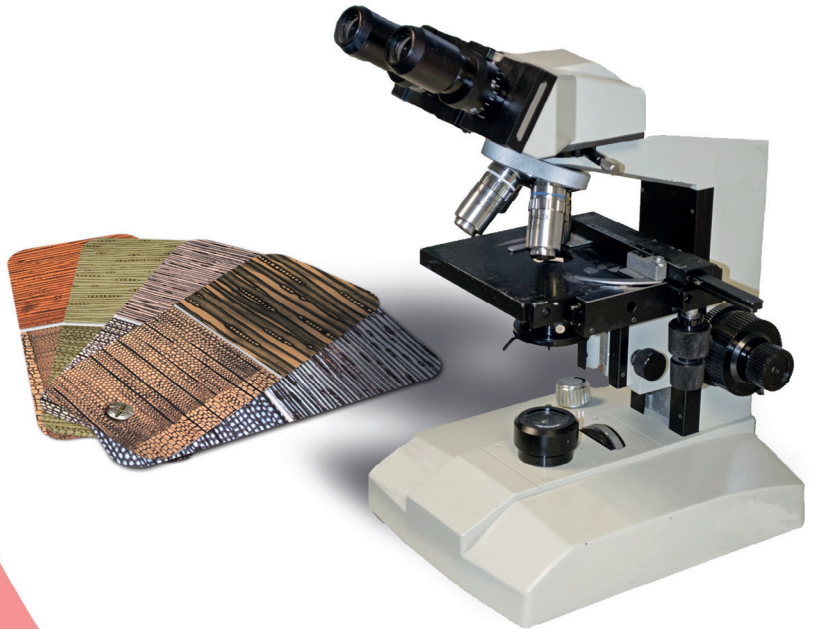


# **Maderas en bienes culturales europeos**

## **Identificación microscópica y casos prácticos**

**Raquel Carreras Rivery**  
**Eva Pérez Marín**





Raquel Carreras Rivery  
Eva Pérez Marín

**Maderas en bienes  
culturales europeos**  
**Identificación microscópica  
y casos prácticos**



**Editorial**  
Universitat Politècnica  
de València

Colección *Académica*

Los contenidos de esta publicación han sido revisados por el Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universitat Politècnica de València

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: Carreras Rivery, Raquel; Pérez Marín, Eva (2018). *Maderas en bienes culturales europeos: identificación microscópica y casos prácticos*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València

© Raquel Carreras Rivery  
Eva Pérez Marín

© 2018, Editorial Universitat Politècnica de València  
venta: [www.lalibreria.upv.es](http://www.lalibreria.upv.es) / Ref.: 6443\_01\_01\_01

ISBN: 978-84-9048-629-0 (versión impresa)

ISBN: 978-84-9048-509-5 (versión comercial)

La Editorial UPV autoriza la reproducción, traducción y difusión parcial de la presente publicación con fines científicos, educativos y de investigación que no sean comerciales ni de lucro, siempre que se identifique y se reconozca debidamente a la Editorial UPV, la publicación y los autores. La autorización para reproducir, difundir o traducir el presente estudio, o compilar o crear obras derivadas del mismo en cualquier forma, con fines comerciales/lucrativos o sin ánimo de lucro, deberá solicitarse por escrito al correo [edicion@editorial.upv.es](mailto:edicion@editorial.upv.es).

# Índice

Introducción .....	3
Capítulo 1. La madera y su estructura anatómica .....	5
Capítulo 2. Procedimientos para identificar una madera .....	15
2.1. Técnicas para la observación microscópica .....	19
2.2. Observaciones microscópicas .....	23
Capítulo 3: Principios generales de la anatomía de la madera .....	27
3.1. Descripción macroscópica .....	27
3.2. Descripción microscópica .....	28
3.3. Diferencias fundamentales entre las maderas de coníferas y frondosas .....	28
3.4. Características anatómicas de las maderas de coníferas .....	30
3.5. Características anatómicas de las maderas de frondosas .....	36
3.5.1. Poros o vasos .....	36
3.5.2. Placas perforadas .....	39

3.5.3. Punteaduras intervasculares .....	40
3.5.4. Distribución de los poros.....	41
3.5.5. Engrosamientos en espiral en las paredes del vaso .....	43
3.5.6. Parénquima axial .....	44
3.5.7. Parénquima radial.....	48
3.5.8. Fibras, fibrotraqueidas y traqueidas .....	49
3.5.9. Otras estructuras presentes en maderas de latifolias.....	53
Capítulo 4: Guía para el estudio de la madera .....	55
4.1. Fichas anatómicas: maderas de coníferas .....	57
4.2. Fichas anatómicas: maderas de frondosas .....	73
Capítulo 5: Señalamientos previos y clave de identificación .....	117
Capítulo 6: Casos de estudio .....	123
Raquel Carreras Rivery	
Eva Pérez marín	
Glosario .....	145
Bibliografía .....	149

# Introducción

Para los conservadores y restauradores de bienes muebles e inmuebles, resulta cada vez más importante conocer la base material con la cual trabajan y la madera es uno de los materiales que con mayor frecuencia se encuentra formando parte de ellos. Utilizar una madera para restaurar un mueble antiguo, sustituir un elemento estructural u ornamental en edificaciones monumentales, conocer el origen de una pieza museable, hacer estudios de utilización de la madera por el hombre desde épocas antiguas, es algo que interesa a muchos especialistas relacionados con el patrimonio cultural de cualquier región o país.

Los estudios acerca de objetos arqueológicos, etnográficos, de importantes representaciones de las artes decorativas, entre otras, necesitan conocer el material base de sus colecciones ya que a partir de estos datos se obtiene valiosa información documental, que en muchos casos no solo ayudan a la preservación de las colecciones, sino también brindan importantes aportes a la historia y a la ciencia, como a la etnobotánica e incluso, es usado como fuente de información para pruebas de autenticidad.

En Europa, hasta el siglo XIX, las maderas estaban representadas en muchas manifestaciones artísticas como muebles de estilo, pinturas sobre tablas, esculturas, retablos, carpintería, tornería y construcciones en general. En aquel momento, estas se reconocían por sus características estéticas y físicas (color, textura, veta, grano, densidad y dureza) y en ocasiones también por su procedencia. Eso, a lo largo del tiempo, ha creado una incertidumbre sobre un gran número de ellas que en ocasiones recibieron el mismo nombre por poseer semejante aspecto, o bien una misma madera fue nombrada por diferentes autores con nombres distintos. Realmente la clasificación de las maderas en esos momentos era muy ambigua y no estaba al alcance de todo el público.

Muchas veces se encuentran referencias, sobre todo en terminología comercial, sobre la división de las maderas en dos grandes grupos, tales como madera dura y madera blanda. Sin embargo, estas no siempre están relacionadas directamente con el término de dureza o de durabilidad, o con un comportamiento adecuado al uso que se le va a destinar, por eso hay que definir muy bien este término y para el estudio de las

maderas, es mejor clasificarlas en maderas de coníferas y maderas de frondosas lo cual viene dado por su origen botánico y se relaciona con su estructura anatómica, así, dentro de ellas, a partir de sus propiedades físicas y mecánicas y de durabilidad natural, se deben definir las que son duras, las blandas, las durables etc.

La madera puede ser deteriorada tanto por factores físicos (luz solar, temperatura, humedad, impactos mecánicos, etc.), químicos (acción de ácidos y bases fuertes) y bióticos (xilófagos y otros organismos que la utilizan de diferentes formas), provocando daños severos que pueden inutilizarlas al perder sus propiedades físicas y mecánicas. Esto es muy frecuente observarlo en colecciones de museos, monumentos, instalaciones culturales, retablos, instrumentos musicales, muebles y soportes de obras de artes entre otros. Conociendo el origen botánico de una madera, o sea, cuál es la especie o a qué grupo de ellas pertenece, se puede llegar a conocer su durabilidad natural si esta ha sido estudiada y aparece reportada en fichas técnicas, lo cual es muy posible para todas las maderas europeas. De esta forma se conocerá si es necesario o no preservarla con sustancias químicas que prolonguen su vida útil o bien llamar la atención sobre la necesidad de una conservación preventiva. Sobre este tema, existen artículos publicados en revistas y libros científicos de diferentes nacionalidades, fundamentalmente para especialistas, sin embargo, la creciente necesidad de dar base científica a los estudios sobre conservación y restauración de bienes culturales, ha dado como resultado que cada año sean más las personas interesadas en conocer cómo identificar las maderas, motivo por el cual se ha elaborado el presente manual que pretende cubrir las necesidades fundamentales de los que trabajan en este campo.

Ante todo, esta publicación tiene por objetivo instruir e informar a aquellos que no son especialistas en anatomía de la madera y que trabajan con frecuencia este material, ya que existe la posibilidad de reconocer si una madera es o no es la que se supone o cuál es su identidad, si se tiene en consideración algunas de las características anatómicas que se muestran en este manual. Con este fin, se comentan los diferentes métodos existentes para identificar una madera, sus ventajas y desventajas y la preferencia, por el momento, de hacerlo utilizando la anatomía comparada, por lo cual se exponen los aspectos fundamentales de la estructura interna de las maderas y la posibilidad de usar los detalles de ella para lograr una adecuada identificación con la ayuda de esquemas y fotografías hechas en el microscopio óptico y en el microscopio electrónico de barrido.

Al final del texto se exponen las fichas anatómicas para la identificación de las 25 maderas fundamentales que se han encontrado presentes en bienes culturales de Europa, con la finalidad de que este material quede como referencia para las futuras identificaciones. La determinación de las maderas que se exponen está hecha sobre la base de numerosas consultas bibliográficas y la experiencia personal adquirida durante 18 años de trabajo en el estudio de bienes patrimoniales de España.



# Capítulo 1

## La madera y su estructura anatómica

La madera es un material heterogéneo compuesto por varios tipos de células que cumplen diferentes funciones en el árbol cuando vive. La madera de cada especie está caracterizada por ciertas particularidades de naturaleza y disposición de las células que la constituyen. Para comprender mejor la distribución y composición de la madera, relacionemos función y estructura.

Como todas las plantas verdes, los árboles fabrican en sus hojas las sustancias para su crecimiento mediante el proceso de fotosíntesis. Esta es una reacción química compleja en la que obteniendo de la luz solar la energía necesaria, el dióxido de carbono del aire se combina con el agua absorbida del suelo para formar azúcares. Esta reacción requiere clorofila, sustancia verde que da ese color a las hojas. El dióxido de carbono pasa directamente a las hojas a través de unas aberturas llamadas estomas, pero el agua debe realizar un recorrido desde el suelo hasta el lugar donde ocurre la reacción química, las hojas.

El agua entra a la planta por las raíces mediante un proceso de ósmosis (flujo de agua que se forma de una solución de baja concentración de sales como la que existe en el suelo a otra de alta concentración de sales como la que existe en las células de las raíces). La savia bruta (que no es más que el agua con las sales minerales) fluye a través del xilema (madera) por los vasos leñosos hasta alcanzar la cima del árbol donde se encuentran las hojas. Después de ocurrida la reacción química, los azúcares pasan en la savia elaborada a través de la corteza interna o floema por unos conductos llamados vasos floemáticos para distribuirse en forma de disolución por la planta y ser utilizada inmediatamente o tras un período de almacenamiento para formar nuevos tejidos.

La madera se forma por una capa especializada de células llamada cambium vascular que está situada entre el floema y el xilema. El cambium vascular rodea las partes vivas del árbol y sus células se dividen dando lugar a nuevas células leñosas (de madera) hacia la cara interna y nuevas células floemáticas hacia la cara externa. De esta forma, la madera

nueva se superpone a la madera ya presente, es funcionalmente activa y se denomina albura. La madera más antigua, que ha sido desplazada hacia el interior del tronco, muere, y el contenido de sus células sufre transformaciones químicas que en muchos casos oscurecen la madera dando lugar al duramen.



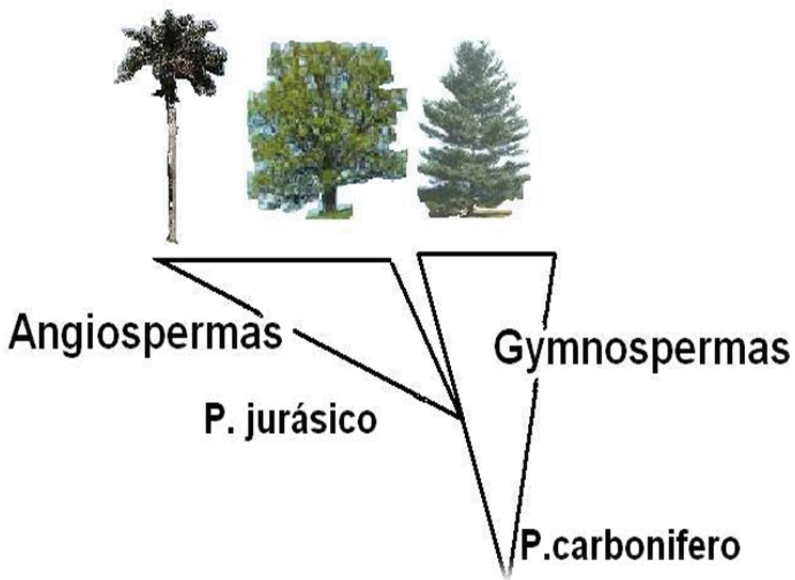
**Imagen 1. Material de herbario y madera de *Juniperus oxcedrus*.  
Se observa la diferencia entre la corteza, la albura y el duramen**

La madera o xilema, tiene otras funciones importantes: proporciona a la planta la resistencia mecánica necesaria para soportar el peso del follaje para lo cual existen células especializadas llamadas fibras leñosas y traqueidas; otras almacenan las sustancias nutritivas que producen las hojas y son las llamadas células parenquimatosas.

En muchas maderas se distinguen una sucesión de anillos concéntricos llamados anillos de crecimiento. Esto ocurre cuando durante el período vegetativo (de crecimiento), las condiciones son más o menos favorables para ello y la producción de madera se comporta como tal. En el caso de los países templados, donde existe marcada diferencia en los períodos estacionales, esta huella queda grabada en la madera que produce el cambium. En los países tropicales, donde el período vegetativo corresponde a todo el año, el crecimiento es intensivo y en muchas ocasiones no se pueden apreciar estos anillos; otros son ligeramente visibles y en otros casos, están marcados genéticamente. Al respecto

existe una polémica: ¿Corresponden o no al período comprendido en un año? Estudios recientes en algunas especies de Guyana reportan que sí; otros plantean la creación de falsos anillos según los períodos de lluvia o seca.

La evolución de las plantas terrestres comenzó hace 430 millones de años. Las primeras plantas con semillas fueron las Gimnospermas, que siguieron desarrollándose hasta que en el período Cretácico constituyeron la forma dominante de las plantas vivientes, sin embargo, un gran número de cambios climatológicos fueron eliminándolas para dar surgimiento a las plantas con flores, las Angiospermas, en los últimos 135 millones de años. A estos cambios evolutivos en la morfología de las plantas, correspondieron cambios en la estructura de la madera, diferenciándose por tanto los tejidos que componen las diferentes especies vivientes de estos dos grandes grupos botánicos.



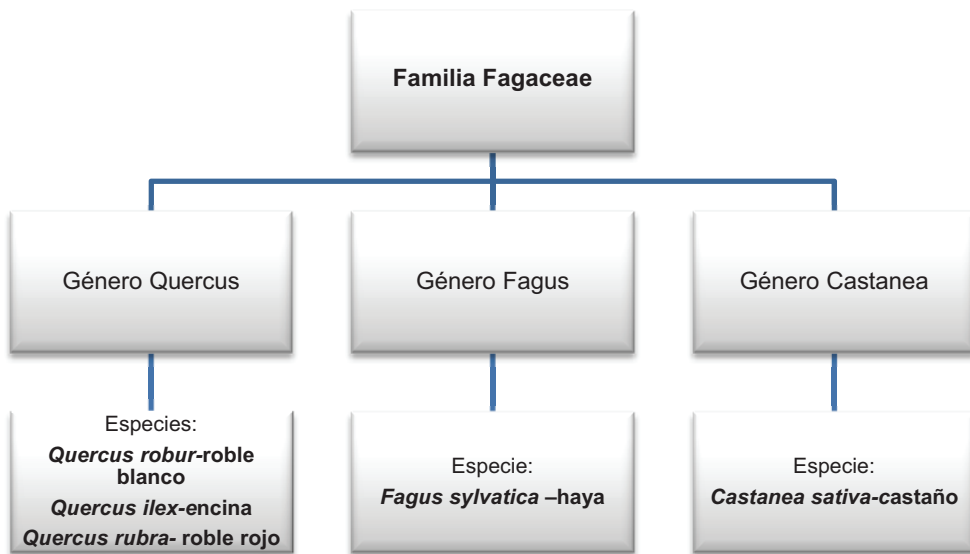
**Imagen 2. Desarrollo evolutivo de las plantas en el Reino Vegetal.**

**Surgimiento de los actuales representantes de árboles productores de madera**

Los vegetales leñosos comercialmente maderables, se encuentran entre las Gimnospermas y las Angiospermas. De las Gimnospermas, las especies incluidas en el orden Coniferales tienen interés a escala comercial, por lo que se explica la denominación de madera de coníferas.

El gran grupo de las Angiospermas se divide en Monocotiledóneas y Dicotiledóneas. En las primeras se encuentran representantes arbóreos como la palma y el bambú, pero sus troncos, aun siendo utilizados para resolver problemas locales, no brindan madera del tipo normal debido a la composición y disposición de sus elementos constitutivos. Las Dicotiledóneas, grupo heterogéneo que incluye las herbáceas y vegetales leñosos (arbustos, árboles y lianas) son el origen de las maderas de frondosas o latifolias del comercio.

Muy frecuentemente, maderas con caracteres estéticos semejantes reciben el mismo nombre, lo cual trae como consecuencia que en numerosas ocasiones posean diferencias en su estructura microscópica y por ello propiedades y resultados de aplicación diferentes. Para tener certeza sobre la identidad de la madera e internacionalizar sus resultados, estas siguen la nomenclatura científica, donde las especies diferentes poseen un nombre genérico y uno específico, correspondiendo a los grupos botánicos donde hayan sido ubicados por sus características morfológicas. Así por ejemplo:



Por lo general, las maderas se conocen por su nombre vulgar, pero este es impreciso y variable de acuerdo a épocas y lugar, sin embargo, el nombre científico, usado según la clasificación de Linné (Sistema Naturae, 1735) y expresado en latín, es la forma de estar seguros de la especie a la que nos referimos y por el que la reconocemos internacionalmente. Según esta clasificación, el primer nombre que aparece es el del género al

cual pertenece, el segundo es el específico, o sea, dice cuál es la especie dentro del género. Este género está dentro de una familia, que a su vez está dentro de un orden, etc.; sin embargo, muchas veces las diferencias son imperceptibles o no existen entre maderas de un mismo género, otras veces solo conociendo la procedencia se logra especificarlo, por lo que en ocasiones aparece el nombre del género solamente (ejemplo, *Swietenia sp.*). Cuando se nombra a la caoba, esta puede ser la de Honduras, la centroamericana o la cubana, pero si se especifica que se trata de *Swietenia mahagoni*, esa es la caoba cubana.

La clasificación sistemática se basa en sistemas jerárquicos más complejos y para reconocerlos tienen determinadas terminaciones por encima del género, como se muestra en la tabla que aparece a continuación:

**Tabla 1. Clasificación jerárquica en unidades sistemática (Taxón)**

Taxa	Terminación
Phylum	phytae
División	phyta
Clase	opsida
Orden	ales
Familia	aceae
Género	
Especie	

Para identificar correctamente una madera se necesita una colección de referencia con sus respectivas preparaciones de cortes anatómicos o los patrones ya descritos acompañados de sus micro-fotografías además del conocimiento sobre la materia, sin embargo, para aquellos que no son especialistas y trabajan con frecuencia este material, existe la posibilidad de reconocer si una madera es o no es la que se supone, e incluso poder llegar a identificarla si están dentro de los patrones que se disponen, si se reconocen y consideran algunas de las características anatómicas fundamentales que se muestran en este manual.

Otro aspecto a considerar es que las maderas poseen caracteres físicos cambiantes con las condiciones del medio, alterando las características estéticas y conduciendo a falsas determinaciones cuando solo se utilizan estas para identificarlas, por ejemplo:

**El color:** las maderas tienden a oscurecerse por un proceso de oxidación de compuestos que están como secundarios dentro de las paredes de sus células o en el interior de sus cavidades, pero también la madera reacciona frente a la fracción ultravioleta de la luz solar decolorándose. Es muy común ver como ha cambiado la coloración de las incrustaciones en los muebles antiguos con el tiempo, perdiendo la vivacidad de coloración que tuvieron originalmente.

El color puede también alterarse debido a la aplicación de terminaciones de superficies, como lacas, barnices, aceites, ceras, etc.

**Dibujo o veta:** el dibujo o veta de la madera está en función de su estructura anatómica y del tipo de corte que se le ha realizado. Una misma madera cortada en diferentes planos puede parecer diferente a simple vista.



**Imagen 3. De izquierda a derecha: madera de wengue cortada al sesgo, de guayacán cortada radialmente exponiendo albura y duramen, de satín rojo cortada longitudinalmente con ángulo de inclinación y de tulipán cortada radialmente para garantizar el dibujo y veteados**

**Calidad:** la calidad y en muchas ocasiones el aspecto de una madera puede variar con las condiciones de suelo y clima donde creció el árbol, aportando estructuras más “abiertas” o “cerradas” por las dimensiones de las células y esto las hace variar también tecnológicamente en cuanto a flexibilidad, densidad y dureza.

Aun tomando todos estos aspectos en consideración, se puede caer en serios errores si no se conoce más a fondo el material que poseemos para identificar.

Hay maderas que tienden a confundirse fácilmente. Podemos decir que el roble se confunde con el castaño y con el fresno, porque los tres poseen marcadas zonas de crecimiento por poros. El tejo se confunde con el cedro y el cedro con el ciprés. Los frutales son todos muy parecidos.

Si observamos estas maderas con un lente de aumento, podemos destacar particularidades de su estructura anatómica que nos permiten identificarlas con alto grado de exactitud, como por ejemplo, el fresno y el roble tienen anillos de crecimiento marcados por zonas de poros amplios, en comparación con los restantes, sin embargo, el fresno tiene los radios leñosos finos, mientras en el roble se alternan radios muy finos con otros muy gruesos, dando estos últimos la característica de manchas plateadas en algunos cortes de la madera.



**Imágenes 4 y 5. Secciones transversales de fresno y roble**

Las maderas tienen dos componentes químicos fundamentales que son la celulosa y la lignina, pero varían muy poco en proporción y composición entre ellas, por lo que no brindan facilidad para identificarlas basados en análisis cualitativos y cuantitativos de las sustancias componentes de la pared celular. Sin embargo, existen diferencias químicas en los componentes extractivos del corazón de la madera, estando pendiente la identificación de la posibilidad de extraer y determinar una o más de esas sustancias o

de reaccionar frente a un reactivo aplicado en la superficie, por uno o varios métodos empleados en química.

Los métodos analíticos requieren determinaciones con el uso de métodos cromatográficos, complejo equipamiento que no permite la diaria rutina para la identificación. Aunque no es objetivo de este trabajo entrar a describirlos, se nombran algunos de ellos para tomarlos, en algún momento, en consideración:

- **Identificación por el uso de agentes químicos:** consiste en la aplicación de un reactivo en la superficie de la madera y la observación del resultado de la reacción. Por ejemplo, Hoadley (1933) reporta que el maple rojo (*Acer rubrum*) se logró separar del maple de azúcar (*Acer saccharum*), por una reacción química, aplicando sobre la superficie limpia y fresca de estas maderas una solución saturada de sulfato ferroso en agua. El maple rojo toma coloración negro profundo mientras el maple de azúcar se torna verdoso. Esto, por supuesto, se haría en una zona donde no exista terminación de superficies como lacas, pintura o barniz.
- **Químio taxonomía:** es una forma de clasificar las plantas por los compuestos extractivos que presentan y entre ellos, los de la madera, pueden estar exclusivamente en una especie o caracterizar un grupo de ellas. Estas sustancias son analizadas por métodos clásicos, espectrometría, cromatografía o combinación de ellos. Un ejemplo es la diferencia en la composición de los aceites esenciales de *Pinus caribaea* y *Pinus tropicalis* que permiten su reconocimiento, sin embargo, en muebles antiguos, las experiencias realizadas por A. Heginbotham y colaboradores en el *Smithsonian Institute* con especies del género *Dalbergia* dieron a la luz que muchos de estos compuestos químicos se modifican con el tiempo, alterándose y por tanto dificultando la identificación (consulta personal).
- **Fluorescencia:** es la capacidad que tienen algunas sustancias de iluminarse frente a la acción de la luz ultravioleta. El corazón de algunas maderas, que es donde existe mayor concentración de extractivos producidos por el metabolismo secundario de las células, fluoresce de diferentes formas y ello puede caracterizar grupos botánicos. Las muestras deben tener la superficie recién cortada para evitar cualquier tipo de alteración o recubrimiento, lo cual se logra removiéndola con un instrumento cortante y poniéndola a una distancia de 10 cm. o menos de la lámpara de alta longitud de onda en un cuarto oscuro. La fluorescencia aparece generalmente de color amarillo o verde, aunque algunas especies lo pueden mostrar rosado o naranja. Las muestras que no son fluorescentes lo manifiestan azul claro o violeta. Este es un método bastante general y poco específico.
- **Tecnología del ADN:** históricamente el ADN se extraía de material fresco, pero las técnicas modernas han permitido la extracción en material seco y se podrá usar en el futuro, en función de identificar solo maderas de piezas muy importantes para el comercio y el arte, por lo costosas que son las técnicas asociadas al proceso.



- **Anatomía comparada de la madera:** la estructura anatómica de la madera es la misma desde su formación en el tronco y se mantiene mientras no sea degradada. Puede abordarse con una lente de 10 aumentos y mejorarse la visualidad con el uso de un microscopio óptico. La identificación de las maderas por anatomía comparada no está exenta de problemas; de por sí, tiene límites de géneros y a veces de subgrupos genéricos como en el caso de los robles (*Quercus sp.*) donde muy raramente se llega a la especie con la descripción anatómica solamente, por lo que toda información sobre procedencia, nombre común, país o región geográfica es importante para la determinación.

**Para seguir leyendo haga click aquí**