

Claves de *identificación macroscópica* de la
madera de 110 especies del *Caribe Norte* de Costa Rica

Miguel Araya-Montero¹
Roger Moya-Roque²

Resumen

La región Caribe Norte de Costa Rica abastece aproximadamente el 14 % del mercado nacional de la madera, usando alrededor de 165 especies arbóreas. Sin embargo, dicha región carece de instrumentos que contribuyan a identificar las especies maderables; lo cual podría ayudar a que la administración forestal del Estado ejerza un mejor control. Ante tal escenario, el presente trabajo desarrolla un manual para la identificación de la madera en términos macroscópicos de 110 especies forestales de la región antes citada. Se describen las características generales y anatómicas de cada una de las especies. Dicha información se utilizó para construir dos tipos de claves de identificación: once claves gráficas que describen los criterios de clasificación para los principales caracteres anatómicos y que permiten encausar la identificación de cada especie, y una clave dicotómica basada en un carácter anatómico, el cual es utilizado como criterio de clasificación en dos

Abstract

Key wood macroscopic identification of 110 species Northern Caribbean of Costa Rica.

The Northern region of Costa Rica Caribbean supplies approximately 14 % of the wood market, using about 165 species. However this region lacks an instrument to help identify wood species, which could help to forest control to the Costa Rica's Government. According to the objective of this paper is to develop a wood key identification using macroscopic wood features of 110 species of Northern Caribbean forest. Initially it was described the general characteristics and macroscopic features of each of species. This information was used to build two kind of wood identification keys. The first identification key is presented in graphical form through eleven keys, which describes the main anatomical classification topic and allow species wood identification. The second identification key is a wood dicotomic key,

1. Área de Conservación Tortuguero, Programa de Manejo Forestal; Caribe Norte, Costa Rica; mig1896@gmail.com, (506) 2710-2929

2. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal; Cartago, Costa Rica; rmoya@itcr.ac.cr, (506) 2550-9092

respuestas. Estos recursos están dirigidos a facilitar las labores de identificación tanto del personal de campo, como de los técnicos especializados en diversidad biológica y conservación, entre otros.

Palabras clave: anatomía de la madera, maderas tropicales, clave de identificación, Caribe Norte, Área de Conservación Tortuguero, Costa Rica.

Introducción

De acuerdo con SINAC (2011), en la primera década de este siglo, el Área de Conservación Tortuguero ocupó el segundo puesto en la extracción de árboles bajo la modalidad de plan de manejo y el tercero en la extracción de árboles en terrenos de uso agropecuario y sin bosque. Las estadísticas de otorgamiento de permisos del año 2007 al 2011 apuntan a que durante ese periodo se autorizó la corta de al menos 165 especies forestales para el aprovechamiento forestal, de las cuales, solo diez especies figuran como especies exóticas (ACTo 2006).

Dada la gran variabilidad en el uso de especies autóctonas para el aprovechamiento forestal en esa área, resultan de gran importancia los esfuerzos orientados a generar capacidades para el conocimiento y la identificación de las mismas. Actualmente, existen publicaciones que facilitan la identificación de árboles para Costa Rica considerando sus características dendrológicas (Holdridge & Poveda 1975; Zamora *et al.* 2003); y se dispone además, de otras herramientas digitales en internet, tales como "La Flora Digital de La Selva" (OET 2004), que además de ofrecer colecciones de fotos de un gran número de especies que crecen en el Caribe Norte de Costa Rica, brinda acceso a claves electrónicas dicotómicas para aproximadamente 30 familias, basadas en las características dendrológicas.

No obstante, las herramientas antes mencionadas son de poca ayuda cuando los árboles ya han sido cortados y extraídos de su entorno natural, debido a la escasa o nula presencia de los caracteres dendrológicos que definen a cada especie. Esta dificultad también limita la capacidad de las autoridades ambientales para la supervisión de las especies forestales autorizadas en los permisos de aprovechamiento, ya sea en los centros de aserrío o comercio de madera, o bien, en los operativos de control dirigidos a la detección de madera de procedencia ilegal.

Ante este problema se han desarrollado otro tipo de técnicas donde la base de identificación de las especies es la anatomía de la madera. En Costa Rica, algunos han realizado esfuerzos tendientes a generar manuales para la identificación de especies a partir de su madera.

where anatomy features is used as a sorting criterion in two responses. These wood keys identification could be facilitate wood identification by forest guard.

Key words: wood anatomy, tropical woow, identification key, North Caribbean, Tortuguero Conservation Area, Costa Rica.

Por ejemplo, Acosta (1967), realizó una descripción anatómica para 25 especies colectadas en su totalidad en la Reserva Forestal Río Macho. Por su parte, Jaen (1989) desarrolló un manual para la identificación de algunas especies maderables amenazadas o en peligro de extinción de la Península de Osa en Costa Rica, circunscribiéndose a un grupo de 15 especies. Finalmente, uno de los esfuerzos más ambiciosos en la generación de herramientas para la identificación de maderas lo llevó a cabo Wiemann (1987), quién desarrolló para la identificación de aproximadamente 149 especies de todo el país, con la particularidad de que consideró 29 especies exóticas, y está basada en aspectos macroscópicos y microscópicos.

No obstante, para la región del Caribe Norte de Costa Rica, no existen manuales para la identificación de especies a nivel de madera, por lo que el presente trabajo tiene como objetivo el desarrollar guías (esquemática y dicotómica) para la identificación a nivel macroscópico de 110 especies de maderas utilizadas en el Caribe Norte de Costa Rica. De esta manera, este trabajo se constituye así en un esfuerzo novedoso que tiene como propósito primordial brindar a las personas que lo utilizan, una herramienta de consulta que facilite la identificación de las maderas.

Materiales y métodos

Área de estudio

El Área de Conservación Tortuguero (ACTo), se localiza en la región del Caribe Noreste costarricense y tiene una extensión terrestre aproximada de 302481 hectáreas (3024 Km²). Presenta una topografía muy regular, con altitudes que oscilan entre los 0 y 1350 msnm, con una precipitación promedio anual de 6000 mm (Mora & Román 2006). De acuerdo con Bolaños y Watson (1999), esta región presenta cinco de las zonas de vida de Holdridge: el bosque muy húmedo tropical, el bosque pluvial premontano, transición a basal; el bosque muy húmedo tropical, transición a premontano; el bosque pluvial premontano y el bosque muy húmedo premontano, transición a basal.

Selección de especies

Para seleccionar las especies descritas en el presente estudio se procedió a gestionar un reporte de especies autorizadas para la corta, con base en el sistema de estadísticas de permisos del Área de Conservación Tortuguero para los años 2009 - 2011 (ACTo 2011). Este reporte arrojó una lista de 165 especies que tuvo que ser depurada, procediéndose a excluir las especies introducidas al país, así como aquellas que no se reportan para la zona y que probablemente fueron identificadas o consignadas erróneamente en la base de datos. Posteriormente esta lista se cotejó con la disponibilidad de especies de la xiloteca "Victor Rojas" de la Escuela de Ingeniería Forestal (TECw) del Instituto Tecnológico de Costa Rica (Lynch & Gasson 2010). En esta comparación fueron seleccionadas 110 especies, donde se incluyeron especies vedadas por el Decreto Ejecutivo 25700-MINAE (MINAE 1997).

Preparación de muestras

De las muestras seleccionadas se obtuvo un bloque de 1 x 1 x 1 cm, con los planos longitudinal, tangencial y radial debidamente orientados para proceder a realizar la descripción general y macroscópica correspondiente. En la descripción general, se utilizó las muestras de la xiloteca, con dimensiones de 14 cm de largo, 7 cm de ancho y 1,2 cm de espesor.

Descripción general

Las propiedades generales determinadas fueron: color, brillo, olor, sabor, textura, dirección del grano, veteado y densidad de la madera. Para aquellas muestras que evidenciaban la presencia de albura y duramen, la determinación de color se hizo en forma separada para la albura y el duramen por medio de las tablas de color de Munsell para suelos (Mac Corporation 1994). Aquellas muestras que no evidenciaban diferenciación de albura y duramen, solo se les consignó un color para ambos tipos de madera. Para la descripción de madera se utilizó los criterios de la Comisión Pan-Americana de Normas Técnicas-COPANT (COPANT 1974) y las "Normas e Procedimientos em Estudos da Anatomia da Madeira" (IBAMA 1992).

Descripción macroscópica

A cada bloque de 1 x 1 x 1 cm y con la ayuda de una hoja de corte de un micrótopo se procedió a realizar cortes finos en sentido paralelo a la sección transversal hasta una superficie limpia (Gonzales 2008). Luego se le humedeció con agua con el fin de lograr un mayor contraste entre las estructuras anatómicas de la madera, especialmente a nivel de parénquima.

La descripción macroscópica se basó en la determinación de una serie de características anatómicas de la lista propuesta por la Asociación Internacional de Anatomistas

de la Madera (IAWA 1989) para la identificación microscópica de maderas duras observables con un aumento de 10X, considerándose además los términos propuestos por Espinoza y León (2001), los criterios de la Comisión Pan-Americana de Normas Técnicas-COPANT (COPANT 1974) y las Normas y Procedimientos en Estudios de Anatomía de Madera (IBAMA 1992).

La observación de la madera se realizó con la ayuda de una lupa con aumento de 10X y en cada muestra se estudiaron los vasos, parénquima, radios y formación de anillos de crecimiento catalogados de la siguiente manera:

1. Poros: se determinó la presencia o ausencia, su tamaño de acuerdo a la visibilidad con aumento de 10X (visibles a simple vista, visibles con aumento de 10X y poco visibles o distinguibles con aumento de 10X) y se clasificó en grandes, medianos y pequeños; se observó el agrupamiento de los poros (solitarios, biseriados, múltiples y en aglomerados); se clasificó la abundancia en escasos, medianamente abundantes, abundantes y muy abundantes; se clasificó el tipo de porosidad (difusa o semianular) y la tendencia presente en la distribución de los poros (tendencia a formar bandas tangenciales, líneas radiales o diagonales, patrón déndrico o sin patrón definido) y finalmente, se catalogó la presencia de sustancias dentro de poros según su naturaleza (tíldes, gomas, tíldes y gomas presentes en duramen y sin presencia de sustancias en los poros).

2. Parénquima axial: se evaluó el grado de visibilidad; la presencia o ausencia de este, con base en la diferenciación en los tonos del color alrededor de los vasos o en general la sección transversal de la muestra en estudio. Esta diferenciación de color permitió definir los tipos de parénquima: paratraqueal, apotraqueal y en bandas. En el parénquima paratraqueal se establecieron las siguientes categorías: escaso, vasicéntrico, unilateral, aliforme que puede ser de alas finas o gruesas y aliforme confluyente. El parénquima apotraqueal fue categorizado como apotraqueal difuso y en agregados. El parénquima en bandas se clasificó como bandas abundantes o escasas, finas o gruesas, marginales, escaleriformes o reticulada.

3. Parénquima radial: sobre la sección transversal se determinó si eran visibles o no, la existencia de radios de un solo ancho o de dos o más, el tamaño de éstos (finos, medios o gruesos), la frecuencia (escasamente abundantes, medianamente abundantes, abundantes y muy abundantes). Posteriormente, en el plano tangencial, se observó si se presentaban estratificados o no estratificados.

4. Otras estructuras anatómicas: en la observación de la madera también se estableció si existían otros elementos anatómicos observados a nivel macroscópico, tal como la presencia de floema incluso, conductos gomíferos o canales traumáticos.

Resultados

Con la información anatómica de todas las especies fueron construidas las claves de identificación, que se detallan a continuación: (i) Claves de identificación esquemáticas: generadas a partir de una clave maestra y diseñada para el uso generalizado a nivel de campo, por personal técnico con un nivel básico de capacitación; (ii) Clave de identificación dicotómica: dirigida a personas con un mayor grado de especialización en el uso de claves de identificación. Tanto la clave de identificación esquemática como la dicotómica se construyeron a partir de los reportes generados en la descripción de la madera. Se propuso un esquema de clasificación que inicia por separar las especies según el tipo de porosidad, el agrupamiento de los poros, el tamaño y la abundancia de poros, para luego separarlas especies según el tipo de parénquima presente.

Características generales

Se encontró que el 51 % de las especies analizadas presentaron algún grado en la marcación entre la albura y el duramen. Así mismo, se encontró que el 75,4 % de las especies presentaron albura con tonalidades amarillas, mientras que solo un 45,4 % de las especies presentaron duramen de esa coloración. Aproximadamente un 50 % de las especies presentaron duramen de coloración café (32,7 %) y rojizo (17,3 %). En lo referente al veteado se determinó que el 57,3 % de las especies mostraron veteado en el corte tangencial. En cuanto a la textura, la categoría de textura media se presentó en el 73,6 % de los casos, siendo la textura gruesa la menos presente, con un 20,1 %. El olor es una propiedad que distinguió a tan solo el 10 % de las especies en condición seca, siendo muy característico para las especies *Cedrela odorata* y *Carapa guianensis*. Por su parte, el sabor distinguió a un grupo menor de especies llegando a tan solo el 4 % de las analizadas. Sobresale nuevamente *Cedrela odorata* y se le agrega *Goethalsia meiantha* con presencia de un sabor amargo. Así mismo; se encontró un sabor astringente en la especie *Macrohasseltia macroterantha*. Con relación al brillo de la madera, se evidenció que la condición brillante fue la menos frecuente observándose en tan solo un 8,2 % de los casos; siendo la condición de brillo medio la que se encontró en mayor porcentaje (66,4 %). En la marcación de los anillos, el 21,8 % de las especies estudiadas presentaron esa característica. Finalmente, de las características generales de la madera, resulta notable que el 63,6 % de las especies se clasificaron como de densidad media (de 0,45 a 0,70 g/cm³) y el 20 % de densidad alta (mayor a 0,70 g/cm³).

Características macroscópicas

Poros: Como todas las especies evaluadas son latifoliadas, este elemento anatómico estuvo presente en la totalidad de ellas. Se encontró que el 47,3 % de las especies presentaron poros visibles a simple y en el 52,7 %

de las especies fue necesario contar con una lupa 10X ya que solo con este instrumento fueron visibles. Se evidenció que el 10 % de las especies mostraron presencia de poros exclusivamente solitarios, constituyéndose en un elemento que podría facilitar la determinación de especies como *Calophyllum brasiliense* y *Humiriastrum diguense*, entre otras. Además, existe un pequeño grupo de especies (9,1 %) que presentaron poros en aglomerados, también importante desde el punto de vista de identificación, como el caso de *Mouriri* sp y *Theobroma simiarum*.

Se observó que solo siete especies de las estudiadas tenían porosidad semianular, siendo esta característica más evidente para la especie *Cedrela odorata*. En las restantes seis especies, no se tuvo certeza de que esa condición fuera intrínseca, o bien, pudo ser inducida por las condiciones ambientales. Así mismo, pesar que el 99 % de las especies estudiadas presentaron porosidad difusa, se encontró que el 11,8 % presentaron tendencia a conformar bandas tangenciales, como el caso de *Erythrina poeppigiana*, y líneas radiales o diagonales en el 26,4 %, como en *Couma macrocarpa* y *Dipterix panamensis*. Finalmente el 62,7 % de las especies no presentaron ningún tipo de patrón en la distribución de los poros. Otro elemento que contribuyó a caracterizar un importante grupo de especies fue la presencia de sustancias como tálides y gomas, asociados a los vasos, condición que se encontró que en el 49,1 % de las especies, entre ellas *Brosimum alicastrum* y *Lonchocarpus ferrugineus*.

Parénquima axial: Este elemento anatómico fue común en el 93,6 % de los casos estudiados. El 35,4 % de las especies presentaron parénquima apotraqueal, el 84,5 % presentaron parénquima paratraqueal y el 60 % presentó parénquima en forma de bandas, pudiéndose encontrar hasta los tres tipos de parénquima en forma simultánea en el 18,2 % de las especies estudiadas, entre ellas *Apeiba membranacea*. El parénquima paratraqueal más observado fue el parénquima vasicéntrico (45,4 %), escaso (36,4 %) y aliforme confluyente (36,4 %), mientras que el menos común fue el parénquima unilateral presente en combinación con otros tipos de parénquima en menos del 10 % de los casos observados, como en *Brosimum costaricanum*. La presencia de bandas reticuladas y escaleriformes se observó en el 15,4 % de las especies, facilitando el proceso de identificación de *Goethalsia meiantha* y *Lecythis ampla*, entre otras.

Parénquima radial: La presencia de radios de dos gruesos es común solo en el 20 % de las especies, como *Pachira aquatica*. Otra característica particular de los radios es la estratificación, se presentó en el 19,1 % de las especies estudiadas, permitiendo identificar a *Dussia cuscatlanica* e *Hymenolobium mesoamericanum*.

Otras estructuras anatómicas: Se evidenció que el 18,2 % de las especies presentaron otro tipo de estructuras

anatómicas visibles con aumento de 10X. Por ejemplo, *Theobroma simiarum* mostró presencia de canales axiales que formaron bandas tangenciales, mientras que en *Tetragastris panamensis* se observaron canales radiales, *Virola koschnyi* presentó tubos laticíferos o taniníferos; y *Vochysia ferruginea* evidenció la presencia de canales intercelulares de origen traumático.

Esquema de identificación de especies

Basado en la descripción de la madera de todas las especies, se construyó la clave de identificación. En la figura 1 se presenta la clave maestra que resume el esquema implementado para la identificación del grupo de análisis. Esta clave maestra define los criterios de clasificación utilizados, y a partir de ella, se originaron diez sub-claves de identificación (Figuras 2 a la 10). Primeramente se plantea como criterio de clasificación la porosidad, separando las especies con porosidad semicircular (Figura 2) de las especie con porosidad difusa. Posteriormente, el grupo de especies con porosidad difusa se clasificó por el agrupamiento de los poros, encontrándose 11 especies con presencia de poros exclusivamente solitarios (Figura 3) y por otro 91 especies con presencia de poros solitarios y múltiples. Seguidamente, el grupo de especies con poros solitarios y múltiples se clasificó por el tamaño de poro, generando tres grupos: un grupo de 38 especies con tamaño de poro pequeño; uno de 56 especies con tamaño de poro mediano y uno de 19 especies con tamaño de poro grande. El grupo de especies con poros de tamaño pequeño se clasificó, a su vez, por la abundancia de los poros: sub-clave de poros escasamente abundantes (Figura 4), otra para poros medianamente abundantes (Figura 5) y otra para poros abundantes y muy abundantes (Figura 6). Ese mismo ejercicio de clasificación se realizó para el grupo de especies con poros de tamaño mediano, dando como resultados las sub-claves de identificación mostradas en las Figuras 7, 8 y 9. Finalmente, las especies con presencia de poros grandes se clasificaron en una sub-clave para especies con estratificación presente (Figura 10) y otra para especies con estratificación ausente (Figura 11).

Clave dicotómica de identificación

La clave dicotómica de identificación está construida bajo los mismos criterios de clasificación usados para la clave de identificación esquemática. Primero se clasificó a las especies con porosidad semicircular de aquellas con porosidad difusa. Las especies de porosidad difusa se segregan en las que presentaron poros exclusivamente solitarios de las poseen poros solitarios y múltiples. Finalmente se clasificaron las especies resultantes por el tamaño de poro en pequeño, mediano y grande. Las especies con poros pequeños y medianos fueron sub-divididas por la abundancia de los poros; mientras que las especies con poros grandes fueron clasificadas por la presencia o ausencia de estratificación.

Cuadro 1. Claves de identificación macroscópica de la madera de especies del Caribe Norte de Costa Rica.

1a	Porosidad semicircular	2a
1b	Porosidad difuso	6a
2a	Parénquima apotraqueal difuso y en agregados	3a
2b	Parénquima paratraqueal con o sin presencia de bandas	5a
3a	Ausencia de bandas de parénquima	<i>Ochroma pyramidale</i>
3b	Presencia de bandas aparentemente marginales	4a
4a	Madera café rojiza con fuerte sabor amargo	<i>Cedrela odorata</i>
4b	Madera café, veteada de textura media fina con olor agradable	<i>Cordia alliodora</i>
4c	Madera café pálido con gomas de peso moderado	<i>Vitex cooperi</i>
5a	Parénquima vasicéntrico y losangular con bandas reticuladas	<i>Erythrina poeppigiana</i>
5b	Parénquima aliforme y confluyente con bandas finas y gruesas	<i>Terminalia amazonia</i>
5c	Solo parénquima vasicéntrico escaso, madera amarillenta	<i>Nectandra sinuata</i>
6a	Poros exclusivamente solitarios	7a
6b	Poros solitarios y múltiples	13a
7a	Poros grandes	8a
7b	Poros medianos	9a
7c	Poros pequeños	11a
8a	Parénquima aliforme y losangular con bandas gruesas	<i>Jacaranda copaia</i>
8b	Parénquima paratraqueal escaso con bandas finas	<i>Maranthes panamensis</i>
9a	Parénquima apotraqueal difuso presente	10a
9b	Poros con gomas forman cadenas radiales y diagonales	<i>Calophyllum brasiliense</i>
10a	Parénquima paratraqueal ausente, madera café y pesada	<i>Hieronyma alchomeoides</i>
10b	Parénquima paratraqueal vasicéntrico, madera rojiza y pesada	<i>Aspidosperma spruceanum</i>
11a	Poros pequeños con estratificación ausente	12a
11b	Poros pequeños con estratificación presente	<i>Sacoglottis trichogyna</i>
12a	Bandas escaleriformes y finas discontinúas, madera amarilla pesada	<i>Licania hypoleuca</i>
12b	Poros abundantes con tílides, madera pesada	<i>Vantanea barbourii</i>
12c	Parénquima paratraqueal ausente con gomas en los vasos	<i>Humiriastrum diguense</i>
12d	Parénquima apotraqueal difuso y en agregados, olor a pejobaye	<i>Maranthes panamensis</i>
12e	Poros forman cadenas radiales de 2-8 vasos Bandas finas	<i>Mouriri gleasoniana</i>
12f	Parénquima aliforme y losangular Poros forman cadenas diagonales cortas	<i>Mouriri sp</i>
13a	Poros pequeños escasamente abundantes	14a
13b	Poros pequeños medianamente abundantes	16a
13c	Poros pequeños abundantes y muy abundantes	29a
13d	Poros medianos escasamente abundantes	41a
13e	Poros medianos de abundancia media	46a
13f	Poros medianos abundantes y muy abundantes	62a

13g	Poros grandes con estratificación de radios presente	69a
13h	Poros grandes sin estratificación de radios	71a
14a	Estratificación presente	15a
14b	Estratificación ausente	<i>Quararibea asterolepis</i>
15a	Parénquima paratraqueal confluyente y aliforme losangular	<i>Dussia macrophyllata</i>
15b	Parénquima paratraqueal confluyente	<i>Dussia cuscatlanica</i>
16a	Estratificación presente	17a
16b	Estratificación ausente	18a
17a	Parénquima paratraqueal confluyente y aliforme losangular	<i>Dussia macrophyllata</i>
17b	Parénquima paratraqueal confluyente	<i>Dussia cuscatlanica</i>
18a	Parénquima axial ausente o extremadamente raro	19a
18b	Parénquima axial presente	22a
19a	Radios de un solo ancho	20a
19b	Radios de dos anchos	21a
20a	Radios de tamaño y abundancia media Peso moderado	<i>Laetia procera</i>
20b	Radios finos muy abundantes Sabor astringente	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>
21a	Poros solitarios y múltiples 2-6 Radios finos muy abundantes	<i>Hasseltia floribunda</i>
21b	Poros múltiples 2-3 Radios finos y medios	<i>Sloanea medusula</i>
22a	Parénquima apotraqueal difuso o en agregados	23a
22b	Parénquima paratraqueal con o sin bandas	24a
23a	Madera rojiza con bandas escaleriformes, presenta gomas	<i>Couma macrocarpa</i>
23b	Madera amarilla con parénquima poco visible	<i>Ilex skutchii</i>
23c	Parénquima vasicéntrico, losangular, aliforme y confluyente	<i>Pentaclethra macroloba</i>
24a	Parénquima paratraqueal con bandas	25a
24b	Parénquima paratraqueal sin bandas	28a
25a	Bandas escaleriformes	26a
25b	Bandas finas, gruesas y/o aparentemente marginales	27a
26a	Madera pesada rojiza con anillos de crecimiento	<i>Lecythis ampla</i>
26b	Madera pesada amarilla con tñides en vasos del duramen	<i>Xylopia sericophylla</i>
27a	Parénquima paratraqueal confluyente y losangular con gomas	<i>Guarea rhopalocarpa</i>
27b	Poros múltiples 2-6 con bandas gruesas de parénquima	<i>Pouteria sp</i>
27c	Parénquima aliforme y losangular con bandas delgadas	<i>Symphonia globulifera</i>
27d	Parénquima vasicéntrico con bandas aparentemente marginales	<i>Billia columbiana</i>
28a	Parénquima aliforme y losangular con bandas gruesas	<i>Jacaranda copaia</i>
28b	Parénquima paratraqueal escaso con bandas finas	<i>Maranthes panamensis</i>

28c	Parénquima paratraqueal escaso, madera amarilla con tñlides escasas	<i>Ocotea insularis</i>
28d	Madera café pálido con canales axiales en cadenas tangenciales	<i>Theobroma simiarum</i>
29a	Estratificación presente, madera pesada color oliváceo	<i>Tabebuia ochracea</i>
29b	Estratificación ausente	30a
30a	Parénquima axial ausente o extremadamente raro	31a
30b	Parénquima axial presente	32a
31a	Poros forman cadenas tangenciales, madera amarilla	<i>Laetia procera</i>
31b	Poros mayoritariamente solitarios, madera rosada	<i>Sloanea faginea</i>
31c	Poros solitarios y múltiples 2-6, radios finos muy abundantes	<i>Hasseltia floribunda</i>
32a	Parénquima apotraqueal difuso y/o en agregados	33a
32b	Parénquima paratraqueal y/o con bandas	36a
33a	Presencia de bandas	34a
33b	Ausencia de bandas	35a
34a	Madera amarilla con radios de dos anchos evidentes en cara tangencial	<i>Ilex skutchii</i>
34b	Madera amarilla, radios finos con canales de aceites longitudinal	<i>Ocotea laetevirens</i>
34c	Madera amarilla con vetas y parénquima vasicéntrico	<i>Zanthoxylum acuminatum</i>
34d	Madera pesada café amarillenta con vetas y de textura fina	<i>Elaeoluma glabrescens</i>
35a	Madera blanquecina pesada con predominio de poros solitarios	<i>Genipa americana</i>
35b	Parénquima vasicéntrico con canales de resina en sentido longitudinal	<i>Tapirira myriantha</i>
35c.	Madera amarilla pesada con radios de dos anchos	<i>Grias cauliflora</i>
36a	Parénquima paratraqueal y/o con bandas	37a
36b	Parénquima paratraqueal ausente con bandas	40a
37a	Radios de ancho fino	38a
37b	Radios de ancho medio y grueso	39a
38a	Poros solitarios mayoritariamente con bandas reticuladas	<i>Licania platypus</i>
38b	Madera rosada con canales en sentido radial y longitudinal	<i>Tetragastris panamensis</i>
38c	Poros ovalados con radios finos muy abundantes y gomas	<i>Sclerolobium costarricense</i>
39a	Madera amarilla con poros que tienden a formar cadenas tangenciales	<i>Laetia procera</i>
39b	Parénquima vasicéntrico, aliforme, confluyente y unilateral	<i>Brosimum alicastrum</i>
39c	Parénquima vasicéntrico escaso, madera amarilla de peso moderado	<i>Nectandra sinuata</i>
39d	Madera amarilla y pesada Radios gruesos de abundancia media	<i>Chimarrhis parviflora</i>
40a	Madera amarilla pesada, veteada, con bandas finas y reticuladas	<i>Chrysophyllum cainito</i>
40b	Madera rojiza pesada ligeramente veteada con bandas reticuladas	<i>Manilkara chicle</i>
41a	Parénquima apotraqueal difuso y/o en agregados	42a
41b	Parénquima paratraqueal y/o con bandas	45a
42a	Radios de un solo ancho	43a

42b	Radios de dos anchos	44a
43a	Madera liviana con parénquima en agregados similar a patrón escaleriforme	<i>Sapium sp</i>
43b	Parénquima escaso con bandas escaleriformes, finas y gruesas	<i>Goethalsia meiantha</i>
43c	Parénquima escaso con bandas gruesas y aparentemente marginales	<i>Ceiba pentandra</i>
44a	Parénquima vasicéntrico con radios medios y gruesos	<i>Mortoniendron anisophyllum</i>
44b	Madera amarillo pálido liviana con radios finos y medios	<i>Ochroma pyramidale</i>
44c	Parénquima paratraqueal ausente con bandas reticuladas	<i>Quararibea cordata</i>
44d	Radios medios y gruesos visibles en cara tangencial	<i>Sterculia costaricana</i>
45a	Madera muy liviana con bandas gruesas discontinuas	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>
45b	Madera amarilla liviana con bandas reticuladas	<i>Erythrina poeppigiana</i>
45c	Parénquima vasicéntrico, aliforme, losangular y confluyente	<i>Hernandia didymantha</i>
45d	Poros múltiples 2 predominantemente, madera amarilla de peso moderado	<i>Trichillia sp</i>
45e	Madera rosada, pesada de textura fina	<i>Inga alba</i>
46a	Estratificación presente	47a
46b	Estratificación ausente	50a
47a	Parénquima apotraqueal difuso y en agregados	<i>Luehea seemanii</i>
47b	Parénquima paratraqueal y/o con bandas	48a
48a	Presencia de tílides y/o gomas	49a
48b	Ausencia de tílides y/o gomas	<i>Dussia cuscatlanica</i>
49a	Madera rojiza pesada con bandas anchas muy visibles a simple vista	<i>Andira inermis</i>
49b	Madera café, liviana con parénquima vasicéntrico dominante	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
49c	Parénquima vasicéntrico con bandas discontinuas y gruesas	<i>Lonchocarpus ferrugineus</i>
49d	Parénquima vasicéntrico con bandas gruesas y continuas	<i>Lonchocarpus macrophyllum</i>
49e	Parénquima confluyente, losangular con bandas marginales	<i>Ormosia coccinea</i>
49f	Parénquima vasicéntrico, madera rosada, peso medio	<i>Stryphnodendron microstachyum</i>
50a	Parénquima paratraqueal con o sin presencia de bandas	51a
50b	Parénquima apotraqueal difuso y difuso en agregados	58a
51a	Presencia de bandas	53a
51b	Ausencia de bandas	57a
52a	Bandas reticuladas y/o escaleriformes	53a
52b	Bandas finas, gruesas y aparentemente marginales	54a
53a	Poros múltiples 2-6, madera amarilla pesada	<i>Xylopia sericophylla</i>
53b	Parénquima aliforme de alas cortas, madera liviana	<i>Rollinia pittieri</i>
53c	Madera amarillenta de peso moderado con gomas naranja	<i>Clarisia mexicana</i>
53d	Parénquima paratraqueal ausente, oxidación grisácea a negra	<i>Hernandia stenura</i>
53e	Madera amarilla liviana con bandas reticuladas	<i>Erythrina poeppigiana</i>
54a	Presencia de tílides	55a
54b	Ausencia de tílides	56a

55a	Parénquima escaso, aliforme, confluyente con bandas marginales	<i>Guarea sp</i>
55b	Parénquima vasicéntrico y escaso con tubos laticíferos	<i>Virola sebifera</i>
55c	Parénquima aliforme y confluyente con bandas finas	<i>Symphonia globulifera</i>
55d	Poros solitarios dominantes Madera café pálida, pesada	<i>Terminalia bucidoides</i>
56a	Parénquima vasicéntrico confluyente con bandas gruesas	<i>Castilla elastica</i>
56b	Parénquima vasicéntrico con bandas aparentemente marginales	<i>Cordia bicolor</i>
56c	Parénquima aliforme, losangular, con bandas finas y marginales	<i>Pourouma bicolor</i>
56d	Parénquima aliforme y confluyente con bandas finas continuas	<i>Ruptiliocarpon caracolito</i>
56e	Madera amarillenta con vetas de textura fina y peso moderado	<i>Terminalia amazonia</i>
57a	Madera liviana Poros con tendencia a formar líneas diagonales	<i>Trema integerrima</i>
57b	Parénquima vasicéntrico, aliforme, losangular y unilateral	<i>Poulsenia armata</i>
57c	Parénquima aliforme, losangular, confluyente y unilateral	<i>Brosimum costaricanum</i>
57d	Madera café, liviana y parénquima vasicéntrico dominante	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
57e	Parénquima vasicéntrico, madera rosada, peso medio	<i>Stryphnodendron microstachyum</i>
57f	Parénquima vasicéntrico escaso, radios finos de abundancia media	<i>Nectandra reticulata</i>
58a	Parénquima apotraqueal sin bandas	<i>Mortiodendron anisophyllum</i>
58b	Parénquima apotraqueal con bandas	59a
59a	Radios de dos anchos	60a
59b	Radios un solo ancho	61a
60a	Parénquima vasicéntrico, aliforme de alas cortas y confluyente	<i>Sterculia apetala</i>
60b	Bandas aparentemente marginales con poros en aglomerados	<i>Sterculia costaricana</i>
61a	Madera café rojiza pesada con tñides y gomas oscuras	<i>Pentaclethra macroloba</i>
61b	Madera café amarillenta con presencia de canales de resina	<i>Prioria copaifera</i>
61c	Parénquima escaso con bandas gruesas y aparentemente marginales	<i>Ceiba pentandra</i>
62a	Estratificación presente	63a
62b	Estratificación ausente	64a
63a	Madera rojiza pesada con bandas finas sin distribución regular	<i>Dipteryx panamensis</i>
63b	Madera blanco grisácea de peso moderado y bandas marginales	<i>Tabebuia rosea</i>
63c	Madera amarilla, pesada y bandas aparentemente marginales	<i>Lonchocarpus oliganthus</i>
63d	Parénquima vasicéntrico con bandas aparentemente marginales	<i>Swietenia macrophylla</i>
63e	Parénquima vasicéntrico dominante, madera amarilla pesada	<i>Abarema macradenia</i>
64a	Parénquima apotraqueal difuso y en agregados	65a
64b	Parénquima paratraqueal o apotraqueal con o sin presencia de bandas	66a
65a	Parénquima vasicéntrico con bandas muy gruesas marginales	<i>Apeiba membranacea</i>
65b	Madera amarilla liviana con tñides abundantes	<i>Hura crepitans</i>
65c	Parénquima apotraqueal tiende a formar patrón escaleriforme	<i>Minquartia guianensis</i>
66a	Presencia de bandas	67a
66b	Ausencia de bandas	68a
67a	Madera ligeramente rosada de peso moderado	<i>Guarea grandifolia</i>

67b	Madera olivácea pesada de grano ondulado o entrecruzado	<i>Terminalia oblonga</i>
67c	Madera amarillo rojiza de grano recto con tubos laticíferos	<i>Viola koschnyi</i>
67d	Madera pesada amarilla con tildes en vasos del duramen	<i>Xylopia sericophylla</i>
67e	Madera rojiza pesada de olor característico	<i>Carapa guianensis</i>
68a	Parénquima vasicéntrico, aliforme y losangular, grano recto	<i>Anacardium excelsum</i>
68b	Parénquima vasicéntrico, aliforme, losangular y unilateral	<i>Poulsenia armata</i>
68c	Poros ovalados con radios finos muy abundantes y gomas	<i>Sclerolobium costarricense</i>
68d	Madera amarilla de peso moderado con olor similar al mango	<i>Bursera simaruba</i>
69a	Parénquima paratraqueal con bandas	70a
69b	Parénquima paratraqueal sin bandas	<i>Abarema macradenia</i>
70a	Madera café de peso moderado con gomas	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>
70b	Parénquima aliforme y confluyente con bandas finas discontinuas	<i>Pterocarpus officinalis</i>
70c	Parénquima aliforme y confluyente, madera amarilla y liviana	<i>Simarouba amara</i>
71a	Parénquima apotraqueal difuso o en agregados	72a
71b	Parénquima paratraqueal con o sin bandas	75a
72a	Parénquima apotraqueal difuso	73a
72b	Parénquima apotraqueal difuso en agregados	74a
73a	Madera café amarillento con veteado oscuro	<i>Cordia alliodora</i>
73b	Parénquima vasicéntrico y aliforme Textura media a gruesa	<i>Vochysia allenii</i>
73c	Madera amarilla pálida liviana Radios gruesos	<i>Hampea appendiculata</i>
73d	Madera pesada con olor a pejibaye Bandas finas continuas	<i>Maranthes panamensis</i>
74a	Madera amarilla pálido liviana, radios finos y gruesos	<i>Ochroma pyramidale</i>
74b	Madera blanco oliváceo de peso moderado Radios finos y gruesos	<i>Pachira aquatica</i>
74c	Madera amarillo pálido con radios muy visibles en cara tangencial	<i>Sterculia recordiana</i>
74d	Madera amarilla pálida liviana Radios gruesos	<i>Hampea appendiculata</i>
74e	Madera pesada con olor a pejibaye Bandas finas continuas	<i>Maranthes panamensis</i>
75a	Parénquima paratraqueal con bandas	76a
75b	Parénquima paratraqueal sin bandas	<i>Vochysia guatemalensis</i>
76a	Poros de escasa abundancia	77a
76b	Poros de abundancia media	78a
76c	Poros abundantes	79a
77a	Parénquima vasicéntrico y losangular con bandas reticuladas	<i>Erythrina poeppigiana</i>
77b	Madera amarillo pálido con bandas gruesas muy visibles	<i>Ficus insipida</i>
77c	Parénquima aliforme y losangular con bandas gruesas	<i>Jacaranda copaia</i>
78a	Parénquima vasicéntrico, aliforme, losangular y unilateral	<i>Poulsenia armata</i>
78b	Madera amarillenta, peso moderado y poros múltiples 2 dominantes	<i>Spondias monbin</i>
78c	Madera rojiza con bandas finas reticuladas y escaleriformes	<i>Vochysia ferruginea</i>
79a	Parénquima vasicéntrico, aliforme, losangular y unilateral	<i>Poulsenia armata</i>
79b	Madera café amarillenta con porosidad con tendencia diagonal	<i>Balizia elegans</i>

Referencias

- Acosta, I. 1967. Descripción anatómica, propiedades físicas y algunos usos de 25 maderas de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura . 192 p.
- ACTo (Área de Conservación Tortuguero, CR). 2006. Módulo institucional de evaluación de expedientes forestales. Reporte de especies autorizadas de 2007 hasta 2011. (correo electrónico). Guápiles, CR, ACTo. (Contacto: Laura Rivera, email: lalyriveraqui@gmail.com).
- Bolaños, MR; Watson, CV. 1999. Mapa ecológico de Costa Rica (Zonas de vida). Vladimir Jiménez S. San José, CR, CCT (Centro Científico Tropical). 1 mapa. Escala 1:400000. Colores.
- COPANT (Comisión Pan-Americana de Normas Técnica, BR). 1974. Descripción macroscópica, microscópica y general de la madera. São Paulo, BR, COPANT. 30:1-19. (Esquema 1).
- Espinoza PN; León, W. 2001. Anatomía de la madera. Mérida, VE, Universidad de Los Andes, Consejo de Publicaciones y Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico. 397 p.
- Gonzales, E. 2008. Identificación organoléptica y macroscópica de maderas comerciales. Eds. Moscoso, J; Barreto, E; Gutiérrez, C. Lima, PE, CITEMADERA. 40 p.
- Holdridge, LR; Poveda A, LJ. 1975. Árboles de Costa Rica. Palmas, otras monocotiledóneas arbóreas y árboles con hojas compuestas o lobuladas. San José, CR, Centro Científico Tropical. Vol. 1. 546 p.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, BR). 1992. Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira: angiospermas e gimnospermas. Brasília, BR, Diretoria de Incentivo à Pesquisa e Divulgação. 17 p. (Série Técnica, nº15).
- IAWA (International Association of Wood Anatomist, NL). 1989. Committee IAWA list of microscopic features for hardwood Identification. IAWA Bulletin 10(3):219-332.
- Jaen Jara, BA. 1989. Manual para la identificación de algunas especies maderables amenazadas o en peligro de extinción en la Península de Osa, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad, Bach. en Ing. Forestal. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ing. Forestal. 90 p.
- Lynch, AH; Gasson, PE. 2010. Index Xylarium 4. (en línea). Wakehurst, UK. Consultado 28 jul. 2012. Disponible en: <http://www.kew.org/collections/wood-index/IndexXylarium4.htm> (Royal Botanical Gardens, Kew).
- MAC CORPORATION. 1994. Munsell soil color charts. Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation. US, MAC CORPORATION. 35p.
- MINAE (Ministerio del Ambiente y Energía, CR). 1997. Declara en veda total aprovechamiento de árboles en peligro extinción indicados en el presente decreto. Decreto Ejecutivo N° 25700-MINAE. La Gaceta. Diario Oficial, San José, CR, Enero. 16:9-10. 119(11).
- Mora, J; Román, I. 2006. Organización rural, desarrollo territorial y sostenibilidad ambiental en el Caribe de Costa Rica: el caso del Área de Conservación Tortuguero. Guápiles, CR, Proyecto COBODES. 88 p.
- OET (Organización para Estudios Tropicales, CR). 2004. La Flora Digital de La Selva. (en línea). Sarapiquí, CR. Consultado 16 jul. 2012. Disponible en <http://sura.ots.ac.cr/local/florula3/index.htm>
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR). 2011. SINAC en números: Informe Década Estadísticas SEMEC 2000-2009. Comp. B Pavlotzky. San José, CR, SINAC. 128 p.
- Wiemann, MC. 1987. Claves para la identificación de algunas maderas de Costa Rica. Turrialba 37(4):381-403.
- Zamora V, N; Jiménez M, Q; Poveda A, LJ. 2003. Árboles de Costa Rica. Trees of Costa Rica. Santo Domingo, CR, INBIO (Instituto Nacional de Biodiversidad). Vol. 3. 556 p.

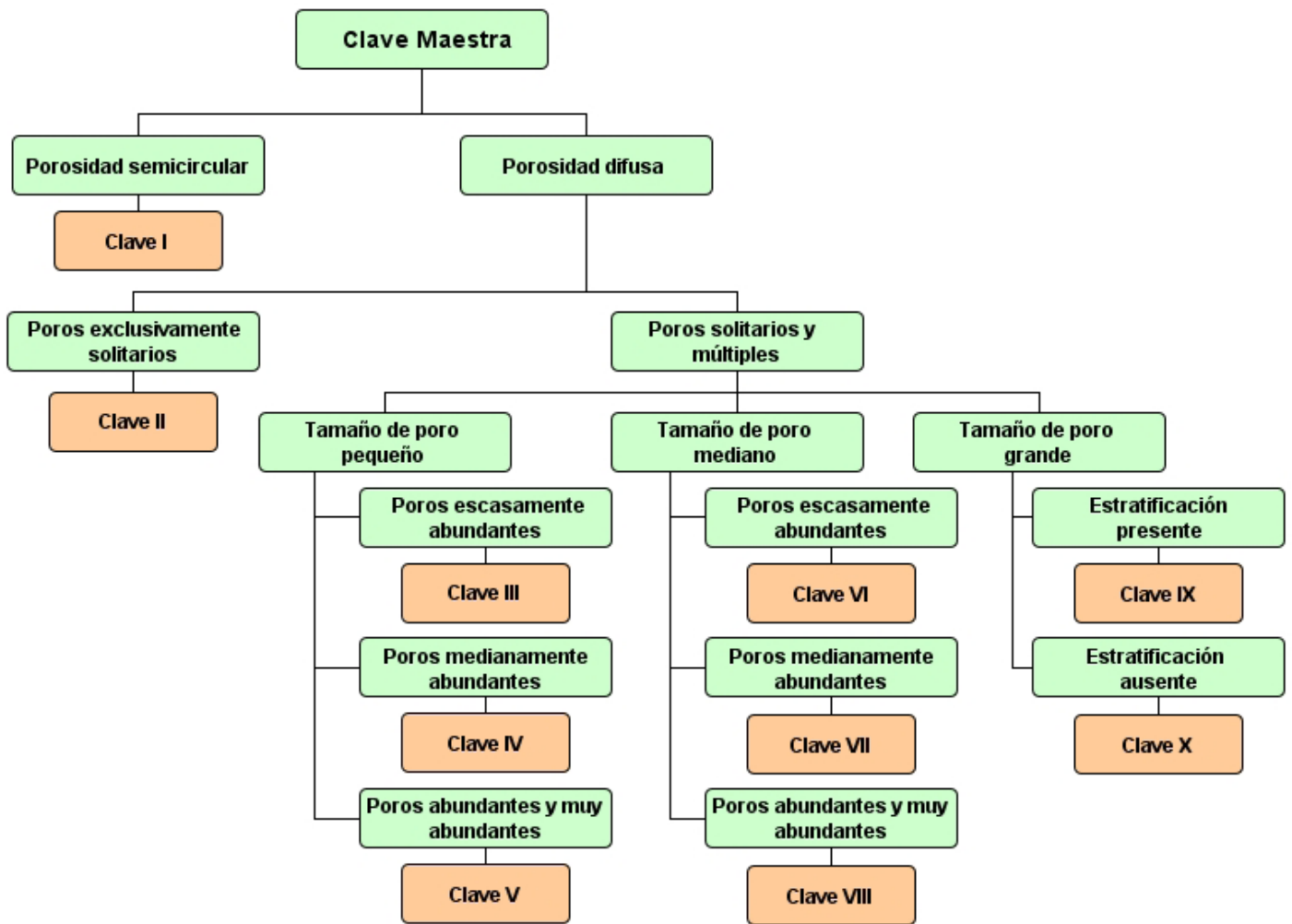


Figura 1. Esquema general de la clave de identificación macroscópica de la madera

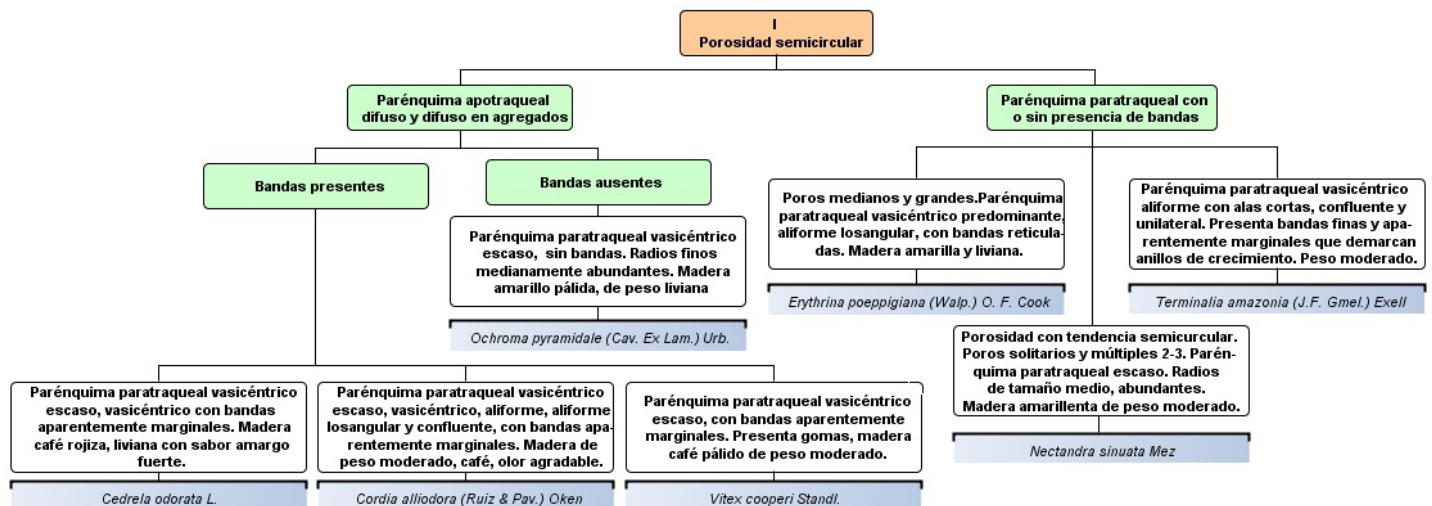


Figura 2. Esquema de identificación para las especies con porosidad semicircular (Clave I)

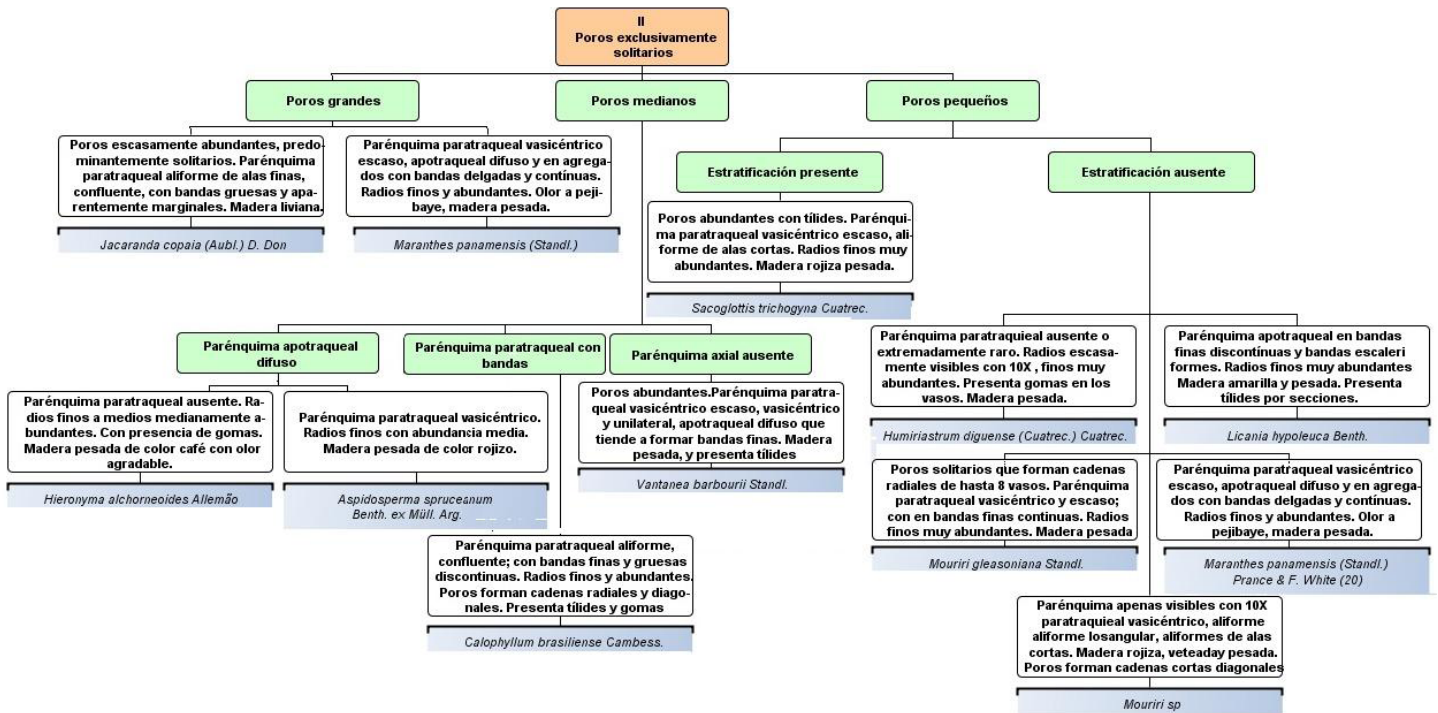


Figura 3. Esquema de identificación para las especies con poros exclusivamente solitarios (Clave II)

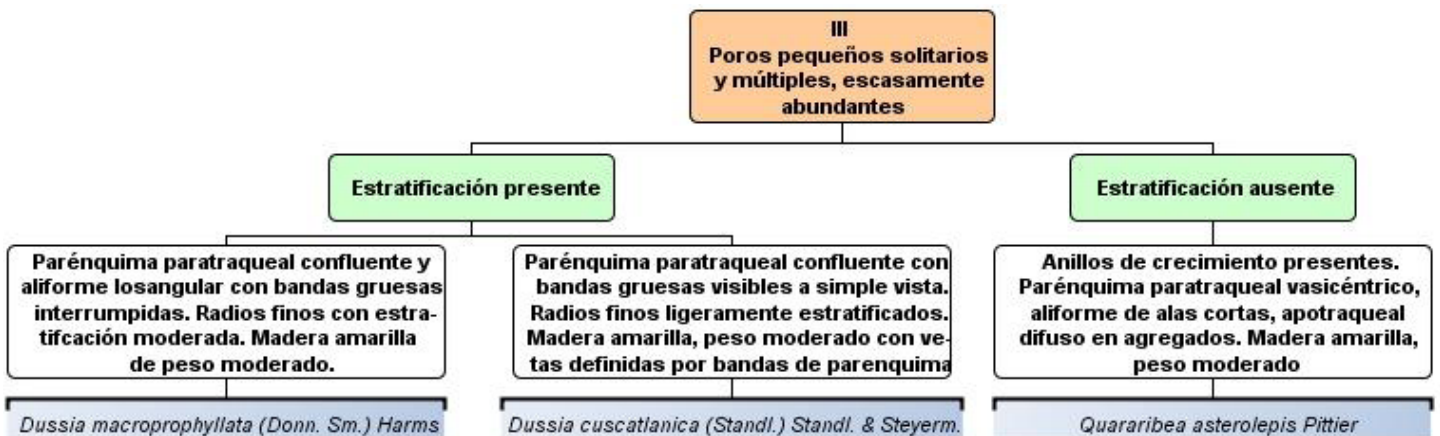


Figura 4. Esquema de identificación para las especies con poros pequeños, solitarios y múltiples, escasamente abundantes (Clave III)

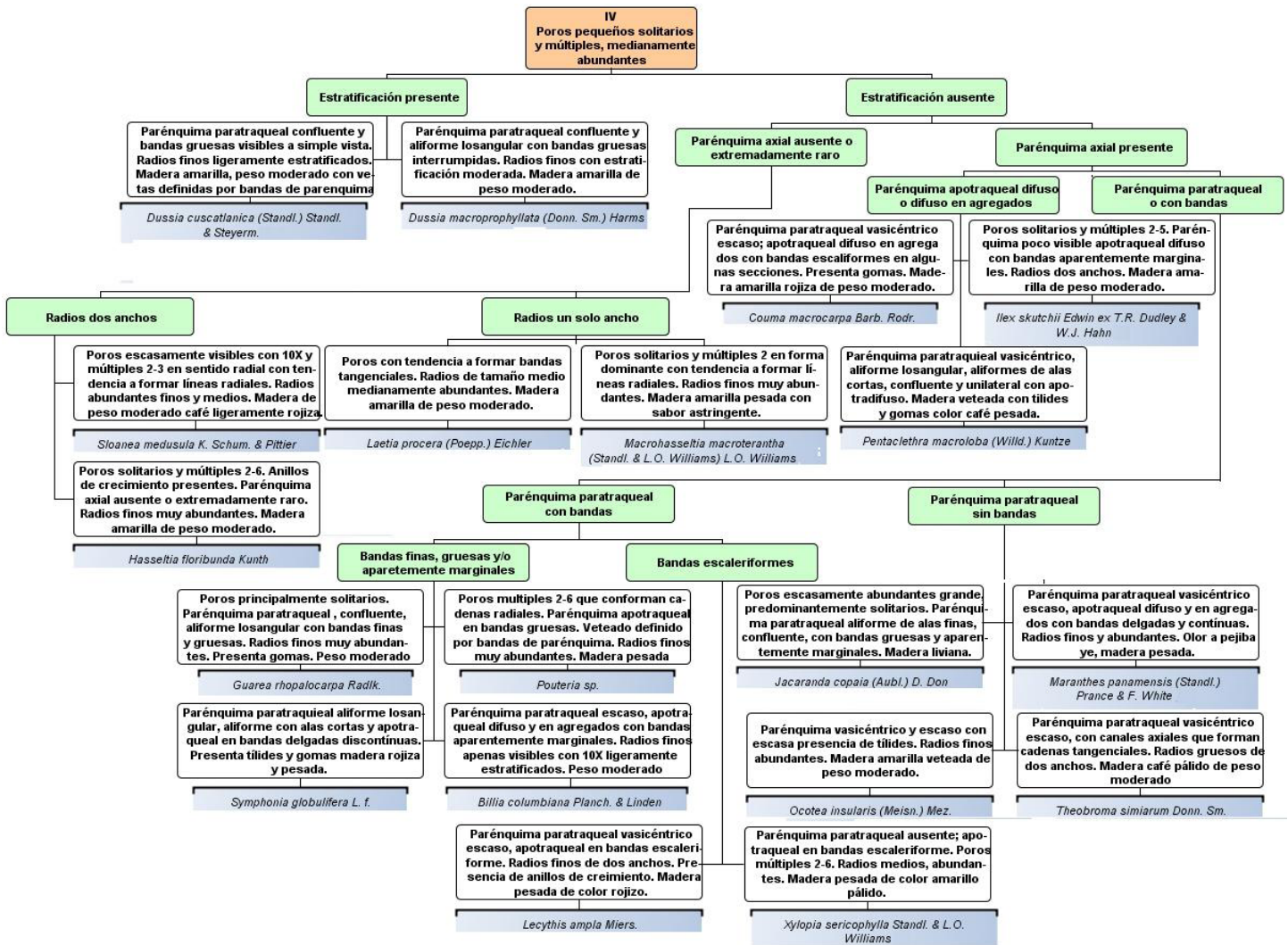


Figura 5. Esquema de identificación para las especies con poros pequeños, solitarios y múltiples, medianamente abundantes (Clave IV)

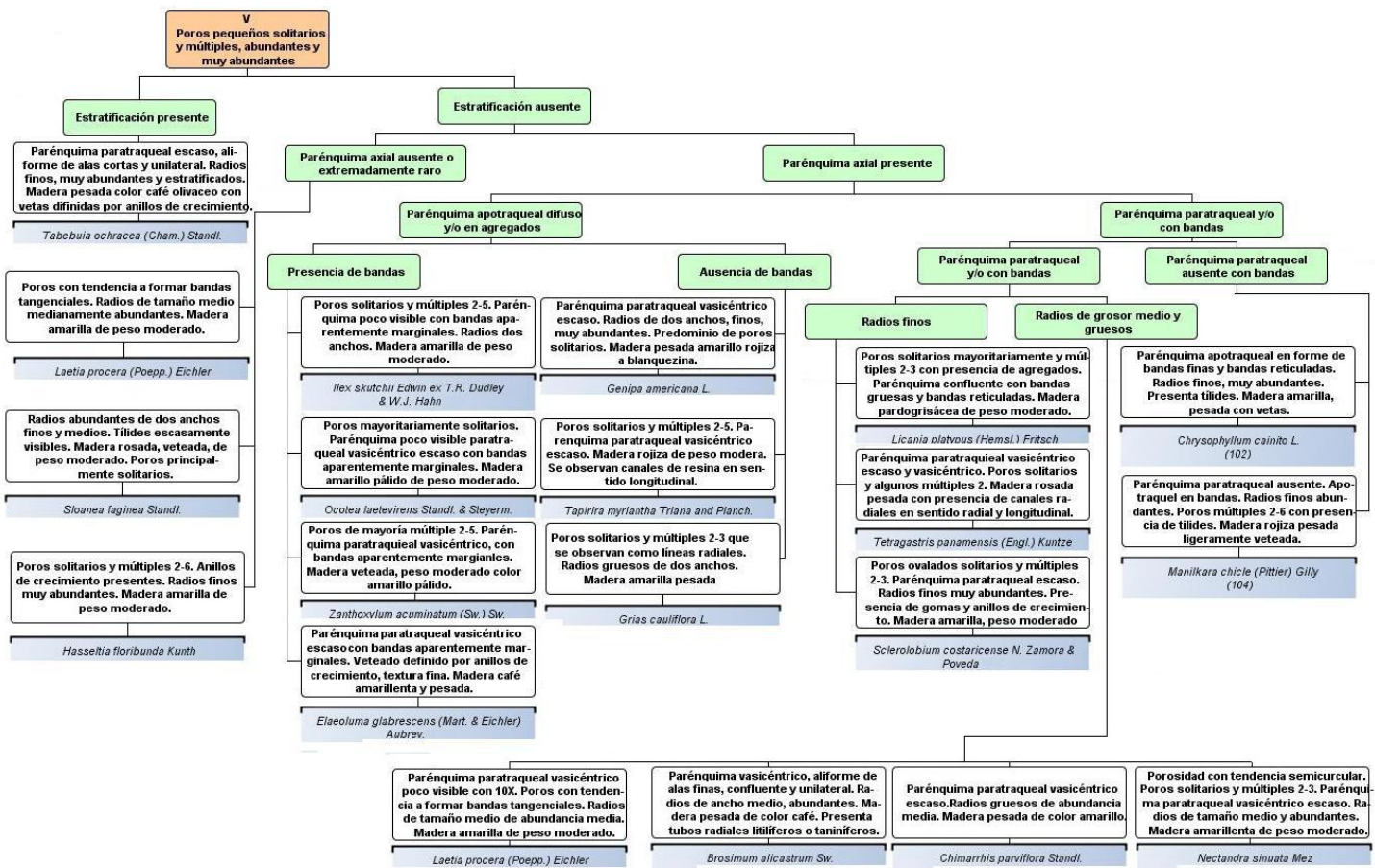


Figura 6. Esquema de identificación para las especies con poros pequeños, solitarios y múltiples, abundantes y muy abundantes (Clave V)

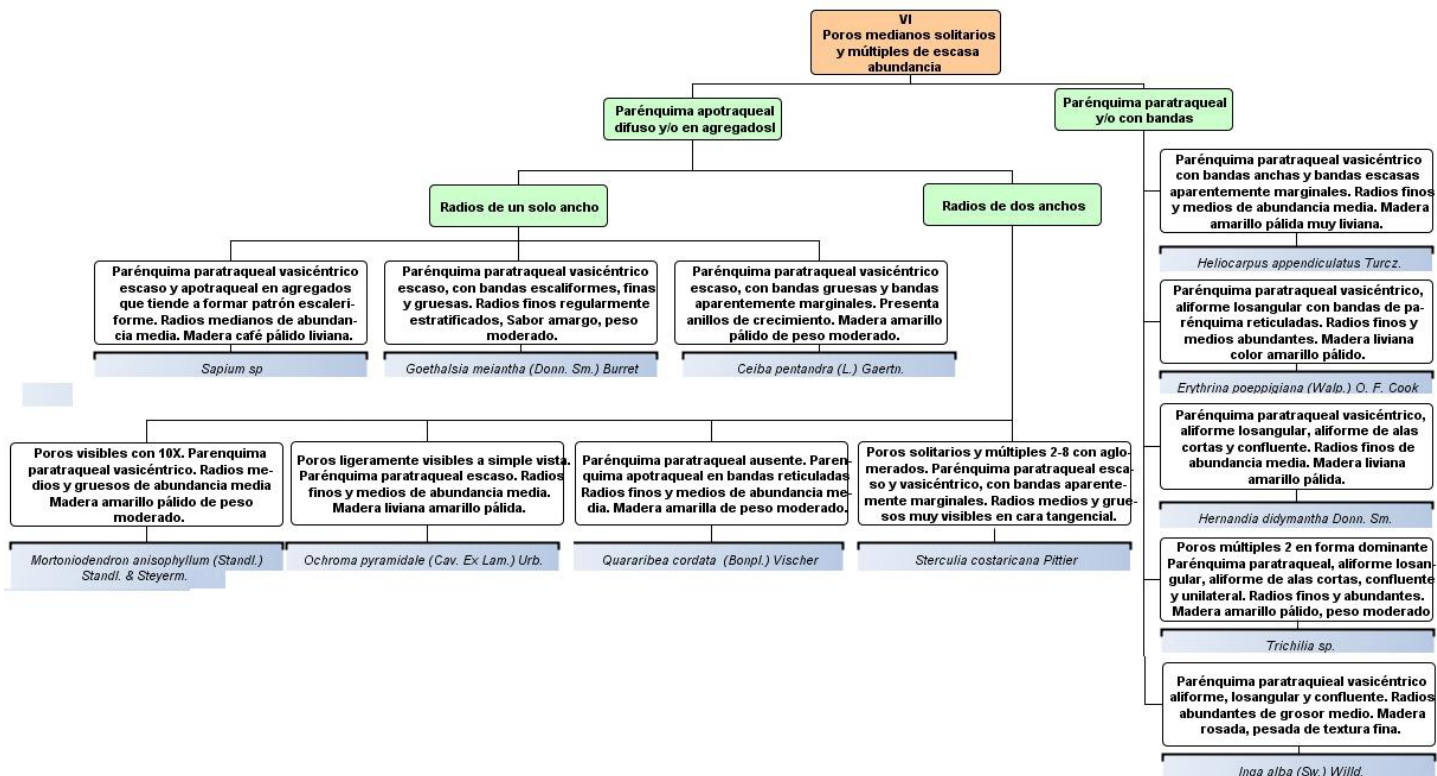


Figura 7. Esquema de identificación para las especies con poros medianos, solitarios y múltiples, escasamente abundantes (Clave VI)

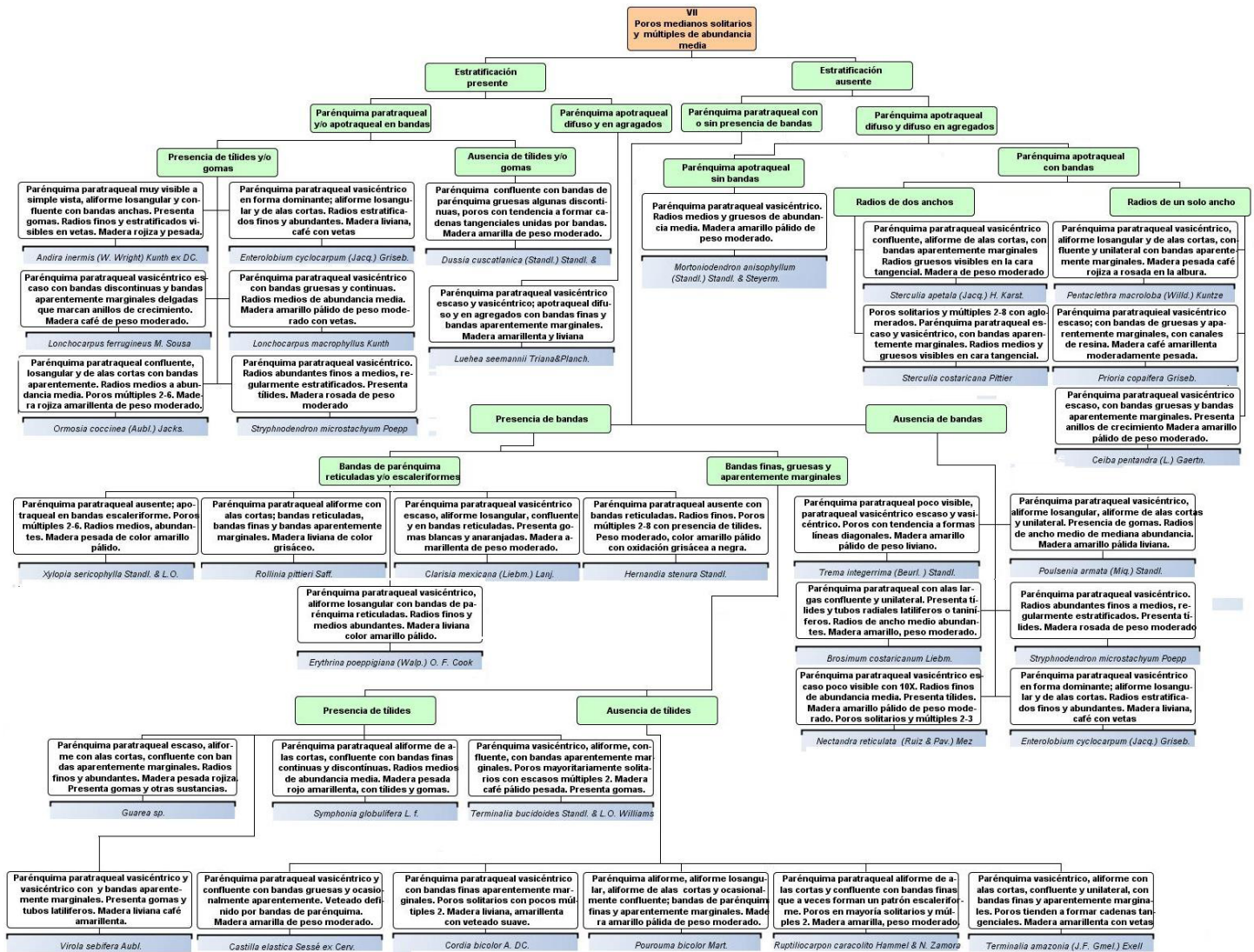


Figura 8. Esquema de identificación para las especies con poros medianos, solitarios y múltiples, de mediana abundancia (Clave VII)

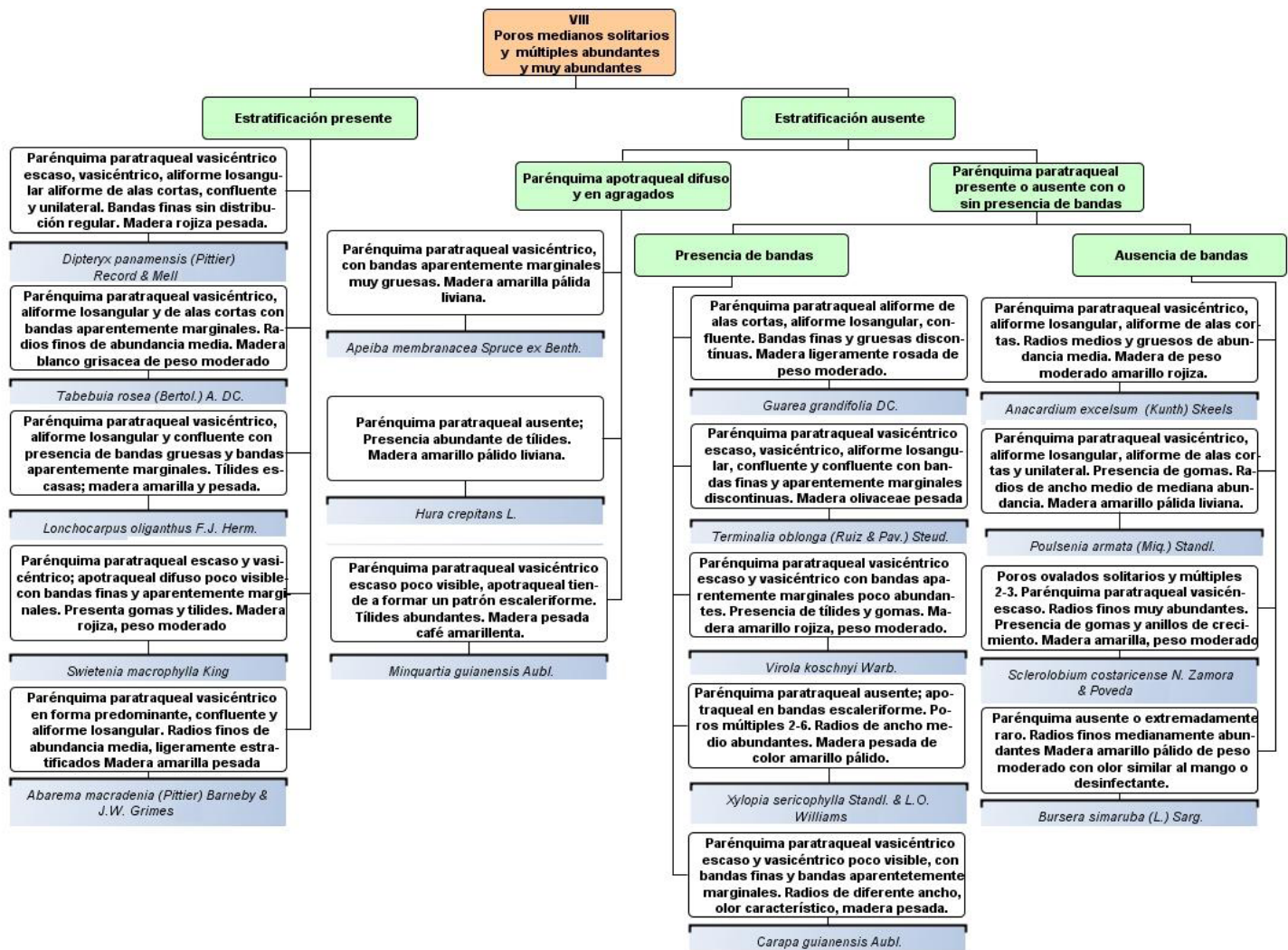


Figura 9. Esquema de identificación para las especies con poros medianos, solitarios y múltiples, abundantes y muy abundantes (Clave VIII).

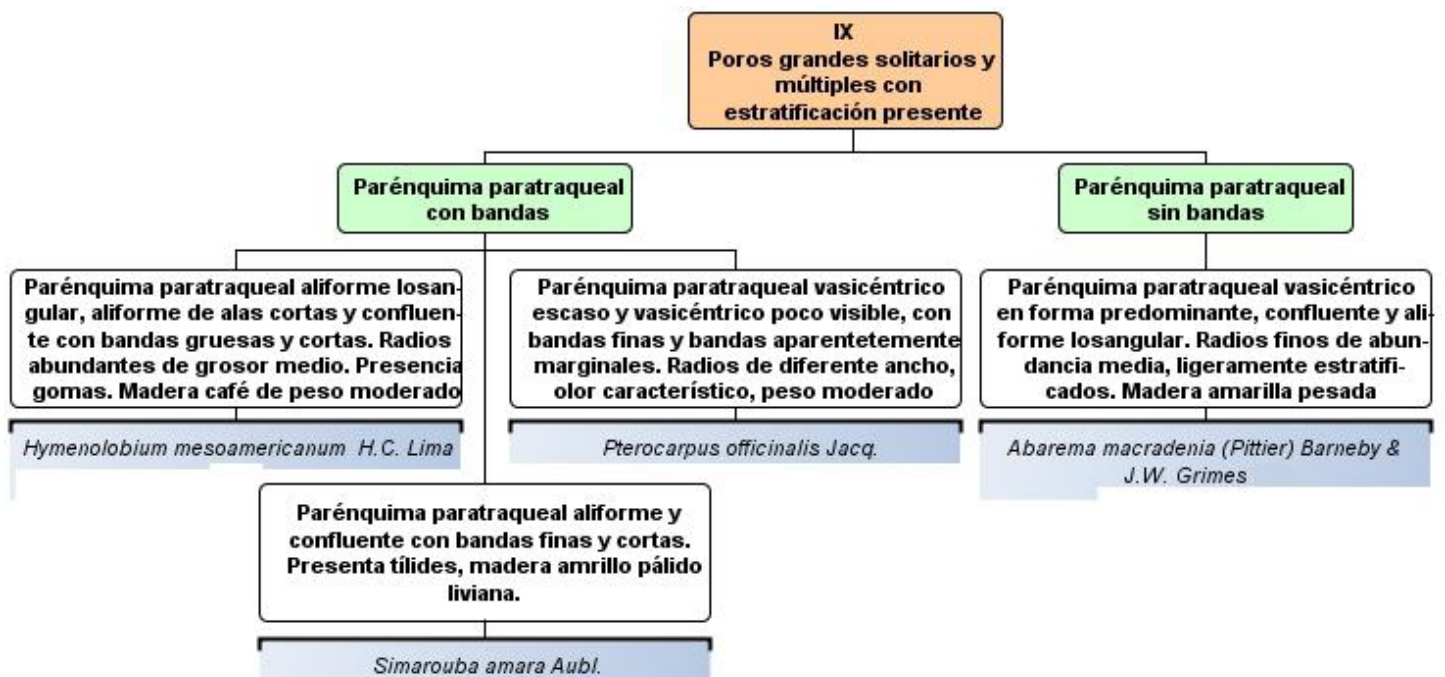


Figura 10. Esquema de identificación para las especies con poros grandes, solitarios y múltiples, con estratificación presente (Clave IX).

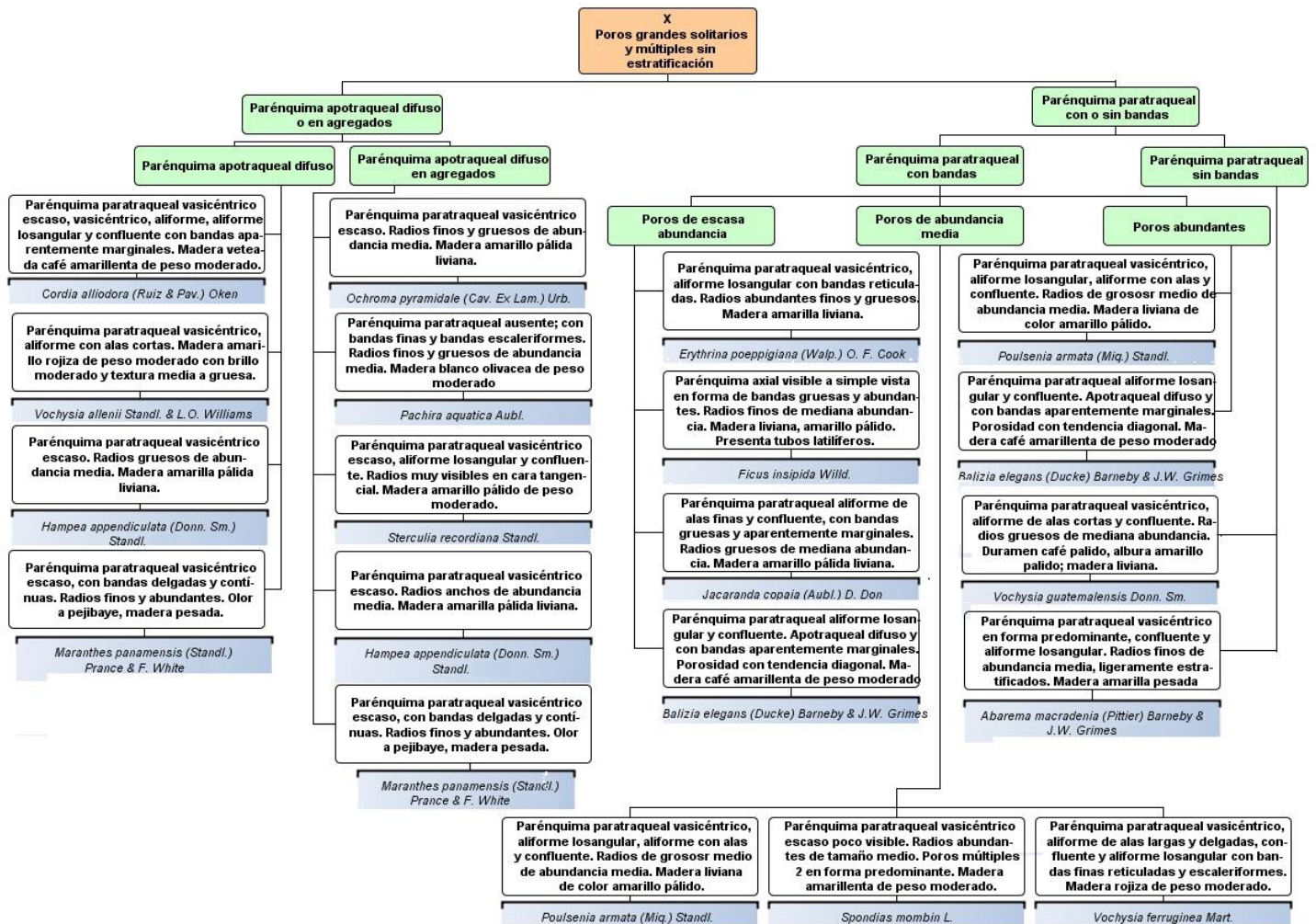


Figura 11. Esquema de identificación para las especies con poros grandes, solitarios y múltiples, sin estratificación (Clave X)