado en (R) y de recto a inclinado en (Tg)	Ligeramente entrecruzado en (R) y de recto a inclinado en (Tg)	Entrecruzado	Recto a ligeramente entrecruzado	Entrecruzado
Veteado	Pronunciado	Pronunciado	Pronunciado	Pronunciado	Pronunciado
Diseño	Elíptico y cromático en (Tg), espigado y cromático en (R)	Elíptico y cromático en (Tg), espigado y cromático en (R)	-	-	-
Brillo	Alto a medio	Alto a medio	Sin brillo	Alto	Medio
Densidad (g/cm³)	Muy pesada a excepcionalmente pesada 0.9-1.19	Muy pesada a excepcionalmente pesada 1-1.1	Muy pesada 0.83	Muy pesada a excepcionalmente pesada 0.94-1.23	-

Cuadro 2: Características macroscópicas y microscópicas de *Dalbergia congestiflora* Pittier, obtenidas y comparadas con lo reportado por otros autores.

	Ejemplar de la Lajita	Ejemplar del Manguito	Barajas y León (1989)	Richter <i>et al.</i> (1996)
Zonación	Ligeramente notoria	Notoria	Indistinta	Indistinta
Porosidad	Semicircular a difusa	semicircular	Difusa	Difusa
Arreglo de poros	Solitarios, múltiples radiales 2-5 y 6-9, agrupados de 3-5 y 6-9 y múltiples en diagonal de 2 y múltiples tangenciales de 2-5.	Solitarios, múltiples radial de 2-4 y 5-7, agrupados de 3 y 4, 5-8, múltiples diagonal y tangencial de 2	Solitarios, agrupados de 3 y 4	Solitarios, múltiples radiales 2-5
Poros/mm²	Moderadamente numerosos 11.50 (4-27)	Moderadamente pocos 8.09 (3-22)	Numerosos 22	Moderadamente pocos 5-10
Ø de poros (µm)	Medianos 161.14 (48.50-242.50)	Medianos 159.22 (58.20-223.10)	Medianos 71	Medianos 100-170
Parénquima leñoso	Apotraqueal difuso agregado, A. en bandas, paratraqueal aliforme, P. aliforme confinante de ala larga y angosta y parénquima marginal	Apotraqueal difuso agregado con tendencia a formar bandas, paratraqueal aliforme, P. unilateral de alas largas y parénquima marginal	Paratraqueal con tendencia a aliforme de alas cortas	Apotraqueal en bandas, A. en bandas marginales, paratraqueal difuso a aliforme
Longitud de elementos de vaso (µm)	Muy Cortos 162.29 (97-300.70)	Muy Cortos 149.95 (106.7-180)	Muy Cortos 145 (120-180)	Muy Cortos 200
Platina	Casi horizontal	Casi horizontal	Casi horizontal	Casi horizontal
Perforación	Simple	Simple	Simple	Simple
Tipo de puntuaciones	Areoladas alternas y opuestas tendiendo a escaleriformes	Areoladas alternas y areoladas opuestas	Alternas	Vagamente alternas
Ø vertical de puntuaciones (µm)	6 (5-7)	6.5 (4.9-8.6)	5.0 - 9.0	5.0-7.0

Ornamentación	Si presenta	Si presenta	Si presenta	Si presenta
Radios	Uniseriados, biseriados y escasos triseriados	Uniseriados, biseriados, escasos triseriados y algunos fusionados	Uniseriados y biseriados	Uniseriados, biseriados, escasos triseriados y algunos fusionados
Composición de radios	Homogéneos y escasos con tendencia a heterogéneos	Homogéneos y escasos con tendencia a heterogéneos	Homogéneos de células procumbentes	Homogéneos de células procumbentes
Radios/mm	Numerosos 12 (9-15)	Muy abundantes 13.86 (12-16)	Numerosos 7	Muy abundantes 11-16
Altura de radios (µm)	Muy bajos 118.15 (66.15-147)	Bajos 207.14 (90.65-495)	Muy bajos 107	Muy bajos 100 - 300
Ancho de radios (µm)	Moderadamente angostos 29.61 (17.15-44.10)	Moderadamente angostos 30.93 (24.5-36.75)	-	-
Células de alto	4.51 (1-6)	4.6 (1-7)	-	5 - 7 (13)
Estratificación	Radios, parénquima leñoso, fibras y elementos de vaso	Radios, parénquima leñoso, fibras y elementos de vaso	Radios	Radios, parénquima leñoso y fibras,
Estratos por mm	Medios 6	Medios a finos 6-7	Finos 7	Medios 6
Tipo de fibras	Libriforme	Libriforme	Libriforme	Libriforme
Longitud de fibras (µm)	Moderadamente cortas 901.86 (620.80-1241.60)	Moderadamente cortas 904.38 (630.50-1222.20)	Moderadamente cortas 700 (600-930)	Moderadamente cortas 700
Ø de fibras (µm)	Finas 14.36 (7.35-19.60)	Finas 14.56 (9.80-19.60)	Finas 14	-
Grosor de pared (µm)	Gruesa 4.90 (2.5-8.6)	Gruesa 4.72 (2.45-9.80)	Gruesa (4)	Gruesa
Inclusiones	Abundantes gomas rojo violáceo y cristales prismáticos de 3-10.	Gomas rojo violáceo a marrón y abundantes cristales prismáticos de 7 y 8.	Abundantes gomas y cristales prismáticos	Gomas color rosa marrón a violeta y cristales prismáticos

Cuadro 3: Características organolépticas de *Dalbergia granadillo* Pittier, obtenidas y comparadas con lo reportado por Guridi para *Dalbergia granadillo* y Richter para *Dalbergia retusa*.

	Resultados del presente estudio	Richter & Dallwitz (2000)	Guridi (1996)
Color	Albura de amarillo pálido a grisácea y duramen castaño violáceo a castaño rojizo, con vetas oscuras	Albura amarillo y Duramen de marrón amarillento a anaranjado oscureciendo a marrón rojizo profundo. Con vetas pronunciadas de marrón oscuro a morado o negro	Albura amarilla y duramen castaño rojizo con tonos naranjas y vetas casi negras (recién aserrada) y con el paso del tiempo se torna muy oscura casi negra
Olor	Agradable (aromático y dulce)	Aromático y dulce	-
Sabor	Ligeramente amargo y astringente		Ligeramente amargo
Textura	Media	Media	Fina a media
Hilo	Entrecruzado en (R) y de recto a inclinado en cara (Tg)	-	Entrecruzado
Veteado	Pronunciado	-	Pronunciado
Diseño	Parabólico -cromático (Tg) y espigado-cromático (R)	-	-
Brillo	Alto	Alto	Alto
Densidad (g/cm³)	Excepcionalmente pesada 1 – 1.1	Muy pesada a excepcionalmente pesada 0.89 – 1.35	-

Cuadro 4: Características macroscópicas y microscópicas de *Dalbergia granadillo* Pittier, obtenidas y comparadas con lo reportado por Richter & Dallwitz para *Dalbergia retusa*.

	Resultados del estudio	Richter & Dallwitz (2000)
Zonación	Notoria	Indistinta
Porosidad	Circular	Difusa
Arreglo de poros	Solitarios, agrupados de 3-5 y 6-10, múltiples radiales de 2-5 y 6-8, múltiples diagonales de 2 y múltiples tangenciales de 2,3	Solitarios, Agrupados, múltiples radiales de 2 y 3
Poros/mm²	Moderadamente pocos 7 (3-13)	Moderadamente pocos 3-6
ϕ de poros	Medianos 173.40 (38.80-232.80)	Medianos a grandes 80-320
Parénquima leñoso	Paratraqueal aliforme, P. aliforme confluyente, Apotraqueal difuso agregado, A. en bandas delgadas y parénquima marginal	Paratraqueal vasicéntrico escaso Apotraqueal difuso, A. difuso agregado, A. en bandas finas, y Parénquima marginal.
Longitud de vasos (μm)	Muy cortos 185.42 (140-232.80)	-
Platina	casi horizontal	-
Perforación	Simple	Simple
Tipo de puntuaciones	En su mayoría areoladas alternas y escasas opuestas	Alternas
ϕ vertical de puntuaciones (μm)	7.8 (7.4-8.6)	8.0 - 10
Ornamentación	Si presenta	Si presenta
Radios	Uniseriados, biseriados y escasos triseriados	Uniseriados, biseriados y escasos triseriados
Composición de radios	Homogéneos, ocasionalmente con tendencia a heterogéneos	Homogéneos, ocasionalmente con tendencia a heterogéneos
Radios/mm	Muy abundantes 14.84 (12-17)	Muy abundantes (9-15)
Altura de radios (μm)	Muy bajos 124.68 (87.75-164.15)	-
Ancho de radios (μm)	Moderadamente angostos 30.64 (17.15- 44.10)	-
Células de alto	5.51 (1-9)	-
Estratificación	Radios, parénquima leñoso, elementos de vasos y fibras	Radios, parénquima leñoso, elementos de vasos y fibras

Estratos por mm	Medios, 5	Medios, 5-6
Tipo de fibras	Libriiformes	Libriiformes
Longitud de fibras (μm)	Media 1035.27 (824.50-1503.50)	-
ϕ de fibras (μm)	Finas 15.28 (7.40-24.50)	-
Grosor de pared (μm)	Gruesa 5.5 (2.5 – 9.8)	Gruesa
Inclusiones	Abundantes gomas naranja rojizo y escasos cristales prismáticos.	Cristales prismáticos en parénquima leñoso

7. Conclusiones

Dalbergia congestiflora Pittier

La madera de *D. congestiflora* procedente de la Lajita Mpio. de San Lucas, es la que guarda más semejanza con la reportada por Richter *et al.* (1996).

Respecto a la madera de *D. congestiflora* procedente del Manguito Mpio. de Tzitzio, a simple vista se aprecia que la madera presenta más veteado, dibujo tipo parabólico y en franjas contrastantes de diversos colores, así como mayor variación de colores. Este ejemplar presenta porosidad semicircular y no difusa a semicircular como en el ejemplar de la Lajita y el parénquima leñoso apotraqueal es de tipo difuso agregado y no apotraqueal en bandas, aunado a que los elementos de vaso presentan puntuaciones areoladas opuestas, pero no opuestas tendiendo a escaleriforme como en el ejemplar de la Lajita. Por lo anterior se concluye que probablemente el ejemplar del manguito puede ser una variedad de *D. congestiflora*, dicha teoría se respalda con las ligeras diferencias que presenta la muestra botánica, la cual presenta las hojas y la flor ligeramente más pequeña, así como el porte del árbol, el cual es achaparrado con un máximo de 8 m de altura, o bien que el tipo de clima seco, aunado al suelo pobre presente en el Manguito, podría causar la variabilidad en la estructura de la madera.

Dalbergia granadillo Pittier

Es evidente que hay muchas similitudes en las características de *D. granadillo* y *D. retusa*, pero las pocas diferencias organolépticas y en estructura anatómica nos permiten poder diferenciarlas por ejemplo: la coloración diferente al estar frescas; para *D. granadillo* es castaño violáceo y en *D. retusa* es castaño naranja, el olor es más intenso en *D. retusa*. Lo anterior podrá corroborar la teoría de que en Michoacán se encuentran las dos especies, pero solo contando con muestras botánicas completas de ambas especies y de distintas localidades.

Comúnmente ambas especies se comercializan juntas, esto debido a la gran similitud estructural de la madera, así como también la densidad, además de que se le pueden dar los mismos usos. Por lo cual se intuye que en Paracho, Michoacán se utilizan ambas especies en la elaboración de guitarras y artesanías.

***Dalbergia calycina* Benth**

La madera de Rosa Mexicana (*D. calycina*) guarda cierto parecido con las maderas de Rosa de la India (*D. latifolia*) y Rosa de Brazil (*D. nigra*), maderas de gran importancia comercial, con las que presenta algunas similitudes respecto a: color castaño oscuro, olor tenue a pétalos de rosa, así como hilo entrecruzado y densidad de 0.85 g/cm³ (Richter & Dallwitz 2000) y 0.82 g/cm³ para *D. calycina*. Debido a estas similitudes se le puede dar los mismos usos.

De acuerdo a lo observado en las piezas de madera almacenadas de *D. calycina*, esta especie presenta durabilidad natural baja en la albura, al ser atacada por *Lyctus sp.* y termitas, así como alta durabilidad en el duramen. (apéndice C)

Su área de distribución se ampliará, dado que anteriormente *D. calycina* solo estaba reportada para el municipio de Coalcomán y Aguillilla, por lo que ahora se incluirá el municipio de Ario de Rosales.

Conclusiones respecto a las especies estudiadas

El género *Dalbergia* es uno de los grupos dentro de las Fabáceas que resulta más difícil identificar, tanto a nivel anatómico como botánico dado que presentan grandes similitudes. En ocasiones resulta más fácil poderlas identificar a nivel macroscópico, tomando en cuenta características como la coloración vistosa del duramen. Las franjas de color más oscuras y notorias de *D. congestiflora* y *D. granadillo*, las cuales se asemejan a zonas de crecimiento. El olor aromático y dulce, la textura media a fina, el hilo entrecruzado, la porosidad difusa y el parénquima leñoso apotraqueal difuso agregado, en bandas y paratraqueal aliforme, además de aliforme confluyente y marginal. Así como los radios delgados y bajos con acomodo estratificado (visibles con lupa). Son maderas de densidad alta o excepcionalmente alta y con abundante contenido de gomas y cristales (escasos cristales en *D. calycina*).

En forma contradictoria se tiene que recurrir a detalles muy finos vistos al microscopio, como las puntuaciones areoladas opuestas tendiendo a escaleriforme en los elementos de vaso de *D. congestiflora* del Manguito y *D. calycina*. Las divisiones que presenta el parénquima fusiforme normalmente de 2, *D. calycina* en ocasiones presenta 2 y 3.

La abundancia de gomas, colorantes y sustancias fenolicas, en la madera de Dalbergias, son las que le confieren el grado de toxicidad que se reporta para varias especies (como: *D. retusa*, *D. nigra*, *D. cearensis*), ya que pueden producir irritación en la piel, ojos y vías respiratorias, (Meier, 2016).

Debido a la gran cantidad de extraíbles (gomas, ceras y colorantes) que tienen las tres especies, es difícil barnizar y encolar. Cuando se barnizan estas maderas liberan con facilidad sustancias colorantes, lo cual hace que se manchen piezas contiguas a ellas, por ejemplo los listones e incrustaciones de las guitarras, información proporcionada por el laudero Abel García.

8. Recomendaciones

- Es indudable que las especies aquí estudiadas son de alto valor comercial y ecológico, ya que forman parte del paisaje natural de los distintos ecosistemas del estado de Michoacán, por lo que se sugiere que se contribuya a acciones que orienten su conservación, reproducción y propagación.
- Se recomienda dar seguimiento al estudio anatómico y botánico de las *Dalbergias* del estado de Michoacán y posteriormente las que se encuentran en México, para tipificar a las especies a nivel botánico y anatómico.
- Dar continuidad al estudio realizado a los ejemplares de *Dalbergia congestiflora*, para cerciorarse de la existencia de variedades presentes en esta especie, debido a las diferencias anatómicas encontradas entre ambos ejemplares estudiados.
- Realizar la determinación del ADN de las *Dalbergias* debido a que ésta innovación tecnológica sería de gran utilidad para esclarecer dudas a nivel de identificación botánica y anatómica.
- Se sugiere realizar la propuesta para anexar a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT- 2010) a todas las especies de *Dalbergias* que vegetan en México. Para protegerlas y evitar que se continúe con su saqueo.
- Se recomienda trabajar estas maderas con equipo de protección visual y respiratoria, ya que pueden desencadenar reacciones alérgicas y se sabe que las reacciones dependerán de la sensibilidad que presente la persona y el tiempo de exposición al polvo de las mismas.
- Los productos elaborados con éstas maderas deben de recubrirse con ceras o barniz, para que no estén en contacto con la piel o alimentos y causen irritación.

9. Referencias

- Barajas M. J.; León G. C. 1989. *Anatomía de maderas de México: especies de una selva baja caducifolia*. Publicaciones especiales del instituto de Biología I, UNAM. México, D.F.
- CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2002. *Manual de especies comerciales*. [Internet] Disponible en: http://trade.cites.org/cites_trade_guidelines/en-CITES_Trad_Database_Guide [Agosto, 2015].
- Cué-Bär, E. M.; Villaseñor, J. L.; Arredondo A. L.; Cornejo T. G.; Ibarra M. G. 2006. *La flora arbórea de Michoacán, México*. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 78: 47-81.
- Guizar N. E.; Sanchez V. A. 1991. *Guía para el reconocimiento de los principales arboles del alto Balsas*. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, edo de México.
- Guridi G. L. 1996. *Caracterización macroscópica de la madera de cuatro especies tropicales mexicanas: Campinceran (*Dalbergia congestiflora* Pittier), Granadillo o Zangalicua (*D. granadillo* Pittier), Palo escrito (*D. palo-escrito* Rzedowski et Guridi.) y Granadillo (*Platymicium lasiocarpum sandw*). *Ciencia y Tecnología de la Madera*. 8(1): 3-14*
- Guridi G. L.; García L. A. 1997. *Las maderas en los instrumentos musicales de cuerda de Paracho*. Editorial Universitaria. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México.
- Hernández G. A. 2014. *Propagación in Vitro de Dalbergia congestiflora (campincerán) a partir de estacas cultivadas en invernadero*. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México.
- IAWA comiitte (International Association of Wood Anatomists). 1989. *IAWA List of Microscopic Features for hardwood identification*. *Iawa journal*.10 (3): 219-332
- ILDIS (International Legume Database & information Service). 2005. *Leguminosas*. [Internet] Disponible en: <http://www.ildis.org/LegumeWeb/>. [Agosto, 2015].
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2004. *Guía para la interpretación de cartografía. Edafología*. [Internet] Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas>

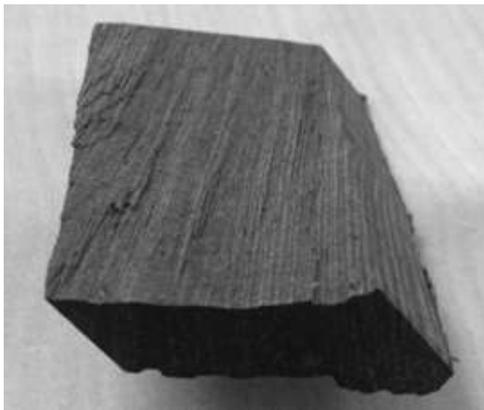
/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825231736. [Agosto, 2015].

- Kribs D. A. 1968. *Comercial Foreign Woods on the American Market*. Dover publications. New York, N. Y.
- Linares, J. 2015. *EncicloVida. Cahuirica (Dalbergia calycina)*. [internet] Bios.conabio.gob.mx. Disponible en: <http://bios.conabio.gob.mx/especies/6050086>. [Agosto,2015].
- Linares, J. y Sousa M. 2007. *Nuevas especies de Dalbergia (Fabaceae; Papilionoidea; Dalbergieae) en México y Centroamérica*. CEIBA. 48(1-2): 61-82.
- Lincoln W. A. 1986. *World Woods in Color*. Linden Publishing. Fresno, CA.
- Mc. Vaugh, R. 1987. *Flora Novo-Galiciana, a descriptive account of the vascular plants of western Mexico*. Volumen 5, Leguminosae. The university of Michigan. USA.
- Meier, E. 2016. *Wood Allergies and Toxicity — The Wood Database*. [Internet] Wood-database.com. Disponible en: <http://www.wood-database.com/wood-articles/wood-allergies-and-toxicity> [Agosto, 2015].
- Munsell Color Company. 1975. *Munsell soil color charts*. Macbeth división of Kollmorgen Corporation. Baltimore, Maryland.
- Niembro A. 1986. *Árboles y arbustos útiles de México*. Universidad Autónoma de Chapingo, departamento de Bosques. Limusa. México, DF.
- Peters R. 2000. *Woodworkers guide to Wood: Softwoods, Hardwoods, Plywoods, Composites and Veneers*. The Butterick publishing. New York, N. Y.
- Pittier, H. 1922. *On the Species of Dalbergia of México and Central América*. Journal of the Washington Academy of Sciences. 12 (3): 54-64.
- Ramos C. y Díaz, V. 1981. *Instrucciones para recolectar muestras de maderas para estudios tecnológicos*. Boletín divulgativo No.54. Instituto nacional de investigaciones forestales. México, DF.
- Richter H. G.; Dallwitz M. J. 2000. *Comercial timbers: descriptions, ilustrations, identification and information retrieval*. In English, French, German, Portuguese and Spanish. [Internet]. Disponible en: <http://delta-intkey.com>. [Versión: 4th mayo 2000].

- Richter H. G.; Krausen U-J. & Muche C. 1996. *Dalbergia congestiflora: Wood structure and physic-chemical properties compared with other Central American species of Dalbergia*. IAWA Journal, 17(3): 327-341
- Rutiaga J. G. 1991. *Determinación de la composición química de la madera de 2 especies tropicales*. Tesis Profesional. Escuela de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna Silvestre-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo*. Jueves 30 de Diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México.
- Standley P. C. 1920. *Trees and Shrubs of México*. Smithsonian Institute, Contributions from the United States National Herbarium. Vol. 23. Washington Government Printing Office. Washington, D.C.
- Tortorelli L. A. 1956. *Maderas y Bosques Argentinos*. ACME, S.A.C.I. Buenos Aires, Argentina.

Apéndice A. Tipo de hilo presente en las especies en estudio.

Los resultados de la prueba de determinación de hilo realizada para cada especie se muestran a continuación, observándose que en todas las especies el hilo es entrecruzado.



(a) Hilo ligeramente entrecruzado de banda angosta, en *Dalbergia congestiflora* (La Lajita).



(b) Hilo entrecruzado de banda angosta, en *Dalbergia congestiflora* (El Manguito).



(c) Hilo entrecruzado de banda media en *Dalbergia granadillo*.



(d) Hilo entrecruzado de banda media en *Dalbergia calycina*.

Apéndice B. Renuevos en las Dalbergias

La reproducción asexual se presenta en el género, debido a que las tres especies producen rebrotes con facilidad después de ser talados. En la actualidad y en los años siguientes se contará con arbolado pequeño y delgado (con muy poca proporción de duramen), así como también ejemplares que después de ser talados se regeneran en forma de arbusto.



(a) Renuevos observados en el tocón de *Dalbergia congestiflora*



(b) Renuevos observados en el tocón de *Dalbergia granadillo*



(c) Raíz de un árbol de *Dalbergia granadillo* con rebrotes



(d) Tocón de *Dalbergia calycina* con renuevos

Apéndice C. Durabilidad natural de las especies en estudio

La durabilidad natural de estas especies es baja en el duramen, del árbol en pie, esto se puede corroborar en las primeras imágenes, donde se observa un árbol y una tabla con la parte del duramen degradado. En contraste la madera aserrada y seca se comporta muy diferente, el duramen es más resistente y la albura comunmente es atacada por insectos y hongos cromogenos.



(a) Árbol de *Dalbergia granadillo*, con el duramen parcialmente degradado y albura aun presente



(b) Pieza longitudinal de *Dalbergia congestiflora* con pudrición en la parte central



(c) Parte de un poste de *Dalbergia granadillo* con ataque de termitas subterraneeas y hongos en la albura.



(d) Piezas de *Dalbergia calycina* con la albura atacada por *Lyctus sp.*

Apéndice D. Información complementaria de *Dalbergia granadillo*

En las vainas de *D. granadillo* procedentes del municipio de Tiquicheo Michoacán, México, se encontraron larvas alimentándose de las semillas. Las larvas posteriormente se convirtieron en gorgojos o picudos, pertenecientes al género *Froezon* sp. de la Familia Curculionidae. El insecto encontrado fue identificado por el Dr. Jones de la universidad de Queretaro, mencionando que este es el primer reporte de este género para México.

El gorgojo mide entre 8-12 mm de largo, es de color castaño grisáceo, presenta numerosos pelos en el cuerpo, además de un aparato bucal alargado. En seguida podemos observar las etapas de formación del insecto.



(a) Semillas plagadas



(b) Larva del gorgojo



(c) Pupa del gorgojo



(d) Vista superior del gorgojo



(e) Vista inferior del gorgojo



(f) Vista lateral del gorgojo

Apéndice E. Usos de las especies en estudio

La madera de las especies en estudio se le dan los usos que a continuación se ilustran.



(a) Portabotella elaborado con madera de *Dalbergia congestiflora*



(b) Diversos artículos torneados elaborados con madera de *Dalbergia granadillo*



(c) Guitarra elaborada con madera de *Dalbergia granadillo*



(d) Guitarra elaborada con madera de *Dalbergia calycina*



(e) Guitarra elaborada con madera de *Dalbergia congestiflora*

Apéndice F. Mediciones de elementos constitutivos en las especies estudiadas

Resumen de las mediciones realizadas para *Dalbergia congestiflora* Pittier procedente de la localidad la Lajita.

	Longitud de fibra	Ø de fibra (µm)	Ø de lumen (µm)	Espesor de pared (µm)		Longitud de vasos (µm)
Promedio	901.86	14.36	4.72	5.07	4.58	162.29
Máximo	1241.60	19.60	7.35	7.35	8.58	300.70
Mínimo	620.80	7.35	1.23	2.45	2.45	97.00
Moda	727.50	14.70	4.90	4.90	4.90	145.50

	Ø de poros	Poros/mm ²	Radios		Radios/mm	Células de alto
			Ancho (µm)	Alto (µm)		
Promedio	161.14	11.50	29.61	118.15	11.90	4.51
Máximo	242.50	27.00	44.10	147.00	15.00	6.00
Mínimo	48.50	4.00	17.15	66.15	9.00	1.00
Moda	164.90	8.00	31.85	110.25	11.00	5.00

Resumen de las mediciones realizadas para *Dalbergia congestiflora* Pittier procedente de la localidad el Manguito.

	Longitud de fibra (µm)	Ø de fibra (µm)	Ø de lumen (µm)	Espesor de pared (µm)		Longitud de vasos (µm)	Ø de poros
Promedio	904.38	14.56	4.55	4.72	5.29	149.95	152.92
Máximo	1222.20	19.60	7.35	7.35	9.80	180.00	223.10
Mínimo	630.50	9.80	1.23	2.45	2.45	106.70	58.20
Moda	882.70	14.70	4.90	4.90	4.90	150.00	155.20

	Poros/mm ²	Radios poliseriados		Radios fusionados		Radios/mm	Células de alto
		Ancho (µm)	Alto (µm)	Ancho (µm)	Alto (µm)		
Promedio	8.09	30.93	126.28	29.93	288.23	13.86	4.60
Máximo	22.00	36.75	171.50	36.75	494.70	16.00	7.00
Mínimo	3.00	24.50	90.65	19.60	135.80	12.00	1.00
Moda	7.00	29.40	122.50	29.40	242.50	14.00	6.00

Resumen de las mediciones realizadas para *Dalbergia granadillo* Pittier.

	Longitud de fibra	Ø de fibra (µm)	Ø de lumen (µm)	Espesor de pared (µm)		Longitud de vasos (µm)
Promedio	1035.27	15.28	5.43	5.49	5.47	185.42
Máximo	1503.50	24.50	9.80	9.80	7.35	232.80
Mínimo	824.50	7.40	1.23	2.45	2.45	140.00
Moda	970.00	14.70	4.90	4.90	4.90	194.00

	Ø de poros	Poros/mm ²	Radios		Radios/mm	Células de alto
			Ancho (µm)	Alto (µm)		
Promedio	173.40	6.99	30.64	124.68	14.84	5.51
Máximo	232.80	13.00	44.10	164.15	17.00	9.00
Mínimo	38.80	3.00	17.15	85.75	12.00	1.00
Moda	194.00	6.00	26.95	122.50	15.00	6.00

Resumen de las mediciones realizadas para *Dalbergia calycina* Benth.

	Longitud de fibra	Ø de fibra (µm)	Ø de lumen (µm)	Espesor de pared (µm)		Longitud de
Promedio	1236.17	20.19	10.91	3.63	5.65	222.59
Máximo	1620.00	28.60	13.00	7.80	10.40	290.00
Mínimo	730.00	13.00	2.60	2.60	2.60	130.00
Moda	1100.00	20.80	13.00	2.60	5.20	200.00

	Ø de poros	Poros/mm ²	Radios		Radios/mm	Células de alto
			Ancho (µm)	Alto (µm)		
Promedio	144.20	8.23	21.76	181.52	10.78	8.58
Máximo	220.00	21.00	31.85	367.50	13.00	17.00
Mínimo	50.00	4.00	9.80	132.30	9.00	2.00
Moda	150.00	6.00	19.60	171.50	11.00	10.00

Anexo G. Descripciones botánicas del género *Dalbergia*. Mc. Vaugh, 1987 y Linares, 2015

Dalbergia congestiflora Pittier

Árbol pequeño, de hasta 6 m de altura, con tronco de 20 cm de diámetro, la floración y fructificación, en las ramas sin hojas; inflorescencia-ramas, pedicelos, y los cálices hispidulous; ramas vegetativas jóvenes finamente adpresas-pilosa, especialmente glabras después del primer año; brotes numerosos, algo leñoso y persistente; Las hojas jóvenes densamente adpresas-pilosas, las hojas maduras glabras; hojas de 7 – 12 cm de largo; foliolos (5–)7 – 10(13), elíptico-ovales, obtusos o redondeada y retuso en el ápice, agudo a redondeados en la base, 1.5 – 3(–4.5) cm de largo, 1 – 2, 3 cm de ancho; inflorescencias congestas, en forma de panícula, flor de 2 – 3 cm de largo y ancho, que surge de los nodos sin hojas en las ramas viejas. El eje del fruto en su mayoría 2 – 3 cm de largo. Flores muy numerosas, 4 – 5.5 mm de largo, agrupados en los nudos aproximados de los ejes secundarios, casi sésiles, los pedúnculos de los frutos de gran espesor y hasta 1,5 – 2 mm de largo; bracteolas y brácteas florales casi por igual, deciduas, 1 mm Longitud o menos; cáliz acampanado, de 2 – 2.5 mm de largo, el diente abaxia más largo, el par adaxial un poco unida, deltoides-ovales, menor de 1 mm de largo, a más 1 mm de ancho; corola glabra de color amarillo verdoso; estándar algo rígido, obovados, retuso, atenuada en la base, 3.5 mm de largo, las alas y la quilla ligeramente más corto; androceo 3 mm de largo. Dilatado en la base; estambres 9; ovario 1(–2) óvulos, el estípite piloso, estilo de 0.5 – 0.7 mm de largo, rígido, el estigma terminal oblicuo y pequeño. Frutos, elíptico-oblongos glabros (algunos pelos se extienden generalmente persiste en el estípite). 3 – 4 cm de largo, (excluyendo el estípite) 1.2 – 1.5 cm de ancho, obtusas o ligeramente agudos en el ápice, aguda o atenuadas en la base, al parecer, siempre de 1 semilla, conspicuamente reticular-venuloso sobre la semilla, por lo general colgando en racimos de 5 – 10 cm de largo y de ancho, semillas planas, reniforme, 12 – 14 mm de largo, 7 – 8 mm de ancho. (Mc Vaugh, 1987).

***Dalbergia granadillo* Pittier**

Árbol pequeño, de 6 – 8 m de altura o más; ramillas al principio densamente pubescente, con pelos cortos ásperos, parduscos, pronto glabras, las inflorescencias, cáliz, y las hojas muy jóvenes pubescentes de manera similar. El raquis y los foliolos pronto se convierten en casi o completamente glabros; hojas 15 – 25 cm de largo. Foliolos 7 – 13, delgados, a menudo subopuestos, elíptico-ovadas a suborbiculares, obtusos o subacuminados en el ápice, pero siempre retuso, redondeados o agudos en la base, nervaduras en ambos lados, (3–)5 – 7 cm de largo. 2 – 4 cm de ancho; inflorescencias aparentemente terminales en las ramillas nuevas sin hojas. En forma de panícula, hasta 5 – 10 cm de largo. Los ejes en los frutos simulan unos racimos poco floreados; pedicelos del fruto de 3 – 5 mm de largo, muy robusto; cáliz persistente en el fruto como una cúpula pubescente irregular de 4 – 5 mm de largo y ancho, abruptamente contraída en una estrecha base por encima de la articulación, los dientes del cáliz no se conservan; fruto (excluyendo el estípite) 6 – 10(–18) cm de largo. 1.8 – 2.2 cm de ancho, agudo o acuminado en el ápice, atenuadas en la base, 1 – 2(–4) semillas, ennegrecimiento al secarse, lustroso, reticulado-venuloso sobre las semillas; estípite 10 – 12(–17) mm de largo; Semillas probablemente 1 cm de largo. (Mc Vaugh, 1987).

***Dalbergia calycina* Benth**

Árboles de hasta 18 m de alto. Hojas 5 – 15 cm, foliolos 5 – 11 (9), (0.9)2.5 – 6 × (0.5)1.3 – 3 cm, ovados, a veces lanceolados, glabros en ambas superficies; Inflorescencias 2.5 – 5 cm, paniculadas, axilares, de ramas nuevas, pero a veces brotando de partes defoliadas y al mismo tiempo de ramas jóvenes, flores pediceladas, flores 17 – 20 mm, cáliz de 10 × 7 mm (parte unida o tubo de 8 mm), tomentuloso a subadpresopubescente, lobulos vexilares 4 × 4 mm, deltoides, lobulos laterales 2.5 × 2 mm, triangulares, ventral 1.5 – 1.7 × 2 mm, triangulares; estandarte 17 – 18 × 14 – 16 mm (incluyendo 2 mm de la uña), suborbicular, alas 16 – 17 × 7 mm, obovadas, pétalos de la quilla 14 × 6 mm (incluyendo la uña de 4 mm), lámina semiorbicular a hastada; Estambres 10 monadelfos, 12 – 15 mm, (la parte unida de 9 mm), pistilo de 15 × 1.7 mm, pedicelo de 5 mm, ovario 7 y el estilo 5 – 6 mm, el estilo fuertemente curvado hacia atrás como anzuelo. Frutos oblongos, 5 – 8(–10) cm de largo y (1.3)2 – 2.5 cm de ancho, glabros, estípite 10 – 20 mm de largo; semillas 1 ó 2, los frutos en ejemplares de herbario, muy lustrosos (Linares, 2015).

Anexo H. Clasificación de elementos estructurales para latifoliadas

Estandares de IAWA (1989)

Longitud de elementos de vaso y fibras			
Clase	Subclase	Elementos de vaso	Fibras
Cortos	Extremadamente cortos	Menos de $175\mu\text{m}$	Menos de $500\mu\text{m}$
	Muy cortos	$175 - 200\mu\text{m}$	$500 - 700\mu\text{m}$
	Moderadamente cortos	$250 - 350\mu\text{m}$	$700 - 900\mu\text{m}$
Medianos	—————	$350 - 800\mu\text{m}$	$900 - 1600\mu\text{m}$
Largos	Moderadamente largos	$800 - 1100\mu\text{m}$	$1600 - 2200\mu\text{m}$
	Muy largos	$1100 - 1900\mu\text{m}$	$2200 - 3000\mu\text{m}$
	Extremadamente largos	Más de $1900\mu\text{m}$	más de $3000\mu\text{m}$

Abundancia de poros	
No/mm ²	Clase
Menos de 2	Muy pocos
2-5	Pocos
5-10	Moderadamente pocos
10-20	Moderadamente numerosos
20-40	Numerosos
Más de 40	Muy numerosos

Clasificación de Tortorelli (1956)

Número de poros/mm	Abundancia de elementos de vaso.
2 – 10	Pocos numerosos
10 – 20	Numerosos
20 – 40	Muy Numerosos
> 40	Extremadamente numerosos

Longitud de Fibras	
$400 - 900\mu\text{m}$	Cortas
$900 - 1600\mu\text{m}$	Medianas
$> 1600\mu\text{m}$	Largas

Longitud de elementos de vaso	
Menos de $350\mu\text{m}$	Cortos
$350 - 800\mu\text{m}$	Medianos
Más de $800\mu\text{m}$	Largos

Diámetro de fibra	
Menos de $25\mu\text{m}$	Finas
$25 - 40\mu\text{m}$	Medianas
Más de $40\mu\text{m}$	Anchas

Parámetros para determinar la textura (Basados en el Diámetro tangencial de poros)	
Textura gruesa	La presentan aquellas maderas con diámetro tangencial de poros mayor a $250\mu\text{m}$
Textura media	La presentan aquellas maderas con diámetro tangencial de poros entre 150 y $250\mu\text{m}$
Textura fina	La presentan aquellas maderas con diámetro tangencial de poror menor a $150\mu\text{m}$

Grosor de pared	
Muy delgadas	Cuando el lumen ocupa $3/4$ o más
Delgadas	Cuando el lumen ocupa de $3/4$ a $1/2$
Gruesas	Cuando el lumen ocupa de $1/2$ a $1/3$
Muy gruesas	Cuando el lumen es menor a $1/3$ del diámetro

Altura de rayos poliseriados	
Muy bajos	Hasta $200\mu\text{m}$
Bajos	$200 - 500\mu\text{m}$
Medianos	$500 - 800\mu\text{m}$
Altos	$800\mu\text{m} - 2\text{mm}$
Muy altos	Más de 2mm

Ancho de rayos poliseriados	
Muy angostos	Hasta $25\mu\text{m}$
Moderadamente angostos	$25 - 50\mu\text{m}$
Medianos	$50 - 100\mu\text{m}$
Moderadamente anchos	$100 - 200\mu\text{m}$
Muy anchos	más de $200\mu\text{m}$

Abundancia de rayos/mm	
Muy pocos	Hasta 2
Pocos	2 - 4
Pocos numerosos	4 - 7
Numerosos	7 - 10
Muy abundantes	10 - 15
Extremadamente numerosos	Más de 15

Diámetro tangencial de poro	
$25 - 100\mu\text{m}$	Pequeños
$100 - 200\mu\text{m}$	Medianos
$200 - 300\mu\text{m}$	Grandes

Clasificación CITES (2002)

Clasificación de la estratificación en los radios	
Bastos	2 filas o menos por mm
Medios	3 a 6 filas por mm
Finos	Más de 6 filas por mm

Clasificación de la densidad de maderas latifoliadas Lincoln (1986)

Densidad g/cm ³	
Rango	Clasificación
Menor de .30	Excepcionalmente baja
.30 – .45	Baja
.45 – .65	Media
.65 – .80	Alta
.80 – 1.0	Muy alta
Mayor de 1.0	Excepcionalmente alta