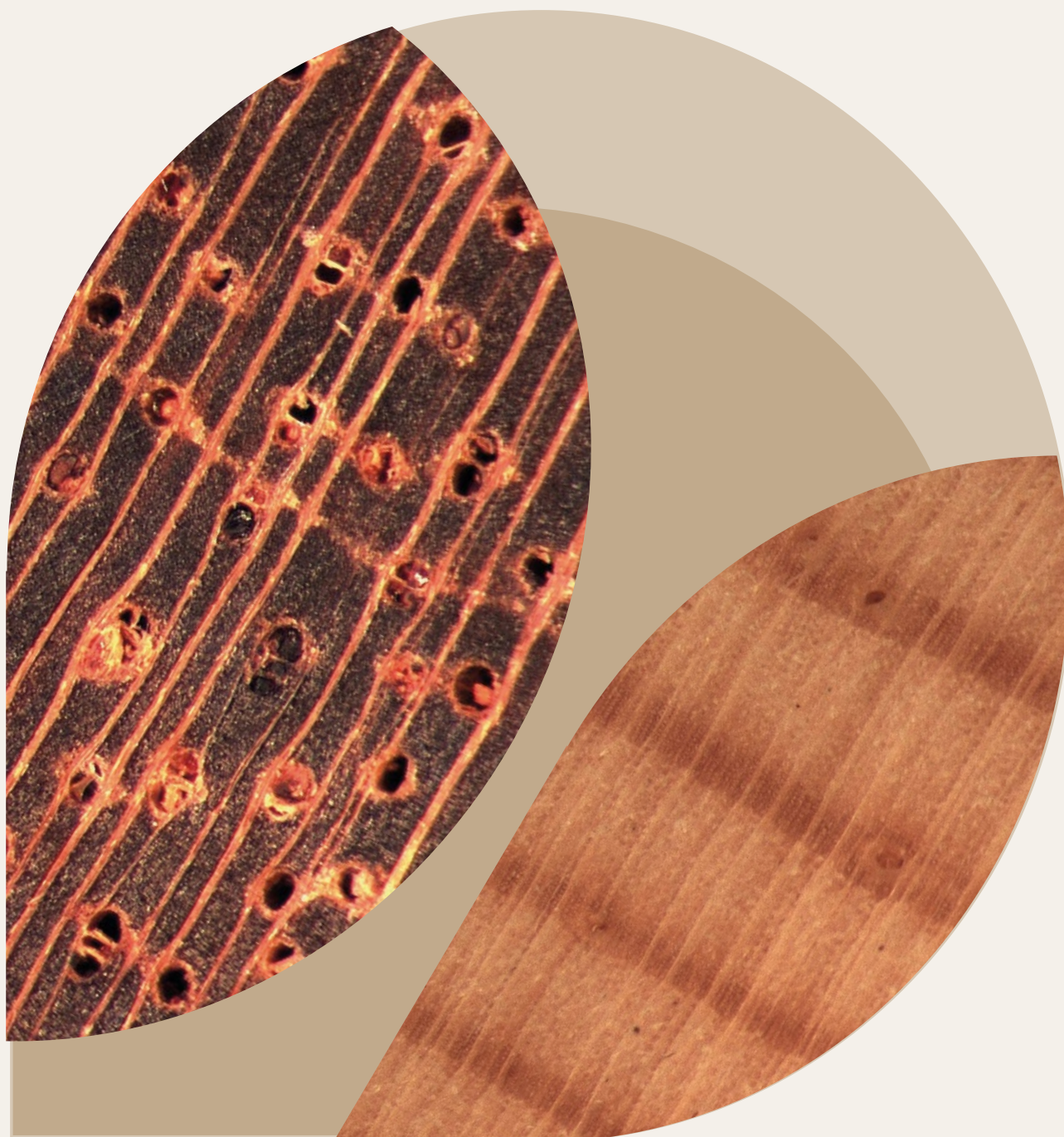


FICHAS TÉCNICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA DE MADERAS COMERCIALES





Aviso legal: Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados citando la fuente, y la fecha, en su caso, de la última actualización

Entidad colaboradora: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC)



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Edita:

©: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)

Madrid 2022

www.miteco.gob.es

Plaza de San Juan de la Cruz s/n

28003 Madrid

ESPAÑA

ISBN: 978-84-18508-76-9

NIPO: 665-22-011-7

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

Fichas técnicas para la identificación botánica de maderas comerciales

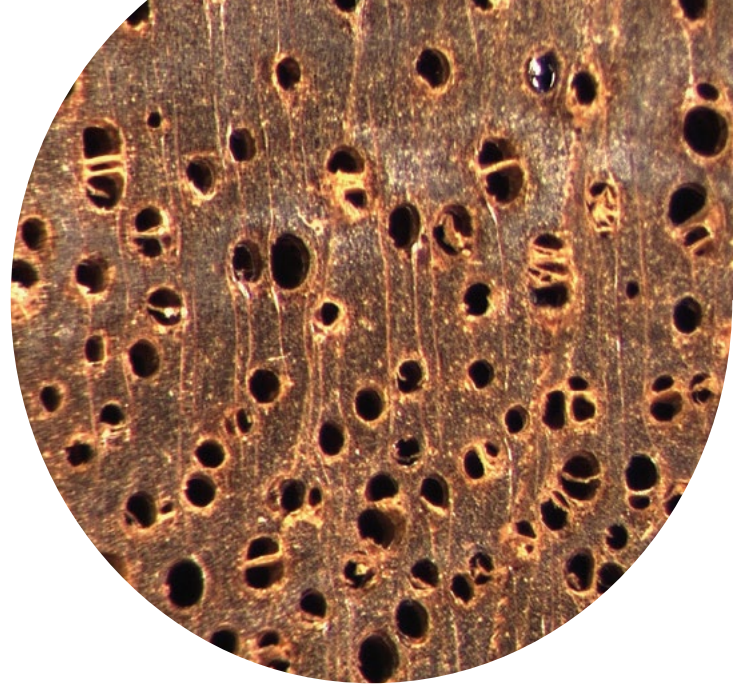
Editora: Paloma Torroba Balmori

Autores: Juan Ignacio Fernández-Golfín Seco, María Conde García, Jose Antonio Cabezas Martínez, Mariola Sánchez Gonzalez, Maria Brígida Fernandez de Simón, María Dolores Vélez Tebar y Maria Teresa Cervera Goy.

Índice

Introducción	4
Fichas	12
Acacia/Mangium.....	13
Acajou/Samanguila.....	14
Afrormosia.....	15
Batai/Monkeypod.....	16
Bossé Claro.....	17
Bossé Oscuro.....	18
Bubinga.....	19
Caoba.....	20
Castaño.....	21
Cedro Americano.....	22
Ceiba.....	23
Cerejeira.....	24
Cumarú.....	25
Doussié.....	26
Elondo/Tali.....	27
Eucalipto Blanco.....	28
Haya Americana.....	29
Haya Europea.....	30
Iroko.....	31
Lapacho/Ipé.....	32
Okume.....	33
Padouk/Palo Rojo.....	34
Paraiso.....	35
Pino Laricio.....	36
Pino Pinaster.....	37
Pino Radiata.....	38
Pino Silvestre.....	39
Roble Blanco Americano.....	40
Roble Europeo.....	41
Roble Rojo Americano.....	42
Samba.....	43
Sapelli.....	44
Teca.....	45
Bibliografía	46

Introducción



El consumo de madera en el mundo, con su correspondiente mercado internacional asociado, incluye diferentes productos como madera en rollo, madera aserrada, tableros (de diversos tipos), papel (en diversas presentaciones), madera para usos energéticos (leñas, pellets y briquetas), o bien muebles, elementos de carpintería (puertas, ventanas, parkés, etc.), productos destinados a estructuras o componentes secundarios para las construcciones, etc.

Aunque el número de especies madereras de potencial interés puede resultar elevado, en la práctica el número de especies sometidas a la presión del mercado internacional suele ser bastante reducido, en torno al centenar. El mercado ejerce una presión selectiva sobre determinadas maderas en base a su estética (es decir, por sus usos decorativos), a sus propiedades físico-químicas y mecánicas, o en base a la facilidad para acceder a este recurso o a su mecanización.

Cuando una especie maderera o una procedencia altamente apreciada se da en zonas geográficas donde el control sobre la gestión forestal es laxo o inexistente, es altamente probable que se produzcan talas indiscriminadas y aprovechamientos no sostenibles de dichas especies. Entendemos por tala ilegal aquella que se produce contraviniendo las leyes del país donde se realiza el aprovechamiento de madera. Además, la madera ilegal puede estar también asociada a otros procesos (como procesado, transporte y compra-venta) que no cumplen con las leyes nacionales e internacionales. Esta actividad está considerada un crimen ambiental y supone alrededor del 30% del comercio global de madera anual, con un valor estimado de entre 51 y 152 mil millones de dólares estadounidenses al año. Estas actividades pueden poner en peligro las poblaciones naturales de dichas especies, además de generar importantes problemas de deforestación, con graves consecuencias para los bosques y para las comunidades que dependen de ellos.

Para luchar contra esta situación, se han dictado normas en diferentes países del mundo que buscan combatir la tala ilegal y evitar que el mercado se abastezca con madera procedente de aprovechamientos no legales.

Por ejemplo, en la UE se desarrolló el sistema de licencias FLEGT mediante el Reglamento (CE) nº 2173/2005 del Consejo, de 20 de diciembre de 2005, relativo al establecimiento de un sistema de licencias FLEGT aplicable a las importaciones de madera en la Comunidad Europea, así como por el Reglamento (CE) nº 1024/2008 de la Comisión, de 17 de octubre de 2008, por el que se establecen las normas de desarrollo del Reglamento FLEGT. Mediante este sistema, los países socios que han firmado un Acuerdo Voluntario de Asociación con la UE ponen en marcha un sistema para asegurar que los productos de madera exportados a la UE cumplen con la legalidad del país de origen. La licencia FLEGT que acompaña a dichos productos sirve para garantizar su origen legal.

Por otro lado, también se aprobó el Reglamento (UE) nº 995/2010 del Parlamento y del Consejo, de 20 de octubre de 2010, por el que se establecen las obligaciones de los agentes que comercializan madera y productos de la madera. Entre otras medidas, el reglamento prohíbe expresamente la importación de madera ilegal a la UE.

Además, el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (o Convenio CITES) regula el comercio de las especies amenazadas de fauna y flora silvestres (entre las que se encuentran algunas especies madereras) para favorecer su conservación y un comercio sostenible. Este sistema se implementa mediante el uso de permisos oficiales o prohibición al comercio de ciertas especies, y su aplicación en la UE se regula principalmente mediante el Reglamento (CE) nº 338/97 del Consejo, de 9 de diciembre de 1996, relativo a la protección de especies de la fauna y flora silvestres mediante el control de su comercio.

Por último, hay que mencionar que se está negociando un nuevo reglamento cuyo objetivo es minimizar la contribución de la Unión Europea a la deforestación y degradación forestal mundial, promoviendo el consumo de productos procedentes de cadenas de suministro libres de deforestación. Este reglamento afectará también a los productos de madera y se espera que en muchos aspectos sea similar al Reglamento EUTR, al que sustituirá.

La aplicación de todos estos reglamentos conlleva controles documentales y físicos para verificar que los productos de madera se han introducido en el mercado de la Unión Europea cumpliendo con los pasos necesarios que exige la normativa. Así, entre otros, el análisis botánico de la madera de los productos podría sacar a la luz que los documentos y la especie analizada no se corresponden entre sí. Esto podría dar lugar a una investigación para analizar el grado de incumplimiento de la normativa, así como sobre el origen ilegal de ese producto de madera.

Por todo lo expuesto, las treinta y tres fichas de madera del presente documento tienen como objetivo ofrecer información útil sobre la identificación de muestras de madera a través de técnicas anatómicas y no anatómicas. Las maderas incluidas en esta publicación han sido consideradas como prioritarias para el mercado nacional por un comité de expertos.

Identificación botánica de maderas

Identificar una muestra desconocida mediante su comparación con un modelo o con una descripción pública es una necesidad bastante común que frecuentemente constituye el punto de partida en investigaciones de variada índole. La identificación de muestras es utilizada habitualmente en numerosos campos y disciplinas.

En las áreas de la biología y las ciencias forestales y para el caso concreto de la madera, esta labor de identificación de una muestra desconocida puede resultar una tarea difícil e incluso llegar a ser imposible. Solo la posesión de unos caracteres distintivos y la posibilidad de ser comparada con las descripciones de maderas previamente caracterizadas permitirá la identificación de la muestra objetivo.

Hay que destacar que en el comercio internacional de maderas no es infrecuente que una serie de especies,

normalmente del mismo género, compongan un mismo grupo y sean comercializadas bajo una misma denominación. Tal es, por ejemplo, el caso de la madera conocida comercialmente como Bubinga, que en realidad es un grupo compuesto por diferentes especies del género *Guibourtia* spp. En ocasiones, tal como pasa con el grupo de los “roble blancos” que integra varias decenas de robles que son indistinguibles entre sí, no hay una única madera comercial sino muchas, lo que genera numerosos problemas comerciales al poderse sustituir unas maderas por otras. En otros casos, el problema puede ser aún más acuciante si dentro de un amplio grupo de maderas se incluye además una especie protegida por alguno de los anexos de CITES. Por ejemplo, esto pasa en el grupo de los robles blancos, que integra en su seno al *Q. mongólica* que es una especie incluida en el Anexo III de CITES.

Por ello, en las fichas que este trabajo contempla se incorpora información sobre si una determinada denominación comercial está integrada por una única especie o si, por el contrario, es realmente un grupo de especies. Además, se indica si en el seno de dicho grupo existe alguna especie con protección CITES con la que podría ser confundida.

Las fichas se presentan ordenadas de acuerdo con el nombre comercial de las maderas consideradas. En cada una de ellas se aporta información acerca de:

- **Familia** a la que pertenece el género correspondiente.
- **Nombre científico de la/s especie/s**, incluyendo sinonimias.
- **Nombres comerciales**, en español e inglés.
- **Distribución geográfica**, descripción y mapa de distribución.
- **Lista de especies CITES**: especie/s protegidas o no bajo las normas CITES.
- **Posibles aplicaciones**.
- **Descripción de la madera**, indicando los principales datos sobre densidad, color, anillos de crecimiento, canales resiníferos (coníferas), distribución de vasos (frondosas), distribución de parénquima, visibilidad de radios, así como otros datos adicionales de interés.

Las fotografías fueron tomadas de la sección transversal de muestras de madera referenciadas de la colección existente en la Xiloteca del Centro Nacional INIA-CSIC, incluida en el *Index Xilarorum IV*. Adicionalmente, cada

fotografía incorpora en su pie el código identificativo de la muestra de procedencia, lo que permite su perfecta trazabilidad. Los equipos empleados para la realización de las fotografías fueron: Binocular LEICA S9D y cámara LEICA DFC450C. Todas las muestras se fotografiaron con el mismo aumento (20x) para permitir la comparación entre taxones.

Además, en cada una de las fichas se presenta información sobre la posibilidad de identificación por la **técnica anatómica**, los resultados de la aplicación de las pruebas físicas y químicas de **saponificación y fluorescencia**, así como el estado actual de desarrollo de cada una de las técnicas no anatómicas de identificación de maderas (**genéticas y espectrométricas**).

En cuanto a la **técnica de identificación anatómica**, se indica si la identificación de la madera en cuestión puede ser realizada a nivel de especie, de género o de grupo comercial de maderas, y si puede haber confusión con otras maderas similares (recogidas o no en los anexos de CITES).

Cuando se quiere identificar una madera mediante esta técnica, se debe realizar un análisis tanto macroscópico como microscópico.

Para el **análisis macroscópico**, se refresca con una navaja una porción orientada de la muestra para poder observar, en una lupa binocular de hasta 50 aumentos, determinadas características como presencia o ausencia de canales resiníferos, porosidad, tipo de radios leñosos, color de la madera, etc. Existen aplicaciones basadas en el empleo de teléfonos móviles que pueden resultar de enorme utilidad en esta fase.

Todos estos datos nos pueden ayudar a efectuar una primera valoración, pero es necesario llevar a cabo un **análisis microscópico** posterior que nos permita observar determinados caracteres con un mayor aumento.

En primer lugar, para la realización de las preparaciones microscópicas se deben extraer, si se dispone de material suficiente, tres cubos de 1 cm³ y orientarlos según los tres planos de observación (transversal, tangencial y radial). Cada uno de los cubos se destinará al corte de una de las secciones, ya que las garras del microtomo deforman la superficie impidiendo obtener láminas en buen estado.

Posteriormente, es necesario someter los cubos a un proceso de reblandecimiento por cocción a temperatura ambiente o en condiciones de vacío para facilitar el corte de

las láminas. Normalmente, las maderas de densidad baja no requieren un proceso de reblandecimiento largo, especialmente si están en estado verde. Sin embargo, si se trata de maderas duras, como muchas tropicales, el proceso puede durar semanas.

Una vez reblandecida la muestra y mediante la utilización de un microtomo, se obtienen láminas de entre 10 y 20 micras de grosor de cada una de las tres secciones. Estas láminas se tiñen con safranina y se someten a un proceso de deshidratación para su posterior montaje.

Este paso debe realizarse lentamente para evitar la formación de burbujas que dificulten la observación.

A continuación, mediante la observación por microscopía óptica, se realiza una descripción de los elementos anatómicos según el Código establecido por IAWA Committee (2004) para la identificación de coníferas e IAWA Committee (1989) para la identificación de frondosas.

Para llevar a cabo la identificación se consultan bases de datos y claves anatómicas nacionales e internacionales como InsideWood, promovido por la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA), así como colecciones de preparaciones microscópicas reconocidas.

Como métodos no anatómicos de identificación de maderas se utilizan los **test de fluorescencia y saponificación** (solo realizados sobre maderas de frondosas).

El **test de fluorescencia** se lleva a cabo sobre madera de duramen en tres estados (con la superficie refrescada, con virutas en agua y con virutas en etanol), sometiendo las muestras a la acción de la luz ultravioleta y comprobando si aparece, o no, fluorescencia.

El **test de saponificación** permite identificar la presencia de saponinas. Para su realización, se introduce una pequeña cantidad de serrín o de pequeñas virutas de la madera objetivo en un recipiente hermético con agua destilada que, tras una intensa pero corta agitación, es analizada visualmente. En la tabla siguiente se aporta información sobre las pruebas de fluorescencia y saponificación en maderas CITES (elaboración por la Cátedra de Tecnología de la Madera, Universidad Politécnica de Madrid-UPM).

TEST DE FLUORESCENCIA Y SAPONIFICACIÓN EN MADERAS CITES
(elaboración por la Cátedra de Tecnología de la Madera, UPM)

	Fronosas	Duramen fluorescente	Extracto en agua	Extracto en etanol	Saponificación
AFRORMOSIA	<i>Pericopsis elata</i> (Harms) Meeuwen	NO	NO	NO	NO
AGAR	<i>Aquilaria</i> Lam. & <i>Gyrinops</i> Gaertn.	NO	NO	NO	¿
AJILLO	<i>Caryocar costaricense</i> Donn.Sm.	SI	¿	¿	¿
ALMENDRO MONTAÑA	DE <i>Dipteryx panamensis</i> (Pittier) Record & Mell	NO	NO	NO	SI
CAOBA	<i>Swietenia humilis</i> Zucc. <i>Swietenia macrophylla</i> King <i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	NO	NO	SI	SI
CEDRO AMERICANO	<i>Cedrela</i> P.Browne	NO	NO	SI	NO
CHAMPAK	<i>Magnolia liliifera</i> var. <i>obovata</i> (Korth.) Govaerts	NO	NO	SI	¿
CIRUELO AFRICANO	<i>Prunus africana</i> (Hook.f.) Kalkman	NO	¿	¿	¿
ÉBANO	<i>Diospyros</i> L.	NO	NO	NO	NO
GAVILÁN	<i>Oreomunnea pterocarpa</i> Oerst.	NO	¿	¿	¿
GRANADILLO	<i>Platymiscium parviflorum</i> Benth. (syn. <i>Platymiscium pleiostachyum</i> Donn.Sm.)	NO	SI	SI	NO
GUAYACÁN	<i>Guaiacum Plum.</i> ex L.	NO	NO	SI	¿
PALISANDRO	<i>Dalbergia</i> L.f.	1-	-	-	-
PALO DE BRASIL	<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C. Lima & G.P. Lewis (syn. <i>Caesalpinia echinata</i> Lam.)	SI	SI	SI	¿
PALO ROSA	<i>Aniba rosodora</i> Ducke	NO	SI	NO	¿
PALO SANTO	<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorentz ex Griseb.	NO	NO	SI	¿
RAMÍN	<i>Gonystylus</i> Teijsm. & Binn.	NO	NO	NO	SI
ROBLE MONGOL	<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb.	NO	NO	NO	SI
SÁNDALO ROJO	<i>Pterocarpus santalinus</i> L.f.	NO	SI	SI	SI

¿ Información no disponible

1- Ver datos en Miller, R. and Wiedenhoef, A. 2002. CITES Identification Guide – Tropical Woods.

En la mayoría de los casos, la técnica de identificación anatómica sólo permite llegar a la identificación del género (*Pinus* spp., *Quercus* spp., *Eucalyptus* spp., etc.) por lo que se hace necesario contar con métodos adicionales que permitan llegar a la identificación de la especie en los casos necesarios. Pero normalmente, cuando se necesita la identificación para dilucidar si una madera coincide o no con la especie declarada, la técnica de identificación anatómica permite realizar esta discriminación.

Sin embargo, en ocasiones se requiere realizar identificaciones *ex novo* (sin tener una declaración previa de qué madera/especie se trata) y con la necesidad adicional de llegar a una identificación positiva a nivel de especie. En estos casos, el apoyo de técnicas complementarias es fundamental.

La **técnica genética** se basa en la extracción, amplificación y análisis de ciertas regiones del genoma presente en la muestra que tienen carácter identificativo, empleando para ello marcadores genéticos (en muchos casos denominados marcadores moleculares). Los marcadores moleculares son segmentos de ADN que informan de las variantes existentes en zonas concretas del genoma. Así, para comprobar si una muestra de madera pertenece, o no, a una determinada especie, es posible genotipar dicha muestra determinando las variantes que presenta en cada marcador analizado, para obtener así el genotipo de la muestra. A continuación, los datos del genotipo de la muestra se tendrán que comparar con los genotipos de una serie de muestras de referencia de dicha especie y de otras especies con las que pueda haber problemas de identificación, de forma que por similitud se identifique la especie.

Otro grupo de técnicas que pueden ser empleadas como alternativa a la anatómica para la identificación de las maderas son las **técnicas espectrométricas**. Dentro de estas señalaremos en primer lugar las tecnologías de espectroscopía vibracional, como son las *técnicas de NIRS (Near Infrared Spectroscopy – Espectroscopía de Infrarrojo Cercano)* y *FTIR (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy – Espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier)*, basadas ambas en el estudio de la interacción

entre la radiación electromagnética y las moléculas. En estas técnicas la muestra de estudio se somete a radiaciones infrarrojas en un rango definido de longitudes de onda, las cuales son absorbidas de forma variable por ella, lo que genera un espectro que posteriormente es comparado con las referencias existentes en una base de datos.

Adicionalmente existe una tercera técnica espectrométrica de gran interés, denominada *espectrometría de masas de análisis directo en tiempo real por tiempo de vuelo (DART-TOFMS)*, la cual es un método que permite la rápida obtención de un perfil químico completo de cualquier muestra de madera con poca o ninguna preparación de muestra. La técnica consiste en exponer a la muestra de madera en estudio a una corriente de iones de helio calentados a 450 ° C. La alta temperatura de esta corriente de iones volatiliza los productos químicos en o cerca de la superficie de la muestra, que en presencia de un campo magnético se separan en función de su relación masa/carga, pudiéndose así obtener un espectro de masas (el perfil químico de la muestra), que contiene señales de todos los productos químicos detectados. Mediante la comparación con una base de datos de resultados de caracterización de especies de madera es posible asignar la muestra a una especie con un perfil químico similar. Esta técnica todavía no está disponible a nivel nacional.

Con el tiempo es previsible que estas técnicas de identificación adquieran mayor desarrollo, por lo que es aconsejable confirmar los avances habidos si hay interés en usar una de estas técnicas.

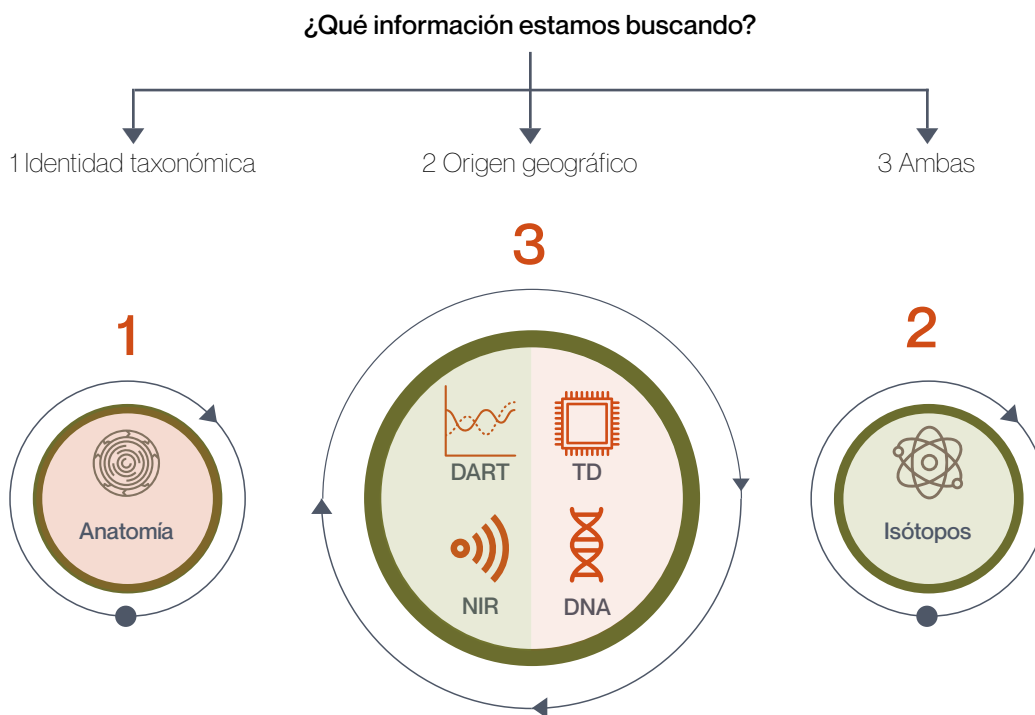
Para más información, puede consultar en línea la publicación:

La madera: conceptos clave para su identificación botánica

<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/internacional-especies-madera/madera-legal/sistema/analisis-maderas.aspx>

Finalmente, en las siguientes tablas puede consultar un árbol de decisión sobre las técnicas disponibles para la identificación de maderas, en función de diversas variables.

¿Qué técnica utilizar para la identificación de la madera (EUTR-FLEGT-CITES)?



ESTADO ACTUAL DE DESARROLLO DE LAS TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE MADERA

Técnicas de identificación	Estado actual de la técnica	Disponibilidad actual en España
1. Técnica Anatómica	Desarrollada	Disponible (INIA, UPM)
2. Técnicas Genéticas	En fase de desarrollo (bases de datos)	Disponible (INIA) solo pinos, chopos, eucaliptos
3. Técnicas Isotópicas	En fase de desarrollo (bases de datos)	Equipamiento existente. No disponible
4. Espectrometría DART-TOFMS	En fase de desarrollo (bases de datos)	Sin equipamiento. No disponible
5. Espectroscopia NIR	En fase de desarrollo (bases de datos)	Equipamiento existente. Parcialmente disponible
6. Trazabilidad Digital (TD)	Desarrollada para troncos con dispositivos digitales incorporados (chips)	Disponible

Nota 1. Las muestras de ensayo deben compararse con muestras de referencia (1) y/o usar bases de datos de referencia previamente desarrolladas (1, 2, 3, 4 y 5).

Nota 2. Si la pieza de madera a identificar botánicamente procede de un árbol individual o una plantación específica y la trazabilidad en la cadena de custodia queda asegurada mediante la técnica de Trazabilidad Digital, se podrá asegurar el origen de la madera, pero no la especie, salvo que la especie haya sido previamente identificada botánicamente in situ por especialistas o se apliquen las técnicas de identificación apropiadas al final de la cadena de custodia.

Nota 3. Los métodos de Trazabilidad Digital (TD) sirven para identificar el origen de la madera, ya que el origen la madera queda asociado a una referencia en el tronco que puede consistir en el patrón de anillos del tronco, una pintura especial o la incorporación de elementos digitales. Por tanto, esta técnica sólo se puede emplear cuando se trate de madera en rollo y los troncos incluyan o elementos digitales (típicamente chips) o señales que permitan la inequívoca identificación. Si se quiere extender la trazabilidad hasta los productos intermedios (típicamente madera aserrada) o finales será necesario incorporar un sistema adicional de cadena de custodia.

Nota 4. Muchos de los métodos de la tabla anterior (2, 3, 4, 5) figuran como “En desarrollo”. Esto se debe a que no existen bases de datos de referencia completas para dichas técnicas, aunque se está trabajando en desarrollarlas. Sin embargo, sí que existen bases de datos desarrolladas para ciertas especies madereras, por lo que para esas especies concretas las técnicas podrían ser calificadas como “Desarrolladas”.

ARBOL DE DECISIÓN DE TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE MADERA

Por objetivo

Exigencias				Técnicas de aplicación					
Autenticación de la muestra	Identificación taxonómica	A nivel de especie		1*	2	4	5	6 ^{2,3}	
		A nivel de género		1	2	4	5	6 ^{2,3}	
	Origen geográfico de la muestra	Pais o región			2*	3	4	5	6 ³
		Concesión Forestal	Bosque natural		2*	3	4	5	6 ³
			Plantación		2*	3		5	6 ³
		Árbol individual			2*				6 ³

* Dependiendo de la especie

2 Ver Nota 2

3 Ver Nota 3

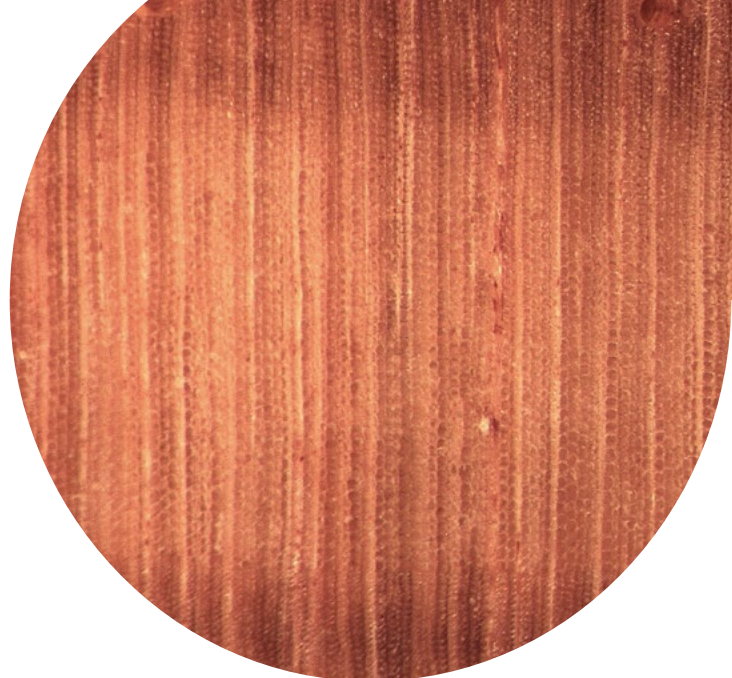
ARBOL DE DECISIÓN DE TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS DE MADERA

Por tipo de muestra

Características de la muestra de ensayo						Técnicas de aplicación							
Características de la muestra de ensayo	Tipo de muestra	Madera sólida	Chapa/T. contrachapado			1 [✓]	2	3	4				
			Carbón			1 [✓]					5		
			Madera aserrada	Albura		1	2	3					
				Duramen	Con resinas o tratada		1	2 [✓]	3	4	5		
					Sin resinas ni tratamientos		1	2	3	4	5		
					Tratamiento desconocido		1	2 [✓]	3	4	5		
	Sin identificar		1	2 [✓]	3	4	5	6 ^{2,3}					
	Tableros fragmentación	Tableros de partículas, OSB y de fibras		1 [✓]									
	Pasta y papel			1 [✓]									
	Tamaño de la muestra	Menor de 1cm ³		1 [✓]		3	4	5					
		Mayor de 1cm ³		1	2			5	6 ^{2,3}				

✓ No siempre es posible

Fichas



1	ACACIA /MANGIUM		
2	ACAJOU/SAMANGUILA		
3	AFRORMOSIA		
4	BATAI/MONKEYPOD		
5	BOSSÉ CLARO		
6	BOSSÉ OSCURO	23	PARAISO
7	BUBINGA	24	PINO LARICIO
8	CAOBA	25	PINO PINASTER
9	CASTAÑO	26	PINO RADIATA
10	CEDRO AMERICANO	27	PINO SILVESTRE
11	CEIBA	28	ROBLE BLANCO AMERICANO
12	CEREJEIRA	29	ROBLE EUROPEO
13	CUMARÚ	30	ROBLE ROJO AMERICANO
14	DOUSSIÉ	31	SAMBA
15	ELONDO/TALI	32	SAPELLI
16	EUCALIPTO BLANCO	33	TECA
17	HAYA AMERICANA		
18	HAYA EUROPEA		
19	IROKO		
20	LAPACHO/IPÉ		
21	OKUME		
22	PADOUK/PALO ROJO		

Frondosa tropical

Acacia/ Mangium

Acacia mangium

Familia: *Leguminosae*

Nombre científico: *Acacia mangium* Willd. (= *Racosperma mangium* (Willd.) Pedley).

Nombres comerciales: Acacia, Mangium, Brown salwood, Hickory wattle, Maber, Wattle.

Distribución geográfica: Noreste de Australia y este de Indonesia, incluyendo las islas Molucas y el sur de Papúa Nueva Guinea. Plantaciones en Indonesia, República Dominicana y Colombia.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Construcción en general. Producción de carbón y de pulpa.

Descripción de la madera

Densidad: 430-550-720 Kg/m³.

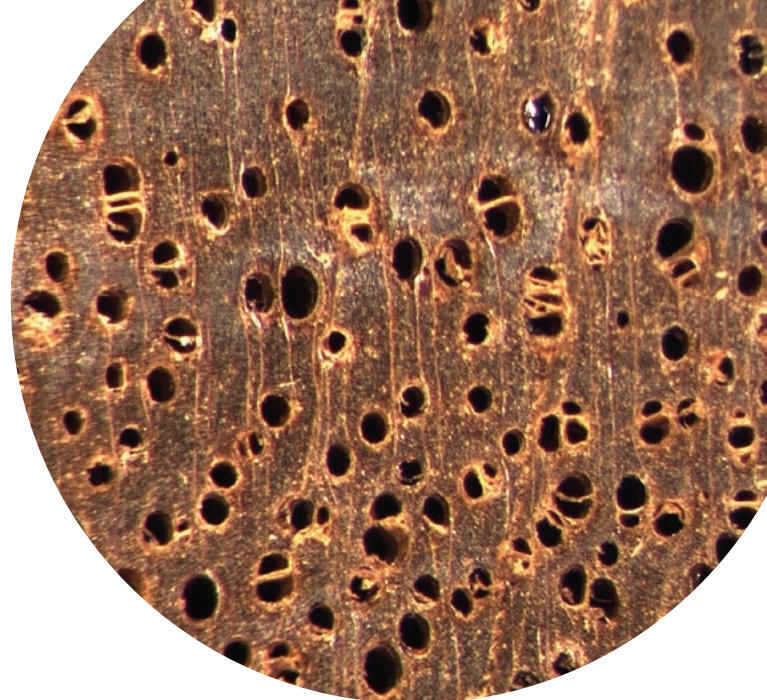
Color: Albura de color amarillo pálido y duramen marrón amarillento, marrón y negruzco, a veces con rayas verdes opacas o de color marrón violáceo.

Anillos de crecimiento: No diferenciados.

Vasos: Solitarios, en grupos radiales de 2-3 o 2-4 vasos, de forma ovalada. Madera de poro difuso.

Parénquima: No muy abundante. Paratraqueal vasicéntrico. Sólo visible con lupa.

Radios: finos, generalmente de 1-3 células de ancho.



Acacia mangium (INIA49-5)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Acacia* spp.

Pruebas físicas y químicas: Duramen fluorescente (amarillo).

Genética: Partiendo de 51 marcadores microsatélite iniciales, Le y col. identificaron en 2016 un set de 6 marcadores que mediante un análisis multiplexado permite discriminar muestras de *Acacia mangium* de muestras de *A. auriculiformis* y de sus híbridos. De modo similar, Wong y col. (2012) desarrollaron un sistema de genotipado para 768 SNPs en híbridos *A. auriculiformis* x *A. mangium*. Además, en las bases de datos del NCBI GeneBank (Clark y col 2016) hay depositados varios sets de secuencias procedentes de secuenciación masiva.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Acajou/ Samanguila

Khaya ivorensis

Familia: *Meliaceae*

Nombre científico: *Khaya ivorensis* A.Chev., *Khaya anthotheca* C.DC., *Khaya grandifoliola* C.DC.

Nombre comercial: Acajou, Samanguila, Caoba africana, Khaya, African mahogany.

Distribución geográfica: Centro y oeste de África occidental. *Khaya ivorensis* y *Khaya anthotheca*: desde Sierra Leona y Liberia hasta Gabón. *Khaya grandifoliola*: desde la costa de Guinea hasta Camerún, extendiéndose hacia el este a través de la cuenca del Congo hasta Uganda y partes de Sudán. Plantaciones mixtas (con Niangon, Okume, Bilinga) en algunos países africanos.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior y exterior. Tablero contrachapado.

Descripción de la madera

Densidad: 490-520-530 Kg/m³.

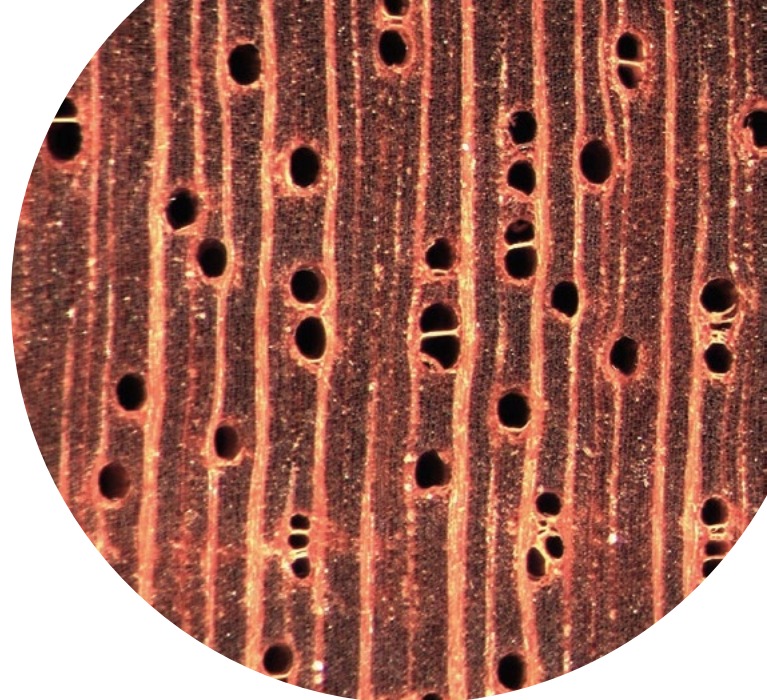
Color: Albura blanco rosada y duramen marrón rosado a rojo claro, que se oscurece con la luz.

Anillos de crecimiento: No diferenciados.

Vasos: Normalmente en filas radiales cortas, de 2-3 vasos. Pueden aparecer depósitos en el duramen, de color marrón anaranjado. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: escaso, paratraqueal vasicéntrico.

Radios: de anchura media, visibles con lupa en la sección transversal.



Khaya ivorensis (INIA1190)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Khaya* spp.

Maderas similares: *Swietenia* spp. (CITES II).

Pruebas físicas y químicas: Extracto en etanol fluorescente (amarillento). Prueba de saponificación positiva. En *Swietenia* spp.: Ver ficha CAOBA.

Genética: Está disponible la secuencia completa del cloroplasto de *Khaya senegalensis* (Mader 2018). Su comparación con los de otras 3 especies de la familia *Meliaceae* (*Cedrela odorata*, *Entandrophragma cylindricum*, *Carapa guianensis*) permitió identificar una serie de SNPs que se ha propuesto podrían ser utilizados para la caracterización genética de especies en esta familia. Además, hay disponibles al menos 35 marcadores nucleares de tipo microsatélite. Pakul y col (1999) han propuesto un set de 15 marcadores SNP para la diferenciación de cinco especies de *Khaya*.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Afrormosia

Pericopsis elata

Familia: *Leguminosae*

Nombre científico: *Pericopsis elata* (Harms) Meeuwen (= *Afrormorsia elata* Hams).

Nombre comercial: Afrormosia, Asamela, Teca africana, African teak.

Distribución geográfica: Centro y oeste de África, principalmente en Ghana y Costa de Marfil.

Lista de especies CITES: incluida en el Anexo II.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Ebanistería. Carpintería interior y exterior. Construcción naval. Tornería.

Descripción de la madera

Densidad: 600-650-710 Kg/m³.

Color: Albura de color pardo amarillento pálido y duramen pardo amarillento o pardo verdoso. En ocasiones aparecen vetas oscuras.

Anillos de crecimiento: No diferenciados.

Vasos: De pequeño diámetro, solitarios o formando pequeñas bandas radiales de 2-3 vasos. Pueden presentar depósitos blanquecinos. Madera de anillo difuso.

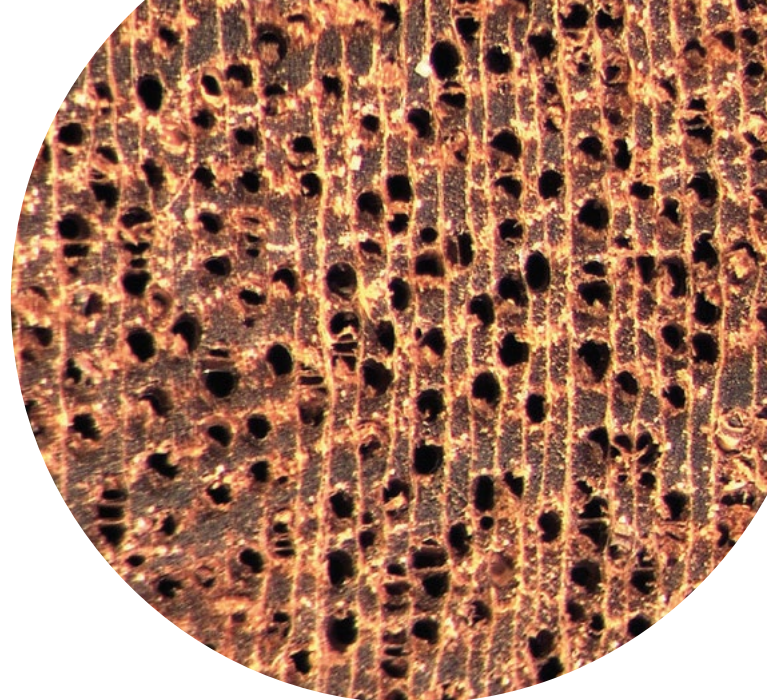
Parénquima: Paratraqueal vasicéntrico o aliforme confluyente o paratraqueal unilateral.

Radios: Finos.

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Pericopsis* spp.

Maderas similares: Otras *Pericopsis* spp. (no incluidas en CITES), *Acosmium* spp.



Pericopsis elata (INIA1556)

Pruebas físicas y químicas: Pruebas de fluorescencia y saponificación negativas.

En *Acosmium* spp.: Extracto en etanol fluorescente (azul claro tenue).

Genética: En la actualidad, para análisis genético hay disponibles: i) 20 marcadores moleculares de tipo microsatélite (12 SSRs para *P. elata* y para *P. moonia*; Micheneau y col 2011); y ii) 45 marcadores SNP para *P. elata*, que de acuerdo a este informe ([https://cites.org/Pericopsis elata report.pdf](https://cites.org/Pericopsis%20elata%20report.pdf)) podrían ser empleados para verificación en el proceso de cadena de custodia para determinar la identidad de la madera. Además, hay otros 313 SNPS que podrían ser de utilidad para la identificación de poblaciones puntuales.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Frondosa tropical

Batai/ Monkeypod

Albizia falcataria

Familia: *Leguminosae*

Nombre científico: *Albizia falcataria* (L.) Fosberg (= *Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W.Grimes), *Albizia saman* (Jacq.) F.Muell. (= *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Mimosa saman* Jacq.).

Nombres comerciales: Batai (*A. falcataria*). Samán, Árbol de la lluvia, Monkeipod, Rain Tree (*A. saman*).

Distribución geográfica: Sumatra, Java, Islas Molucas, Nueva Guinea y norte de Australia (*A. falcataria*). Las Antillas, Centroamérica y Sudamérica tropical (*A. saman*). Plantaciones en Indonesia y Malasia (*A. falcataria*) y en Hawái, Fiji, área del Pacífico y sudeste de Asia (*A. saman*).

Lista de especies CITES: No incluidas.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Tablero contrachapado. Carpintería. Tornería. Mobiliario. Ebanistería. Instrumentos musicales.

Descripción de la madera

Densidad: 520-680-860 Kg/m³.

Color: Albura blanco amarillento pálido. Duramen marrón oscuro, a veces con brillo dorado.

Anillos de crecimiento: diferenciados.

Vasos: Solitarios y en grupos radiales de 2-3 vasos. Madera en anillo difuso.

Parénquima: Parénquima paratraqueal aliforme confluyente y marginal. Algunas células de parénquima apotraqueal difuso dispersas entre las fibras.

Radios: visibles con lupa en la sección transversal.



Albizia spp. (INIA146-1)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Albizia* spp.

Maderas similares: *Azalia* spp.

Pruebas físicas y químicas: Duramen fluorescente (amarillo). Extracto en etanol fluorescente (verde). Prueba de saponificación frecuentemente negativa.

En *Azalia* spp.: Ver ficha DOUSSIÉ.

Genética: Shinwari y col (2014) propusieron que el estudio de la región cloroplástica *rbcL* puede ser más eficiente que el de *matK* y *trnHpsbA* para la identificación de especies de *Acacia* y *Albizia* en un estudio en el que analizaba el potencial de DNA barcoding en estos géneros.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Frondosa tropical

Bossé Claro

Guarea cedrata

Familia: *Meliaceae*

Nombre científico: *Guarea cedrata* Pellegr. Ex A.Chev. (= *Trichilia cedrata* A.Chev.), *Guarea laurentii* De Wild. (= *Leplaea laurentii* (De Wild.) E.J.M.Koenen & J.J.de Wilde).

Nombres comerciales: Bossé blanco, White guarea, Scented guarea (*G. cedrata*). Diambi, Bosse de Laurent (*G. laurentii*). Guarea.

Distribución geográfica: África tropical (*Guarea cedrata*). África occidental, Costa de Marfil, Ghana, Nigeria y Camerún (*Guarea laurentii*).

Lista de especies CITES: No incluidas.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior y exterior. Tablero contrachapado. Tornería. Cajas de cigarros.

Descripción de la madera

Densidad: 570-580-630 Kg/m³.

Color: Duramen marrón anaranjado a pardo rojizo. Albura de color más pálido.

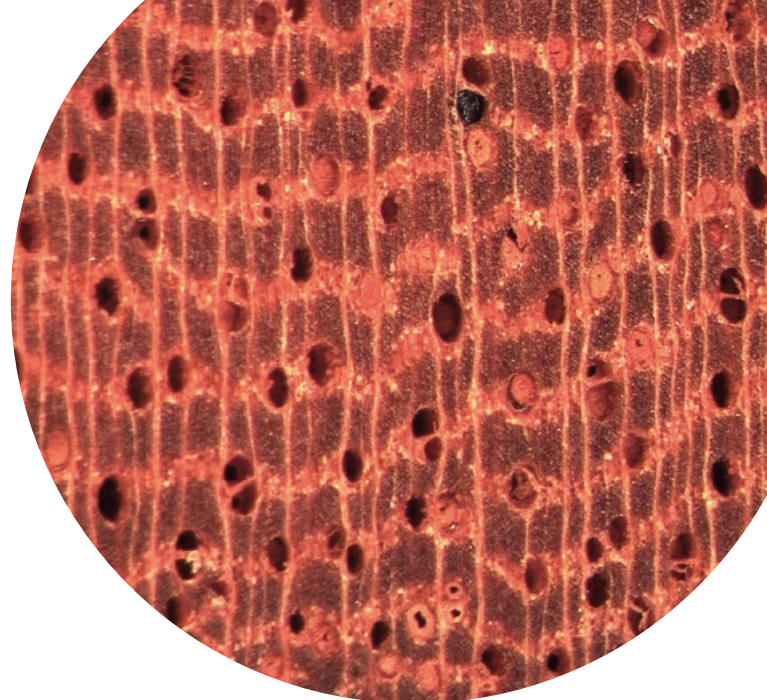
Anillos de crecimiento: No diferenciados.

Vasos: De pequeño diámetro, generalmente en grupos radiales cortos, de 2-3 vasos. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: Bandas marginales de parénquima, finas. Paratraqueal aliforme confluyente y paratraqueal unilateral.

Radios: finos, numerosos.

Otros: Olor aromático.



Guarea cedrata (INIA1061)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Guarea* spp.

Maderas similares: *Swietenia* spp. (CITES II).

Pruebas físicas y químicas: Pruebas de fluorescencia y saponificación negativas.

En *Swietenia* spp.: Ver ficha CAOBA.

Genética: En la actualidad hay muy poca información genética y genómica disponible para estas especies. No se ha encontrado ni en la bibliografía ni en las bases de datos posibles marcadores moleculares, tan sólo algunas secuencias en el NCBI GeneBank (Clark y col 2016) de *G. cedrata* (con un total de 24,3 Megapares de bases) provenientes de secuenciación masiva (Illumina MiSeq).

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Frondosa tropical

Bossé Oscuro

Guarea thompsonii

Familia: *Meliaceae*

Nombre científico: *Guarea thompsonii* Sprague & Hutch.

Nombres comerciales: Bossé oscuro, Black guarea.

Distribución geográfica: África occidental.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior y exterior. Tablero contrachapado. Tornería. Cajas de cigarros.

Descripción de la madera

Densidad: 600-690-850 Kg/m³.

Color: Duramen marrón anaranjado a pardo rojizo (oscureciendo a marrón cobre). Albura de color más pálido.

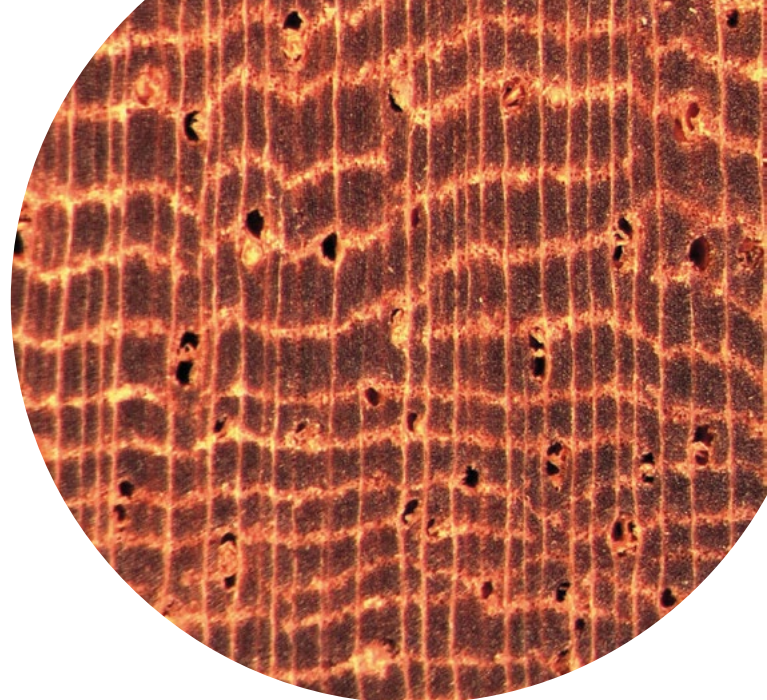
Anillos de crecimiento: No diferenciados.

Vasos: De pequeño diámetro, generalmente en grupos radiales cortos, de 2-3 vasos. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: Bandas marginales de parénquima, finas. Paratraqueal aliforme confluyente y paratraqueal unilateral.

Radios: finos, numerosos.

Otros: Olor aromático.



Guarea thompsonii (INIA1065)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Guarea* spp.

Maderas similares: *Swietenia* spp. (CITES II).

Pruebas físicas y químicas: Pruebas de fluorescencia y saponificación negativas.

En *Swietenia* spp.: Ver ficha CAOBA.

Genética: Prácticamente no hay información genética o genómica sobre esta especie. En la bibliografía y en las bases de datos no ha sido posible encontrar ningún marcador molecular disponible, tan sólo, en el NCBI GeneBank (Clark y col 2016), las de los genes más utilizados en la identificación de especies (barcode genes: rbcL, matK, trnH-psbA, nITS and 18S rDNA).

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Bubinga

Guibourtia demeusei

Familia: *Leguminosae*

Nombre científico: *Guibourtia demeusei* (Harms) J. Léonard (= *Copaifera demeusei* Harms), *Guibourtia tessmannii* (Harms) J. Léonard (= *Copaifera tessmannii* Harms), *Guibourtia pellegriniana* J. Léonard.

Nombre comercial: Bubinga, Kevazingo, African “rosewood”.

Distribución geográfica: África Central, desde Costa de Marfil hasta Gabón.

Lista de especies CITES: Incluidas en el Anexo II.

Aplicaciones: Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior y exterior. Tornería.

Descripción de la madera

Densidad: 700-830-910 Kg/m³.

Color: Duramen pardo rojizo a púrpura. Albura de color más claro. Con veteado fino violáceo, rosado o rojo y otro más ancho de color pardo.

Anillos de crecimiento: No diferenciados.

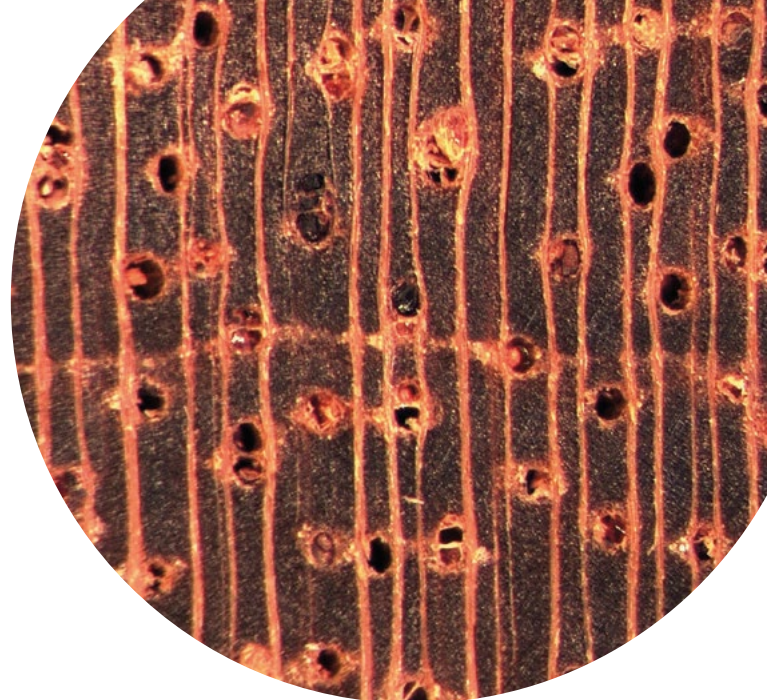
Vasos: Distribuidos sin un patrón específico, normalmente en grupos radiales de 2-3 vasos. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: Bandas de parénquima marginales, finas. Apotraqueal difuso. Paratraqueal vasicéntrico, aliforme y confluyente.

Radios: visibles con lupa en la sección transversal.

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Guibourtia* spp.



Guibourtia demeusei (INIA10T2)

Maderas similares: *Hymenaea* spp., *Dalbergia* spp. (especies incluidas en Anexo II de CITES, excepto *Dalbergia nigra* (Vell.) Allem. Ex Benth. incluida en Anexo I) y *Pterocarpus* spp. (*Pterocarpus santalinus* L.f., *Pterocarpus erinaceus* Poiret y *Pterocarpus tinctorius* Welw. incluidas en Anexo II de CITES).

Pruebas físicas y químicas: Extracto en etanol fluorescente (amarillo). Prueba de saponificación positiva.

En *Hymenaea* spp.: Duramen fluorescente (amarillo).

En *Dalbergia* spp.: Ver Anexo I.

En *Pterocarpus* spp.: Ver ficha PADOUK.

Genética: Las herramientas genéticas disponibles para estas especies se reducen a los 18 marcadores microsatélites identificados por Tosso y col (2017) y a la secuencia completa del genoma cloroplastídico de varias especies del género (Tosso y col 2018).

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Caoba

Swietenia macrophylla

Familia: *Meliaceae*

Nombre científico: *Swietenia macrophylla* King, *Swietenia humilis* Zucc, *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq (= *Cedrela mahagoni* L.).

Nombres comerciales: Caoba, Caoba del Sur, Caoba del Atlántico, Caoba americana, American mahogany, True mahogany.

Distribución geográfica: Sur de Méjico, Honduras, Colombia, Venezuela, Perú, Brasil, Bolivia. Plantaciones en Islas Fiji, Islas Salomón, Malasia, Filipinas, India, Nigeria y Sierra Leona.

Lista de especies CITES: incluidas en el Anexo II.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior y exterior. Tablero contrachapado. Construcción naval. Tornería.

Descripción de la madera

Densidad: 400-500-580 Kg/m³.

Color: Albura blanco amarillenta y duramen marrón rosado a rojo claro, que se oscurece con la luz. Con frecuentes ve-teados.

Anillos de crecimiento: Diferenciados.

Vasos: Distribuidos principalmente en grupos radiales de 2-4 vasos. *S. macrophylla* puede presentar resina de color oscuro o depósitos blanquecinos en los vasos. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: Bandas de parénquima marginal.

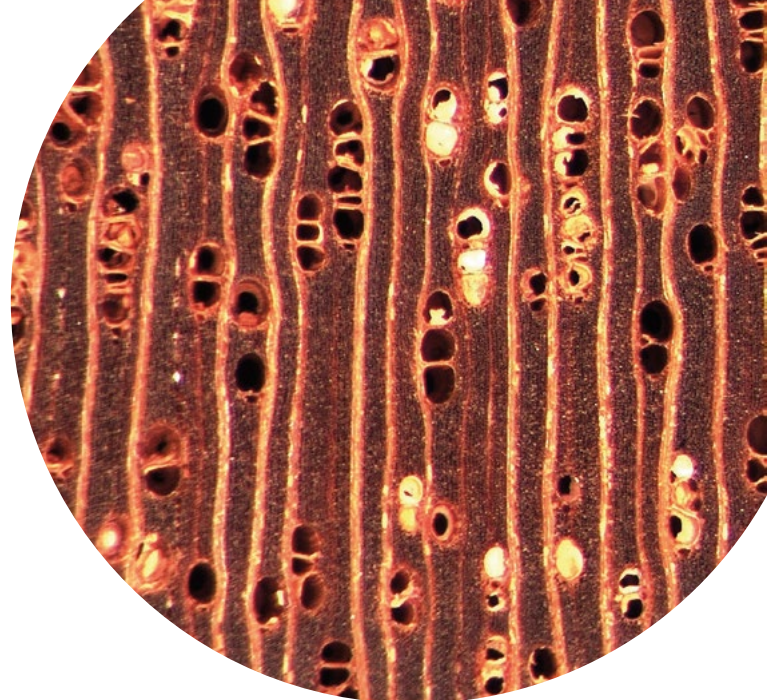
Radios: Finos y visibles en la sección transversal, distribuidos de forma estratificada.

Otros: *S. mahagoni* presenta un sabor amargo.

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Swietenia* spp.

Maderas similares: *Carapa guianensis* Aubl., *Cedrela* spp., *Entandrophragma angolense* C.DC., *Entandrophragma cylindricum* Sprague, *Entandrophragma utile*



Swietenia mahagoni (INIA2218)

Sprague, *Guarea* spp., *Khaya* spp., *Sextonia rubra* (Mez) van der Werff, *Toona* spp.

Pruebas físicas y químicas: Extracto en etanol fluorescente (amarillo). Prueba de saponificación positiva.

En *C. guianensis* y *Sextonia rubra*: Pruebas de fluorescencia y saponificación negativas.

En *Cedrela* spp.: Ver ficha CEDRO AMERICANO.

En *E. cylindricum*: Ver ficha SAPELLI.

En *E. angolense* y *E. utile*: Prueba de saponificación positiva (persiste un anillo delgado de espuma).

En *Guarea* spp.: Ver fichas BOSSÉ CLARO/BOSSÉ OSCURO.

En *Khaya* spp.: Ver ficha ACAJOU.

En *Toona* spp.: Extracto acuoso fluorescente (verde amarillento).

Genética: En la actualidad hay al menos 14 marcadores de tipo microsatélite disponibles para estas especies. Degen y col. (2013) demostraron que era posible asignar muestras ciegas de *S. macrophylla* a diferentes orígenes geográficos empleado seis de ellos. Recientemente Pakull y col (2020) han desarrollado un set de 120 marcadores SNP que podría ser utilizado para desarrollar análisis de poblaciones y trazabilidad de la madera en las tres especies de *Swietenia*.

Espectrométrica: Se han encontrado referencias sobre modelos NIR orientados hacia la identificación de la especie (Braga y col. 2011, Bergo y col., 2016, Silva et al. 2018 Soares et al. 2017).



Castaño

Castanea sativa

Familia: *Fagaceae*

Nombre científico: *Castanea sativa* Mill. (= *Castanea vesca* Gaertn.).

Nombre comercial: Castaño, Sweet chestnut, European chestnut.

Distribución geográfica: Sur de Europa (Norte de la Península Ibérica, Italia, Balcanes, Islas del Mediterráneo), norte de África (Marruecos), noroeste de Europa (Inglaterra, Bélgica) y hacia el este hasta Asia occidental (noreste de Turquía, Armenia, Georgia, Azerbaiyán, Siria). Plantaciones en Norteamérica, Sudamérica y Australia.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Mobiliario de interior y exterior. Carpintería interior y exterior. Carpintería de armar. Ebanistería. Tonería. Chapas decorativas.

Descripción de la madera

Densidad: 540-590-650 Kg/m³.

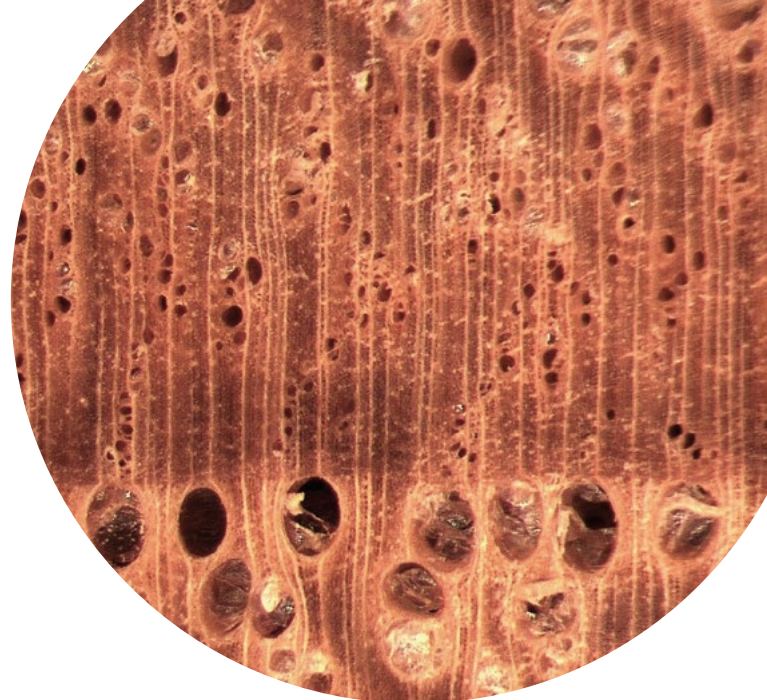
Color: Albura de color blanco amarillento y duramen de color marrón o marrón asalmonado.

Anillos de crecimiento: Diferenciados.

Vasos: De gran diámetro en la madera temprana, dispuestos en bandas concéntricas de dos a tres unidades de espesor, y de pequeño diámetro en la madera tardía, agrupados formando bandas blanquecinas en dirección radial y ligeramente aislados en el límite terminal del anillo. Presencia de thyllos en los vasos de la madera temprana. Madera de anillo poroso.

Parénquima: Metatraqueal difuso y paratraqueal vasicéntrico parcial. No visible con pocos aumentos.

Radios: Finos y rectilíneos, de color blanquecino.



Castanea sativa (INIA502)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Castanea* spp.

Pruebas físicas y químicas: Prueba de saponificación positiva.

Genética: En el NCBI GeneBank (Clark y col 2016) se pueden encontrar 6 sets de datos genómicos de secuenciación masiva con más de 10 gigabases, así como la información para el genotipado con 83 marcadores microsatélite. También está disponible la secuencia de 5 de los genes más utilizados en la identificación de especies (barcode genes: *rbcl*, *matK*, *trnH-psbA*, *rITS* and *18S rDNA*; Gismondi et al 2015). A pesar de la gran cantidad de información disponible, actualmente no hay herramientas genéticas que permitan diferenciar la especie.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Frondosa tropical

Cedro Americano

Cedrela odorata

Familia: *Meliaceae*

Nombre científico: *Cedrela odorata* Cham. & Schltl., *Cedrela guianensis* A.Juss. (= *Surenus guianensis* Kuntze), *C. mexicana* M.Roem. (= *Surenus mexicana* Kuntze), *Cedrela fissilis* Vell. (= *Surenus fissilis* Kuntze), *Cedrela lilloi* C.DC.

Nombre comercial: Cedro americano, Cedro tropical, Cedrela, Cedro colorado, Cedro rosado, Cedro rojo, Central American cedar, Red cedar, Cigarbox cedar, Spanish cedar.

Distribución geográfica: América Central y Antillas. Colombia, Ecuador, desde Venezuela hasta Brasil, Surinam, Guyana, Guinea Francesa. Amplias plantaciones en su área de distribución.

Lista de especies CITES: incluidas en el Anexo II.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Muebles de talla. Carpintería interior y exterior. Tableros contrachapados. Cajas de puros.

Descripción de la madera

Densidad: 450-490-600 Kg/m³.

Color: Duramen de color rojizo o café (de color claro en estado verde, oscureciendo bastante con el tiempo). Color de la albura distinto al color del duramen.

Anillos de crecimiento: diferenciados.

Vasos: Dispuestos en patrón no específico, agrupados, generalmente en grupos radiales cortos de 2-3 vasos. Depósitos marrón rojizo oscuro. Madera de anillo poroso o semiporoso.

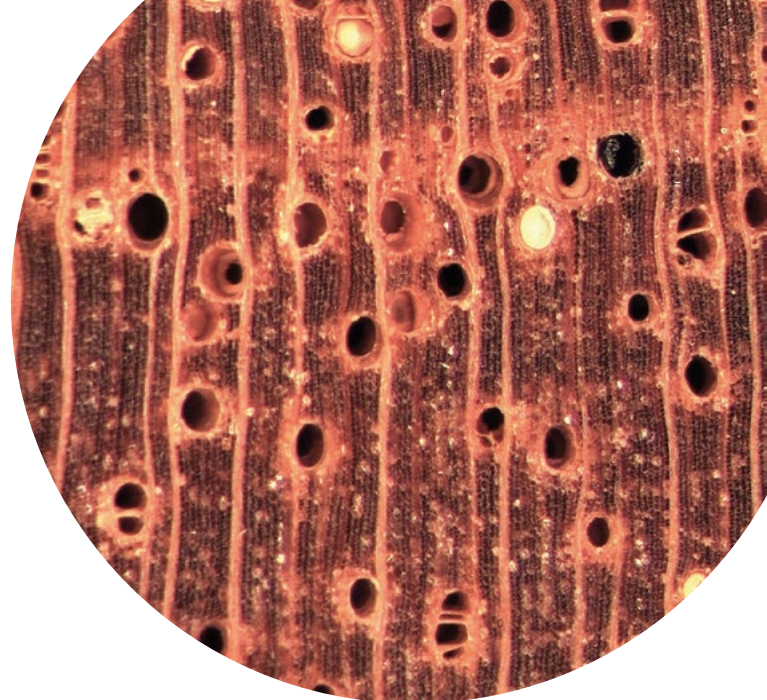
Parénquima: En bandas marginales. Apotraqueal difuso y difuso en agregados y paratraqueal vasicéntrico.

Radios: Finos y poco visibles.

Otros: Olor aromático por la presencia de aceite que es exudado a la superficie.

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Cedrela* spp.



Cedrela odorata (INIA535)

Maderas similares: *Toona* spp., *Swietenia* spp. (CITES II).

Pruebas físicas y químicas: Extracto en etanol fluorescente (débilmente anaranjado).

En *Toona* spp.: Extracto acuoso fluorescente (verde amarillento).

En *Swietenia* spp.: Ver ficha CAOBA.

Genética: Publicada la secuencia completa del cloroplasto de *C. odorata* y su comparación con los de otras 3 especies de la familia *Meliaceae* (Mader y col. 2018). Recientemente se ha propuesto la utilización de un set de 136 SNP loci para verificar el origen de la madera de *Cedrela* (Paredes-Villanueva y col. 2019a). Estudiando una colección de 365 ejemplares de la especie, Finch y col (2020) demostraron su utilidad para validar origen geográfico a escala continental, con resultados prometedores también a nivel de país, pero con la necesidad de muestreos más densos para asignaciones a escala más fina. La utilización de 7 microsatélites permite asignar orígenes de *C. odorata* a pequeña escala (Paredes-Villanueva y col. 2019b).

Espectrométrica: Se han encontrado referencias sobre modelos NIR orientados hacia la identificación interespecífica de especies tropicales americanas con gran parecido visual, gran valor económico y medioambiental (Braga y col, 2011; Pastore y col., 2011; Bergo y col. 2016; Soares y col., 2017; Rimalho y col. 2018).



Frondosa tropical

Ceiba

Ceiba pentandra

Familia: *Malvaceae*

Nombre científico: *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

Nombre comercial: Ceiba, Fromager, Fuma, Kapok.

Distribución geográfica: India, Pakistán, Sri Lanka, Myanmar (Burma), Tailandia, Laos, Vietnam, Camboya, Indonesia, Malasia, Islas del Pacífico, África tropical, Méjico y Centroamérica, Caribe y zona tropical de América del Sur. Plantaciones en zonas tropicales de todo el mundo y Australia.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Tableros contrachapados y alistonados. Mobiliario. Molduras. Embalaje. Cajas. Material aislante.

Descripción de la madera

Densidad: 160-260-7400 Kg/m³.

Color: Albura y duramen de color similar, que varía del blanco, marrón claro o marrón rosado al gris. Algunas veces presenta vetas amarillas o grisáceas.

Anillos de crecimiento: diferenciados.

Vasos: Generalmente agrupados, en grupos radiales de 2-3 vasos. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: Apotraqueal difuso en agregados. Paratraqueal vasicéntrico.

Radios: visibles, de tamaño medio.



Ceiba pentandra (INIA54T)

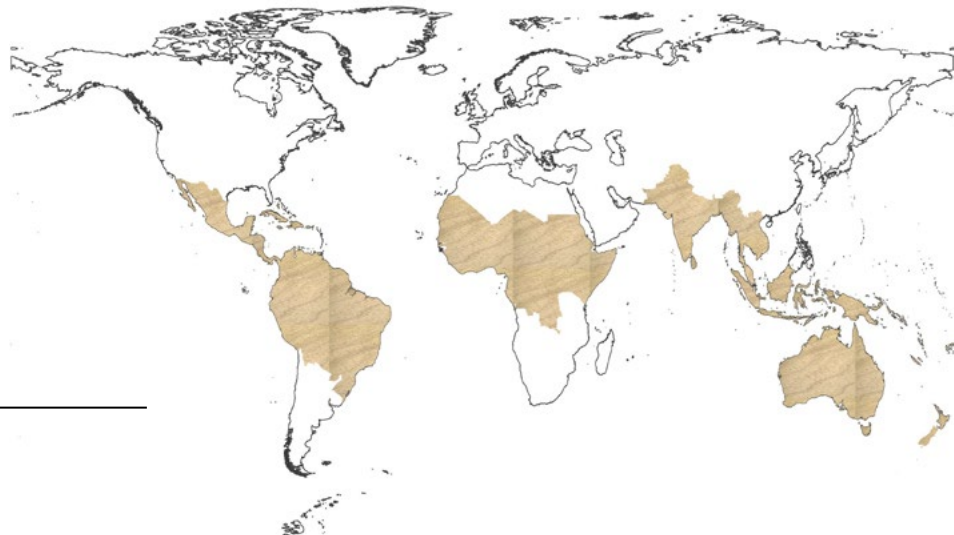
Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Ceiba* spp.

Pruebas físicas y químicas: Prueba de saponificación positiva o negativa.

Genética: La información molecular disponible para estas especies es muy escasa. Los pocos trabajos que hay se refieren a los que permitieron a Brondani y col identificar en 2003 ocho marcadores microsatélite, y a los 45 marcadores de tipo RAPD y 10 de tipo ISSR empleados por Abengmeneng y col. (2016).

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Frondosa tropical

Cerejeira

Amburana cearensis

Familia: Leguminosae

Nombre científico: *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm. (= *Torresea cearensis* Allemão), *Amburana acreana* (Ducke) A.C.Sm. (= *Torresea acreana* Ducke).

Nombre comercial: Cerejeira, Amburana, Roble del país, Palo trébol, Ishpingo.

Distribución geográfica: América del Sur (Paraguay, Bolivia, Perú, Argentina, Brasil).

Lista de especies CITES: No incluidas.

Aplicaciones: Muebles de interior y exterior. Carpintería de armar. Carpintería interior y exterior. Chapas decorativas. Tablero contrachapado. Tonelería.

Descripción de la madera

Densidad: 550-600-650 Kg/m³.

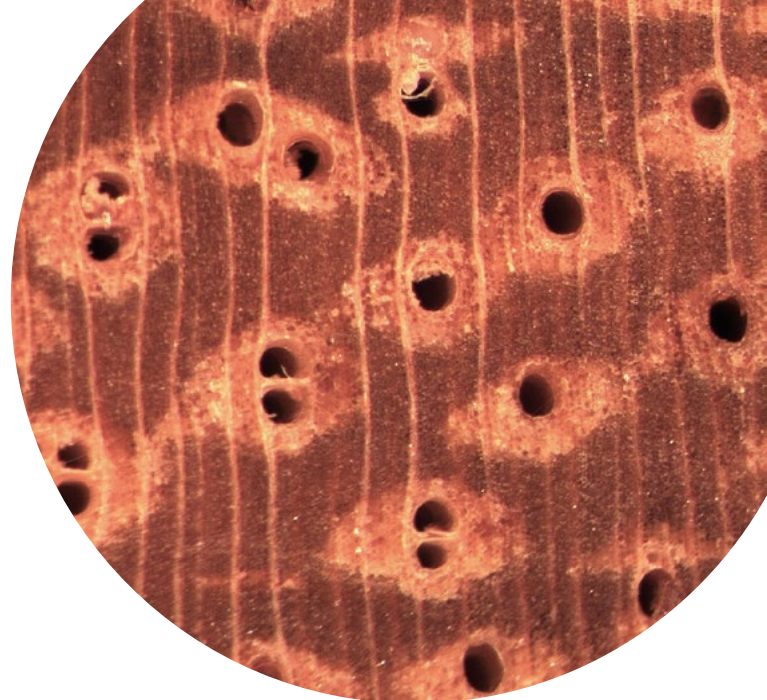
Color: La albura (blanco rosada) está poco diferenciada del duramen (marrón rosado a rojo claro, que se oscurece con la luz).

Anillos de crecimiento: No diferenciados.

Vasos: Redondeados, dispuestos con un patrón no específico, en filas radiales cortas, solitarios o en grupos de 2-3 vasos. Madera en anillo difuso.

Parénquima: Paratraqueal aliforme confluyente.

Radios: Finos y poco visibles.



Amburana cearensis (INIA176)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Amburana* spp.

Pruebas físicas y químicas: Duramen fluorescente. Prueba de saponificación positiva.

Genética: En la actualidad hay muy poca información molecular sobre estas especies. En el NCBI GeneBank (Clark y col. 2016) está disponible la secuencia del gen *matK* del cloroplasto para *A. acreana* y *A. cearensis*, que es uno de los "barcode genes" comúnmente empleados para la identificación genética de especies.

Espectrométrica: Se ha encontrado una referencia (Pace y col. 2019) sobre el desarrollo de un modelo NIR orientado hacia la identificación de esta especie y su distinción respecto de otras especies del bosque atlántico brasileño.



Cumarú

Dipteryx odorata

Familia: Leguminosae

Nombre científico: *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. (= *Coumarouna odorata* Aubl.), *Dipteryx alata* Vogel.

Nombre comercial: Cumarú, Tonka.

Distribución geográfica: América Central (Honduras, Costa Rica, Panamá) y Norte de la Amazonia (Guayanas, Brasil, Colombia, Venezuela, Perú y Bolivia).

Lista de especies CITES: No incluidas.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Carpintería de armar. Carpintería interior y exterior. Construcción naval. Tornería. Puentes. Traviesas. Puentes.

Descripción de la madera

Densidad: 900-1150 Kg/m³.

Color: Albura de color crema y duramen de color marrón grisáceo, con finas vetas oscuras.

Anillos de crecimiento: No diferenciados.

Vasos: Dispuestos con un patrón no específico, en filas radiales cortas, solitarios o en grupos de 2-3 vasos o 4 como mucho. Madera en anillo difuso.

Parénquima: Paratraqueal aliforme o aliforme confluyente, como en hebras.

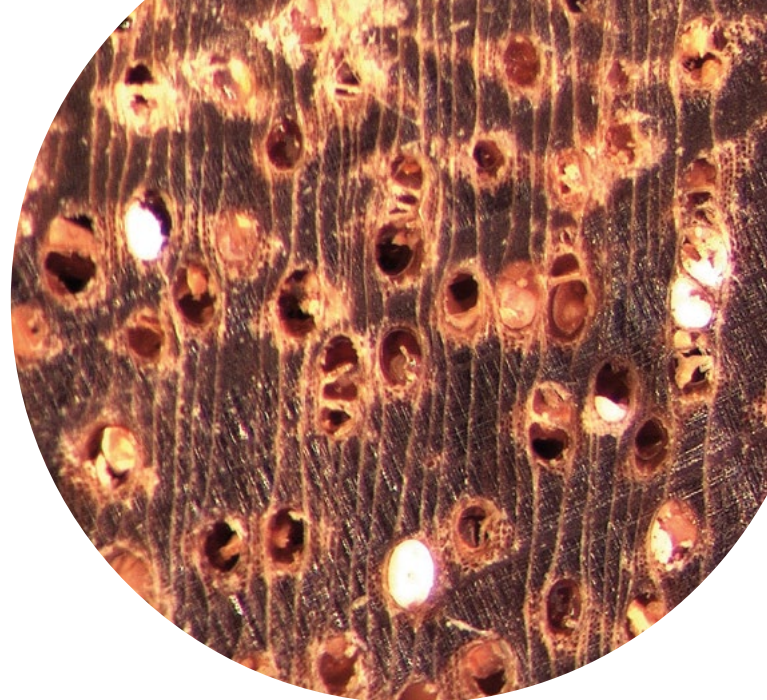
Radios: Finos, visibles con lupa.

Otros: En estado verde tiene un olor desagradable. Tacto aceitoso.

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Dipteryx* spp.

Maderas similares: *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell (= *Dipteryx oleifera* Benth.) (CITES III).



Dipteryx odorata (INIA834-4)^N

Pruebas físicas y químicas: Duramen fluorescente (amarillo). Extracto en etanol fluorescente (verde-amarillo). Prueba de saponificación positiva.

En *Dipteryx panamensis*: Duramen no fluorescente. Extracto en etanol no fluorescente.

Genética: Hay disponibles 8 marcadores microsatélites para el análisis genético de *D. odorata* (Vinson y col. 2009). Almeida (2016) obtuvo resultados prometedores, aunque no concluyentes, sobre la utilización de la estrategia de "DNA barcoding" en esta especie. Y muy recientemente se ha identificado un set de 116 SNPs que podrían utilizarse para análisis genéticos, pero su utilidad para la identificación de especie no ha sido aún testada (Coronado y col. 2019). En un análisis posterior de 800 individuos pertenecientes a 6 especies de *Dipteryx* (Coronado et al 2020) con los 32 SNPs más informativos obtuvieron porcentajes de éxito de 91-100% para las predicciones de especie y de 69-92% para las de origen a nivel de país.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Doussié

Afzelia africana

Familia: *Leguminosae*

Nombre científico: *Afzelia africana* Sm. ex Pers., *Afzelia bella* Harms, *Afzelia bipindensis* Harms, *Afzelia pachyloba* Harms, *Afzelia quanzensis* Welw.

Nombre comercial: Doussie, Afzelia, Lingue.

Distribución geográfica: África Occidental y Central, desde Nigeria hasta Angola.

Lista de especies CITES: No incluidas.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Carpintería interior y exterior. Carpintería de armar. Tonelería.

Descripción de la madera

Densidad: 700-780-880 Kg/m³.

Color: Albura blanco amarillenta y duramen marrón rojizo.

Anillos de crecimiento: Diferenciados.

Vasos: Dispuestos en patrón no específico, agrupados, generalmente en grupos radiales cortos de 2-3 vasos. Depósitos en vasos de duramen amarillento a marrón. Madera de porosidad difusa.

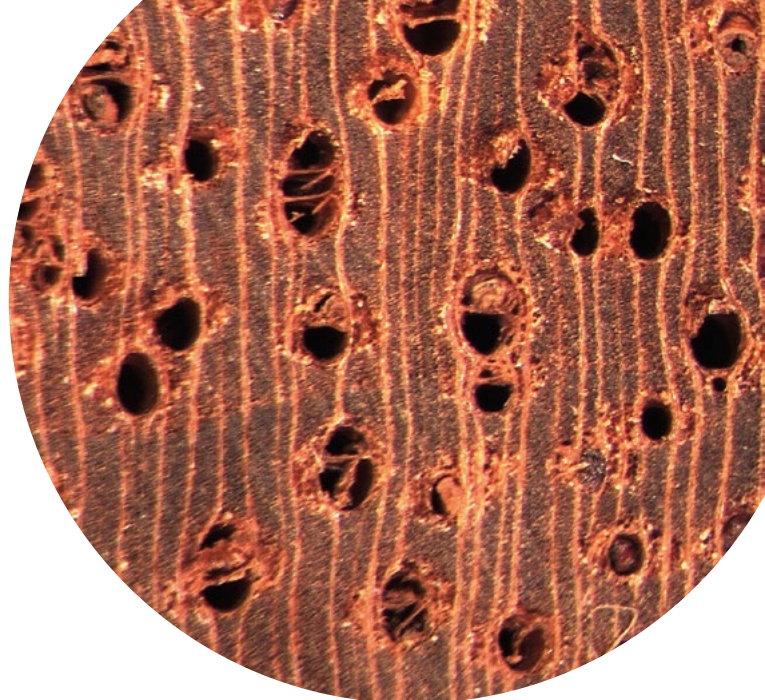
Parénquima: Bandas de parénquima marginales. Paratraqueal aliforme a confluyente.

Radios: Finos.

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Afzelia* spp.

Maderas similares: *Intsia* spp., *Albizia* spp.



Afzelia africana (INIA113)

Pruebas físicas y químicas: Duramen fluorescente (amarillo), o no fluorescente (*A. bipindensis*). Extracto en etanol fluorescente (amarillo). Prueba de saponificación positiva.

En *Intsia* spp.: Prueba de saponificación negativa.

En *Albizia* spp.: Ver ficha BATAI/MONKEYPOD.

Genética: El género *Afzelia* es un grupo complejo con especies con diferentes grados de ploidía, siendo por ejemplo *A. africana*, *A. quanzensis* y *A. xylocarpa diploides*, y *A. bipindensis*, *A. bella* y *A. pachyloba tetraploides*. Donkpegan, y col. (2015) y Jing y col. (2016) han desarrollado una serie de marcadores de tipo microsatélite que funcionan en varias de estas especies.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Frondosa tropical

Elondo/Tali

Erythrophleum ivorense

Familia: Leguminosae

Nombre científico: *Erythrophleum ivorense* A.Chev.,
Erythrophleum suaveolens (Guill. & Perr.) Brenan.

Nombre comercial: Elondo, Tali, Missanda.

Distribución geográfica: África occidental, central y oriental, principalmente en Guinea, República Centroafricana y República del Congo.

Lista de especies CITES: No incluidas.

Aplicaciones: Mobiliario de exterior. Carpintería interior y exterior. Carpintería de armar. Traviesas. Tornería.

Descripción de la madera

Densidad: 820-940-1.040 Kg/m³.

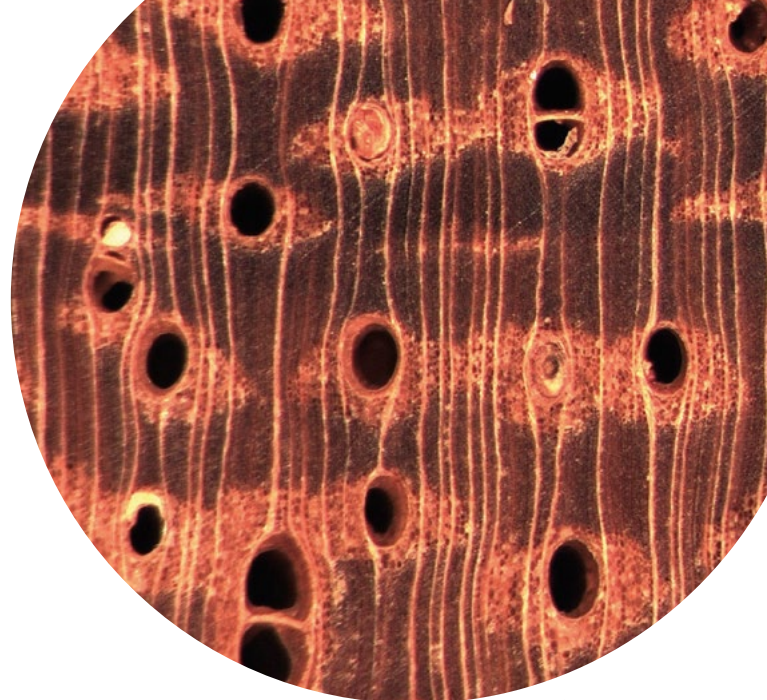
Color: La albura varía del blanco-amarillo al blanco rosáceo y el del duramen del pardo amarillento al pardo rojizo, que se oscurece con la exposición a la luz.

Anillos de crecimiento: Poco diferenciados.

Vasos: Grandes, en filas radiales cortas, solitarios o en agrupaciones de 2-3 vasos. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: Paratraqueal vasicéntrico, aliforme y confluyente.

Radios: Finos y abundantes.



Erythrophleum ivorense (INIA906)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Erythrophleum* spp.

Pruebas físicas y químicas: Duramen fluorescente (verde). Extracto en etanol fluorescente (verde). Prueba de saponificación positiva.

Genética: Duminil y col. (2010), empleó una aproximación filogeográfica con secuencias cloroplásticas para estudiar la distribución de ambas especies, sugiriendo que esta estrategia podría permitir diferenciarlas e incluso asignar orígenes. Además, se han identificado 9 microsatélites que podrían aplicarse para el estudio de ambas especies (Duminil y col. 2011). Más recientemente, Vlam y col (2018) sugieren que empleando 8 marcadores microsatélites es posible asignar individuos de *Erythrophleum* a procedencias, lo que no se consiguió mediante métodos químicos la composición isotópica de la madera.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Eucalipto Blanco

Eucalyptus globulus

Familia: Myrtaceae

Nombre científico: *Eucalyptus globulus* Labill. (= *Eucalyptus maidenii* subsp. *globulus* (Labill.) J.B.Kirkp.).

Nombre comercial: Eucalipto blanco, Eucalipto azul, Blue gum.

Distribución geográfica: Tasmania (Australia). Plantaciones en el sur y oeste de Europa (principalmente en la Península Ibérica, Francia e Italia), islas mediterráneas, Azores, Irlanda, India, California, América del Sur, América Tropical.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Suelos, traviesas de ferrocarril, apeas de mina, pasta de papel, tableros de partículas y de fibras, pequeñas embarcaciones, mangos de herramientas.

Descripción de la madera

Densidad: 740-830 Kg/m³.

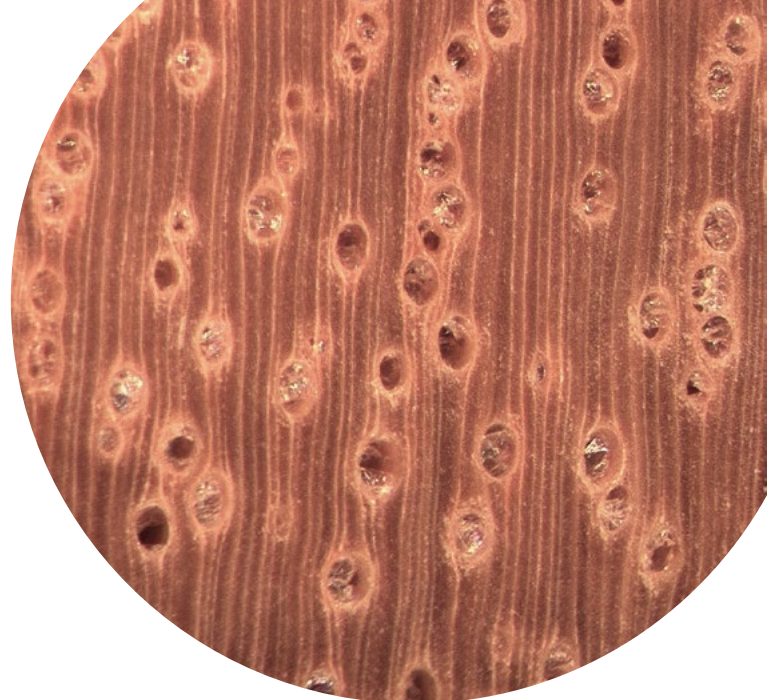
Color: Albura de color blanco grisáceo o crema pálido y duramen de color pardo rojizo.

Anillos de crecimiento: Dificilmente distinguibles.

Vasos: Aislados, de forma ovalada y ocasionalmente agrupados sin distribución específica. Tylos presentes en algún vaso. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: Paratraqueal semiconfluente y metatraqueal difuso en células aisladas.

Radios: Finos, visibles en la sección transversal con el uso de una lupa.



Eucalyptus globulus (INIA933)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Eucalyptus* spp.

Pruebas físicas y químicas: Pruebas de fluorescencia y saponificación negativas.

Genética: Para esta especie hay una gran cantidad de información genética y genómica disponible. Incluye, por ejemplo, 623 marcadores de tipo microsatélite en el NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>), así como resultados de secuenciación masiva. La naturaleza clonal de este cultivo permite abordar la identificación de individuos específicos, empleando por ejemplo un chip comercial con 60.000 SNPs (Durán y col. 2018). Además, la información relacionada con especies cercanas, como la secuencia del genoma de *Eucalyptus grandis* (Myburg y col. 2014), puede resultar de gran utilidad.

Espectrométrica: Solo se han encontrado referencias sobre la Discriminación entre plántulas de *E. globulus* y *E. nitens* (Humphreys y col. 2008) y sobre la Clasificación de diferentes genotipos (Castillo y col. 2008).



Haya Americana

Fagus grandifolia

Familia: *Fagaceae*

Nombre científico: *Fagus grandifolia* Ehrh.

Nombre comercial: Haya americana, American beech.

Distribución geográfica: Zona Continental de Estados Unidos y Este de Canadá.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Mobiliario. Carpintería interior: suelos de madera. Chapa para recubrimientos decorativos. Cajas para guardar alimentos. Tornería. Cucharas, tenedores. Partes de vehículos. Brochas y pinceles.

Descripción de la madera

Densidad: 640 Kg/m³.

Color: Duramen y albura poco diferenciados. Albura de color blancuzco y duramen de color blancuzco rojizo o marrón rojizo.

Anillos de crecimiento: Diferenciados. La zona de madera temprana es mucho más ancha y de color más claro que la de madera tardía.

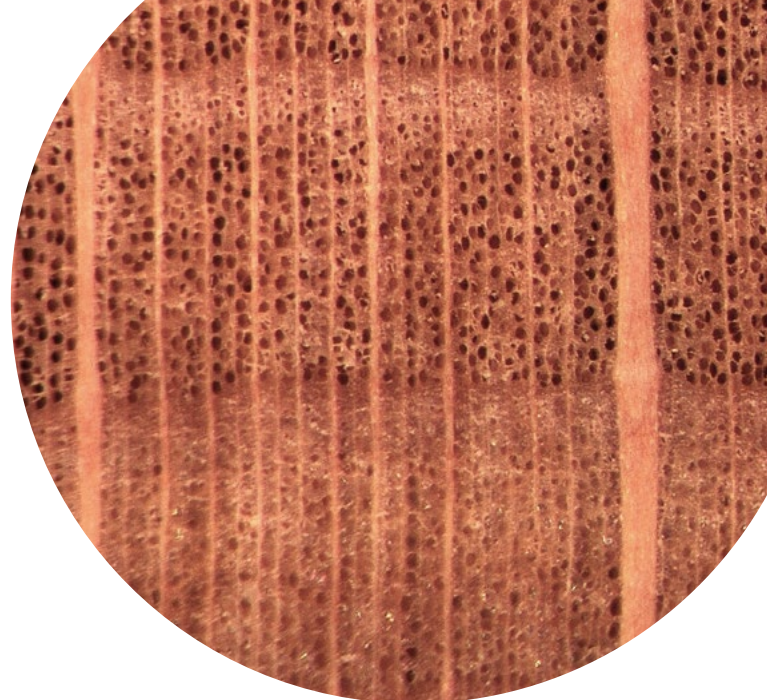
Vasos: Abundantes, de pequeño diámetro, generalmente reunidos en grupos de dos o tres unidades en la madera temprana y solitarios en la madera tardía. Madera en anillo difuso.

Parénquima: Abundante, apotraqueal, distribuido en todo el anillo. También se distribuye en bandas o pequeños agregados dispersos. No visible.

Radios: fácilmente observables en la sección transversal dos tipos de radios, de anchura diferente, ofreciendo en la sección radial espejuelos característicos.

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Fagus* spp.



Fagus grandifolia (INIA982)

Pruebas físicas y químicas: información no disponible.

Genética: A diferencia de lo que ocurre con el haya europea, y a pesar de tener un tamaño de genoma no muy grande (610 megapares de bases) no hay mucha información genética sobre esta especie. Su genoma no ha sido secuenciado, aunque en las bases de datos del NCBI GeneBank (Clark y col 2016) se puede encontrar cerca de 1 Gigabase de secuencias procedentes de secuenciación masiva de transcritomas. Tampoco hay muchos marcadores moleculares disponibles, tan sólo algunos microsatélites, procedentes en general de transferencias tecnológicas de especies cercanas como *Fagus sylvatica* o *Fagus crenata* que se han empleado en análisis de diversidad intraespecífica y parentesco (Koch y col. 2010). La reciente disponibilidad de la secuencia del genoma de cloroplasto de *F. sylvatica* (Mader y col 2020) ha permitido desarrollar cuatro marcadores CAPS que permiten verificar la pertenencia de una muestra al género *Fagus*, pero no diferenciar entre sus especies.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Haya Europea

Fagus sylvatica

Familia: *Fagaceae*

Nombre científico: *Fagus sylvatica* L. (= *Castanea fagus* Scop.).

Nombre comercial: Haya, European beech, Common beech.

Distribución geográfica: Sur de Inglaterra, sur de Escandinavia, Dinamarca, Alemania, Benelux, Francia, Norte de España, Italia, Europa Central, Polonia, Balkanes y Sur de Rusia.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Carpintería interior. Mobiliario y ebanistería. Chapas decorativas y tableros contrachapados. Juguetes. Objetos deportivos.

Descripción de la madera

Densidad: 690-710-750 Kg/m³.

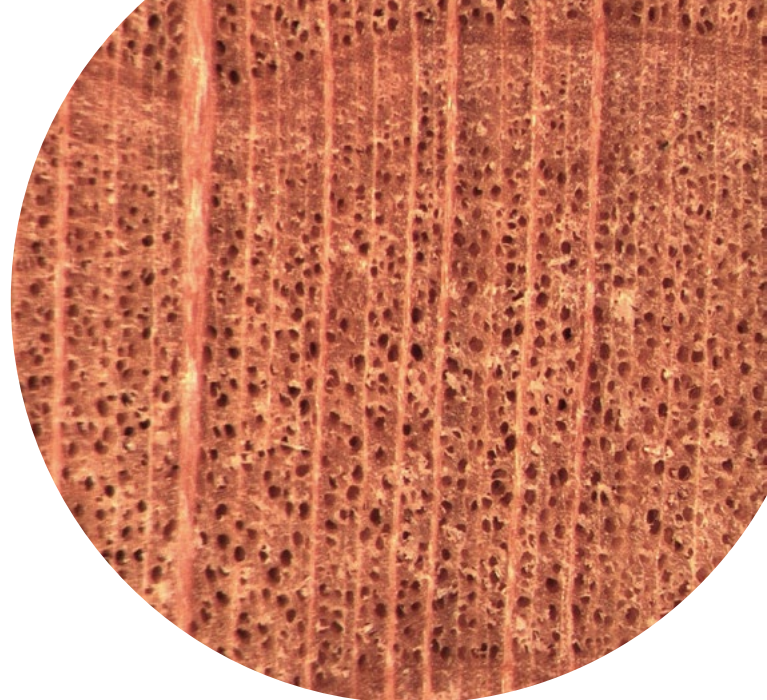
Color: Duramen y albura no diferenciados. De color blanco anaranjado a rosado.

Anillos de crecimiento: Diferenciados. La zona de madera temprana es mucho más ancha y de color más claro que la de madera tardía. Madera de porosidad difusa. Algunas veces se producen anillos porosos.

Vasos: Abundantes, de pequeño diámetro, generalmente reunidos en grupos de dos o tres unidades en la madera temprana y solitarios en la madera tardía. Madera de porosidad difusa. Algunas veces se producen anillos porosos.

Parénquima: Abundante, apotraqueal, distribuido en todo el anillo. También se distribuye en bandas o pequeños agregados dispersos. No visible.

Radios: En la sección transversal se pueden distinguir dos tipos de radios, unos finos, uniseriados y otros multiseriados, más anchos, formando espejuelos en la sección radial.



Fagus sylvatica (INIA985)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Fagus* spp.

Pruebas físicas y químicas: Prueba de saponificación positiva.

Genética: El genoma de esta especie ha sido secuenciado (Mishra *et al.* 2018; Mishra 2021) y hay al menos dos transcriptomas disponibles (Müller y col. 2017) y varios sets de datos provenientes de estudios de secuenciación masiva en el NCBI GeneBank (Clark y col 2016). Además, hay disponibles distintos marcadores moleculares (por ejemplo los microsatélites desarrollados por Pluess y col 2013), que están siendo empleados para el análisis genético de la especie. La reciente disponibilidad de la secuencia del genoma de su cloroplasto (Mader y col 2020) ha permitido desarrollar cuatro marcadores CAPS que permiten verificar la pertenencia de una muestra al género *Fagus*, pero no diferenciar entre sus especies.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Iroko

Chlorophora excelsa

Familia: *Moraceae*

Nombre científico: *Chlorophora excelsa* (Welw.) Benth. & Hook.f. (= *Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg, *Morus excelsa* Welw.), *Chlorophora regia* A.Chev. (= *Milicia regia* (A.Chev.) C.C.Berg).

Nombre comercial: Iroko, Teca africana, Kambala, African teak.

Distribución geográfica: África tropical y subtropical, desde Sierra Leona hasta Tanzania (*Chlorophora excelsa*). África oriental, desde Senegal hasta Ghana (*Chlorophora regia*).

Lista de especies CITES: No incluidas.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior y exterior. Construcción naval. Construcción de armar. Tornería.

Descripción de la madera

Densidad: 630-650-670 Kg/m³.

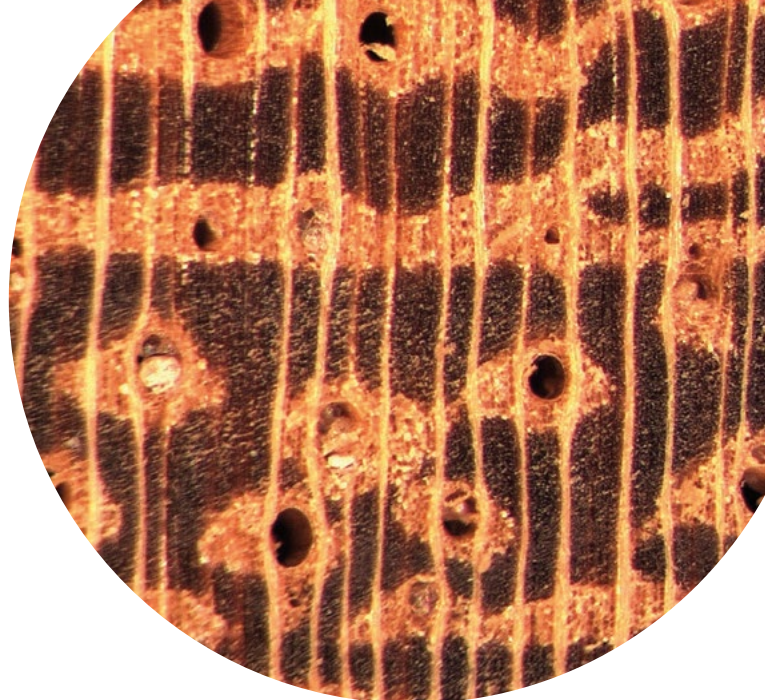
Color: Albura de color amarillo pálido o blanco amarillento y duramen marrón amarillento, adquiriendo un tono dorado cuando se expone a la luz. La madera al exterior adquiere un color blanco grisáceo.

Anillos de crecimiento: Diferenciados.

Vasos: Solitarios o en grupos radiales de 2 vasos, de amplio diámetro. Presencia de thyllos. Pueden contener depósitos blanquecinos. Madera en anillo difuso.

Parénquima: Paratraqueal aliforme confluyente. Parénquima marginal.

Radios: Finos, visibles con lupa.



Chlorophora excelsa (INIA579)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Chlorophora* spp.

Pruebas físicas y químicas: Extracto en etanol fluorescente (violeta azulado). Prueba de saponificación positiva.

Genética: Empleando estrategias de secuenciación masiva, Blanc-Jolivet y col (2017) han identificado en *Chlorophora excelsa* 77 marcadores moleculares de tipo SNP que podrían ser considerados como especialmente indicados para su implementación en sistemas de seguimiento de la madera (timber tracking), ya que podrían diferenciar grupos genéticos dentro del rango de distribución de la especie.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Lapacho/Ipé

Handroanthus heptaphyllus

Familia: *Bignoniaceae*

Nombre científico: *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Matos (= *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo, *Tabebuia ipe* (Mart. ex K.Schum.) Standl., *Tecoma ipe* Mart. ex K.Schum.), *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O.Grose (= *Tabebuia serratifolia* (Vahl) G.Nicholson, *Tecoma serratifolia* (Vahl) G.Don.).

Nombre comercial: Lapacho, Ipé.

Distribución geográfica: América Central y América del Sur. Desde Méjico hasta Sao Paulo (Brasil).

Lista de especies CITES: No incluidas.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior y exterior. Construcción naval. Carpintería de armar. Puentes. Tornería. Instrumentos musicales. Talla.

Descripción de la madera

Densidad: 800-1150 Kg/m³.

Color: Albura de color blanco amarillenta y duramen pardo aceituna o pardo oscuro. La madera puede presentar finas vetas pardas.

Anillos de crecimiento: Diferenciados.

Vasos: De pequeño diámetro. Distribuidos con un patrón no específico, en filas radiales cortas, en grupos de 2-3 vasos. Pueden estar rellenos de un depósito amarillo verdoso. Madera en anillo difuso.

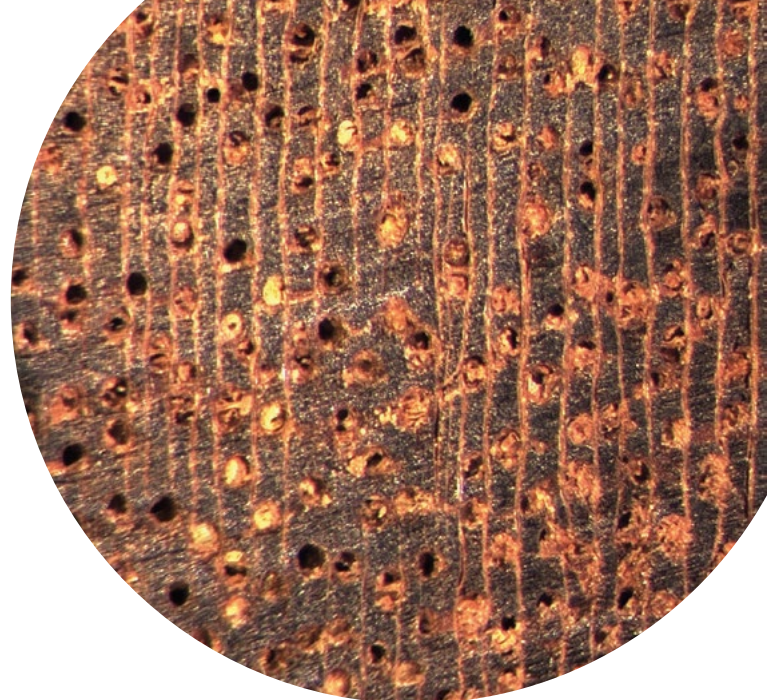
Parénquima: Bandas de parénquima marginales, finas.

Radios: Muy finos, distribuidos de forma estratificada.

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Handroanthus* spp.

Maderas similares: *Bulnesia* spp. (*Bulnesia arborea* (Jacq.) Engl., *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. (CITES II), *Guaicum* spp. (CITES II) y *Chlorocardium roiei* (R.H.Schomb.) Rohwer.



Tabebuia serratifolia (INIA2243)

Pruebas físicas y químicas: Pruebas de fluorescencia y saponificación negativas.

En *Bulnesia arborea* y *Bulnesia sarmientoi*: Extracto en etanol fluorescente (azul claro- violeta blanquecina).

En *Guaicum* spp.: Extracto en etanol fluorescente (débilmente morado).

En *Chlorocardium roiei*: Extracto en etanol fluorescente (amarillo -morado).

Genética: No hay mucha información genómica disponible para las especies de este género. Hasta hace muy poco tan sólo se disponía de los 21 marcadores nucleares de tipo microsatélite publicados por Braga y col. (2007) y más recientemente se han hecho públicas las secuencias de los genes más comúnmente utilizados para "DNA barcoding" (disponibles en el NCBI GeneBank (Clark y col 2016)). Acaba de ser publicado un estudio en el que se propone un set de 369 SNPs e indels para estudios poblacionales, filogeográficos y de identificación, aunque aún debe ser testado (Meyer-Sand y col 2018).

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Frondosa tropical

Okume

Aucoumea klaineana

Familia: Burseraceae

Nombre científico: *Aucoumea klaineana* Pierre.

Nombre comercial: Okume.

Distribución geográfica: África Central (Guinea Ecuatorial, Gabón, Camerún y República Democrática del Congo).

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior. Tableros contrachapados y alistonados. Embalajes. Barcos de recreo.

Descripción de la madera

Densidad: 310-410-540 Kg/m³.

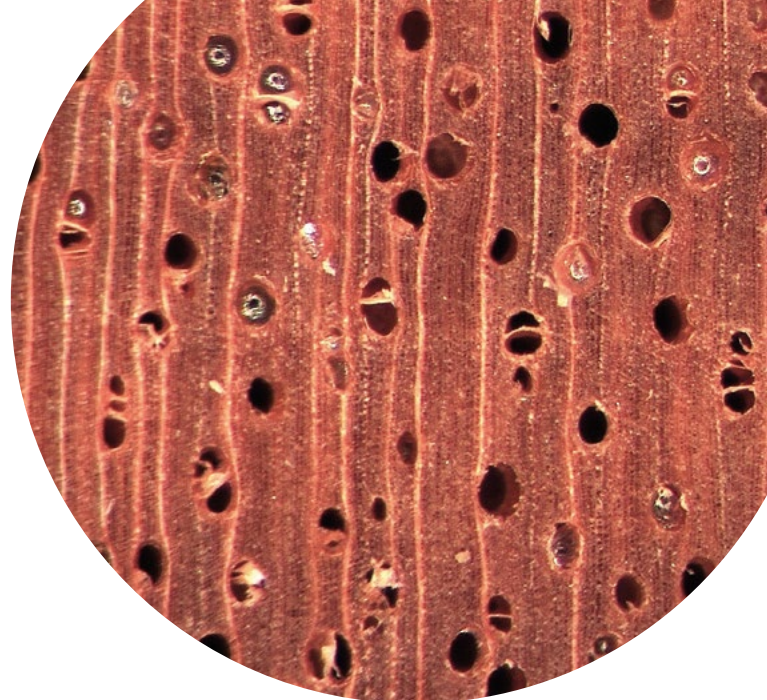
Color: Albura blanco grisácea y duramen marrón rojizo.

Anillos de crecimiento: Poco diferenciados.

Vasos: Distribuidos sin un patrón específico, normalmente en cortos grupos radiales de 2-3 vasos. Presencia de thyllos. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: Escaso, paratraqueal.

Radios: Finos y poco visibles.



Aucoumea klaineana (INIA273)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de especie, con precaución.

Pruebas físicas y químicas: información no disponible.

Genética: Born y col (2006) identificaron 19 marcadores microsatélite que han sido utilizados para estudiar la estructura de las poblaciones de la especie a lo largo de su rango de distribución (Born y col 2011). También están disponibles en el NCBI GeneBank (Clark y col 2016) las secuencias genéticas de varios de los "barcode genes" más comúnmente empleados para la diferenciación de especies.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Padouk/ Palo Rojo

Pterocarpus soyauxii

Familia: *Fabaceae*

Nombre científico: *Pterocarpus soyauxii* Taub., *Pterocarpus osun* Craib, *Pterocarpus tinctorius* Welw.

Nombre comercial: Palo rojo, Padouk de África, African Padouk.

Distribución geográfica: África Occidental Central y Tropical, desde Nigeria hasta Cabinda (Angola).

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior y exterior. Tornería. Instrumentos musicales.

Descripción de la madera

Densidad: 650-680-750 Kg/m³.

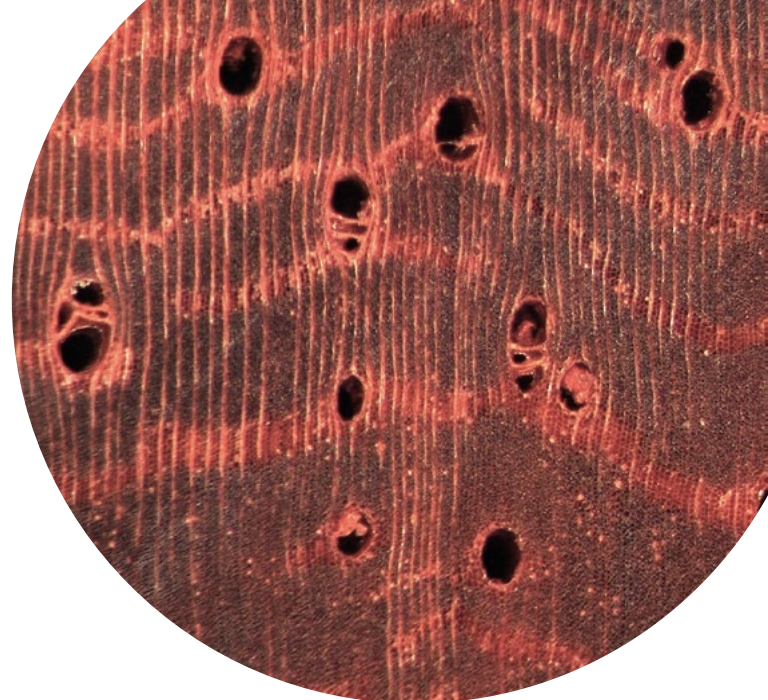
Color: Albura blanquecina y duramen rojizo o pardo malva oscuro.

Anillos de crecimiento: diferenciados dando veteados característicos.

Vasos: Distribuidos con un patrón no específico, solitarios o formando grupos radiales cortos de 2-3 vasos. Pueden presentar depósitos marrón anaranjados en el duramen. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: Bandas de parénquima no marginales. Apotraqueal difuso en agregados. Paratraqueal aliforme confluyente.

Radios: Finos y numerosos.



Pterocarpus soyauxii (INIA1920)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Pterocarpus* spp.

Maderas similares: Otros *Pterocarpus* spp. (*Pterocarpus santalinus* L.f., *Pterocarpus erinaceus* Poirét y *Pterocarpus tinctorius* Welw. CITES II) y algunas especies del género *Dalbergia* spp. (CITES I y CITES II).

Pruebas físicas y químicas: Extracto en etanol fluorescente (azul-verde débil). Prueba de saponificación positiva.

En *Pterocarpus* spp. y *Dalbergia* spp.: Ver Anexo I.

Genética: En el NCBI GeneBank (Clark y col 2016) están disponibles las secuencias genéticas de varios de los "barcode genes" más comúnmente empleados para la diferenciación de especies. Además, existen al menos ocho marcadores microsatélite para análisis genético (Muller y col. 2006).

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Paraíso

Melia azedarach

Familia: Meliaceae

Nombre científico: *Melia azedarach* L. (= *Melia florida* Salisb.)

Nombres comerciales: Paraíso, Melia, Cinamomo, Acedaraque, Lila, Árbol de los rosarios, Persian lilac, Chinaberry.

Distribución geográfica: India, Pakistán, Sri Lanka, Myanmar, Tailandia, Laos, Vietnam, Camboya, Indonesia y Malasia. Plantaciones en Asia y Sudamérica.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Carpintería interior y exterior. Chapas para recubrimientos decorativos. Mobiliario. Carpintería de armar. Postes. Herramientas agrícolas. Artesanía. Fabricación de rosarios.

Descripción de la madera

Densidad: 500-650 Kg/m³.

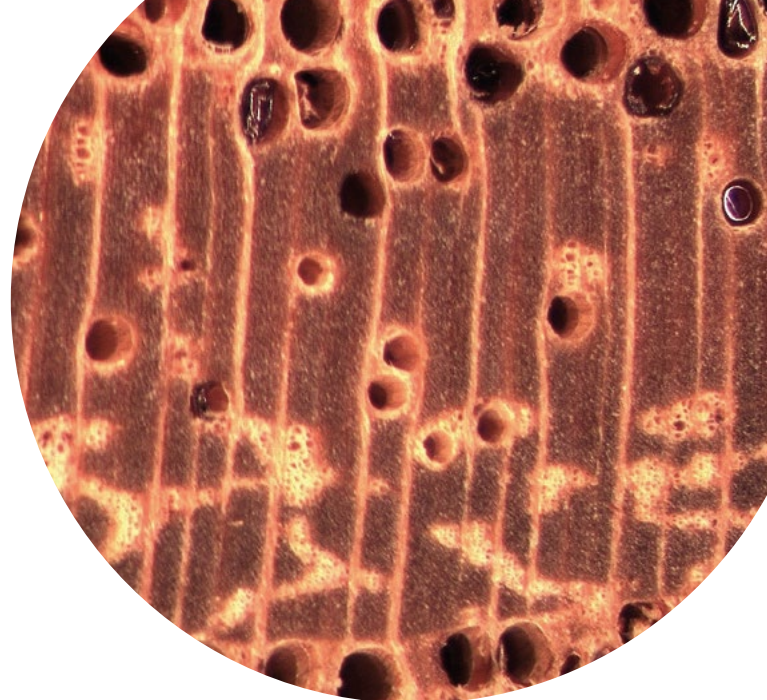
Color: Albura de color amarillo claro blanquecino y duramen de color marrón rosado claro.

Anillos de crecimiento: Diferenciados.

Vasos: De diámetro mayor en la madera temprana. Dispuestos en cadenas oblicuas y/o radiales o con patrón no específico, agrupados (generalmente en grupos de dos o tres vasos). Con depósitos marrón rojizos en los vasos de madera temprana del duramen. Madera de anillo poroso.

Parénquima: Apotraqueal difuso y paratraqueal vasicéntrico.

Radios: Multiseriados, visibles en la sección transversal.



Melia azedarach (INIA1345)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de especie.

Pruebas físicas y químicas: información no disponible.

Genética: En el NCBI GeneBank (Clark y col 2016) hay 17 Gigabases de secuencias procedentes de tres análisis transcriptómicos en *Melia azedarach*, así como las secuencias de varias de varios de los "barcode genes" más comúnmente empleados para la diferenciación de especies. También hay disponibles al menos 43 marcadores microsatélite que han sido empleados para estudiar la diversidad genética y la estructura poblacional existente en esta especie (Thakur y col. 2017).

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Pino Laricio

Pinus nigra

Familia: *Pinaceae*

Nombre científico: *Pinus nigra* J.F.Arnold.

Nombres comerciales: Pino laricio, Pino salgareño, Pino negral, Pino albar, Laricio pine, Black pine.

Distribución geográfica: España (centro y mitad oriental), sureste de Francia, Córcega, Sicilia, Italia, Austria, países balcánicos, Península de Crimea, Cáucaso, Anatolia, Chipre y norte de Marruecos. Plantaciones en el suroeste de Francia, Grecia, países del Adriático, Reino Unido, Bélgica, suroeste de Australia, Nueva Zelanda, Sudamérica, Sudáfrica.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Carpintería interior y exterior. Chapas decorativas. Carpintería de armar, interior y semiexterior. Puntales. Encofrados.

Descripción de la madera

Densidad: 510-580-5650 Kg/m³.

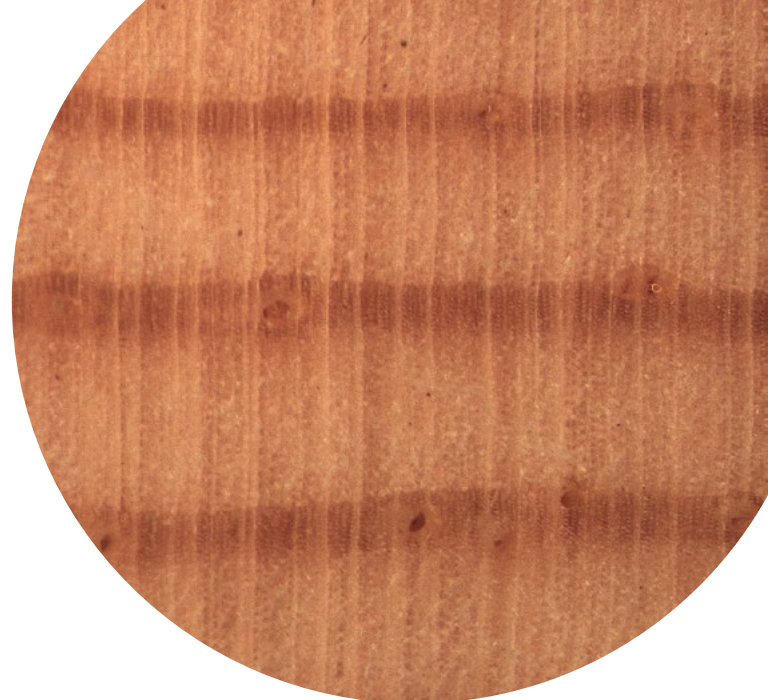
Color: Albura de color blanco amarillento y duramen de color rojo pálido.

Anillos de crecimiento: Diferenciados. Transición abrupta entre madera tardía y madera temprana.

Canales resiníferos: Presentes. Numerosos.

Parénquima: Ausente o escaso.

Otros: Presencia de numerosas vetas en la cara radial y tangencial. Tiene un fuerte olor a resina.



Pinus nigra (INIA1664)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de grupo "*Pinus sylvestris*/*Pinus nigra*".

Genética: Hasta que en 2017, Giovannelli y col identificaron 14 microsatélites nucleares, para el análisis genético de esta especie únicamente se disponía de 10 microsatélites cloroplásticos (Afzal-Rafii 2006). Recientemente, se ha propuesto que el análisis de la secuencia del barcode gen *ycf1* podría diferenciar *P. nigra* de *P. sylvestris* (Olsson y col. 2018).

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos NIR que permitan la identificación por esta técnica. Usando la técnica FTIR-ATR existe un modelo (Traoré y col. 2018a) para la discriminación entre *P. sylvestris* y *P. nigra*.



Pino Pinaster

Pinus pinaster

Familia: *Pinaceae*

Nombre científico: *Pinus pinaster* Aiton. *Pinus pinaster* subsp. *atlantica*. *Pinus pinaster* subsp. *mesogeensis*.

Nombres comerciales: Pino marítimo, Pino gallego, Pino landas, Pino negral, Pino ródano, Pino rubial, Maritime pine.

Distribución geográfica: Península Ibérica, sur de Francia, oeste de Italia, islas del Mediterráneo occidental, norte de Marruecos, Argelia y Túnez. En la Península Ibérica existen dos subespecies, la subsp. *atlantica* (pino gallego) y la subsp. *mesogeensis* (pino negral). Plantaciones en el suroeste de Francia, Grecia, países del Adriático, Reino Unido, Bélgica, suroeste de Australia, Nueva Zelanda, Sudamérica y Sudáfrica.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Tableros contrachapados. Carpintería de armar de interior. Madera laminada. Chapas decorativas. Carpintería de huecos y revestimientos de interior. Paletas. Envases y embalajes. Tableros alistonados. Encofrados, puntales.

Descripción de la madera

Densidad: 500-520-540 Kg/m³.

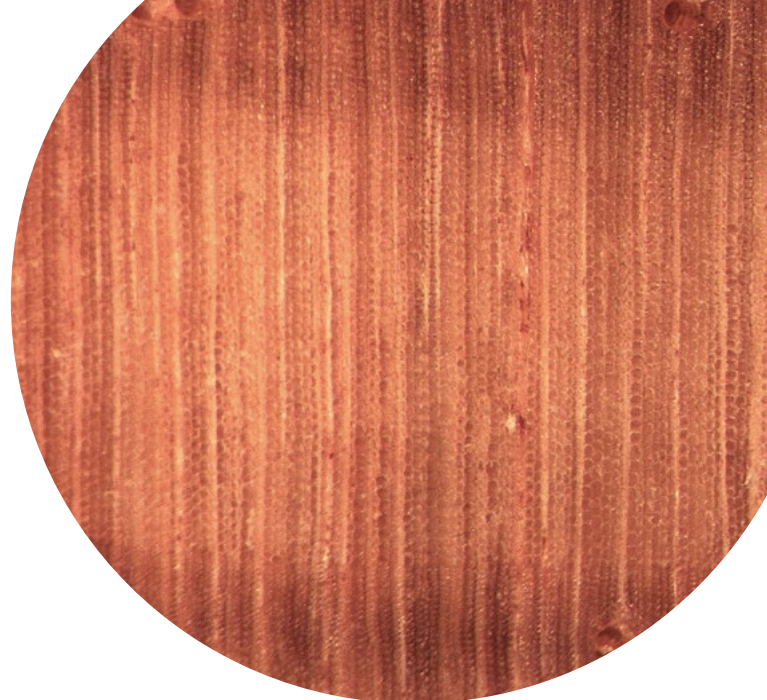
Color: Albura blanco amarillenta y duramen amarillo naranja al rojo asalmonado.

Anillos de crecimiento: Diferenciados. Transición abrupta entre madera temprana y madera tardía.

Canales resiníferos: Presentes, numerosos.

Parénquima: Ausente o escaso.

Otros: Presencia de numerosos nudos y bolsas de resina.



Pinus pinaster (INIA1677)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de grupo "*Pinus radiata*/*Pinus pinaster*".

Genética: El genoma de esta especie está siendo secuenciado en la actualidad y ya hay disponible una gran cantidad de información incluyendo marcadores moleculares de tipo microsatélite y SNP. Unger y col (2016), empleando microsatélites, identificaron una serie de alelos que podría discriminar individuos de *P. sylvestris* de individuos de *P. pinaster*.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Pino Radiata

Pinus radiata

Familia: *Pinaceae*

Nombre científico: *Pinus radiata* D.Don (= *Pinus insignis* var. *radiata* (D.Don) Lemmon).

Nombres comerciales: Pino radiata, Pino insignis, Pino de Monterrey, Radiata pine, Monterey pine, Insignis pine.

Distribución geográfica: Estados Unidos (costa de California). Plantaciones en el suroeste de Europa, Nueva Zelanda, suroeste de Australia, Chile, Brasil y Sudáfrica.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Carpintería interior. Carpintería de armar. Mobiliario de interior. Madera laminada encolada. Tableros contrachapados. Tableros alistonados. Envases y embalajes.

Descripción de la madera

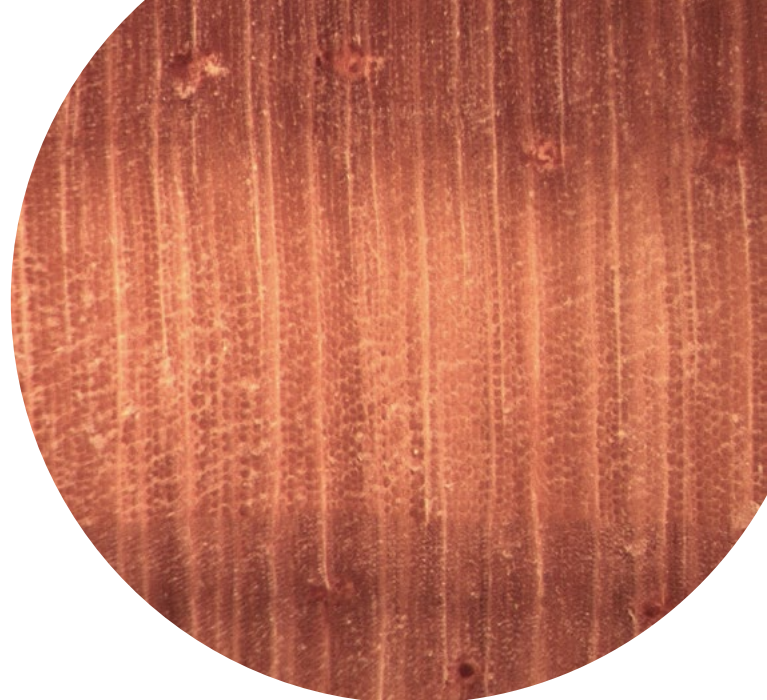
Densidad: 500 Kg/m³.

Color: Albura de color blanco amarillento y duramen de color pardo amarillento o pardo marrón.

Anillos de crecimiento: Diferenciados. De gran espesor.

Canales resiníferos: Presentes.

Parénquima: Ausente o escaso.



Pinus radiata (INIA1686)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de grupo "*Pinus radiata*/*Pinus pinaster*".

Genética: Para esta especie hay disponible una gran cantidad de información incluyendo marcadores moleculares de tipo microsatélite y SNP. Reciente se ha desarrollado un set de sondas para captura de exomas que permite identificar más de 60.000 SNPs (Telfer *et al* 2019). Además, Solano y col. (2016) emplearon con éxito algunos de los "genes de etiquetado" más comúnmente empleados para la identificación de especies ("barcode genes") para diferenciar orígenes en arboles procedentes de distintas regiones de Chile.

Espectrométrica: Solo hay constancia de la existencia de modelos NIR que permiten la Discriminación entre *P. radiata*, *P. elliottii* y *P. caribea* (Meder y col. 2014).



Pino Silvestre

Pinus sylvestris

Familia: *Pinaceae*

Nombre científico: *Pinus sylvestris* L. (= *Pinus borealis* Salisb.).

Nombres comerciales: Pino silvestre, Pino Valsain. Pino Soria, Pino Albar, Pino rojo, Pino Flandes, Pino Norte, Pino Riga, Pino Nórdico, Pino Suecia, Pino Ruso, Scots pine.

Distribución geográfica: Norte de Asia y Europa. España (Pirineos, Cordillera Ibérica, Cordillera Central), Escocia, Noruega, Suecia, Finlandia, Alpes marítimos en Francia y Rusia. Plantaciones en Estados Unidos (sobre todo en los estados centrales).

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Tableros contrachapados. Carpintería interior y exterior. Mobiliario y ebanistería. Carpintería de armar. Madera laminada. Postes. Cercas. Puntales. Encofrados.

Descripción de la madera

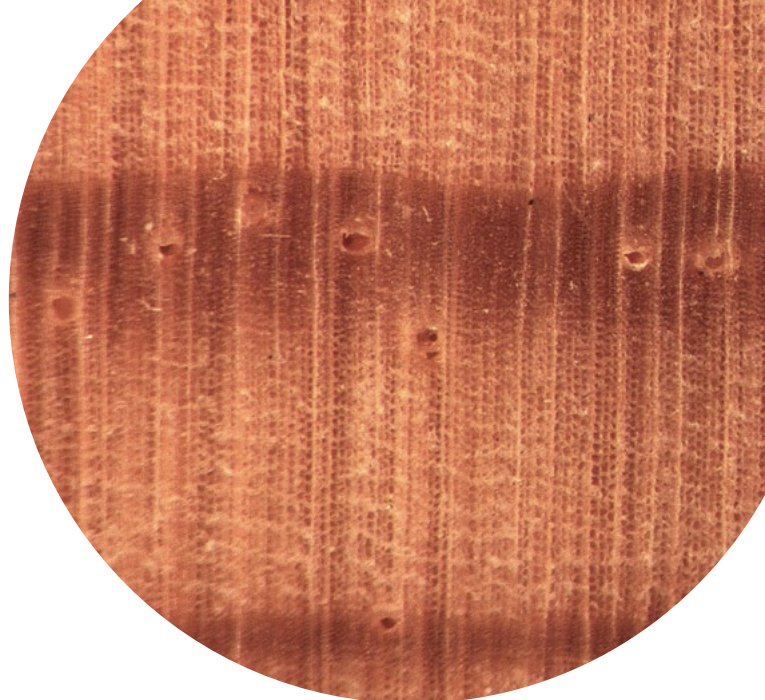
Densidad: 500-520-540 Kg/m³.

Color: Albura de color amarillo pálido y duramen de color rojizo.

Anillos de crecimiento: Diferenciados. Transición abrupta entre madera temprana y madera tardía.

Canales resiníferos: Presentes.

Parénquima: Ausente o escaso.



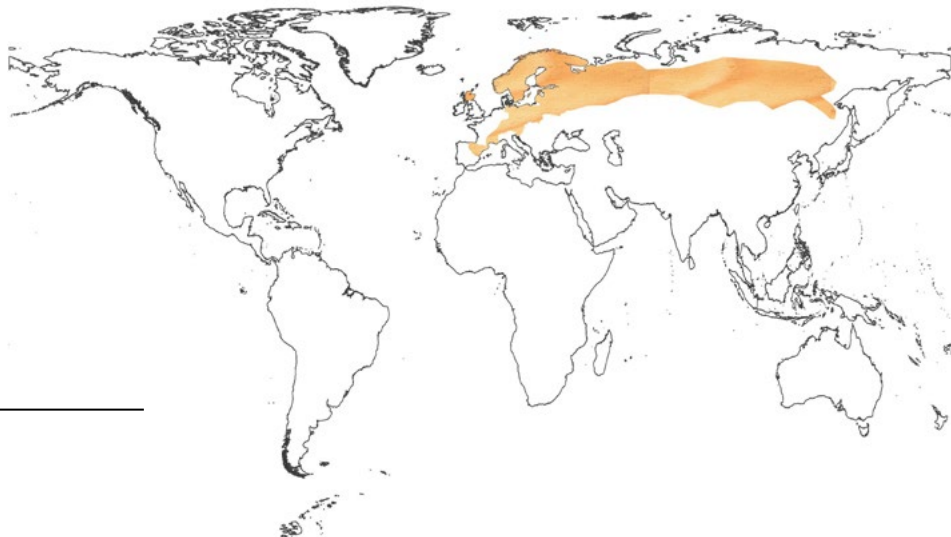
Pinus sylvestris (INIA1696)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de grupo "*Pinus sylvestris*/*Pinus nigra*".

Genética: Su genoma está en secuenciación. Existen marcadores moleculares de tipo microsatélite y SNP. Se ha propuesto el análisis de la secuencia del barcode gen *ycf1* para diferenciar *P. nigra* de *P. sylvestris* (Olsson y col. 2018).

Espectrométrica: Existen modelos NIR para la discriminación entre *Pinus densiflora* y *Pinus sylvestris* (Hwang y col. 2016) así como para la identificación de especie (Dou y col. 2016; Tan y col. 2017). Usando FTIR-ATR existe un modelo (Traoré y col. 2018a) para la discriminación entre *P. sylvestris* y *P. nigra*.



Roble Blanco Americano

Quercus alba

Familia: *Fagaceae*

Nombre científico: *Quercus alba* L., *Quercus bicolor* Willd. (= *Quercus platanoides* (Lam.) Sudw.), *Quercus michauxii* Nutt. (= *Quercus prinus* L.), *Quercus lyrata* Walter (= *Quercus bicolor* var. *lyrata* (Walter) Dippel).

Nombre comercial: Roble blanco americano, White oak.

Distribución geográfica: Este de Estados Unidos y Sureste de Canadá.

Lista de especies CITES: No incluidas.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior. Carpintería de armar. Mangos de herramientas. Tornería. Instrumentos musicales.

Descripción de la madera

Densidad: 670-730-770 Kg/m³.

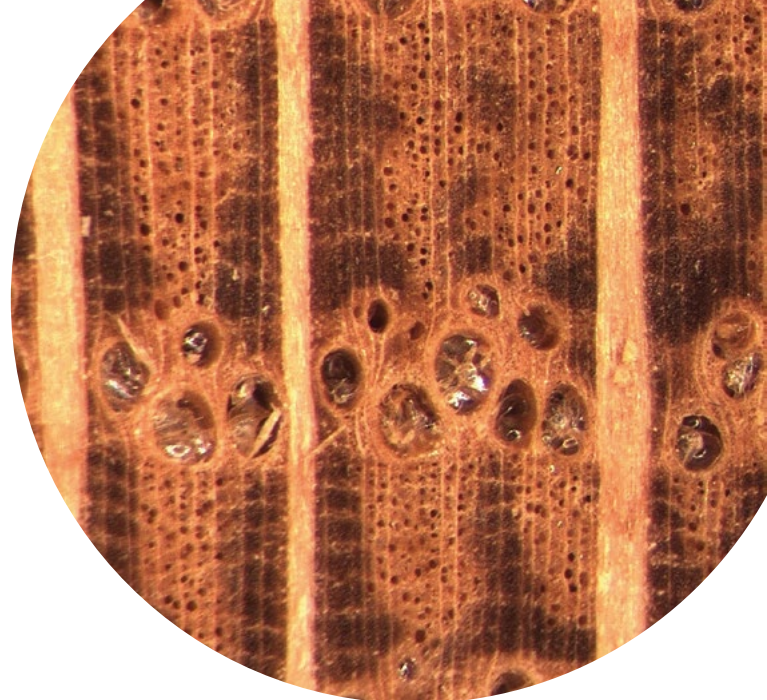
Color: Albura de color crema y duramen marrón claro.

Anillos de crecimiento: Diferenciados.

Vasos: De gran diámetro en la madera temprana, visibles, dispuestos en bandas concéntricas de dos o tres vasos. En la madera tardía, presentan un diámetro mucho menor, formando grupos en disposición diagonal/radial, que van desde los vasos de primavera hasta el límite terminal del anillo. Madera de anillo poroso.

Parénquima: Paratraqueal y metatraqueal difuso. Visible con lupa.

Radios: Dos clase de radios fácilmente diferenciables: multiseriados, muy anchos (de mayor tamaño que los del roble rojo americano) y uniseriados (finos y más numerosos). En la sección radial se observan espejuelos característicos.



Quercus alba (INIA1951)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de grupo de "robles blancos".

Maderas similares: a este grupo pertenece la especie *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. (CITES III).

Pruebas físicas y químicas: Información no disponible. En *Quercus mongolica*: Prueba de saponificación positiva.

Genética: Fitzek E. y col (2018) han desarrollado un sistema para la identificación de especies e híbridos de DNA basado en el genotipado de 80 marcadores SNP (*Q. michauxii*, *Q. montana*, *Q. muehlenbergii*/*Q. prinoides*, *Q. stellata*, *Q. alba* y *Q. macrocarpa*), y su utilidad ha sido discutida en Hipp y col (2019). Además, desde 2016 está disponible una primera versión de la secuencia completa del genoma de *Q. lobata* (Sork y col. 2016).

Espectrométrica: Existe un modelo (Adedipe y col. 2008) para la distinción entre *Quercus rubra* y *Quercus alba*.



Roble Europeo

Quercus robur

Familia: *Fagaceae*

Nombre científico: *Quercus robur* L. (*Quercus longaeva* Salisb.), *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. (= *Quercus robur* var. *petraea* Matt.).

Nombre comercial: Roble europeo, Roble blanco europeo, Roble común, English oak, Pedunculate oak (*Q. robur*). Roble albar, Cornish oak, Sessile oak, Welsh oak (*Q. petraea*).

Distribución geográfica: Europa, desde Noruega (norte) a Sicilia (sur) y desde Irlanda (oeste) hasta Los Urales (este). Norte de España. Norte de África y Asia Menor.

Lista de especies CITES: No incluidas.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Carpintería interior y exterior. Mobiliario y ebanistería. Carpintería de armar. Construcción naval. Tablero alistonado. Toneles. Traviesas.

Descripción de la madera

Densidad: 670-710-760 Kg/m³.

Color: Duramen de color pardo amarillento claro. Albura más clara que el duramen.

Anillos de crecimiento: diferenciados.

Vasos: De gran diámetro en la madera temprana, visibles, dispuestos en bandas concéntricas de dos o tres vasos. En la madera tardía, presentan un diámetro mucho menor, formando grupos en disposición diagonal/radial, que van desde los vasos de primavera hasta el límite terminal del anillo. Madera de anillo poroso.

Parénquima: Paratraqueal y metatraqueal difuso. Visible con lupa.

Radios: Dos clase de radios fácilmente diferenciables: multiseriados, muy anchos y uniseriados (finos y más numerosos). En la sección radial se observan espejuelos característicos.

Otros: Presenta un olor tánico bastante fuerte.



Quercus robur (INIA1998)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de grupo de "robles blancos".

Maderas similares: a este grupo pertenece la especie *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. (CITES III).

Pruebas físicas y químicas: Información no disponible. En *Quercus mongolica*: Prueba de saponificación positiva.

Genética: Durand y col (2010) identificaron 283 microsatélites para análisis genético en especies de roble blanco a partir de bibliotecas de ESTs de *Q. robur* y *Q. petraea*. Más recientemente, Lang y col (2018) han identificado un catálogo de 14.500 SNPs que han sido empleados para estudiar los patrones de introgresión entre *Q. robur* y *Q. petraea*.

Espectrométrica: Existe un modelo (Traoré y col., 2018b) para la discriminación entre diferentes robles blancos de procedencia española por técnicas FTIR.



Roble Rojo Americano

Quercus rubra

Familia: *Fagaceae*

Nombre científico: *Quercus rubra* L. (= *Quercus borealis* F.Michx.), *Quercus shumardii* Buckley, *Quercus falcata* Michx.

Nombre comercial: Roble rojo americano, American red oak.

Distribución geográfica: Estados Unidos y Canadá.

Lista de especies CITES: No incluidas.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Carpintería interior. Tablero alistonado. Muebles rústicos de interior.

Descripción de la madera

Densidad: 650-700-790 Kg/m³.

Color: La albura varía del gris claro al rojo pálido y el duramen varía del rosáceo al rojo pálido o marrón claro.

Anillos de crecimiento: Diferenciados.

Vasos: De gran diámetro en la madera temprana, visibles, dispuestos en bandas concéntricas de dos o tres vasos. En la madera tardía, presentan un diámetro mucho menor, formando grupos en disposición diagonal/radial, que van desde los vasos de primavera hasta el límite terminal del anillo. Madera de anillo poroso.

Parénquima: Paratraqueal y metatraqueal difuso. Visible con lupa.

Radios: Dos clase de radios fácilmente diferenciables: multiseriados, muy anchos y uniseriados (finos y más numerosos). En la sección radial se observan espejuelos característicos.



Quercus rubra (INIA1999)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de grupo de “robles rojos”.

Pruebas físicas y químicas: Información no disponible.

Genética: Aunque la secuencia genómica nuclear del roble rojo americano no está disponible aún, sí que lo está la del cloroplasto (*Q. rubra*; Alexander y col. 2014), así como más de 100 marcadores nucleares de tipo microsatélite (Konar y col. 2017), con muchos de los cuales ha sido posible su amplificación en varias especies cercanas. Algunos de los 20 microsatélites identificados recientemente por Müller y col. (2018) han podido ser transferidos no sólo a especies de *Quercus* cercanas, sino incluso al haya común (*Fagus sylvatica*).

Espectrométrica: Existe un modelo (Adedipe y col. 2008) para la distinción entre *Quercus rubra* y *Quercus alba*.



Frondosa tropical

Samba

Triplochiton scleroxylon

Familia: Sterculiaceae

Nombre científico: *Triplochiton scleroxylon* K.Schum.
(=*Samba scleroxylon* (K. Schum.) Roberty).

Nombre comercial: Samba, Ayous, Obeche.

Distribución geográfica: África occidental y central, desde Guinea Ecuatorial hasta Camerún. Plantaciones en países de África occidental y central, incluidos Nigeria y Ghana. También fuera de su área de distribución natural como en Costa de Marfil y en la República Democrática del Congo.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Mobiliario de interior. Carpintería interior. Tablero contrachapado. Embalaje. Marcos de cuadros.

Descripción de la madera

Densidad: 250-350-550 Kg/m³.

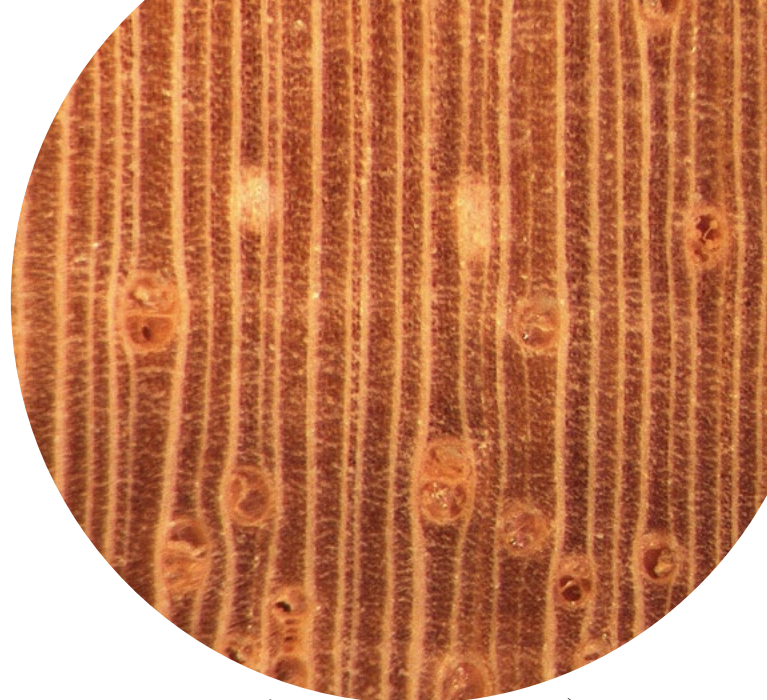
Color: Madera blanco amarillento. La albura y el duramen apenas se distinguen.

Anillos de crecimiento: diferenciados.

Vasos: Normalmente en grupos cortos radiales de 2-3 vasos. Thyllos presentes. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: Apotraqueal difuso en agregados. Paratraqueal escaso o vasicéntrico.

Radios: Finos y poco visibles.



Triplochiton scleroxylon (INIA2353)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de especie.

Pruebas físicas y químicas: Información no disponible.

Genética: Jardine y col. identificaron en 2016 un total de 182 marcadores de tipo SNP para esta especie; Collins y col. determinaron en 2016 que la tasa de éxito en la transferencia de microsatélites desde otras especies cercanas del orden de las Sapindales a ésta era muy baja.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Frondosa tropical

Sapelli

Entandrophragma cylindricum

Familia: *Meliaceae*

Nombre científico: *Entandrophragma cylindricum* Sprague (= *Pseudocedrela cylindrica* Sprague).

Nombre comercial: Sapelli, Abebay, Caoba de Guinea, Sapele.

Distribución geográfica: África Occidental, Central y Oriental, desde Costa de Marfil hasta Uganda.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior y exterior. Tornería.

Descripción de la madera

Densidad: 490-620-720 Kg/m³.

Color: Albura gris blanquecina o crema y duramen pardo rojizo, tomando un tono violáceo al ser expuesto a la luz.

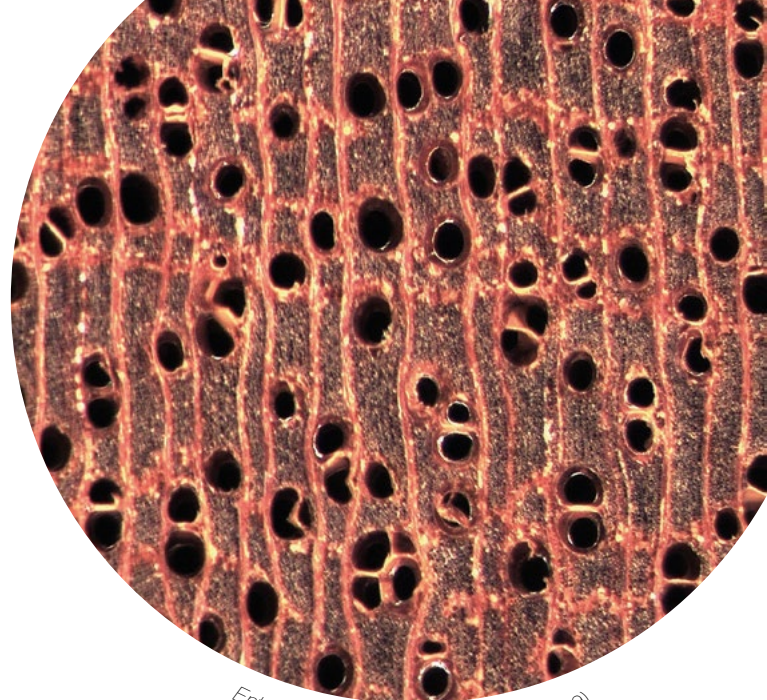
Anillos de crecimiento: Diferenciados.

Vasos: Agrupados, generalmente en grupos radiales cortos, de 2-3 vasos. Presencia de depósitos marrón rojizos. Madera de porosidad difusa.

Parénquima: Bandas de parénquima marginales. Parénquima apotraqueal difuso en agregados.

Radios: Finos, con forma ondulada, distribuidos de forma escalonada.

Otros: Olor característico. En ocasiones puede exudar resina.



Entandrophragma cylindricum (INIA889)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de especie (con precaución).

Maderas similares: *Swietenia* spp. (CITES II).

Pruebas físicas y químicas: Extracto en etanol fluorescente (amarillo tenue). Prueba de saponificación positiva. En *Swietenia* spp.: Ver ficha CAOBA.

Genética: Publicada la secuencia completa del cloroplasto de *Entandrophragma cylindricum* (Mader 2018) y comparada con las de otras 3 especies de la familia *Meliaceae* (*Cedrela odorata*, *Khaya senegalensis*, *Carapa guianensis*). El estudio identifica una serie de SNPs que podrían ser utilizados para la caracterización genética de especies en esta familia. Blanc-Jolivet (2018) identifican otros 131 SNPs de utilidad para estudios de trazabilidad en esta especie.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Teca

Tectona grandis

Familia: *Lamiaceae*

Nombre científico: *Tectona grandis* L. f. (= *Theka grandis* (L.f.) Lam).

Nombre comercial: Teca, Teak.

Distribución geográfica: India, Myanmar, Tailandia, Indochina (especialmente en Java) y Malasia. Plantaciones en Islas Filipinas, África, Guyana Británica, Puerto Rico, Cuba, Haití, Jamaica, Trinidad, Honduras, Camboya, Laos, Vietnam y América Latina.

Lista de especies CITES: No incluida.

Aplicaciones: Chapas decorativas. Mobiliario y ebanistería. Carpintería interior y exterior. Construcción naval. Puentes. Tornería. Tonelería. Postes.

Descripción de la madera

Densidad: 650-680-750 Kg/m³.

Color: La albura varía del blanco amarillo al gris claro y el duramen varía del marrón amarillo al marrón oscuro, que se oscurece y presenta reflejos rojizos al quedar expuesta a la luz.

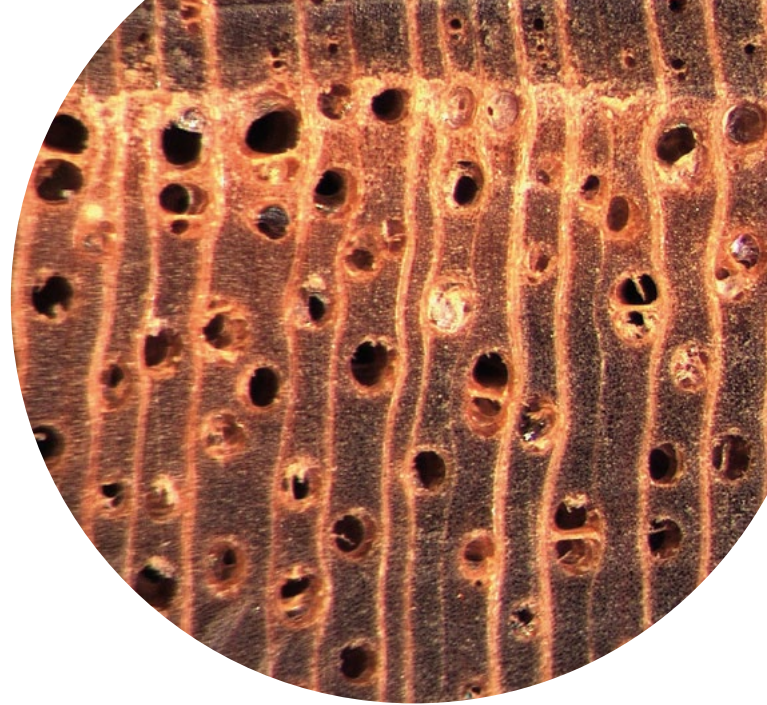
Anillos de crecimiento: Diferenciados.

Vasos: grandes en la madera temprana, solitarios o en grupos radiales de dos o tres vasos. En la madera tardía son más pequeños, no tan numerosos, distribuidos uniformemente. Presencia de thyllos.

Parénquima: Paratraqueal vasicéntrico.

Radios: Visibles en la sección transversal.

Otros: Recién cortada tiene un fuerte olor a cuero viejo que desaparece al secarse. Tacto aceitoso.



Tectona grandis (INIA2275)

Técnicas de identificación

Anatómica: Posible a nivel de género *Tectona* spp.

Pruebas físicas y químicas: Información no disponible.

Genética: Hasta la fecha se han empleado marcadores microsatélite nucleares (Alcántara y col. 2013) y SNPs cloroplásticos (Win y col. 2015), y marcadores ISSR (Chimello y col. 2017) para estudiar la distribución y diversidad genética en la especie. Recientemente, Yasodha y col. (2018) acaban de publicar la primera versión del genoma de *Tectona grandis*, lo que ha permitido predecir in silico 16.252 microsatélites polimórficos.

Espectrométrica: No hay constancia de la existencia de modelos que permitan la identificación por esta técnica.



Bibliografía



Adedipe, O.E.; Dawson-Andoh, B.; Slahor, J.; Osborn, L. (2008) Classification of Red Oak (*Quercus Rubra*) and White Oak (*Quercus Alba*) Wood Using a near Infrared Spectrometer and Soft Independent Modelling of Class Analogies. J. Near Infrared Spectrosc. Vol. 16, Issue 1, pp. 49-57 16, 49–57. <https://www.osapublishing.org/jnirs/abstract.cfm?URI=jnirs-16-1-49>

Afzal-Rafii, Z. & Dodd, R.S. (2007) Chloroplast DNA supports a hypothesis of glacial refugia over postglacial recolonization in disjunct populations of black pine (*Pinus nigra*) in western Europe. Molecular Ecology. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2006.03183.x>

Akinagbe, A.; Gailing, O.; Finkeldey, R.; Lawal, A. (2019) Towards conservation of genetic variation of tropical tree species with differing successional status: The case of *Mansonia altissima* A. Chev and *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. Trop Conserv Sci <https://doi.org/10.1177/1940082919864267>

Alcântara, B.K. & Veasey, E.A. (2013) Genetic diversity of teak (*Tectona grandis* L.F.) from different provenances using microsatellite markers. Revista Árvore. <https://doi.org/10.1590/s0100-67622013000400018>

Alexander, L.W. & Woeste, K.E. (2014) Pyrosequencing of the northern red oak (*Quercus rubra* L.) chloroplast genome reveals high quality polymorphisms for population management. Tree Genetics and Genomes. <https://doi.org/10.1007/s11295-013-0681-1>

Almeida, K.C. (2016) Identificação de madeiras nativas por DNA Barcode. Tese. http://r1.ufrj.br/wp/ppgcaf/wp-content/uploads/TESE%20KELLY%20CARLA%20ALMEIDA%20DE%20SOUZA%20BORGES%2013_07_2016.pdf

Arévalo, R.; Ebanyenle, E.; Asi Ebeheakey, A.; Abban Bonsu, K.; Lambog, O.; Soares, R.; WiedenhoeftField, A.C. (2020) Identification Manual for Ghanaian Timbers. Forest Products Laboratory. United States Department of Agriculture.

Asociación Española del comercio e industria de la madera (AEIM). Fichas de maderas. <http://www.aeim.org/index.php/maderas-comerciales/>

Bergo, M.C.J.; Pastore, T.C.M.; Coradin, V.T.R.; Wiedenhoeft, A.C.; Braga, J.W.B. (2016) NIRS identification of *Swietenia macrophylla* is robust across specimens from 27 countries. IAWA J. 37(3):420–430. <https://doi.org/10.1163/22941932-20160144>

Blanc-Jolivet, C.; Kersten, B.; Bourland, N.; Guichoux, E.; Delcamp, A.; Doucet, J-L.; Degen, B. (2018) Development of nuclear SNP markers for the timber tracking of the African tree species Sapelli, *Entandrophragma cylindricum*. Conserv Genet Resour 10:539–541. <http://link.springer.com/10.1007/s12686-017-0872-4>

Blanc-Jolivet, C.; Kersten, B.; Daïnou, K.; Hardy, O.; Guichoux, E.; Delcamp, A. & Degen, B. (2017) Development of nuclear SNP markers for genetic tracking of Iroko, *Milicia excelsa* and *Milicia regia*. Conservation Genetics Resources. <https://doi.org/10.1007/s12686-017-0716-2>

Born, C.; Alvarez, N.; McKey, D.; Ossari, S.; Wickings, E.J.; Hossaert-McKey, M.; Chevallier, M.H. (2011) Insights into the biogeographical history of the Lower Guinea Forest Domain: Evidence for the role of refugia in the intraspecific differentiation of *Aucoumea klaineana*. Mol Ecol

Born, C.; Vignes, H.; Muloko, N.; Wickings, E.J.; Hossaert-McKey, M.; Chevallier, M.H. (2006) Isolation and characterization of polymorphic microsatellite loci from *Aucoumea klaineana* Pierre (*Burseraceae*), a tropical rainforest tree of Central Africa. Mol Ecol Notes 6:1054–1056. <https://doi.wiley.com/10.1111/j.1471-8286.2006.01431.x>

- Braga, A.C.; Reis, A.M.M.; Leoi, L.T.; Pereira, R.W.; Collevatti, R.G. (2006) Development and characterization of microsatellite markers for the tropical tree species *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae). *Mol Ecol Notes* 7:53–56. <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1471-8286.2006.01521.x>
- Braga, J.W.B.; Pastore, T.C.M.; Coradin, V.T.R.; Camargos, J.A.A. & da Silva, A.R. (2011) The use of near infrared spectroscopy to identify solid wood specimens of *Swietenia macrophylla* (CITES Appendix II). *IAWA J.* 32: 285–296. <https://doi.org/10.1163/22941932-90000058>
- Brondani, R.P.V.; Gaiotto, F.A.; Missiaggia, A.A.; Kirst, M.; Gribel, R. & Grattapaglia, D. (2003) Microsatellite markers for *Ceiba pentandra* (Bombacaceae), an endangered tree species of the Amazon forest. *Molecular Ecology Notes*. <https://doi.org/10.1046/j.1471-8286.2003.00389.x>
- Castillo, R.; Otto, M.; Freer, J.; Valenzuela, S. et al. (2008) Multivariate strategies for classification of *Eucalyptus globulus* genotypes using carbohydrates content and NIR spectra for evaluation of their cold resistance. *J. Chemom.* 22, 268–280. <https://doi.org/10.1002/cem.1126>
- Ceballos, L. & Ruiz de la Torre, J. (1979) Árboles y arbustos de la España peninsular. E.T.S.I.M. 512 pp. Madrid.
- Chimello, A.M.; Jesus, J.G.; Teodoro, P.E.; Rossi, A.A.B.; Araújo, K.L.; Marostega, T.N.; ... Barelli, M.A.A. (2017) Morphological descriptors and ISSR molecular markers in the evaluation of genetic variability of *Tectona grandis* genotypes. *Genetics and Molecular Research*. <https://doi.org/10.4238/gmr16029665>
- Clark, K.; Karsch-Mizrachi, I.; Lipman, D.J.; Ostell, J.; Sayers, E.W. (2016) GenBank. *Nucleic Acids Res.* 44(D1):D67-72 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide?cmd=search>
- Coronado, E.H.; Jolivet, C.B.; Mader, M.; García-Dávila, C.; Aldana Gomero, D. et al. (2020) SNP Markers as a successful molecular tool for assessing species identity and geographic origin of trees in the economically important South American legume Genus *Dipteryx*. *Journal of Heredity*, Oxford University Press (OUP), 111 (4), pp.346-356.
- Coronado, E.H.; Blanc-Jolivet, C.; Mader, M.; García-Dávila, C.R.; Sebbenn, A.M.; Meyer-Sand, B.R.V.; Paredes-Villanueva, K.; Tysklind, N.; Troispoux, V.; Massot, M.; Degen, B. (2019) Development of nuclear and plastid SNP markers for genetic studies of *Dipteryx* tree species in Amazonia. *Conserv Genet Resour* 11:333–336. <http://link.springer.com/10.1007/s12686-019-01081-3>
- Degen, B.; Ward, S.E.; Lemes, M.R.; Navarro, C.; Cavers, S. & Sebbenn, A.M. (2013) Verifying the geographic origin of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) with DNA-fingerprints. *Forensic Science International: Genetics*. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2012.06.003>
- Donkpegan, A.S.L.; Doucet, J.L.; Dainou, K. & Hardy, O.J. (2015) Microsatellite Development and Flow Cytometry in the African Tree Genus *Azelia* (Fabaceae, *Caesalpinioideae*) Reveal a Polyploid Complex. *Applications in Plant Sciences*. <https://doi.org/10.3732/apps.1400097>
- Dou, G.; Chen, G.; Zhao, P. (2016) Research and Implementation of Wood Species Recognition System with Wood Near Infrared Spectral Reflection Features. *Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi* 36, 2425–9.
- Duminil, J.; Heuertz, M.; Doucet, J-L.; Bourland, N.; Cruaud, C.; Gavory, F.; Doumenge, C.; Navascués, M.; Hardy, O.J. (2010) CpDNA-based species identification and phylogeography: application to African tropical tree species. *Mol Ecol* 19:5469–5483. <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-294X.2010.04917.x>
- Duminil, J.; Koffi, G.K.; Debout, G.; Sebastiani, F.; Vendramin, G.G.; Heuertz, M.; Gonzalez-Martinez, S.C.; Hardy, O.J. (2011) Isolation of SSR markers for two African tropical tree species, *Erythrophleum suaveolens* and *E. ivorensis* (Caesalpinioideae). *Am J Bot* 98:e106–e108. <http://doi.wiley.com/10.3732/ajb.1000482>
- Dunker, B.; Dormontt, E.E.; van Dijk, K. Jent; Dixon, R.R.M.; Jardine, D.I.; Kireta, D.; Lowe, A.J. (2019) A set of 156 SNP markers for teak (*Tectona grandis* Linn. f.). *Conservation Genetics Resources*. <https://doi.org/10.1007/s12686-019-01099-7>
- Durán, R.; Zapata-Valenzuela, J.; Balocchi, C.; Valenzuela, S. (2018) Efficiency of EUChip60K pipeline in fingerprinting clonal population of *Eucalyptus globulus*. *Trees* 32:663–669. <http://link.springer.com/10.1007/s00468-017-1637-0>
- Durand, J.; Bodénès, C.; Chancerel, E.; Frigerio, J.M.; Vendramin, G.; Sebastiani, F.; ... Plomion, C. (2010). A fast and cost-effective approach to develop and map EST-SSR markers: Oak as a case study. *BMC Genomics*. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-11-570>
- Esteban, L.G.; de Palacios, P.; Guindeo, A.; García-Esteban, L.; Lázaro, L.; González, L.; Rodríguez, Y.; García, F.; Bobadilla, I.; García, F.; Bobadilla, I.; Camacho, A. (2002) Ana-

- tomía e identificación de maderas de coníferas a nivel de especie. Coedición Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Esteban, L.G.; Guindeo, A. (1988) Anatomía e identificación de las maderas de coníferas españolas. AITIM, Madrid.
- Esteban, L.G.; Guindeo, A. (1989) Anatomía e identificación de las maderas de frondosas españolas. AITIM, Madrid.
- Esteban, L.G.; Guindeo, A.; Laín, L.C. (1991) Maderas del mundo. Tomo I. AITIM.
- Esteban, L.G.; Guindeo, A.; Laín, L.C. (1992) Maderas del mundo. Tomo II. AITIM.
- Esteban, L.G.; Guindeo, A.; Peraza, C.; de Palacios, P. (2003) La madera y su anatomía. Coedición Fundación Conde del Valle de Salazar, Ediciones Mundi-Prensa y AITIM, Madrid.
- European Commission (2021) The European Atlas of Forest Tree Species: modelling, data and information on forest tree species. Published on the internet: <https://forest.jrc.ec.europa.eu/en/european-atlas/atlas-download-page/> (Último acceso: 1 de junio de 2021).
- Finch, K.N.; Cronn, R.C.; Ayala Richter, M.C. et al. (2020) Predicting the geographic origin of Spanish Cedar (*Cedrela odorata* L.) based on DNA variation. *Conserv Genet* 21, 625–639. <https://doi.org/10.1007/s10592-020-01282-6>
- Finch, K.N.; Jones, F.A.; Cronn, R.C. (2019) Genomic resources for the Neotropical tree genus *Cedrela* (Meliaceae) and its relatives. *BMC Genomics* 20:58. <https://bmcbgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-018-5382-6>
- Fitzek, E.; Delcamp, A.; Guichoux, E.; Hahn, M.; Lobdell, M. & Hipp, A.L. (2018). A nuclear DNA barcode for eastern North American oaks and application to a study of hybridization in an Arboretum setting. *Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1002/ece3.4122>
- Gasson, P.; Baas, P.; Wheeler, E. (2011) Wood Anatomy of CITES-Listed tree species. *IAWA Journal*, Vol. 32(2): 155-198
- Giovannelli, G.; Roig, A.; Spanu, I.; Vendramin, G.G. & Fady, B. (2017) A New Set of Nuclear Microsatellites for an Ecologically and Economically Important Conifer: the European Black Pine (*Pinus nigra* Arn.). *Plant Molecular Biology Reporter*. <https://doi.org/10.1007/s11105-017-1029-z>
- Gismondi, A.; Di Marco, G.; Delorenzo, M. & Canini, A. (2015) Upgrade of *Castanea sativa* (Mill.) genetic resources by sequencing of barcode markers. *Journal of Genetics*. <https://doi.org/10.1007/s12041-015-0557-2>
- Guindeo, A.; Esteban, L.G.; Peraza, F.; Arriaga, F.; Kasner, C.; Medina, G.; de Palacios, P.; Touza, M. (1997) Especies de maderas. Para carpintería, construcción y mobiliario AITIM, Madrid.
- Hipp, A.; Whittemore, A.; Garner, M.; Guichoux, E.; Hahn, M.; Fitzek, E.; Cavender-bares, J.; Gugger, P.F.; Manos, P.S.; Pearse, I.S.; Cannon, C.H. (2019) Conserved DNA polymorphisms distinguish species in the eastern North American white oak syngameon: Insights from an 80-SNP oak DNA genotyping toolkit. *bioRxiv*.
- Hipp, A.L.; Whittemore, A.T.; Garner, M.; Hahn, M.; Fitzek, E.; Guichoux, E.; Cavender-Bares, J.; Gugger P.F.; Manos, P.S.; Pearse, I.S.; Cannon, C.H. (2019) Genomic Identity of White Oak Species in an Eastern North American Syngameon. *Ann Missouri Bot Gard*.
- Humphreys, J.; O'reilly-Wapstra; Harbard, J.L.; Davies, N.W., Griffin, A.R.; Jordan, G.J.; Potts, B.M. (2008) Discrimination between seedlings of *Eucalyptus globulus*, *E. nitens* and their F1 hybrid using near-infrared reflectance spectroscopy and foliar oil content. *Silvae Genet.* 57, 262–269. <https://content.sciendo.com/view/journals/sg/57/1-6/article-p262.xml>
- Hwang, S-W.; Horikawa, Y.; Lee, W-H.; Sugiyama, J. (2016) Identification of *Pinus* species related to historic architecture in Korea using NIR chemometric approaches. *J Wood Sci* 62:156-167. DOI 10.107/s10086-016-1540-0
- IAWA Committee (1989) IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin* n.s. 10 (3): 219-332.
- IAWA Committee (2004) IAWA list of microscopic features for softwood identification. *IAWA J.* 25: 1–70. InsideWood. 2004-onwards. Published on the Internet. <http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>
- ITTO (2021) International Tropical Timber Organization. Published on the internet: <http://www.tropicaltimber.info> (Último acceso: 1 de junio de 2021).
- Jardine, D.I.; Blanc-Jolivet, C.; Dixon, R.R.M.; Dormontt, E.E.; Dunker, B.; Gerlach, J., ... Lowe, A.J. (2016) Development of SNP markers for Ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum) an economically important tree species from

- tropical West and Central Africa. Conservation Genetics Resources. <https://doi.org/10.1007/s12686-016-0529-8>
- Koch, J.L.; Carey, D.W. & Mason, M.E. (2010) Use of microsatellite markers in an American beech (*Fagus grandifolia*) population and paternity testing. *Silvae Genetica*. <https://doi.org/10.1515/sg-2010-0008>
- Konar, A.; Choudhury, O.; Bullis, R.; Fiedler, L.; Kruser, J.M.; Stephens, M.T.; ... Romero-Severson, J. (2017) High-quality genetic mapping with ddRADseq in the non-model tree *Quercus rubra*. *BMC Genomics*. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-3765-8>
- Lang, T.; Abadie, P.; Léger, V.; Decourcelle, T.; Frigerio, J-M.; Burban, C.; Bodénès, C.; Guichoux, E.; Provost, G.L.; Robin, C.; Tani, N.; Léger, P.; Lepoittevin, C.; Mujtar, V.A.E.; Hubert, F.; Tibbits, J.; Paiva, J.; Franc, A.; Raspail, F.; Mariette, S.; Reviron, M-P.; Plomion, C.; Kremer, A.; Desprez-Loustau, M-L.; Garnier-Gere, P. (2018) High-quality SNPs from genomic regions highlight introgression patterns among European white oaks (*Quercus petraea* and *Q. robur*). *bioRxiv*.
- Le, S.; Ratnam, W.; Harwood, C.E.; Larcombe, M.J.; Griffin, R.A.; Koutoulis, A.; ... Vaillancourt, R.E. (2016) A multiplexed set of microsatellite markers for discriminating *Acacia mangium*, *A. auriculiformis*, and their hybrid. *Tree Genetics and Genomes*. <https://doi.org/10.1007/s11295-016-0990-2>
- Mader, M.; Schroeder, H.; Schott, T.; Schöning-Stierand, K.; Leite Montalvão, A.P.; Liesebach, H.; Liesebach, M.; Fussi, B.; Kersten, B. (2020) Mitochondrial Genome of *Fagus sylvatica* L. as a Source for Taxonomic Marker Development in the Fagales. *Plants*. 9(10):1274. <https://doi.org/10.3390/plants9101274>
- Mader, M.; Pakull, B.; Blanc-Jolivet, C.; Paulini-Drewes, M.; Bouda, Z.H.N.; Degen, B.; Kersten, B. (2018) Complete chloroplast genome sequences of four meliaceae species and comparative analyses. *International Journal of Molecular Sciences*. <https://doi.org/10.3390/ijms19030701>
- Maslin, B. (2018) www: World Wide Wattle. In: Roskov, Y.; Abucay, L.; Orrell, T.; Nicolson, D.; Bailly, N.; Kirk, P.M.; Bourgoin, T.; DeWalt, R.E.; Decock, W.; De Wever, A.; Nieukerken, E.; Zarucchi, J.; Penev, L.; eds. (2018) Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 28th March 2018. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col
- Meder, R.; Kain, D.; Ebdon, N.; Macdonell, P.; Brawner, J.T. (2014) Identifying hybridisation in *Pinus* species using NIR spectroscopy of foliage. *J Near Infrared Spectrosc* 22: 337-345. <https://doi.org/10.1255/jnirs.1127>
- Meier, E. (2021). The Wood Database. Published on the internet: <https://www.wood-database.com> (Último acceso: 1 de junio de 2021).
- Meyer-Sand, B.R.V.; Blanc-Jolivet, C.; Mader, M.; Paredes-Villanueva, K.; Tysklind, N.; Sebbenn, A.M.; Guichoux, E.; Degen, B. (2018) Development of a set of SNP markers for population genetics studies of lpe (*Handroanthus* sp.), a valuable tree genus from Latin America. *Conserv Genet Resour* 10:779–781. <http://link.springer.com/10.1007/s12686-017-0928-5>
- Micheneau, C.; Dauby, G.; Bourland, N.; Doucet, J. L. & Hardy, O.J. (2011) Development and characterization of microsatellite loci in *Pericopsis elata* (*Fabaceae*) using a cost-efficient Approach. *American Journal of Botany*. <https://doi.org/10.3732/ajb.1100070>
- Miller, R. and Wiedenhoef, A. (2002) CITES Identification Guide – Tropical Woods.
- Mishra, B.; Gupta, D.K.; Pfenninger, M.; Hickler, T.; Langer, E.; Nam, B.; Paule, J.; Sharma, R.; Ulaszewski, B.; Warmbier, J.; Burczyk, J.; Thines, M. (2018) A reference genome of the European beech (*Fagus sylvatica* L.), *GigaScience*, Volume 7, Issue 6, June 2018, gij063, <https://doi.org/10.1093/gigascience/gij063>
- Mishra, B.; Ulaszewski, B.; Meger, J.; Pfenninger, M.; Gupta, D.K.; Wötzel, S.; Ploch, S.; Burczyk, J.; Thines, M. (2021) A chromosome-level genome assembly of the European Beech (*Fagus sylvatica*) reveals anomalies for organelle DNA integration, repeat content and distribution of SNPs. *bioRxiv* 2021.03.22.436437; doi: <https://doi.org/10.1101/2021.03.22.436437>
- Müller, M.; Gailing, O. (2018) Characterization of 20 new EST-SSR markers for northern red oak (*Quercus rubra* L.) and their transferability to *Fagus sylvatica* L. and six oak species of section *Lobatae* and *Quercus*. *Ann For Res* 61(2):211–222. <https://doi.org/10.15287/afr.2018.1191>
- Müller, M.; Seifert, S.; Lübbe, T.; Leuschner, C. & Finkeldey, R. (2017) De novo transcriptome assembly and analysis of differential gene expression in response to drought in European beech. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184167>
- Muller, F.; Vaillant, A.; Bâ, A.; & Bouvet, J. M. (2006). Isolation and characterization of microsatellite markers in *Pterocarpus officinalis* Jacq. *Molecular Ecology Notes*. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2006.01273.x>
- Myburg, A.A.; Grattapaglia, D.; Tuskan, G.A.; Hellsten, U;

- Haye, R.D.; Grimwood, J.; Jenkins, J.; Lindquist, E.; Tice, H.; Bauer, D.; Goodstein, D.M.; Dubchak, I.; Poliakov, A.; Mirzachi, E.; Kullán, A.R.K.; Hussey, S.G.; Pinard, D.; van der Merwe, K.; Singh, P.; van Jaarsveld, I.; Silva-Junior, O.B.; Togawa, R.C.; Pappas, M.R.; Faria, D.A.; Sansaloni, C.P.; Petrolí, C.D.; Yang, X.; Ranjan, P.; Tschaplinski, T.J.; Ye, C.Y.; Li, T.; Sterck, L.; Vanneste, K.; Murat, F.; Soler, M.; Clemente, H.S.; Saidi, N.; Cassan-Wang, H.; Dunand, C.; Hefer, C.A.; Bornberg-Bauer, E.; Kersting, A.R.; Vining, K.; Amarasinghe, V.; Ranik, M.; Naithani, S.; Elser, J.; Boyd, A.E.; Liston, A.; Spatafora, J.W.; Dharmawardhana, P.; Raja, R.; Sullivan, C.; Romanel, E.; Alves-Ferreira, M.; Külheim, C.; Foley, W.; Carocha, V.; Paiva, J.; Kudrna, D.; Brommonschenkel, S.H.; Pasquali, G.; Byrne, M.; Rigault, P.; Tibbits, J.; Spokevicius, A.; Jones, R.C.; Steane, D.A.; Vaillancourt, R.E.; Potts, B.M.; Joubert, F.; Barry, K.; Pappas, G.J.; Strauss, S.H.; Jaiswal, P.; Grima-Pettenati, J.; Salse, J.; Van de Peer, Y.; Rokhsar, D.S.; Schmutz, J. (2014) The genome of *Eucalyptus grandis*. *Nature* 510:356–362. <http://www.nature.com/articles/nature13308>
- Nájera y Angulo, F. & López Fraile, V. (1969) Estudio de las principales maderas comerciales de frondosas peninsulares. Ed. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. 279 pp. Madrid.
- Naydenov, K.D.; Tremblay, F.M.; Fenton, N.J.; Alexandrov, A. (2006) Structure of *Pinus nigra* Arn. populations in Bulgaria revealed by chloroplast microsatellites and terpenes analysis: Provenance tests. *Biochem Syst Ecol* 34:562–574. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305197806000494>
- Nunziata, A.; Ruggieri, V.; Petriccione, M.; De Masi, L. (2020) Single Nucleotide Polymorphisms as Practical Molecular Tools to Support European Chestnut Agrobiodiversity Management. *Int J Mol Sci.* 21(13):4805. Published 2020 Jul 7. doi:10.3390/ijms21134805
- Ogata, K.; Fujii, T.; Abe, H.; Bass, P. (2008) Identification of the Timbers of Southeast Asia and the Western Pacific. Hiyoshidai, Japan. Kaiseisha Press.
- Olsson, S.; Grivet, D.; Cid-Vian, J. (2018) Species-diagnostic markers in the genus *Pinus*: evaluation of the chloroplast regions matK and ycf1. *For Syst* 27:e016. <http://revistas.inia.es/index.php/fs/article/view/13688>
- Pace, JHC; Latorraca, JVF; Hein, PRG; Castro JP; Carvalho, AM; Silva, CES (2019) Wood species identification from Atlantic forest by near infrared spectroscopy. *Forest Systems*. 28. e015. doi:10.5424/fs/2019283-14558
- Pakull, B.; Schindler, L.; Mader, M. et al. (2020) Development of nuclear SNP markers for Mahogany (*Swietenia* spp.). *Conservation Genet Resour* 12, 585–587. <https://doi.org/10.1007/s12686-020-01162-8>
- Pakull, B.; Ekué, M.R.M.; Bouka Dipelet, U.G. et al. (2019) Genetic diversity and differentiation among the species of African mahogany (*Khaya* spp.) based on a large SNP array. *Conserv Genet* 20, 1035–1044. <https://doi.org/10.1007/s10592-019-01191-3>
- Paredes-Villanueva, K.; Blanc-Jolivet, C.; Mader, M.; Honorio Coronado, E.N.; Garcia-Davila, C.; Sebbenn, A.M.; Rocha, V.; Meyer-Sand, B.; Caron, H.; Tysklind, N.; Cavers, S.; Degen, B. (2019) Nuclear and plastid SNP markers for tracing *Cedrela* timber in the tropics. *Conserv Genet Resour.* <http://link.springer.com/10.1007/s12686-019-01110-1>
- Paredes-Villanueva, K.; de Groot, G.A.; Laros, I.; Bovenschen, J.; Bongers, F.; Zuidema, P.A. (2019) Genetic differences among *Cedrela odorata* sites in Bolivia provide limited potential for fine-scale timber tracing. *Tree Genet Genomes* 15:33. <http://link.springer.com/10.1007/s11295-019-1339-4>
- Pastore, T.C.M.; Braga, J.W.B.; Coradin, V.T.R.; Magalhaes, W.L.E.; Okino, E.Y.A.; Camargos, J.A.A.; Muniz, G.I.B.; Bressan, O.A.; Davrieux, F. (2011) Near infrared spectroscopy (NIRS) as a potential tool for monitoring trade of similar woods: discrimination of true mahogany, cedar, andiroba, and curupixa. *Holzforschung* 65:73–80. <https://doi.org/10.1515/HF.2011.010>
- Pluess, A.R. & Määttänen, K. (2013) Characterization of eighteen novel microsatellite markers and multiplex PCR protocol for *Fagus sylvatica*. *Conservation Genetics Resources.* <https://doi.org/10.1007/s12686-012-9791-6>
- POWO (2021) Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the internet: <http://www.plantsoftheworldonline.org/> (Último acceso: 1 de junio de 2021)
- Ramalho, F.M.G.; Andrade, J.M. and Hein, P.R.J. (2018) Rapid discrimination of wood species from native forest and plantations using near infrared spectroscopy. *For Syst* 27(2): e008 <https://doi.org/10.5424/fs/2018272-12075>
- Richter, H.G. and Dallwitz, M.J. (2000) onwards. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 17th February 2019. <http://www.delta-intkey.com>

- Richter, H.G.; Gembruch, K. and Koch, G. (2014) onwards. CITESwoodID: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, and Spanish. Version: 20th August 2019. <http://www.delta-in-tkey.com>
- Schoch, W.; Heller, I.; Schweingruber, F.H.; Kienast, F. (2004) Wood anatomy of central European Species. Online version: www.woodanatomy.ch
- Schweingruber, F.H. (2011) Anatomy of European Woods: An Atlas for the Identification of European Trees, Shrubs and Dwarf Shrubs. Verlag Kessel. 2nd edition. 800 pp.
- Silva, D.C.; Pastori, T.C.M.; Soares, L.F.; Barros, F.A.S.; Bergo, M.C.J.; Coradin, V.T.H.; Gontijo, A.B.; Sosa, M.H.; Chacón, C.B.; Braga, J.W.B. (2018) Determination of the country of origin of true mahogany (*Swietenia macrophylla* King) wood in five Latin American countries using handheld NIR devices and multivariate data analysis. *Holzforchung* 72(7): 521-530. <https://doi.org/10.1515/hf-2017-0160>
- Soares, L.F.; Silva, D.C.; Bergo, M.C.J.; Coradin, V.T.R., Braga, J.W.; Pastore, T.C.M. (2017) Evaluation of a NIR handheld device and PLS-DA for discrimination of six similar Amazonian wood species. *Quim Nova* 40:418–426. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170014>
- Solano, J.; Anabalón, L.; Encina, F. (2016) Identification case of evidence in timber tracing of *Pinus radiata*, using high-resolution melting (HRM) analysis. *Forensic Science International: Genetics*, Volume 21, Pages e6-e9, ISSN 1872-4973. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2015.09.003>
- Sork, V.L.; Squire, K.; Gugger, P.F.; Steele, S.E.; Levy, E.D. & Eckert, A.J. (2016) Landscape genomic analysis of candidate genes for climate adaptation in a California endemic oak, *Quercus lobata*. *American Journal of Botany*. <https://doi.org/10.3732/ajb.1500162>
- Sorngramenenye Abengmeneng, C. (2016) Genetic Relationship Among 36 Genotypes of *Ceiba pentandra* (L.) as Revealed by RAPD and ISSR Markers. *American Journal of Agriculture and Forestry*. <https://doi.org/10.11648/j.ajaf.20160404.13>
- Tan N et al. (2017) Research on Near Infrared Spectrum with Principal Component Analysis and Support Vector Machine for Timber Identification. *Spectrosc. Spectr. Anal.* 11, 3370–3374.
- Telfer, E.; Graham, N.; Macdonald, L.; Li, Y.; Klápště, J.; Resende, M.; Neves, L.G.; Dungey, H.; Wilcox, P. (2019) A high-density exome capture genotype-by-sequencing panel for forestry breeding in *Pinus radiata* Alia R (ed). *PLoS One* 14:e0222640. <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0222640>
- Thakur, S.; Thakur, I.K. & Sankanur, M. (2017) Assessment of Genetic Diversity in Drek (*Melia azedarach*) Using Molecular Markers. *Journal of Tree Sciences*. <https://doi.org/10.5958/2455-7129.2017.00011.5>
- Tosso, F.; Doucet, J.L.; Migliore, J.; Daïnou, K.; Kaymak, E.; Kameni, F.S.M. & Hardy, O.J. (2017) Characterization of Microsatellite Markers in the African Tropical Tree Species *Guibourtia ehie* (Fabaceae, Detarioideae). *Applications in Plant Sciences*, 5(7), 1700023. <https://doi.org/10.3732/apps.1700023>
- Tosso, F.; Hardy, O.J.; Doucet, J.L.; Daïnou, K.; Kaymak, E. & Migliore, J. (2018) Evolution in the Amphi-Atlantic tropical genus *Guibourtia* (Fabaceae, Detarioideae), combining NGS phylogeny and morphology. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 120, 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2017.11.026>
- Traoré, M.; Kaal, J.; Martínez Cortizas, A. (2018a) Differentiation between pine woods according to species and growing location using FTIR-ATR. *Wood Science and Technology* 52, 487-504. <https://doi.org/10.1007/s00226-017-0967-9>
- Traoré, M.; Kaalab, J.; Martínez Cortizas, A. (2018b) FTIR and Py-GC-MS data of wood from various living oak species and Iberian shipwrecks. Volume 21, December 2018, Pages 1861-1863. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.11.032>
- UNEP. (2019) The Species+ Website. Nairobi, Kenya. Compiled by UNEP-WCMC. Cambridge, UK. Available at: www.speciesplus.net
- UNEP-WCMC. (2019) The Checklist of CITES Species Website. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland. Compiled by UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Available at: <http://checklist.cites.org>
- Unger, G.M.; Heuertz, M.; Vendramin, G.G.; Robledo-Arnuncio, J. (2016) Assessing early fitness consequences of exotic gene flow in the wild: a field study with Iberian pine relicts. *Evol Appl.* 9(2):367-380. Published 2016 Jan 9. doi:10.1111/eva.12333
- Vinson, C.C.; Ribeiro, D.O.; Harris, S.A.; Sampaio, I.; Ciampi, A.Y. (2009) Isolation of polymorphic microsatellite markers for the tetraploid *Dipteryx odorata*, an intensely exploited Amazonian tree species. *Mol Ecol Resour* 9:1542-1544.

<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1755-0998.2009.02694.x>

Vlam, M.; de Groot, G.A.; Boom, A.; Copini, P.; Laros, I.; Veldhuijzen, K.; Zakamdi, D.; Zuidema, P.A. (2018) Developing forensic tools for an African timber: Regional origin is revealed by genetic characteristics, but not by isotopic signature. *Biol Conserv* 220:262–271. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006320717317524>

WCSP (2018) World Checklist of Selected Plant Families. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://wcsp.science.kew.org/>

Wheeler, E.A. (2011) InsideWood - a web resource for hardwood anatomy. *IAWA Journal* 32 (2): 199-211

Win, T.T.; Hirao, T.; Watanabe, A. & Goto, S. (2015) Current genetic structure of teak (*Tectona grandis*) in myanmar based on newly developed chloroplast single nucleotide polymorphism and nuclear simple sequence repeat markers. *Tropical Conservation Science*, 8(1), 235-256. <https://doi.org/10.1177/194008291500800118>

Wong, M.M.L.; Cannon, C.H. & Wickneswari, R. (2012) Development of high-throughput SNP-based genotyping in *Acacia auriculiformis* x *A. mangium* hybrids using short-read transcriptome data. *BMC Genomics*. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-13-726>

Yasodha, R.; Vasudeva, R.; Balakrishnan, S.; Sakthi, A.R.; Abel, N.; Binai, N.; Dev, S.A. (2018) Draft genome of a high value tropical timber tree, Teak (*Tectona grandis* L. f): insights into SSR diversity, phylogeny and conservation. *DNA Research*. <https://doi.org/10.1093>

