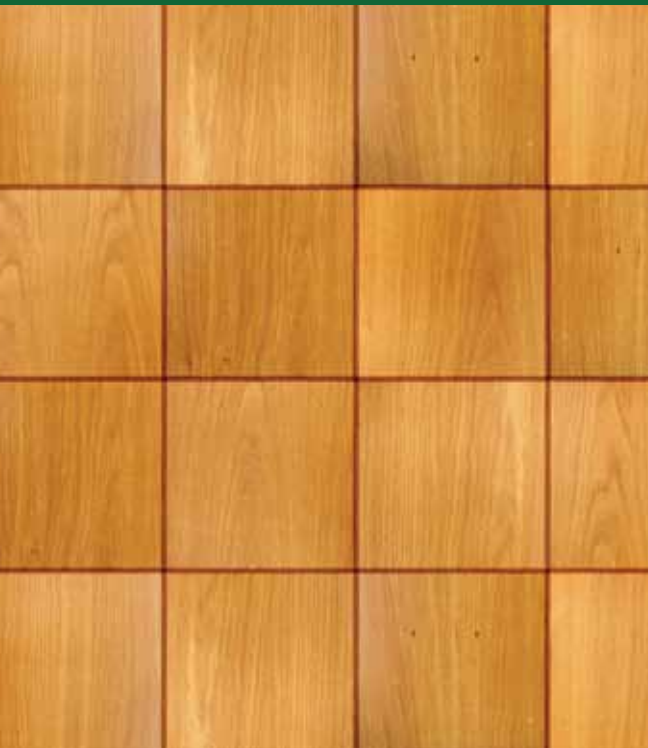




Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México

GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT



TOMO II



Vivir Mejor

Comisión Nacional Forestal

Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico

Periférico Pte. 5360

Colonia San Juan de Ocotán

Zapopan, Jalisco. C.P. 45019

Tel. 01 800 7370 0000 y (33) 3777 7017

www.conafor.gob.mx

tt@conafor.gob.mx

Reconocimientos

De manera muy especial a la Gerencia de Desarrollo y Tranferencia de Tecnología de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) por el apoyo económico recibido para la realización del proyecto "Elaboración de fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas mexicanas de interés para plantaciones forestales y comerciales" que permitió la elaboración de las fichas.

A los empresarios de la Industria maderera y mueblera que acudieron a nuestra convocatoria para la selección de las maderas que debían ser involucradas en el proyecto de elaboración de fichas técnicas de especies de madera.

Investigador responsable del proyecto

José Antonio Silva Guzmán

Colaboradores

Francisco Javier Fuentes Talavera

Raúl Rodríguez Anda

Paola Andrea Torres Andrade

María Guadalupe Lomelí Ramírez

Juan Ramos Quirarte

Christina Waitkus

Hans Georg Richter

Departamento de Madera Celulosa y Papel "Ing. Karl Augustin Grellmann"

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería

Universidad de Guadalajara

[Http://dmcyp.cucei.udg.mx](http://dmcyp.cucei.udg.mx)

CONTENIDO

- AGUACATE** *Persea americana*
AILE *Alnus acuminata*
AMARGOSO *Vatairea lundellii*
BALSA *Ochroma pyramidale*
BÁLSAMO *Myroxylon balsamum*
BARCINO *Cordia elaeagnoides*
BOJÓN *Cordia alliodora*
CAOBA *Swietenia macrophylla*
CAPOMO *Brosimum alicastrum*
CEDRILLO *Guarea spp.*
CEDRO *Cedrela spp.*
CEIBA *Ceiba pentandra*
ENCINO *Quercus durifolia*
EUCALIPTO GLOBULUS *Eucalyptus globulus*
FRIJOLILLO *Cajoba arborea*
GUAYACÁN *Guaiaacum spp.*
JOBILLO *Astronium graveolens*
JOBO *Spondias mombin*
KATALOX *Swartzia cubensis*
MAQUILLA *Andira inermis*
MELINA *Gmelina arborea*
MEZQUITE TERCIOPELO *Prosopis velutina*
NOGAL *Juglans spp.*
PALMA DE COCO *Cocos nucifera*
PALO DULCE *Eysenhardtia polystachya*
PALO FIERRO *Olneya tesota*
PALO MULATO *Bursera simaruba*
PAQUE *Dialium guianense*
PARAÍSO *Melia azedarach*
PICH *Schizolobium parahybum*
PINO BLANCO *Pinus douglasiana*
PINO CHINO *Pinus leiophylla*
PINO COLORADO *Pinus durangensis*
PINO OCOTE *Pinus oocarpa*
PINO OREGON *Pseudotsuga menziesii*
PINO PONDEROSA *Pinus ponderosa*
PINO REAL *Pinus pseudostrobus*
SAC CHACAH *Dendropanax arboreus*
SALIGNA *Eucalyptus saligna*
SIRICOTE *Cordia dodecandra*
TECA *Tectona grandis*

Este producto es resultado del proyecto “Elaboración de Fichas Técnicas sobre las Características Tecnológicas y Usos de Maderas Mexicanas de Interés para las Plantaciones Forestales Comerciales”, financiado en el ejercicio 2007 a través de Apoyo Directo con clave PE07.07, que es un mecanismo de financiamiento para la Investigación Aplicada, el Desarrollo Tecnológico, Divulgación y Transferencia de Tecnología de la Comisión Nacional Forestal. Todos los proyectos pueden ser consultados en el Sistema de Control y Seguimiento de Proyectos de Desarrollo, Transferencia de Tecnología e Investigación, disponible en la dirección:

www.conafor.gob.mx/conacyt-conafor”.

INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente dinámica de importación de maderas, México es uno de los países con más diversidad en el uso de especies de madera. En los últimos seis años se ha incrementado considerablemente la importación de madera (cerca del 50% en volumen y 70% en valor) procedente de los países sudamericanos, principalmente Brasil, Bolivia, Chile, Colombia y Perú, así como de los EUA y Canadá. Por lo tanto se tiene una gama de opciones para los usuarios de la madera. Sin embargo, existe poca información básica, accesible y confiable sobre las características y propiedades tecnológicas, así como también de los usos de las maderas nativas e importadas ofrecidas en el mercado maderero mexicano. Esto origina serios problemas ocasionados por el desconocimiento de sus propiedades y usos más adecuados. En la mayoría de los casos se conoce solamente su nombre común de la región de donde proviene, careciendo de todas las informaciones que describen e identifican la madera como son: nombre(s) científico(s), características estéticas y estructurales, propiedades físicas y mecánicas, trabajabilidad con las máquinas y herramientas, durabilidad ante el ataque de hongos e insectos, usos tecnológicos adecuados actuales y potenciales, facilidad o dificultad que ofrece en los procesos de secado y preservación, entre otros.

La información general y técnica sobre las maderas regularmente se encuentra en diversas publicaciones de difícil acceso a los industriales, comerciantes y usuarios. Existen algunas fichas técnicas de maderas comercializadas en México, pero en la mayoría de los casos la información no cubre las necesidades requeridas por los usuarios y/o no está disponible en español para maderas provenientes de los Estados Unidos y Canadá. En otros casos la información proporcionada principalmente para las maderas provenientes de Sudamérica y Asia es de tipo comercial por lo que no es muy confiable.

El Centro de Investigación en Propiedades y Usos de la Madera del Departamento de Madera, Celulosa y Papel "Ing. Karl Augustin Grellmann" de la Universidad de Guadalajara, consciente de la problemática previamente descrita, se dio a la tarea de conjuntar información científica y tecnológica sobre maderas nativas de México e importadas, con el objeto de contribuir a una mejor comprensión y entendimiento de sus propiedades y usos, así como generar una fuente de información útil y confiable, tanto para la comunidad científica como para empresarios y usuarios de la madera.

Las fichas que se divulgan en esta obra de manera concisa contienen información sobre 41 especies de maderas. Una parte importante de esta información fue originada de proyectos de investigación desarrollados a través de los años por los profesores autores, así como mediante la dirección

de trabajos de tesis de estudiantes de Licenciatura (Agronomía, Biología y Tecnología de la Madera) y de la Maestría en Ciencia de Productos Forestales.

La utilización de estas fichas fomentará el uso racional de la madera basado en sus propiedades tecnológicas determinadas mediante un procedimiento científico, favoreciendo la disminución de los desperdicios y riesgos por el empleo inadecuado debido al desconocimiento de sus propiedades tecnológicas, contribuyendo a la protección de los recursos naturales a través de la gestión consciente y sustentable.

Debido a sus características estéticas y propiedades tecnológicas la gran mayoría de las maderas incluidas en estas fichas técnicas pudieran tener potencial para realizar plantaciones forestales comerciales con el propósito de disminuir la importación de madera y generar riqueza en los bosques mexicanos. La información incluida en las fichas permite ayudar en la toma de decisiones para definir el tipo de maderas a plantar en función de las necesidades del mercado, así como también conocer los futuros usos que puede tener la madera proveniente de las plantaciones. Por supuesto que el establecimiento de plantaciones de algunas maderas incluidas en las fichas técnicas dependerá de los requerimientos de crecimiento y capacidad de adaptación de las especies no nativas.

Estas fichas técnicas constituyen un medio de información imparcial elaborado por personal altamente calificado. Facilitarán la comunicación entre la cadena productiva y los usuarios, fomentando mejores relaciones comerciales y disminuyendo la desconfianza que rige actualmente por la inexactitud o carencia de información. Además se fomentará en la sociedad una cultura de utilización racional de la madera basada en el conocimiento de sus propiedades tecnológicas.

Se espera también contribuir a solucionar la problemática que ha persistido por muchos años en la industria y el comercio de la madera, la cual ha generado pérdidas económicamente importantes. El comercio interno y externo de la madera se verá beneficiado económicamente mediante el uso y manejo adecuado de la información científica, tecnológica y visual incluida en las fichas.

NOTAS EXPLICATIVAS SOBRE LA INFORMACIÓN INCLUIDA EN LAS FICHAS TÉCNICAS

Nomenclatura

En lo que respecta a la nomenclatura botánica actual de la madera comercial, se incluye el nombre del género, de la especie, del autor y de la familia a la cual pertenece.

Ejemplo (caoba):

Género	Especie	Autor	Familia
<i>Swietenia</i>	<i>macrophylla</i>	King	Meliaceae

Los nombres botánicos de los árboles son únicos y universales, independiente de su procedencia, lo cual asegura su diferenciación con respecto a cualquier otra especie de madera. No así los nombres vulgares, que pueden ser coincidentes y tratarse de dos especies de madera diferentes o al contrario, dos nombres vulgares diferentes pueden referirse a la misma especie de madera.

En ciertos casos se ha utilizado el acrónimo „spp.“ (= **s**pecies **p**luralis, derivado del idioma latino) en lugar del nombre de la especie. Este acrónimo indica cualquier cantidad de especies del mismo género que se comercializan bajo un sólo nombre común.

Ejemplo: Álamo = *Populus* spp.

También en ocasiones se ha utilizado el acrónimo „sp.“ (**s**pecies, derivado del idioma latino) en lugar del nombre de la especie. Este acrónimo indica cualquiera especie individual no determinada de varias pertenecientes al mismo género.

Ejemplo: *Pinus* sp. (= pino)

Bajo el rubro “Otros nombres” se encuentra una serie de nombres regionales o locales utilizados para comercializar la madera en diferentes regiones o países de su distribución geográfica. Los códigos de los países siguen la norma ISO 3166 (http://www.iso.org/iso/country_codes/iso_3166_code_lists.htm)

Antecedentes

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Esta organización internacional se dedica a la protección de especies en peligro de extinción, entre ellas algunas especies arbóreas que producen maderas comerciales. De acuerdo con la magnitud del peligro se distingue 3 niveles (apéndices) de protección ante la explotación excesiva:

En el Apéndice I se encuentran las especies de animales y plantas en mayor peligro de extinción. Están amenazadas de extinción y la CITES prohíbe generalmente el comercio internacional de especímenes de estas especies. No obstante, puede autorizarse el comercio de las mismas en condiciones excepcionales, por ejemplo, para la investigación científica. En este caso, puede autorizarse el comercio otorgando un permiso de exportación (o certificado de reexportación) y un permiso de importación. Ejemplo: *Dalbergia nigra* (jacarandá da Bahía).

En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación. El comercio internacional de especímenes de especies del Apéndice II puede autorizarse otorgando un permiso de exportación o un certificado de reexportación; no es necesario contar con un permiso de importación. Sólo deben concederse los permisos o certificados si las autoridades competentes han determinado que se han cumplido ciertas condiciones, en particular, que el comercio no será perjudicial para la supervivencia de las mismas en el medio silvestre. Ejemplo: *Swietenia* spp. (caoba), *Guaicum* spp. (guayacán).

En el Apéndice III se enlistan las especies incluidas por los países miembros que ya han reglamentado el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Sólo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies con previa presentación de los permisos o certificados apropiados. Ejemplo: *Cedrela odorata* (cedro; PERÚ).

Características generales

Albura y Duramen: Árboles mantienen volúmenes variables de albura - la parte fisiológicamente activa del tronco que ocupa el área más externa - para asumir las funciones de conducción de agua, almacenamiento de carbohidratos y su capacidad de responder a heridas externas e internas. Por otro lado, la parte central del tronco se convierte gradualmente en duramen que contiene solamente células muertas sin la capacidad de conducir agua y almacenamiento de sustancias nutritivas. La albura, de color generalmente más claro que la madera de duramen, tiene sus elementos conductores libres de obturaciones por depósitos de extraíbles o tílides. A medida que se crean nuevas capas de albura, las próximas al duramen van perdiendo su función conductora y se convierten en duramen, proceso que se caracteriza por modificaciones morfológicas (anatómicas) y químicas, o sea, la formación de tílides en algunas maderas latifoliadas y/o de sustancias orgánicas como taninos u otras materias colorantes (extraíbles) que al oxidarse le dan su característico color oscuro.

El proceso de formación del duramen protege a la madera contra los ataques de los hongos, por el taponamiento de las vías de conducción y la impregnación de los tejidos con sustancias que tienen un cierto valor antiséptico. Estas características que pudieran ser ventajas para el empleo natural de la madera, constituye, sin embargo un inconveniente para su su secado y su impregnación técnica con productos químicos. En resumen, la madera de duramen no sólo es más oscura en ocasiones, sino que también puede ser más pesada y más resistente a los ataques de hongos e insectos, mientras que la zona exterior del tronco, es decir la albura, es más clara, más permeable y en ocasiones menos valiosa. Sin embargo, desde el punto de vista de los tratamientos técnicos, la albura es más fácil de tratar y de trabajar en la mayor parte de los procesos de elaboración y desintegración mecánica.

Caracterización física y biológica del duramen (en relación a la albura)

1. Puede o no tener un color diferente.
2. Contiene menos agua (contenido de humedad más bajo).
3. Puede o no tener una densidad más alta debido a la acumulación de sustancias orgánicas; sin embargo, esto no implica en una resistencia mecánica más alta desde que estas sustancias contribuyen apenas al peso.
4. Puede o no tener una durabilidad natural más alta debido a la acción antiséptica de extraíbles depositados en sus células y paredes celulares.
5. Generalmente es menos permeable (hasta prácticamente impermeable) debido a la obturación de los principales conductos por sustancias orgánicas o tílides (sólo en algunas latifoliadas).

Hilo/Grano entrecruzado: Cuando los tejidos axiales que conforman la madera se desarrollan en forma inclinada con respecto al eje central del árbol (hilo en espiral) y cambian de dirección (ángulo) periódicamente. Este fenómeno ocurre frecuentemente en maderas latifoliadas tropicales (diagnóstico) mientras es muy raro en maderas latifoliadas de las zonas de clima templado. Conforme los libros texto sobre anatomía y tecnología de la madera, hilo entrecruzado no ocurre en maderas de coníferas, sin embargo la experiencia demuestra que hay pocas excepciones a esta regla.

El hilo entrecruzado no se puede detectar en superficies transversales ni tangenciales, solamente se lo detecta con certeza en superficies radiales las cuales muestran listones de diferente color (Fig. 1a,b). Es importante notar que esta diferencia en color aparente no se debe a una pigmentación de la madera, sino exclusivamente a un efecto óptico, o sea a la diferente reflexión de la luz incidente por las fajas adyacentes cortadas a diferentes ángulos del hilo. La mejor manera de comprobar la presencia de hilo entrecruzado es rajando la madera longitudinalmente en el plano radial. La línea de la rajadura muestra un curso sinuoso, picos alternando con valles (Fig. 2). En superficies radiales cepilladas la presencia de hilo entrecruzado se manifiesta por el cambio periódico de los trazos de los vasos de largos cuando el plano del corte es más o menos paralelo al hilo a cortes cuando el hilo es cortado a un ángulo (Fig.1b). Las especies de madera con hilo/grano entrecruzado son por lo general más difíciles de trabajar en las superficies radiales.



Figura 1a. Listones alternantes de color claro y oscuro causado por diferente reflexión de la luz incidente, por ejemplo en Sapeli (*Entandrophragma cylindricum*)



Figura 1b. Zonas con trazos de los vasos largos (cortados en paralelo al hilo) alternando con zonas con trazos de los vasos cortos (cortados a un ángulo), por ejemplo en Parota (*Enterolobium cyclocarpum*)



Figura 2. Curso sinuoso de la rajadura longitudinal radial y el padrón resultante de picos y valles en la superficie radial de las dos piezas separadas, por ejemplo en la madera africana de Bilinga (*Nauclea diderrichii*)

Textura: Se refiere al tamaño de las células y/o tejidos, su uniformidad de distribución y la cantidad de ellas en una área determinada y sólo se lo indica como fina, media y gruesa (Fig. 3). El parámetro predominante para esta clasificación es el tamaño de los poros y sus trazos en las superficies longitudinales que, dependiendo de su tamaño le proporcionan a la superficie una menor o mayor aspereza. En segundo plano se considera también el tamaño (altura y ancho) de los radios y la cantidad y distribución del parénquima axial.



Figura 3. Ceiba (*Ceiba pentandra*) textura gruesa (izquierda), Cedrillo (*Guarea sp.*) textura media (centro) y Aile (*Alnus glabrata*) textuira fina (derecha).

Factores de conversión

Para la presentación de datos numéricos de las propiedades físicas y mecánicas se optó por el sistema métrico por ser el más ampliamente reconocido y aceptado en la mayor parte del mundo. Para facilitar la conversión de los datos presentados al sistema anglo-americano se utilizaron los siguientes factores de conversión:

- $\text{g/cm}^3 \quad 0.016 = \text{lb/ft}^3$
- $\text{N/mm}^2 \quad 0.006895 = \text{lb/in}^2$

Ejemplos: La densidad media de una madera seca al aire es de 0.55 g/cm^3 ; la división de este valor entre el factor 0.016 dará una densidad media de aproximadamente 34 lb/ft^3 .

El rango de la resistencia a flexión de una madera es de $64 - 74 \text{ N/mm}^2$; la división de estos valores entre el factor 0.0068947 dará un rango de $9280 - 10730 \text{ lb/in}^2$.

Para la conversión de valores [N/mm^2] en valores [kg/cm^2] se multiplica los primeros por el factor 10 o sea, 97 N/mm^2 corresponden aproximadamente a 970 kg/cm^2 .

En lo que respecta a la resistencia al impacto, no es posible convertir valores obtenidos por la norma de Estados Unidos (EUA) en valores conforme la norma Europea. Los métodos de determinar la resistencia al impacto usado por las dos normas son fundamentalmente diferentes de manera que no permiten una conversión aproximada. Donde no se encontró valores obtenidos según

la Norma Europea [kJ/m^2] en estado seco al aire (CH = 12-15%) se entró valores determinados en estado verde (Torelli & Gorizek, 1995c) Faltando equivalentes para la resistencia al impacto en kJ/m^2 , se los estimó con base en la densidad seca al aire (CH 12-15%) mediante la ecuación

$a = C \cdot \rho^n \cdot 100$ (Kollmann & Côté 1968) donde:

a = Resistencia al impacto [kJ/m^2], C = constante que varía entre 1.5 y 2.1 (promedio de 1.8 para madera en aprox. 12% CH), ρ = densidad en aprox. 12% CH, n = exponente que, como regla general, asume un valor de 2.

Los valores de dureza (lateral) se presenta conforme los métodos JANKA [kN] comúnmente empleado en los EUA y Canadá y BRINELL [N/mm^2], método más frecuentemente usado en los países europeos.

Propiedades físicas

Peso verde: Se refiere a la densidad de la madera verde (saturada de agua) en kilogramos por metro cúbico [kg/m^3]. Este dato es útil para efectos de transportación de madera en rollo o aserrada verde, cuyo costo lo calculan generalmente con base en el peso húmedo.

Ejemplo: Madera aserrada con un peso verde de 1200 kg/m^3 .
 1 m^3 de madera = 423 pies tabla. 1000 pies tabla de esta madera corresponden a 2.36 m^3 , que equivalen a un peso de 2837 kg.

Densidad seca al aire: Se refiere al valor de densidad de la madera a un contenido de humedad (CH) de 12% a 15%, el cual corresponde a la mayoría de usos de la madera en servicio. Esta propiedad permite al usuario estimar la potencial resistencia mecánica de la madera dada la relación proporcional existente entre densidad y las propiedades mecánicas de la madera.

Contracción máxima (máx): Es definida como la disminución de las dimensiones lineales (longitudinal, radial y tangencial), que ocurren en una pieza de madera, al pasar del estado verde a otro completamente seco (CH = 0%), tal como se ilustra en la figura 4.

Contracción por secado o contracción normal (β_N). Se trata del cambio dimensional que ocurre en la madera en sus ejes principales, al reducirse su contenido de humedad de un estado de saturación (CH \geq 30%) a un estado seco aproximado de 12% de CH, el cual corresponde a un 65% de humedad relativa del aire (HR) y temperatura de 20°C. Suele ser útil para estimar el

refuerzo de ancho y espesor en el aserrío de la madera y para el cálculo de la anisotropía de la contracción normal (AN).

Datos

Especie de madera = *Pinus leipophylla*.

Ancho de la pieza en la dirección radial = 20 cm.

Espesor (eje tangencial) = 2.5 cm

Contenido de humedad antes del secado = utilizar 30%, aún en el caso que fuera mucho mayor.

Contenido de humedad después del secado = 12%

Contracción por secado tangencial (β_{Nt}) = 5%

Contracción por secado radial (β_{Nr}) = 2.2%

Cálculo del ancho final de la tabla después del secado (Af)

$$A_f = 20 - \left(\frac{20 \times 2.2}{100} \right) = 19.56 \text{ cm}$$

Cálculo del espesor final de la tabla después del secado (Ef)

$$E_f = 2.5 - \left(\frac{2.5 \times 5}{100} \right) = 2.375 \text{ cm}$$

Hinchamiento diferencial (q): Es el cambio dimensional en porcentaje, que ocurre en una pieza de madera en sus dimensiones lineales (longitudinal, radial y tangencial) por cada 1% de variación en su contenido de humedad, en el rango de uso práctico del 5% y 20% de CH. Es expresado en %/%. Permite calcular el incremento o disminución de una pieza de madera o manufactura por cada 1% de modificación de su CH, según sea el caso.

Calcular el cambio dimensional (I) de lambrines de madera elaborados en la ciudad de Guadalajara a un 12% de CH y que se instalarán en Puerto Vallarta, donde su CH al paso del tiempo llegará a ser de 18%.

Datos

Ancho del lambrín = 8.8 cm (considerando dirección tangencial)

Madera de encino (*Quercus castanea*)

CH1 = 12%

CH2 = 18%

qt = 0.476 %/%

$$\Delta l = l \left(CH_2 - CH_1 \right) \times \frac{q}{100}$$

$$\Delta l = 8.8 \left(18 - 12 \right) \times \frac{0.476}{100}$$

$$\Delta l = 0.251 \text{ cm.}$$

Ancho final del lambrín = 8.8 + 0.25 = 9.05 cm a CH = 18%.

Anisotropía de contracción (A β): Término técnico que resulta del cociente de la contracción tangencial y radial (β_t/β_r). Dependiendo de la especie de madera, su valor fluctúa de 1.5 a 2.5 e incluso hasta 3.0.

Es un índice muy importante en la práctica, ya que entre mayor sea su valor, se incrementa la tendencia a la aparición de rajaduras, agrietamientos y deformaciones durante el proceso de secado. Los valores numéricos de la anisotropía no son incluidos en la tabla de las propiedades físicas y mecánicas en la fichas. Sin embargo, se pueden calcular los respectivos cocientes fácilmente con base en las siguientes relaciones:

- Contracción máxima (total) tangencial y contracción máxima (total) radial (β_t/β_r) o
- Contracción por secado (normal) tangencial y la contracción por secado (normal) o radial, (β_{Nt}/β_{Nr}) o
- Hinchamiento diferencial tangencial e hinchamiento diferencial radial, (q_f/q_r).

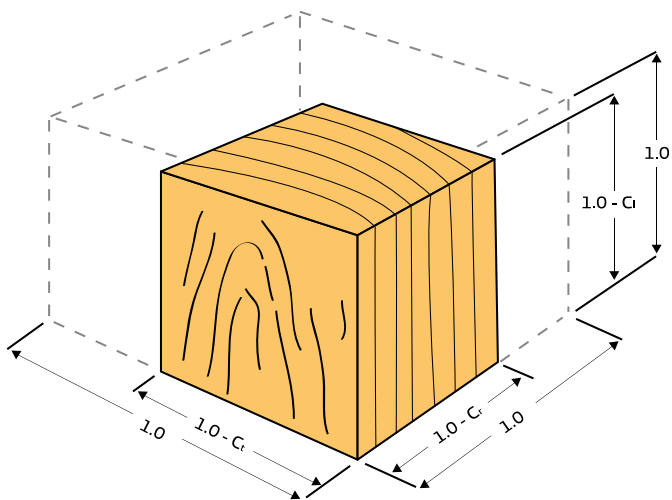


Figura 4. Ilustración de la contracción de la madera en cada uno de sus ejes principales. Ct = Contracción tangencial, Cr = Contracción radial, Cl = Contracción longitudinal. Gráfico adaptado de Otto Suchsland (2004). *The swelling and shrinking of wood. A practical technology primer*. Forest Products Society. Madison, Wi., 189 pp.

Estabilidad dimensional: Término cualitativo utilizado para calificar el comportamiento (movimiento) de la madera en servicio expuesta a cambios cíclicos de las condiciones ambientales (humedad relativa, temperatura). Es definido por los siguientes factores:

- Los valores absolutos de contracción/hinchamiento.
- La anisotropía de la contracción total o del hinchamiento diferencial.
- La velocidad con la cual la madera pierde o absorbe humedad del ambiente, propiedad que depende en gran parte de su higroscopicidad y permeabilidad.
- El desvío del hilo relativo al eje longitudinal de la pieza de madera

Entre más altas son la contracción total, la anisotropía y la permeabilidad, menor será la estabilidad dimensional debido al hecho que se puede esperar un movimiento (cambio de dimensiones) más fuerte, desigual y rápido.

- Se utilizan cuatro categorías descriptivas para la estabilidad dimensional:
- muy buena
- buena
- regular
- mala

Siempre tomando en consideración de manera estimativa, los criterios arriba mencionados, respecto al comportamiento de la madera bajo el cambio de las condiciones atmosféricas.

Propiedades mecánicas

En la tabla de datos de cada ficha se presentan los valores de resistencia a la compresión paralela, resistencia a la flexión (MOR flexión), módulo de elasticidad (MOE flexión), resistencia al cizallamiento, resistencia al impacto y dureza. Todas expresadas en el sistema internacional (SI) de unidades.

Resistencia a la compresión paralela (Módulo de Ruptura = MORcompresión)

Esfuerzo máximo [en N/mm^2] capaz de soportar la madera bajo una carga de aplastamiento aplicada a lo largo de su eje longitudinal, tal y como se ilustra en la figura 5.



Figura 5. Ensayo de compresión

Resistencia a la flexión (Módulo de Ruptura = MORflexión)

Esfuerzo máximo que puede soportar una madera cuando es aplicada una carga perpendicular a su eje longitudinal hasta al punto de ruptura por medio de un ensayo de flexión, tal y como se muestra en la figura 6. Es expresado en N/mm².

Módulo de Elasticidad (MOEflexión)

Es una constante que representa la rigidez de la madera cuando es sometida a fuerzas que intentan modificar su forma. Por lo tanto describe la relación entre la fuerza (carga) y la deformación (deflexión) que ocurre en la madera, dentro del campo elástico de la misma. Entre mayor sea el valor del módulo de elasticidad, mayor será su resistencia a la deformación (rigidez) bajo carga. El MOE es un dato muy útil y frecuentemente usado por ingenieros y arquitectos para calcular la carga admisible para piezas usadas en la construcción.



Figura 6. Ensayo de flexión

Resistencia al impacto

Este término en realidad expresa la energía [kJ/m^2] necesaria para romper una madera cuando es sometida a un esfuerzo repentino (golpe) perpendicular a su eje longitudinal, tal y como se muestra en la figura 7. Entre mayor capacidad de absorción de energía tenga la madera, mayor será su resistencia al impacto y por consiguiente más pertinente su uso para aplicaciones donde esté sujeta a cargas de choque. Suele ser denominada también como trabajo por impacto, energía de ruptura por impacto, valor de impacto y absorción de energía.



Figura 7. Ensayo resistencia al impacto (péndulo)

Resistencia al cizallamiento

Resistencia interna [en N/mm^2] que desarrolla la madera como respuesta a una fuerza cortante paralela a la superficie sobre la que actúa, tal y como se muestra en la figura 8. También suele ser denominada como resistencia al corte.



Figura 8. Ensayo de cizallamiento (corte)

Dureza

La dureza de la madera suele ser determinada tanto por el método JANKA (en Norte y Sur América), como por el método BRINELL (principalmente en Europa). Cuando es determinada por el método JANKA, los valores son expresados en kN, y representan la fuerza requerida para hacer penetrar en la madera la mitad de un balín metálico de un diámetro de 11.28 mm. Para el caso de la dureza BRINELL, los valores son expresados en N/mm^2 , y representan la resistencia que opone la madera a la penetración de un balín metálico de 10 mm de diámetro en un lapso de tiempo de 45 segundos, referida al área de penetración (huella) ocurrida en la madera, tal y como se muestra en la figura 9.



Figura 9. Ensayo de dureza BRINELL

Los valores de dureza JANKA pueden ser transformados a BRINELL de acuerdo con la siguiente ecuación (Schwab, 1990):

$$D_{Brinell} = 3.1 \times D_{Janka} + 7.3 [\text{N/mm}^2]^*$$

Ejemplo: Si el valor de dureza JANKA de una especie de madera es de 3.8 [kN], el valor correspondiente de la dureza BRINELL será:

$$D_{Brinell} = 3.1 \times 3.8 + 7.3 = 19 [\text{N/mm}^2]$$

Por otro lado, si se conoce la dureza BRINELL de una madera, por ejemplo =19 N/mm², se puede estimar la dureza JANKA con la misma ecuación de la siguiente forma:

$$D_{Janka} = \frac{19 - 7.3}{3.1} = 3.8 [\text{kN}]$$

También se puede estimar el valor de la BRINELL con base en la densidad normal de la madera (CH = 12%) por medio de la siguiente expresión:

$$D_{Brinell} = 7.62 \times \text{Densidad}_N - 24.5 [\text{N/mm}^2]$$

Ejemplo: Si la densidad normal de una especie de madera es de 0.74 [g/cm³], el valor correspondiente de la dureza BRINELL será:

$$D_{Brinell} = 7.62 \times 0.74 - 24.5 = 32 [\text{N/mm}^2]$$

Secado

Proceso por el cual se extrae el agua contenida tanto en las cavidades como en las paredes celulares. Dentro de los métodos más comunes se encuentra el secado al aire libre y el técnico convencional. Es importante un adecuado manejo y secuela a utilizar, de no ser así, puede ocasionar defectos como rajaduras, alabeos, apanalamientos e incluso colapsos, que en conjunto merman el volumen de la madera a utilizarse. El secado forma parte fundamental del proceso de transformación, quedando en evidencia su influencia en la propia trabajabilidad, funcionalidad y acabado del producto terminado. Con respecto a los tiempos de secado, este dependerá de la propia estructura de la madera, difiriendo este entre especies. Sotomayor (1987) da a conocer una clasificación de secado de la madera con respecto a su tiempo de secado (tabla 1)

Tiempo de secado en estufa (hrs)	Tiempo de secado al aire libre (días)	Clasificación
Menos de 150	Menos de 100	Rápido
151 – 300	101 – 150	Moderadamente rápido
301 – 450	151 – 200	Moderadamente lento
Más de 450	Más de 200	Lento

Tabla 1. Clasificación de la madera con base en los tiempos de secado

Referente a las secuelas de secado propuestas para las diferentes especies, en el capítulo 07 (programas de secado) del libro “Dry Kiln Operator’s Manual” (181) se describen las simbologías y la forma de utilizar cada programa de secado. Así mismo, se encuentra información al respecto en las siguientes publicaciones:

- Manual del Grupo Andino para Secado de Maderas (Simpson, 1981);
- Dry Kiln Schedules for Commercial Woods Temperate and Tropical (Boone & al., 1988);
- Kiln Operator’s Handbook (Stevens & Pratt, 1952);
- Fichas técnicas de maderas comerciales, CIRAD-Forêt (2009);

- Handbook of Hardwoods (Farmer, 1988);
- Method to estimate dry-kiln schedules and species groupings (Simpson, 1996).

Durabilidad natural

La durabilidad natural de la madera define su capacidad de resistir la degradación y/o deterioro causado por una gama de agentes biológicos, climáticos y químicos (Cartwright & Findlay, 1958; Zabel & Morrell, 1992). En la mayoría de especies, el duramen presenta mayor durabilidad que la albura, debido a la presencia de sustancias extraíbles tóxicas exclusivas del duramen (Bowyer & al., 2003).

Para los propósitos de este documento se considera la durabilidad natural de la madera de duramen frente a los hongos, organismos capaces ocasionar la pudrición de la misma. También, en algunos casos se describe la resistencia natural de la madera a sufrir deterioro por taladradores marinos y por insectos como las termitas.

Los datos de resistencia natural a la pudrición se detallan de acuerdo a las categorías descritas por las normas ASTM D 2017-05 (ASTM, 2007) y EN 350-1 (CEN, 1994). La resistencia a termitas y taladradores marinos se define en términos de resistente, poco resistente o susceptible.

Clase de resistencia	Pérdida de masa (%)
Altamente resistente	0 a 10
Resistente	11 a 24
Moderadamente resistente	25 a 44
Poco resistente	45 o superior

Tabla 2. Categorías de resistencia natural frente a hongos de pudrición con base en la pérdida de masa de los especímenes de acuerdo con la norma ASTM D 2017-05.

Clase de resistencia	Categoría de resistencia	Pérdida de masa (%)
1	Muy durable	$0 \leq 5$
2	Durable	$5 \leq 10$
3	Moderadamente durable	$10 \leq 20$
4	Poco durable	$20 \geq 30$
5	No durable	> 30

Tabla 3. Categorías de resistencia natural a hongos de pudrición con base en la pérdida de peso de los especímenes, de acuerdo a la norma EN 350-1.

Imágenes

Las imágenes de la sección transversal (aumento aprox. 12x) y de las superficies (tamaño natural) se han incluido en las fichas con dos propósitos principales:

1. Proporcionarle al usuario interesado, mediante la imagen de la superficie, una idea de la apariencia (color, veteado) de la madera en cuestión. Le ayudará, por ejemplo, en la selección de posibles sustitutos para una madera tradicional que se volvió escasa y/o muy cara, por ejemplo el posible uso del Frijolillo (*Cojoba arborea*) en lugar de la caoba (*Swietenia macrophylla*) considerando sólo la estética de su apariencia (Fig. 10), no únicamente sus propiedades biológicas, físicas y mecánicas.
Darle al usuario interesado la posibilidad de entrenarse en algunos aspectos básicos de identificación macroscópica de la madera. Por ejemplo, distinguir



Figura 10. Comparación de las superficies de frijolillo (izquierda) y caoba (derecha) considerando color y veteado.

- entre maderas de coníferas (“madera suave”) y latifoliadas (“madera dura”) mediante observación con lupa en superficies transversales lisas, cortadas con una navaja de corte. Los dos grupos de maderas muestran estructuras muy diferentes lo que se manifiesta principalmente en que las latifoliadas poseen poros (vasos) y las coníferas no (Fig. 11).

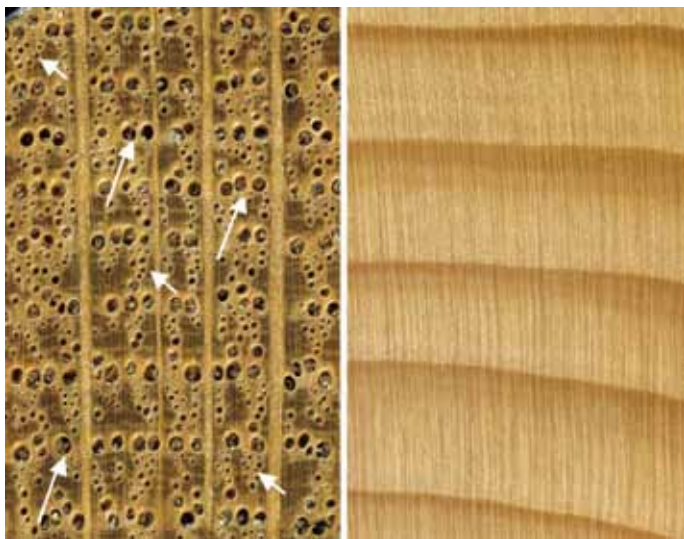


Figura 11. Madera latifoliada (encino rojo americano, izquierda) con numerosos poros grandes (madera temprana, flechas largas) y pequeños (madera tardía, flechas cortas) comparada con una madera conífera (oyamel, derecha) sin poros.

En un próximo paso, las imágenes macroscópicas le permiten al usuario distinguir entre las maderas de coníferas dos subgrupos: maderas sin y con canales resiníferos (Fig. 12). El primero incluye, por ejemplo, los Oyameles (género *Abies*), los cipreses (género *Cupressus*), los sabinos (género *Taxodium*) y el redwood (*Sequoia sempervirens*). El segundo incluye, por ejemplo, los pinos (género *Pinus*), los abetos (género *Picea*) y el abeto Douglas (*Pseudotsuga menziesii*).

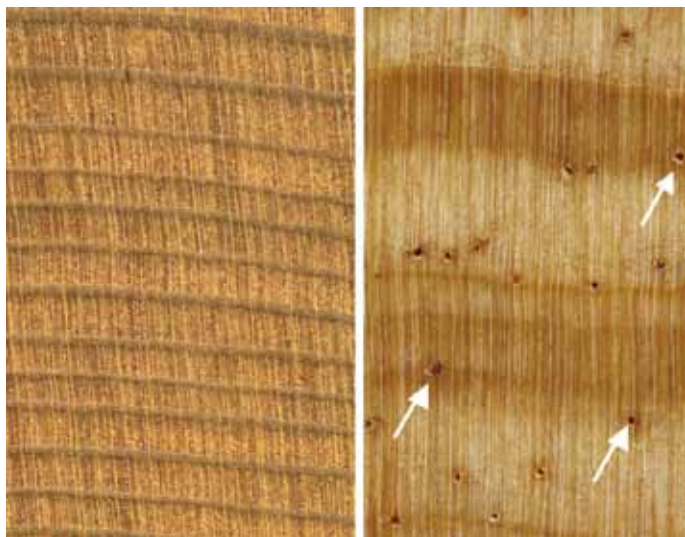


Figura 12. Comparación de una madera conífera sin (redwood, izquierda) y con canales resiníferos (pino, derecha).

En el grupo de las maderas latifoliadas, los patrones de estructura macroscópica y los caracteres a observar son mucho más variables. Entre los principales, visibles macroscópicamente en una sección transversal, se destacan la distribución de los poros (vasos), por ejemplo en porosidad anular como en el paraíso (*Melia azedarach*) y otras maderas de procedencia de zonas de clima templado, versus en porosidad difusa como en el habillo (*Hura polyandra*), madera de zonas subtropical y tropical (Fig. 13).

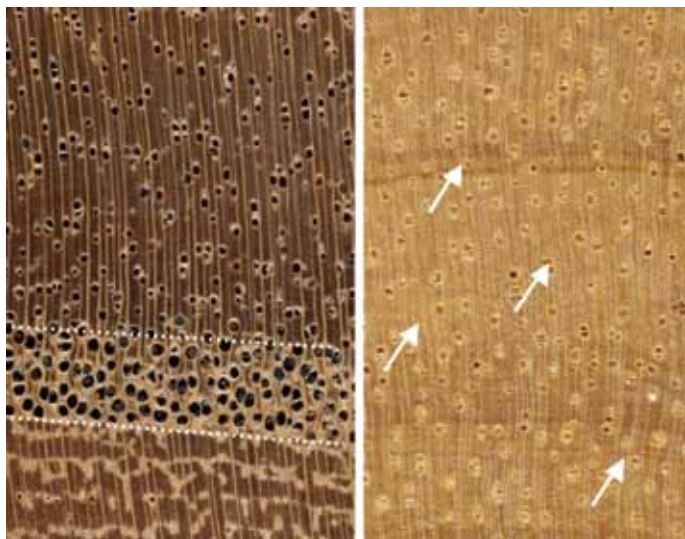


Figura 13. Poros grandes (madera temprana) formando un anillo distinto (entre líneas punteadas) demarcando el límite de anillo de crecimiento en madera de paraíso (izquierda). Poros del mismo tamaño distribuidos uniformemente (patrón difuso) sobre la superficie transversal en madera del habillo (derecha)

El **parénquima axial** es otro tejido accesible para la observación macroscópica en muchas maderas latifoliadas procedentes de climas subtropical y tropical. Ocurre en algunos tipos básicos y numerosas formas intermediarias y se destaca generalmente por su color más claro sobre el fondo más oscuro de la superficie transversal. La figura 14 muestra dos tipos comunes, el parénquima axial asociado con los poros formando halos de contorno circular a oval o también en forma de rombo, por ejemplo en la madera de parota (*Enterolobium cyclocarpum*), y el parénquima axial en bandas tangenciales, por ejemplo en la madera de machiche (*Lonchocarpus castilloi*).

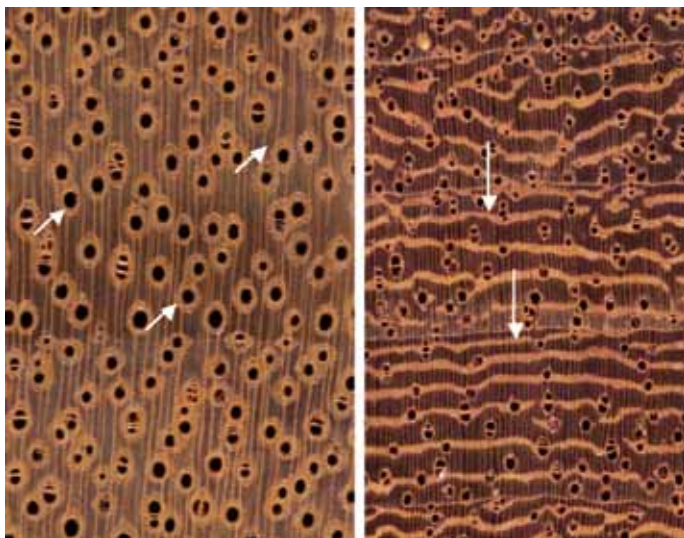


Figura 14. Parénquima axial asociado con los poros en forma de un halo en la madera de parota (izquierda) y en forma de bandas tangenciales en la madera del machiche (derecha).

Los radios son las únicas estructuras en la madera de orientación horizontal o sea, su curso es perpendicular al hilo o eje principal del tronco. Se extienden desde el centro hacia la periferia en el sentido radial. En la sección transversal se les observa como líneas paralelas de anchos variables, orientadas perpendicularmente a los límites de los anillos de crecimiento. En la gran mayoría de las maderas los radios son finos y bajos, con poco valor diagnóstico. Sin embargo, algunas maderas latifoliadas poseen radios excesivamente anchos y altos como, por ejemplo, todos los encinos (*Quercus* spp.). Es precisamente, la presencia de los radios grandes, los que le dan a las tres superficies una apariencia muy especial, principalmente a la radial, imprimiéndoles el llamado "espejuelo" o "grano plateado", casi exclusivo de los encinos y de gran valor, tanto diagnóstico, como comercial en ebanistería. En la figura 15 se puede apreciar cómo se presentan los radios grandes de un encino en la sección transversal (bandas anchas de color más claro) y las superficies longitudinales tangencial (formas verticales husiformes de color más oscuro y de varios centímetros de altura), y radial (fajas altas horizontales).



Figura 15. Radios excesivamente grandes de la madera de un encino (*Quercus durifolia*) con su característica apariencia en las secciones transversal (aumento aprox. 12x), tangencial y radial (tamaño natural).

AGUACATE

Persea americana Mill., familia Lauraceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México y Centroamérica, Caribe; cultivado mundialmente.



OTROS NOMBRES: Ahuacatl, tichi (MX); abacate (BR); avocatier (FR); avocado (comercio internacional).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: La madera del aguacate es un producto secundario del cultivo del fruto, resultado de tratamientos de podas, aclareos y sustituciones de árboles en las huertas. Constituye una materia prima disponible anualmente en considerables cantidades que no ha recibido la atención necesaria, principalmente por falta de una estrategia adecuada para su aprovechamiento industrial la cual involucra la colecta de la materia prima, el transporte, el procesamiento primario y secundario, y productos diseñados en función de sus dimensiones cortas, propiedades estéticas, biológicas y físico-mecánicas.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Albura de color café claro rosado, generalmente no diferenciada del duramen de color café rosado, con veteado poco pronunciado en las caras tangenciales. Anillos de crecimiento débilmente marcados. Hilo recto a entrecruzado y frecuentemente irregular, textura fina a media, superficie poco lustrosa; madera seca sin olor o sabor característico.



TRABAJABILIDAD: Madera de peso bajo a mediano y de estructura homogénea; excelente para trabajar con herramientas manuales así como en las diferentes operaciones de maquinado excepto el cepillado y lijado de superficies presentando madera de reacción. Ofrece un buen acabado y un alto pulimento. Madera fácil de entintar, laquear y pegar. Su clavado y atornillado no requiere taladrado previo.



SECADO: La madera de un secado moderadamente rápido al aire libre, con tendencia a agrietarse en los extremos, sobre todo con material de espesor mayor de 2.5 cm. No hay información sobre su comportamiento bajo condiciones del secado técnico. Basándose en la estructura anatómica y la densidad se recomienda programas moderadamente rápidos como son los programas C o D (Reino Unido) para tablas de hasta 3.5 cm de espesor, y E para material de espesores mayores.



DURABILIDAD NATURAL: Madera no resistente al ataque de hongos xilófagos de pudrición blanca y café (corresponde a clase V según DIN EN 350-2).



Cara transversal, aumento aprox. 12x



Cara tangencial, tamaño natural



USOS ACTUALES: Empaques, artesanía en general, diversos elementos utilizados en la manufactura de instrumentos musicales, muebles rústicos y carpintería en general.



USOS POTENCIALES: Tableros enlistonados para la manufactura de marcos y jambas de puertas interiores, cajones, estantes, closets y muebles en general, gabinetes de cocina y cascos para muebles tapizados; pulpa y papel

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	~ 800
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.45—0.54—0.63
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	2.6 1.1
tangencial [%]	5.8 2.7
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.13 tangencial: 0.27
Estabilidad dimensional	regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	23—35—47
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	60—73—92
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	4300—5900—8200
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	25—42—63
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7.2—9.5—17.7
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	1.8—4.4—10.8
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	13—21—41

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

AILE

Alnus acuminata Kunth, *A. jorullensis* Kunth
(incl. *A. firmifolia*), familia Betulaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México, Centroamérica (*A. jorullensis*) y hasta el norte de Argentina (*A. acuminata*).



OTROS NOMBRES: Elite, palo de águila (MX); aliso (comercio Centroamérica y América del Sur), jaúl (CR); Andean alder (GB, NZ); Andenerle (DE).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El aile, a pesar de sus dimensiones generalmente pequeñas, es una madera atractiva y buena para trabajar. En Europa (*Alnus glutinosa*) y los EUA (*A. rubra*), los ailes más importantes se encuentran entre las maderas más demandadas y apreciadas principalmente para carpintería de obra interior (closets, muebles de cocina, libreros, etc.) gracias a su apariencia externa (color, vetado), su excelente trabajabilidad y buena estabilidad dimensional. Como no hay diferencias apreciables entre los ailes que crecen en los diferentes continentes un aprovechamiento más amplio e inteligente de esta madera en América Latina constituye una tarea de primer orden.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Madera de color café rosáceo claro, sin diferencia notable entre albura y duramen, raramente con vetas café rojizo (radios compuestos altos y anchos); anillos de crecimiento bien definidos; hilo recto; vetado de suave e pronunciado, sobre todo en el corte tangencial debido a lo marcado de los anillos de crecimiento; textura fina a mediana, olor y sabor no apreciables.



TRABAJABILIDAD: Madera liviana y homogénea que presenta muy buena trabajabilidad con herramientas manuales y en todas las operaciones de maquinado. Ofrece un excelente acabado y un alto pulimento; fácil de laquear y pegar. Acepta y retiene bien los clavos y tornillos.



SECADO: La madera seca rápido y fácilmente al aire libre, con poca tendencia a agrietarse y deformarse. El secado técnico se lleva a cabo en tiempo relativamente rápido. Requiere programa moderado, tal como el programa H (Reino Unido) o el T10-D4S y T8-D3S (Estados Unidos)



DURABILIDAD NATURAL: Madera muy susceptible al ataque de hongos (clase V según DIN EN 350-2) por lo que requiere ser secada rápidamente después de aserrarse. Madera no resistente al ataque de insectos ni a taladradores marinos.



USOS: Principalmente para usos en interiores tales como carpintería de obra (muebles, elementos no estructurales para interiores como son entrepaños,



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural

cubre cantos, barandales de escaleras, molduras y lambrines), tableros enlistonados, chapas decorativas, paneles, talla, empaques finos, artesanías, torneados, instrumentos musicales, artículos de cocina (recipientes, tablas de picar, cucharas, etc.).



SUSTITUCIÓN: El aile puede sustituir a varias maderas de color castaño rojizo claro y de peso liviano, la mayoría de ellas importadas tales como el sandé (*Brosimum utile*), el banak (*Virola spp.*), el aile americano (*Alnus rubra*) y otras más.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	600—800—1000
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.40—0.56—0.64
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	3.8—4.5 1.8—2.2
tangencial [%]	6.0—7.7 3.3—4.5
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.15—0.17 tangencial: 0.24—0.30
Estabilidad dimensional	buena a regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	38—47—51
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	70—92—108
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	8500—11400—13000
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	26—67—141
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	8.0—10.0—12.0
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	4.4—7
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	21—29

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

AMARGOSO

Vatairea lundellii (Standl.) Killip ex
Record, familia Fabaceae-Faboideae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Sur de México y Centroamérica hasta Panamá.



OTROS NOMBRES: Canyultilté, picho, sacacera, tinco (MX); bitter angelim (NI); coralillo, bitterwood, amargo (PA); danto, frijolillo, medallo, palo overo, p. de zope (GT); amargoso cucaracho (HN); amargo, cocobolo de San Carlos, guayabón (CR); faveira amargosa, amargo-amargo (BR).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El amargoso es la única de aproximadamente ocho especies del género *Vatairea* que ocurren en México. Se trata de árboles de tronco recto y esbelto que alcanzan alturas de 30 a 40 m y diámetros a altura de pecho de hasta 100 cm. El principio amargo que tienen la corteza y madera es empleado en la medicina casera. No obstante de poseer propiedades biológicas, estéticas y tecnológicas sobresalientes, la madera es poco conocida en los mercados nacional e internacional.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Recién cortado el duramen tiene un color amarillo brillante, oscureciéndose con la exposición a un color medio café algo anaranjado u olivo, con jaspeaduras blancas; bien diferenciado de la albura de color café claro amarillento. Límites de anillos de crecimiento poco marcados a indistintos. Veteado pronunciado, textura gruesa, hilo entrecruzado. Olor indistinto, sabor fuertemente amargo.



TRABAJABILIDAD: Madera moderada a pobre para cepillar y tornear, fácil de barrenar, buena para moldurar y excelente para escoplear, aunque el efecto de desafilado es moderadamente alto. Acepta y retiene bien los clavos y tornillos, sin embargo, se recomienda perforar antes de clavar o atornillar. Responde bien al encolado y al uso de ajustadores. Permite un excelente acabado, de preferencia con lacas transparentes para conservar el veteado y color natural.



ADVERTENCIA: El polvo que se genera durante su trabajado puede causar irritaciones de la piel y de las mucosidades de personas susceptibles, por lo cual se necesita utilizar equipo protector (extractor, cubreboca).



SECADO: Madera reportada con tiempos moderados al ser secada al aire libre, presentando muy leves defectos a distorsiones y agrietamientos. El secado técnico se lleva a cabo en tiempo moderado, requiere programas suaves con alta carga de vapor, por ejemplo los programas (US) T5-D3 para material de 1" y T3-D2 para material de 2".



Cara transversal, aumento aprox. 12x



Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: Madera de resistente a moderadamente resistente a los hongos de pudrición (clases 2 y 3 según ASTM D 2017-5; clase 3 según EN 350-2). Moderadamente resistente al ataque de termitas, susceptible a los taladradores marinos (clase S según EN 350-2).



Usos: Componentes estructurales (interior y exterior) para carga media a pesada, marcos de puertas y ventanas, pisos (duelas y parquet), cubiertas de terrazas, revestimientos exteriores, carpintería general, elementos para muebles y gabinetes finos, chapas rebanadas decorativas.

Propiedades físicas		
Peso verde [kg/m ³]	900—1000	
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.67—0.80	
Contracción	Total*	Normal**
radial [%]	3.4—4.8	1.1—2.0
tangencial [%]	7.2—9.6	2.1—5.1
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.19 tangencial: 0.30	
Estabilidad dimensional	regular	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	39—62	
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	100—123	
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	11600—15600	
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~63 ***	
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	10—12	
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	4.9—7.2	
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	23—30	

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valor determinado en estado verde (fuente bibliográfica 16)

BALSA

Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urban (sinónimo: *Ochroma lagopus* Sw.), familia Bombacaceae.



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Sureste de México, Centroamérica, Caribe y América del Sur hasta Paraguay.



OTROS NOMBRES: Corcho, jonote real, maho, jubiguy, jopi, mo-ma-ah, pata de liebre, pomoy (MX); balso, lano, tucumo (CO); topa, huampo (PE); lano, palo de lana, tapar'gua (VE); tami (BO); pau de balsa (BR); palo de balsa (EC); enea, pin uru, piu, pung, nisperillo (CR); algodón (SV); lanilla, tambor, puh (GT); lana, puero (PA); guano (BZ, HN); gatillo, polak (NI); bois flot (HT, JM).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: La balsa es una especie pionera de rápido crecimiento (17-30 m³/ha/año); los árboles alcanzan hasta 30 m de altura y 40 cm de diámetro a altura del pecho. Proporciona una de las poquísimas maderas que reúnen un peso extremadamente bajo (una tonelada tiene aproximadamente 6.50 m³) con una resistencia mecánica relativamente alta, por lo cual es considerada un material muy eficiente para trabajos de aeromodelismo, flotación y aislamiento. Una gran parte de la madera comercializada mundialmente proviene de extensas plantaciones en el Ecuador, de donde se exporta más de 11.000 toneladas (un 90% de la cosecha total) anualmente a un precio arriba de los US\$ 2.000 por metro cúbico.



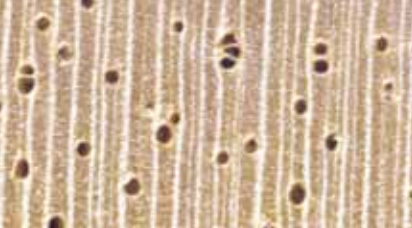
CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café pálido con matiz rosado, poco diferenciado de la albura de color blanuzco sucio. Límites de anillo de crecimiento apenas visibles a simple vista. Veteado suave, textura media a gruesa, hilo generalmente recto a ocasionalmente entrecruzado. Madera seca sin olor característico.



TRABAJABILIDAD: Debido a su densidad extremadamente baja, la madera es algo difícil de trabajar con herramientas de mano convencionales o maquinaria. Requiere herramientas muy bien afiladas para evitar que la madera se desgarre cuando es cortada transversalmente y se generen superficies lanosas al cepillarse. Permite clavarse y atornillarse fácilmente pero las uniones son frágiles. Las mejores uniones se obtienen con el encolado. Permite un buen acabado, sin embargo debido a su alta porosidad absorbe mayores cantidades de sellador, fondo, laca, barniz en comparación con las maderas de densidad más alta.



SECADO: A pesar de ser una madera de baja densidad y relativamente fácil de secar al aire libre, se recomienda emplear el método de secado técnico-



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural

convencional para reducir alabeos y rajaduras. Los programas (US) de secado propuestos son el T10-D4S para 1" y el T8-D3S para 2".



DURABILIDAD NATURAL: Madera no resistente a los hongos de pudrición (clase 4 según ASTM D 2017-5; clase V según EN-350-2). Susceptible al ataque de termitas y barrenadores; muy susceptible a los hongos manchadores.



Usos: Material aislante acústico, eléctrico y térmico, boyas, flotadores, equipos salvavidas, aeromodelismo, maquetas, manualidades, artesanía, juguetes (aviones).

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	~ 600
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.10—0.20—0.40
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	1.8—3.0 1.6—1.8
tangencial [%]	3.5—5.4 2.9—4.3
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.06—0.11 tangencial: 0.15—0.22
Estabilidad dimensional	buena a regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	9—15—27
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	15—24—39
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	2200—4400—6000
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	2—4
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	1.0—2.3
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	0.5—1.0
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	2—3—5

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

BÁLSAMO

Myroxylon balsamum (L.) Harms, familia Fabaceae-Faboideae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México, Centroamérica, América Sur hasta Argentina.



OTROS NOMBRES: Cedro chino, nabá (MX); chirraco, sándalo (CR); quina morada (VE); estoraque, quina quina (PE); incienso (AR, PY); quina, palo treból (BO); sándalo (EC); bálsamo de tolú, olor, tacho, tolu (CO); cabreúva, c. vermelha, pau de bálsamo, óleo vermelho (BR); incienso, quina (AR); "Santos magogany" (US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El bálsamo es una especie de muy amplia distribución en el continente americano, desde el sur de México hasta Argentina. El árbol tiene un tronco recto y alcanza alturas hasta 45 m y diámetros a altura del pecho hasta de 100 cm. Esta y otra especie muy similar (*M. peruiferum*) se utilizan en sistemas agro-forestales, además son altamente apreciadas, tanto por la calidad de su madera como por el bálsamo que se extrae de la corteza, al cual se le atribuyen propiedades medicinales y aplicaciones en perfumería, cosméticos y jabones, entre muchas otras. El nombre de bálsamo de Perú es debido a que los españoles desde el siglo XVI lo enviaban de las varias regiones de cosecha a Perú para su embarcación a España.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café rojizo en estado verde, cambiando para café oscuro con matiz morado bajo exposición; con transición abrupta a la albura de color amarillo pálido. Límites de anillos de crecimiento generalmente indistintos. Veteado suave a semi-pronunciado, textura media, hilo fuertemente entrecruzado. Madera seca sin olor característico.



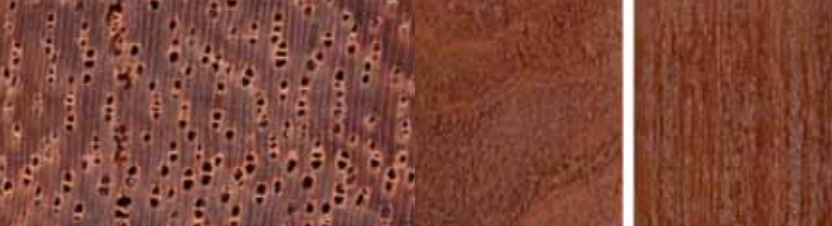
TRABAJABILIDAD: Madera que por su alta densidad es difícil de trabajar; cepillado, taladrado, torneado y moldurado con superficies de calidad muy pobre. Los filos de las herramientas se acaban rápidamente, por lo que se recomienda herramientas de carburo de tungsteno. Para el calavado y atornillado se requiere perforar la madera antes de la unión. Permite buenos acabados.



SECADO: El secado al aire libre se lleva a cabo muy lentamente y con mínimas deformaciones. Para el secado técnico convencional se recomienda secuelas suaves, tales como el programa F del Reino Unido.



DURABILIDAD NATURAL: Duramen con la reputación de ser altamente resistente (corresponde a clase 1 según ASTM D 2017-5 y clase I según EN 350-2) a los hongos de pudrición y al ataque de insectos.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Caras tangencial (centro) y radial (izquierda), tamaño natural



Usos: Construcciones pesadas interiores y exteriores, pisos (duelas, parquet), pisos industriales con tráfico pesado, pasos de escalera, chapas decorativas rebanadas, ebanistería, tacos de billar, artesanías.

Propiedades físicas		
Peso verde [kg/m ³]	~ 1200	
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.87—1.00	
Contracción	Total*	Normal**
radial [%]	3.8—5.5	1.3—2.0
tangencial [%]	6.2—7.2	1.9—3.6
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: — tangencial: —	
Estabilidad dimensional	buena a regular	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	71—98	
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	132—180	
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	13000—19200	
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	136—180***	
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	16—20	
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	10—14	
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	38—50	

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH₁₂₋₁₅)

BARCINO

Cordia elaeagnoides DC.,
familia Boraginaceae.



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México, endémica en la vertiente del Pacífico (Jalisco hasta Oaxaca y Chiapas, incluyendo la cuenca del Río Balsas).



OTROS NOMBRES: Bocote, cuéramo, ocotillo, ocotillo meco, bojote, getaña, grisiño, güeramo (MX).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El barcino es una de las maderas comerciales más importantes de las más de 200 especies correspondientes a este género. Árbol de fuste recto, de hasta 20 m de altura y diámetros a altura de pecho de 30 cm. Se trata de una especie endémica de México de gran importancia ecológica y económica. Su madera es de las más duras y pesadas del género y presenta un color y veteado muy atractivo.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café con tintes anaranjados, después de un tiempo a la exposición se vuelve café oscuro; muestra fajas o bandas irregulares de color más claro, alternadas al azar. Transición abrupta a la albura de color blanco cremoso. Límites de anillos de crecimiento inconspicuos que pueden confundirse con las bandas más pigmentadas. Veteado muy acentuado con agradables contrastes de color. Textura media a fina, hilo recto a entrecruzado, madera seca sin olor distintivo.



TRABAJABILIDAD: Madera homogénea y muy dura que es difícil de trabajar con herramientas de mano y maquinaria. Para obtener buenos resultados se recomienda el uso de herramientas provistas de carburo de tungsteno o estelita. De excelente comportamiento al escopleado y moldurado, buen comportamiento al barrenado, probablemente algo difícil de encolar. Para clavar y atornillar es imprescindible perforarla previamente. La madera posee un lustre propio, por lo que no requiere acabados posteriores.



SECADO: No se encontró información bibliográfica con respecto a su comportamiento frente al secado. Sin embargo, es de esperarse que por su elevada densidad y el bloqueo parcial de los vasos como conductos principales del movimiento de agua y vapor sus tiempos de secado al aire libre sean lentos y con algo de riesgo de agrietarse y deformarse. Para el secado técnico se recomienda utilizar un programa suave, tendientes a los utilizados por la madera de encinos mexicanos.



DURABILIDAD NATURAL: Duramen resistente a moderadamente resistente a los hongos de pudrición (clases 2 y 3 según ASTM D 2017-71).



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Caras tangencial (izquierda) y radial (derecha), tamaño natural



Usos: Pisos (parquet tipo mosaico); chapas decorativas rebanadas, muebles finos, ebanistería, artículos artesanales variados, torneados y tallados.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	850—1150
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.83—0.94—1.15
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	~ 5.0 ~ 1.8
tangencial [%]	~ 8.1 ~ 3.3
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.25 tangencial: 0.42
Estabilidad dimensional	buena
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	76—92
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	112—147
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	12000—16000
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	54—75—96
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	16—18
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	15—25
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	55—85

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

BOJÓN

Cordia alliodora (Ruiz & Pavón) Oken,
familia Boraginaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Región Caribe, México, Centroamérica, América del Sur (Venezuela a Argentina).



OTROS NOMBRES: Aguardientillo, amapá prieta, bojón prieto, botoncillo, hormiguero, laurel, pajarito prieto, palo de rosa, p. de viga, rosadillo, solerillo, hormiguero, suchicuahua (MX); canaleta (CO, VE); nogal cafetero, pardillo, molinillo (CO); freijó branco, louro amarelo, l. alho, pau cachorro, uruá, uruazeiro (BR); ajo-ajo (CO, EC, PE); capá, c. prieto (PR); salmwood (BZ, GB); laurel (cAm); laurel blanco, cuájaró (VE).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El bojón es una especie que se desarrolla de manera natural desde México hasta Argentina bajo condiciones ecológicas desde muy húmedas hasta estacionales secas. En Latinoamérica es el árbol más comúnmente plantado para dar sombra a las plantaciones de café y posterior aprovechamiento de la madera. Esta tiene buenas propiedades biológicas y tecnológicas que favorecen su uso para diversas manufacturas. La madera oscura del duramen asemeja la del nogal (*Juglans spp.*) y es preferida para ebanistería, por lo que es considerada una de las especies de mayor potencial económico en las regiones donde se desarrolla. La madera muestra una alta variación de propiedades conforme condiciones climáticas de crecimiento y manejo silvícola.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café marrón a café amarillento o pardo y frecuentemente con vetas oscuras, con transición gradual a la albura de color amarillento a café claro. Límites de zonas de crecimiento ausentes o inconspicuos, indicados por bandas marginales de parénquima axial. Veteado suave a acentuado, textura media, hilo de recto a entrecruzado. Madera seca sin olor distintivo.



TRABAJABILIDAD: Madera fácil de trabajar, tanto con herramientas manuales como con maquinaria convencional. Buena al aserrado, cepillado, escopleado, taladrado y lijado; puede moldurarse pero la calidad de superficie puede resultar de baja calidad; de buen comportamiento al clavado y atornillado y de buena resistencia al rajado. Fácil de encolar y permite acabados lisos.



SECADO: La velocidad de secado de esta madera es moderada, presenta leves grietas y deformaciones al ser secada al aire libre. Para su secado técnico convencional, se recomienda utilizar los programas (US) T6-D2 para madera de 1" y el T3-D1 para 2".



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: Empíricamente es considerada una madera moderadamente durable con respecto a hongos de pudrición y el ataque de termitas, y muy susceptible al ataque de taladradores marinos. Sin embargo, ensayos de laboratorio han indicado que el duramen es poco resistente a los hongos de pudrición (clase 4 según ASTM D 2017-5; clase IV-V según EN 350-2).



Usos: Muebles finos; marcos de puertas y ventanas, elementos estructurales no sometidos a altas cargas, pisos en habitaciones de tráfico liviano, chapas decorativas, artesanías y juguetes.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	890—950
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.40—0.53—0.65
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	3.1—4.3 1.7—2.2
tangencial [%]	4.6—6.6 4.2—4.5
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.18 tangencial: 0.38
Estabilidad dimensional	buena a regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	27—44
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	60—84
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7000—10500
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 65***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	5.8—7.3
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	2.4—3.9
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	15—19

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valor determinado en estado verde (fuente bibliográfica 16)

CAOBA

Swietenia macrophylla King, familia Meliaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México, Centroamérica, América del Sur tropical (excepto la cuenca del Río Amazonas).



OTROS NOMBRES: Zopilote (MX); Amerikanisches Mahagoni, Echtes Mahagoni, Honduras-, Tabasco-, Nicaragua-Mahagoni (DE); aguano (PA, PE); orura (VE); araputanga, mogno (BR); sapoton (SR); yulu (NI), crura, mara (BO); acajou d'Amérique (FR), American mahogani, baywood (GB), American mahogany, true mahogany, broadleaf mahogany (US); mahonie (NL).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: Ante el riesgo de su extinción por su excesiva explotación, las especies del género *Swietenia* actualmente se encuentran protegidas en el anexo II de CITES.



ANTECEDENTES: La caoba es una de las maderas más conocidas y apreciadas en el mundo, principalmente por sus características estéticas, propiedades tecnológicas, y durabilidad natural, que han permitido una amplia diversidad de usos y su comercialización prácticamente desde el siglo XVI. Únicamente la madera de *S. macrophylla* está siendo comercializada en cantidades apreciables en los mercados nacional e internacional. Las maderas de las otras dos especies, *S. mahagoni* (región Caribe) y de *S. humilis* (vertiente pacífica desde México hasta Costa Rica) son raras y, por lo tanto, de importancia apenas local. Código acorde EN 13556: SWMC.



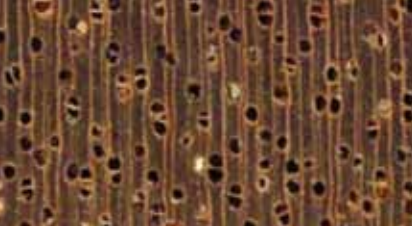
CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color variable desde rosado a café-rojizo oscuro, con matiz dorado y brillo alto; transición gradual a la albura de color rosado o amarillento. Límites de anillos de crecimiento visibles con lupa, marcados por bandas marginales de parénquima axial de color claro. Veteado algo acentuado, textura media, hilo recto a entrecruzado. Madera seca sin olor distintivo.



TRABAJABILIDAD: Madera fácil de trabajar con herramientas manuales y en todas las operaciones de maquinado que resultan en superficies y aristas lisas. Se puede clavar, atornillar, encolar y laquear sin dificultad. Ofrece un excelente acabado con todos los productos naturales y sintéticos. Mediante los procesos de rebanado y desenrollado se producen chapas decorativas de excelente calidad.



SECADO: La caoba es considerada una de las maderas poco refractarias y es relativamente fácil de secar al aire libre y también en estufa, aún moderadamente lenta. Desarrolla pocos defectos serios como agrietamientos y deformaciones. Para el secado técnico se recomiendan los programas (US) T8-D5, T6-D4 para material de 1". El programa T8-D5 y el programa F (GB) es conveniente para un espesor de 1½".



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: Madera de resistente a moderadamente resistente al ataque de hongos de pudrición (clase 1—2 según ASTM D 2017-5; clase II—III según EN 350-2); moderadamente resistente al ataque de termitas; no es resistente a los perforadores marinos.



Usos: Madera de uso múltiple que sirve tanto para aplicaciones exteriores como interiores. Es utilizada principalmente para acabados finos, carpintería artística y de muebles, paneles, revestimientos, partes de pianos y órganos así como artesanía. En Europa y Estados Unidos solía ser una de las maderas más apreciadas para marcos de puertas y ventanas.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	900—1000
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.47—0.55—0.63
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	3.0—3.3 1.3—2.0
tangencial [%]	4.1—5.5 2.1—3.0
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.13—0.16 tangencial: 0.20—0.27
Estabilidad dimensional	muy buena
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	44—50
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	79—87
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	8700—10300
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	36—51—71
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	9.0—11
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	3.6—4.2
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	18—20

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

CAPOMO

Brosimum alicastrum Sw.,

familia Moraceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México, Centroamérica, Caribe y América del Sur.



OTROS NOMBRES: Capomo, ramón, ojoche (MX), guaimaro (CO), congoña, machinga (PE), tillo (EC), inharé, mururé, muiratinga (BR), masica (HN), breadnut (JA).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: En México, América Central y el Caribe esta madera proviene de una sola especie (*B. alicastrum*). Sin embargo, la madera importada de América del Sur puede contener material de otras tres especies que pertenecen al grupo "alicastrum" (*B. colombianum*, *B. dugandii*, *B. latifolium*), el cual es vendido bajo el(los) mismo(s) nombre(s) comercial(es). Lo anterior puede implicar ligeras diferencias en apariencia y propiedades de la madera.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Madera de color uniforme amarillo claro a beige/crema, sin diferencia notable entre albura y duramen. Se forman ocasionalmente cerca de la médula y alrededor de nudos pequeñas áreas de un duramen castaño rojizo oscuro. Anillos de crecimiento débilmente marcados o ausentes; hilo entrecruzado; veteados presentes poco pronunciados; textura fina y compacta, superficie algo lustrosa; sin olor o sabor característico.



TRABAJABILIDAD: Madera pesada, dura y tenaz, algo difícil de trabajar manualmente y en todas las operaciones de maquinado. Debido a su dureza y siendo abrasiva (contenido de sílice de 0.10 a 0.68%) requiere herramientas de filo reforzado y técnicas de corte adecuadas para obtener superficies y cantos de alta calidad. Ofrece un excelente acabado y un alto pulimento; fácil de laquear y pegar. Para clavos y tornillos requiere taladrado previo.



SECADO: Madera difícil de secar al aire libre, con tendencia a deformarse de leve a acentuada. El secado técnico se lleva a cabo en tiempo relativamente corto, requiere un programa moderado tal como el F (Reino Unido) o M (Junta del Acuerdo de Cartagena).



DURABILIDAD NATURAL: Madera moderada a no resistente al ataque de hongos (mancha azul, deterioro) (clase IV-V según DIN EN 350-2). No resistente al ataque de insectos y perforadores marinos.



USOS ACTUALES: Carpintería y ebanistería (muebles finos), marcos de ventanas y puertas, chapas decorativas, paneles, molduras, pisos (parquet de dimensiones pequeñas), mangos de herramientas, artesanía y torneados.



Cara transversal, aumento aprox. 12x











Caras tangencial (derecha) y radial (izquierda), tamaño natural

Propiedades físicas		
Peso verde [kg/m ³]	~ 1200	
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.63—0.88	
Contracción	Total*	Normal**
radial [%]	5.0—6.0	~ 1.8
tangencial [%]	8.5—9.5	~ 3.0
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.20 tangencial: 0.26	
Estabilidad dimensional	buena a regular	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	51—78	
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	115—150	
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	12000—16000	
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 135***	
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	12—14	
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	7—8	
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	29—32	

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valor determinado en estado verde (fuente bibliográfica 16)

CEDRILLO

Guarea spp., familia Meliaceae

-  **DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA:** Centro y sur de México, Centroamérica, noreste de América del Sur
-  **OTROS NOMBRES:** Quitacalzón, choholonté, palo blanco (MX); trompillo (GT); carbón, marapolán (HN); prontoalivio (HN, NI); mancharro (CO); apae, pitón (EC); requiá (PE)
-  **ESTATUS PROTECCIÓN CITES:** No protegido
-  **ANTECEDENTES:** El cedrillo (*Guarea glabra* de México y Centroamérica y *Guarea grandifolia* desde México hasta el noreste de Brasil y Perú) proviene de estas dos especies arbóreas pertenecientes al género *Guarea* que se desarrollan de manera natural en México. Son árboles de fuste recto que pueden alcanzar 25 a 30 m de altura y diámetros a altura de pecho de 50 a más de 100 cm. Por sus propiedades tecnológicas suelen en ocasiones utilizar su madera como sustituto de la caoba y equipararla con otras especies como la falsa caoba (*Carapa guianensis*) y rosa morada (*Tabebuia rosea*). Los curiosos nombres populares de “quitacalzón” y “prontoalivio” los tienen bien ganado por sus severas propiedades laxantes.
-  **CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA:** Duramen de color rosado o café rojizo a amarillento, con transición gradual a la albura de color rosado pálido. Límites de anillos de crecimiento generalmente indistintos. Veteado suave, textura media y uniforme, hilo recto a ligeramente entrecruzado. En estado verde madera aromática (olor de canela), sin embargo sin olor distinto cuando seca.
-  **TRABAJABILIDAD:** Madera fácil de trabajar con herramientas de mano tanto como de aserrar, cepillar, tornear y barrenar pero pobre para el moldurado. Algo difícil de clavar y atornillar, lo que hace necesario perforar la madera antes de unirlos. Al taladrado tiende a desgarrarse, buena al atornillado. Presenta excelentes acabados y por su belleza natural, el acabado transparente es el más indicado.
-  **SECADO:** Madera que puede ser secada al aire libre a velocidad moderadamente lenta, presentando de moderadas a leves distorsiones y/o agrietamientos, tendiendo a deformarse más la albura que el duramen. Para el secado técnico convencional se recomienda utilizar los programas (US) de secado T6-D2 o T6-D3 para madera de 1” y T3-D1 o T3-D2 para 2”.
-  **DURABILIDAD NATURAL:** Duramen moderadamente resistente al ataque de hongos de pudrición (clase 3 según ASTM D 2017-05); moderadamente



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural

resistente frente a termitas de madera seca; no resistente a los taladradores marinos.



Usos: Muebles finos o partes visibles de estos, marcos laminados de puertas y ventanas, chapas decorativas desenrolladas y rebanadas, carpintera en general, pisos de casas de habitación, peldaños para escaleras y pasamanos.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	no hay datos
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.53—0.61—0.64
Contracción	Total*
	Normal**
radial [%]	3.9—5.2
tangencial [%]	6.4—8.2
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.20—0.23 tangencial: 0.25—0.28
Estabilidad dimensional	buena
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	41—64
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	85—103
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	9800—12800
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 70.5***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	10—13
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	3.2—5.0
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	17—23

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valor determinado en estado verde (fuente bibliográfica 16)

CEDRO

Cedrela spp. (principalmente *C. odorata* L., *C. fissilis* Vell.), familia Meliaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Desde México y Centroamérica hasta el norte de Argentina; se encuentra también en las Islas del Caribe



OTROS NOMBRES: Calicedro, cedro colorado, c. rojo, c. oloroso, culché (MX); Central American cedar, Honduras cedar, Nicaragua cedar, Tabasco cedar (US, GB); cedar (JA); aluk (CR); yalam (NI); cedro amargo (VE); cédrat (GF); cedro caoba, c. cebollo (CO); red cedar (AN); cédre rouge (FR); cedro colorado, c. real, c. salteño (AR).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: Ante de la excesiva explotación en algunos países, la especie de *Cedrela odorata* actualmente se encuentra protegida en el ANEXO III de CITES (Colombia, Guatemala, Perú).



ANTECEDENTES: El cedro es un árbol con fuste recto o irregular, de 20 hasta 35 m de altura, con un diámetro a altura de pecho hasta 100 cm. Su madera es una de las más conocidas y apreciadas en el mundo por sus características estéticas, propiedades tecnológicas, y durabilidad natural, que ha estado en el comercio local e internacional por varios cientos de años. Fueron los exploradores españoles los que usaron por primera vez el nombre de cedro para esta especie por el olor aromático de su madera como una asociación que se le hacía con el cedro (*Cedrus spp.*) del Viejo Mundo. Código acorde EN 13556: CEXX.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Albura de color rosado claro o amarillento-blanquecino, con transición gradual a duramen de color castaño rojizo claro a oscuro; anillos de crecimiento marcados. Hilo usualmente recto y en ocasiones entrecruzado, textura mediana a gruesa, veteado de mediano a acentuado. Madera seca con olor característico (fragancia aromática agradable).



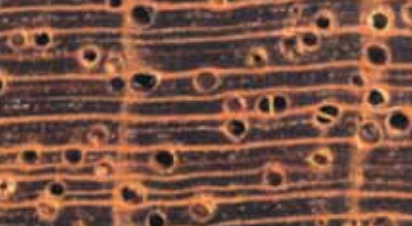
TRABAJABILIDAD: Madera liviana, fácil de trabajar con herramientas manuales y en todas las operaciones de maquinado. Ofrece un buen acabado y un alto pulimento después de sellada la superficie; fácil de laquear y pegar; acepta y retiene bien los clavos y tornillos.



SECADO: La madera seca rápido y fácilmente al aire libre, con poca tendencia a agrietarse y deformarse. El secado técnico se lleva a cabo en tiempo relativamente rápido, requiere programa moderado tal como el programa H (Reino Unido) o el T10-D4S (1") y T8-D3S (2") (Estados Unidos).



DURABILIDAD NATURAL: Duramen resistente a moderadamente resistente al ataque de hongos e insectos (clase II-III según DIN EN 350-2). Poco resistente a los perforadores marinos, y rara vez atacada por termitas.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Caras tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



USOS ACTUALES: Carpintería, ebanistería, chapas desenrolladas (triplay), chapas rebanadas decorativas, paneles, talla, puertas y ventanas, cajas especiales para empaçar y guardar puros, empaques finos, artesanía y torneados.



OBSERVACIONES: La madera seca y en uso puede ocasionalmente exudar una goma que interfiere con el acabado lo cual ocasiona una desvalorización grave del producto elaborado. No se conocen las causas de este fenómeno ni se pueden tomar medidas de prevención. Nombres comerciales tales como 'cedrillo', 'cedro claro', 'cedro rana', 'cedro macho', etc. se utilizan para maderas de apariencia similar, sin embargo, poseen propiedades físicas y mecánicas diferentes.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	600—800
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.35—0.50—0.60
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	4.0 1.6—2.3
tangencial [%]	6.3 2.6—3.3
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.13 tangencial: 0.24
Estabilidad dimensional	buena
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	31—40
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	51—83
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	5200—7400
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	22—37—45
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	5.0—6.0
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	2.2—3.5
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	14—18

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

CEIBA

Ceiba pentandra (L.) Gaertn.,
familia Bombacaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Desde Estados Unidos (California, Florida), a México y el Caribe, Centroamérica, por toda América del Sur tropical. Además, ocurre naturalmente en África Occidental tropical.



OTROS NOMBRES: Pochote, ochoe, árbol de algodón, cabello de ángel (MX); bongo (PA); sisín (HO); bonga, ceibo, majumba, yaque (CO); pochote (cAm); mapajo (BO); huimba (PE); paineira, sumaúma (BR); fromager, kapokier (FR); Kapokbaum (DE), cotton tree, ceiba cork wood, kapok tree (US, GB).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: La ceiba tiene una distribución bicontinental (América y África tropical). Las fibras que rodean a la semilla, denominadas "Kapok", son apreciadas para materiales térmicos y acústicos. La corteza, tallo, exudado y hojas se emplean en la medicina popular, incluso su flor es considerada como melífera. El árbol ha sido considerado por la cultura maya como un símbolo sagrado, y aun en la actualidad muchos grupos mayas relacionan la cantidad de hojas que produce en verano y primavera con el grado de fertilidad de sus cosechas.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Albura y duramen no tienen un límite marcado entre sí, los colores de la madera oscilan entre el blanquecino, café claro, rosa pardo o amarillo con algunos segmentos grisáceos. Los árboles viejos tienden a desarrollar un duramen traumático ("falso") de color café oscuro, con alto contenido de humedad y un olor extremadamente desagradable. Anillos de crecimiento apenas visibles e indicados por bandas finas de parénquima terminal. Veteado suave, textura gruesa y áspera, el hilo varía de recto a entrecruzado. Olor de la madera seca no distintivo.



TRABAJABILIDAD: La madera es fácil de trabajar con herramientas manuales y para maquinar, sin embargo, la calidad de superficies no es tan satisfactoria por la "pelusa" que deja durante el maquinado; fácil de clavar y atornillar, pero muy débil en la retención de clavos y tornillos. Permite un buen encolado y ofrece acabados regulares.



SECADO: Los tiempos de secado al aire libre son moderados, presentando pequeños alabeos y agrietamientos. El pre-secado y el secado técnico son de velocidad moderada, no se presentan defectos significativos. En caso de utilizarse el secado convencional en estufa, se sugiere el programa T10-D55 para madera de 1" y el T8-D45 para madera de 2" de espesor. Se recomienda un tratamiento profiláctico luego al aserrado para evitar el ataque de hongos manchadores e insectos.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: Madera poco resistente (clase 3 según ASTM D 2017-5) a no resistente (clase IV-V según EN 350-2) a los hongos de pudrición. Moderadamente resistente a las termitas pero muy susceptible al ataque de hongos de manchado.



Usos: Construcción ligera interna, embalajes (cajones y huacales), esculturas, flotadores y salvavidas, contenedores de alimentos, mueblería en general, trabajos de carpintería internos, alma de multi-laminado y de contrachapado, tableros de fibra, molduras, juguetería, palillos, cerillos/fósforos, canoas, pulpa y papel.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	500—700
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.21—0.27—0.42
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	2.1—2.9 0.8—1.2
tangencial [%]	4.1—5.5 1.7—3.2
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.12 tangencial: 0.24
Estabilidad dimensional	buena a regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	16—25
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	30—50
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	3300—5700
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	8.0—13—32***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	3.3—3.8
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	1.0—2.3
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	10—15

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***Valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH₁₂₋₁₅)

ENCINO, ROBLE PRIETO

Quercus durifolia Seem.,
familia Fagaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México, regiones montañosas norte y centro.



OTROS NOMBRES: Encino colorado, e. laurelillo, roble prieto, saucillo, shipari (MX).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: Esta especie de encino perteneciente al subgénero *Erythrobalanus* (encinos rojos) es nativa de México. Los árboles tienen un tronco recto y simétrico, alcanzan una altura entre 15 y 25 m y diámetros de hasta 50 cm a altura de pecho. Se encuentra en las regiones montañosas en el centro y norte de México (estados de Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango y Nuevo León).



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: La madera en general no presenta una marcada diferencia de color entre albura y duramen, va de café crema claro a café castaño rosado. En algunos árboles se observa un duramen de origen traumático, de contorno irregular y un color café oscuro con algunas líneas de tinte verdoso. Se aprecian anillos de crecimiento a simple vista. Veteado acentuado por la porosidad semi-anular y por los radios grandes, textura media a gruesa, hilo derecho. Madera seca sin olor distintivo.



TRABAJABILIDAD: Madera pesada y dura que se debe trabajar con herramientas provistas de pastillas de carburo tungsteno o estelita. Su comportamiento en cortes transversales y longitudinales es satisfactorio, ocasionalmente suele "aprisionar" y friccionar el disco a cortarla longitudinalmente debido a tensiones internas. Buena para cepillar; satisfactoria al barrenado presentando en el orificio de salida problemas de astillamientos; de muy buen comportamiento al escopleado y moldurado. El clavado y atornillado requieren pre-taladrado. Permite buenos encolados, sin embargo el uso de pegamentos tradicionales (blancos) provocan reacciones químicas con los taninos en la madera ocasionando un manchado de color negro en las superficies en contacto con el material encolante.



SECADO: Madera difícil de secar por su alta variabilidad de permeabilidad causada por la presencia de extraíbles y de tilides en el duramen. Se recomienda un pre-secado en estufa solar (hasta aprox. 30% CH), posteriormente un secado técnico convencional suave, temperatura inicial no mayor de 40°C finalizando el secado a temperaturas no mayores de 60°C. Durante el proceso se originan rajaduras en las testas con gran facilidad y frecuencia, madera susceptible a tensiones, alabeos, agrietamientos y colapso.



DURABILIDAD NATURAL: La bibliografía no reporta sobre la resistencia de esta especie de encino al ataque de hongos de pudrición. En congruencia con otras especies de encino rojo se espera que la madera sea de moderadamente a poco resistente (corresponde a clase 3 a 4 según ASTM D 2017-5; clase IV según EN 350-2).



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



USOS ACTUALES: Tarimas de embalaje, combustibles (carbón, leña).



USOS POTENCIALES: Construcción semi-pesada interior (madera sólida y laminada), chapas decorativas. Para demás usos se recomienda como primer paso reducir las dimensiones de las piezas. Después del procesamiento primario se deben pegar las piezas pequeñas para formar productos de mayor tamaño. Las aplicaciones principales serían pisos (duelas, parquet tipo mosaico y 'prefabricado') así como tableros enlistonados para uso múltiple (pisos de contenedores, carpintería de obra, muebles, etc.).

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	~ 1000
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.65—0.73—0.80
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	2.7—5.5 1.1—3.1
tangencial [%]	7.2—12.0 3.8—9.0
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.16 tangencial: 0.37
Estabilidad dimensional	regular a mala
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	42—52—59
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	92—118—125
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7781—9192—10602
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	84—166—236
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	13—14—15
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	11—16—26
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	41—56—70

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad (por secado)

EUCALIPTO GLOBULUS

Eucalyptus globulus Labill,
familia Myrtaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Nativo del sur de Australia y de Tasmania; cultivado en todos los continentes.



OTROS NOMBRES: Ocalito, eucalipto plateado (CO); eucalipto blanco (AR, ES); blue gum, Tasmanian blue gum (AU, GB, US); gommier bleu, g. blanc (FR); roble de Tasmania (ES).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El eucalipto globulus es una especie originaria de la región sur de Australia y de la isla de Tasmania, donde el árbol alcanza una altura de 30 a 55 m, ocasionalmente 70 m, y diámetros de hasta 200 cm. Es una de las especies más plantada en el mundo, la cual se ha introducido en Nueva Zelanda, Sudáfrica, Sudamérica, Estados Unidos, India y países del mediterráneo, formando extensas masas de monocultivo. Es una especie de rápido crecimiento y de buena adaptabilidad a un amplio rango de sitios, en plantaciones desarrolla el 70% de su altura total a sus primeros 10 años. Las hojas contienen aceites que destilados se destinan a las industrias químico-farmacéuticas y de confitería.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color variable desde marrón muy pálido a blanco rosáceo con tinte amarillento, transición casi imperceptible a la albura de color blanco con matiz grisáceo. Límites de anillos generalmente visibles, delimitados por una franja de tejido más oscuro (madera tardía). Veteado suave, textura mediana, grano recto a ligeramente entrecruzado. Madera seca sin olor distintivo.



TRABAJABILIDAD: Esta madera se caracteriza por su elevada densidad y dureza, así como por sus buenas propiedades mecánicas, facilidad de curvado y resistencia al impacto. Es difícil de aserrar debido a tensiones internas, de buen comportamiento al cepillado, lijado, torneado y taladrado; de regular al moldurado, de mala sujeción a los clavos y los tornillos, por lo que se recomienda perforación previa; buena para el encolado. Buena para el teñido y puede recibir una variada gama de acabados.



SECADO: Madera muy "nerviosa", generalmente con fuertes tensiones de crecimiento internas y altos coeficientes de contracción e hinchamiento; difícil de secar al aire libre, lo que origina considerables deformaciones, fendas superficiales, agrietamientos y colapso. Para reducir tales defectos se trabaja con un periodo prolongado de presecado. Para el secado técnico convencional se recomienda los programas suaves (US) T3-C2 para madera de 1" y el T3-C1 para madera de 2", seguido por algún tiempo de acondicionamiento bajo vaporización.



DURABILIDAD NATURAL: Duramen resistente a moderadamente resistente a los hongos de pudrición (clase 2-3 según EN 350-2). Sin embargo, debido a



Cara transversal, aumento aprox. 12x



Cara radial, aumento natural

que la mayor proporción de la madera producida en plantaciones es albura (no resistente), ésta no puede ser usada en exteriores sin un tratamiento previo con preservantes.



Usos: La mayor proporción de la madera producida en plantaciones se destina a las industrias de pulpa y papel. Los árboles de buena calidad se aprovechan para la producción de madera aserrada, carpintería interior, triplay, chapa plana, vigas laminadas, parquet prefabricado, tableros enlistonados, muebles modulares y de cocina, tarimas y casas económicas prefabricadas (madera tratada).

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	~ 1300
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.55—0.73—0.80
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	4.5—9.8 1.8—4.4
tangencial [%]	9.0—16.0 5.0—11.0
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: ~ 0.34 tangencial: ~ 0.19
Estabilidad dimensional	regular a mala
Propiedades mecánicas***	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	41—66—71
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	90—107—130
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	12000—14000—20000
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	76—104—132
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	9.5—12.0
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	14—19
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	50—65

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad ***Los resultados de ensayos físico-mecánicos obtenidos con la madera de *Eucalyptus globulus* proveniente de plantaciones muestran una alta variabilidad en función del sitio, tratamiento silvícola y de la edad de los árboles ensayados.

FRIJOLILLO

Cojoba arborea (L.) Britton & Rose
(syn.: *Pithecellobium arboreum* (L.) Urban),
familia Fabaceae-Mimosoideae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México, Centroamérica (Guatemala, Belice, Honduras, Nicaragua) y norte de América del Sur (hasta Ecuador).



OTROS NOMBRES: Camaronero, coralillo, sombra fresca, aguacillo, aromillo, arumbilla, guacastillo, cañamazo, guacamayo, tamarindillo (MX); wild tambrán, quebracho (NI); cola de coche (GT); barba jolote, ardilla, cola de marona, sang sang, tambrán, tuburús (BZ, HN); ardillo, iguano, tamarindo (CR); changuinola (PA); royal "mahogany" (US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El frijolillo es una especie de distribución natural del sur de México hasta Ecuador, principalmente en la costa atlántica. Su tronco recto alcanza alturas hasta 35 m y un diámetro a altura de pecho de hasta 100 cm. La especie ha ganado la atención del mercado norteamericano primordialmente por la apariencia de su madera con la madera de caoba (*Swietenia macrophylla*). Es considerada con buen potencial para regeneración natural, así como para plantaciones técnicas en claros debido a su buen crecimiento en una amplia diversidad de suelos.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café rojizo intenso, bien diferenciado de la albura de color café rosado grisáceo. Límites de anillos de crecimiento indistintos. Veteado suave y agradable por las variaciones en el hilo y el color, textura media, hilo entrecruzado y frecuentemente ondulado. Madera seca sin olor distinto.



TRABAJABILIDAD: Madera difícil de aserrar y de trabajar con herramientas de mano y maquinaria. Superficies radiales al cepillado y moldurado pobres, las tangenciales buenas; excelente para el escopleado, taladrado, buena para lijar; moderada a difícil al clavado y atornillado, siendo necesario perforar la madera antes de unirla. Permite excelentes acabados, de preferencia transparentes, para destacar su bello veteado y color natural.



SECADO: Madera de secado al aire libre con velocidad moderadamente lenta, desarrollando defectos de secado moderados. Para su secado técnico convencional se recomienda los programas (US) T5-D3 para 1" y T3-D2 para 2".



DURABILIDAD NATURAL: Madera altamente resistente a los hongos de pudrición (clase 1 según ASTM D 2017-5). Muy resistente al ataque de termitas de madera seca.



Cara transversal, aumento aprox. 12x



Cara tangencial, tamaño natural



Usos: Construcciones semi-pesadas interiores y exteriores, pisos para habitaciones, muebles finos (lineales y torneados) y gabinetes, moldes decorativos, carpintería general, paneles, lambrines, marcos de puertas y ventanas, interiores en general, , chapas rebanadas decorativas, artesanía.

Propiedades físicas		
Peso verde [kg/m ³]	~ 1200	
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.75—0.85	
Contracción	Total*	Normal**
radial [%]	3.0—4.0	1.4—2.0
tangencial [%]	5.0—7.8	~ 3.5
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.14 tangencial: 0.38	
Estabilidad dimensional	regular	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	50—65	
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	87—135	
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	10800—13700	
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 68***	
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	~ 13	
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	4.9—7.5	
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	22—31	

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valor determinado en estado verde (fuente bibliográfica 16)

GUAPAQUE

Dialium guianense (Aubl.) Sandwith,
familia Fabaceae-Caesalpinioideae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Desde México (zona tropical) y Centroamérica hasta Brasil y Perú.



OTROS NOMBRES: Guach, huapaque, palo de lacandón, paque, tamarindo silvestre (MX); paleta (GT, HN); tamarindo montero (NI); hauso, pericote, tamarindo de montaña (PA); tamarindo (CO); cacho (VE); huitillo (PE); jutahy, jutái, jataí-peba, parajuba (BR).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El guapaque es una especie caducifolia de amplia distribución en las Américas (regiones de clima tropical) que alcanza una altura hasta de 35 m y un diámetro de 80 cm, tronco cilíndrico y recto libre de ramas hasta los 15 m. Produce un fruto similar al del árbol del tamarindo (*Tamarindus indica* L.). Su madera se distingue por ser pesada, dura y muy abrasiva, por lo que no es apreciada para manufacturas industriales y artesanales. Sin embargo, tiene un buen potencial para usos estructurales. Tanto la madera como las hojas se aprovechan para aplicaciones remedios populares.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color marrón con tintes naranjas, oscurece con la exposición a la luz; con transición abrupta a la albura de color blanco grisáceo o amarillento. Límites de anillos de crecimiento indistintos. Veteado suave, textura fina a media, hilo entrecruzado. Madera seca sin olor característico, sin embargo con olor desagradable y sabor astringente en estado verde.



TRABAJABILIDAD: Por su alta densidad y alto contenido de sílice la madera es muy difícil de aserrar y cepillar; moderada para el moldurado; buena para el escopleado, torneado y lijado. El alto contenido de sílice (hasta 1.8%) requiere utilizar sierras con dientes estelita y cuchillas provistas de carburo de tungsteno. Es prácticamente imposible introducir clavos y tornillos sin pre-taladrado. Presenta buena calidad de superficie y permite excelentes acabados.



SECADO: Madera de velocidades de secado de moderado a muy lento, con tendencia a presentar agrietamientos superficiales, los alabeos son reportados de ligeros a severos. Para el secado técnico convencional, se recomienda el uso del programa (US) T3-C2 para madera de 1" y el T3-C1 para 2".



DURABILIDAD NATURAL: Duramen altamente resistente a resistente a los hongos de pudrición (clases 1 a 2 según ASTM D 2017-5). Muy resistente al ataque de termitas, probablemente presenta también moderada resistencia a los taladradores marinos.



Cara transversal, aumento aprox. 12x



Cara radial, tamaño natural



Usos: Construcciones pesadas interiores y exteriores como puentes, pisos industriales con alto tráfico, pisos para habitaciones (duelas, parquet prefabricado), escaleras (escalones, pasa manos), cubiertas para mesas de trabajo, marquetería (cachas para mangos de cuchillos), baquetas de tambor y muebles rústicos de jardinería.

Propiedades físicas		
Peso verde [kg/m ³]	~ 1300	
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.88—0.99—1.15	
Contracción	Total*	Normal**
radial [%]	5.1—6.3	2.5—3.2
tangencial [%]	8.9—11.5	5.8—6.0
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.25—0.31 tangencial: 0.42—0.47	
Estabilidad dimensional	regular	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	89—108	
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	168—234	
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	17160—20100	
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 199***	
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	19—23	
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	11—16—18	
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	41—56—63	

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valor determinado en estado verde (fuente bibliográfica 16)

GUAYACÁN

Guaiaecum spp., familia Zygophyllaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: *G. coulteri*:

México, noroeste y centro, estado de Chiapas

G. officinale:

Caribe, norte de América del Sur (Guyana, Surinam, Venezuela, Colombia)

G. sanctum:

Estados Unidos (Florida), sureste de México, Centroamérica, Caribe



OTROS NOMBRES: Palo santo (MX); Pockholz (DE); gaiac (FR); guaiacum wood, lignum vitae (US, GB); pockhout (NL).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: Protegido bajo Anexo II.



ANTECEDENTES: La madera comercial de Guayacán proviene de tres especies (*G. coulteri* A. Gray, *G. officinale* L., *G. sanctum* L.). El árbol de *G. officinale*, también conocido como "lignum vitae", por algunos siglos servía como fuente de un gran número de remedios y sustancias usadas en la industria de perfumes y aplicaciones similares. Por mucho tiempo la madera de las tres especies fue muy comercializada, actualmente se volvió muy escasa, motivo por el cual han sido protegidas por el CITES anexo II. Las dos especies que ocurren en México se encuentran bajo protección especial en algunos estados. Código según EN 13556: GCXX.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café oscuro verdoso, oscureciendo a negro olivo con vetas oscuras, bien diferenciado de la albura de color amarillo pálido a crema. Límites de anillos de crecimiento generalmente indistintos, raramente perceptibles a simple vista. Veteado de suave a acentuado, textura fina, hilo fuertemente entrecruzado en fajas muy estrechas. Superficie grasosa al tacto; al frotarse, puede distinguirse un ligero olor de hule.



TRABAJABILIDAD: Madera extremadamente dura y pesada, sin embargo muy quebradiza. Es muy difícil de trabajar con herramientas de mano y maquinaria, por su alta densidad requiere del uso de herramientas provistas de carburo de tungsteno; por el grano entrecruzado al cepillado tiende a astillarse, en el resto de las operaciones su comportamiento es bueno. Excelente para tornejar; por su alta densidad y superficie grasosa es difícil de encolarse. No acepta bien los acabados con base en agua, aceite y poliéster debido a las grandes cantidades de extraíbles hidrófobos que contiene. Corroe hierro bajo condiciones húmedas.



SECADO: Madera altamente refractaria y difícil de secar, secando a una velocidad extremadamente lenta y desarrollando defectos de secado como acebolladuras, agrietamientos y apanalamientos si es expuesta a la radiación solar. El secado técnico convencional, aunque raramente realizado, requiere condiciones muy suaves y un tiempo prolongado. Se recomienda los programas de secado B del Reino Unido o 6(T2-C2) 5(T2-C-1) para 1" y 2", respectivamente, de Estados Unidos. Además, se aconseja sellar las superficies transversales.



DURABILIDAD NATURAL: Madera muy resistente (clase 1 según ASTM D 2017-05; clase I según EN 350-2) al ataque de hongos de pudrición, de termitas y de otros insectos.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural



Usos: Debido a la gran escasez de la madera y el comercio controlado bajo los reglamentos CITES (Anexo II), sus usos hoy en día son muy restringidos. Anteriormente se la aprovechaba principalmente por sus propiedades sobresalientes de densidad, tenacidad, auto-lubricación y resistencia a agua salada, por ejemplo para suelas de cepillos manuales, bolas de boliche, bujes y rodamientos para ejes de hélices de navíos, lanzaderas de telares, desmotadores de algodón, cabezas de mazos, crisol y mortero, etc. Mientras, que se haya desarrollado materiales de sustitución más económicos para casi todas estas aplicaciones, la mayor parte de la madera de guayacán disponible en el comercio se aprovecha para producir colorantes y saborizantes para alimentos y bebidas.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	1300—1500
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	1.10—1.33
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	~ 5.6 ~ 3.7
tangencial [%]	~ 9.3 ~ 6.2
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.25 tangencial: 0.38
Estabilidad dimensional	regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	80—126
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	117—144
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	10800—13500
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	30—45
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	no hay datos
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	20—27
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	70—90

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

JOBILLO

Astronium graveolens Jacq.,
familia Anacardiaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Sur de México, Centroamérica, América del Sur (desde Venezuela hasta Bolivia, Brasil y Paraguay).



OTROS NOMBRES: Palo de culebra, palo de cera, gateado galán (MX); jovillo, ron rón (CR); ronrón, palo obrero (NI); ciruelillo, quita calzón (HN); tigrillo, ron-rón, tolerante, cucaracho (PA); gusanero (CO); urunday-para (PY); gateado (VE); gibatão, gonçalo alves, aroeirão, aderno (BR); zebrawood, tigerwood (GB, US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El jobillo es un árbol con fuste recto o irregular cuya altura alcanza hasta 35 m y el diámetro a altura de pecho hasta 100 cm. En Costa Rica es una de las especies que posee mayor protección, pues se encuentra representada en varias Áreas de Conservación. Su madera tiene alto potencial tanto estético como tecnológico, sin embargo, por sus características sobresalientes ha sido sobre explotado en algunas regiones de México.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color variable desde café rosado a rojizo con sombras irregulares casi negras, transición abrupta a la albura de color blanco grisáceo. Límites de anillos de crecimiento difícil de percibir, marcados por finas bandas de parénquima marginal. Veteado pronunciado bello y expresivo causado por bandas longitudinales oscuras e irregulares, textura media, hilo entrecruzado ocasionalmente ondulado. Madera seca sin olor distintivo.



TRABAJABILIDAD: Madera difícil de trabajar con herramientas manuales y con maquinaria tradicional, por lo que es recomendable utilizar sierras provistas de dientes estelita o carburo tungsteno y cuchillas carburadas. Presenta un comportamiento muy pobre en el cepillado y torneado, excelente para el moldurado, taladrado y escopleado, buena a excelente para el lijado. Es difícil de clavar y atornillar por lo cual requiere pre-taladrado. En general se obtiene un excelente acabado.



SECADO: Madera secando al aire libre a una velocidad muy lenta y desarrollando defectos de secado moderados, especialmente grietas y rajaduras. Para el secado técnico convencional, se recomienda utilizar los programas (US) de secado T3-C2 para material de 1" y T3-C1 para material de 2".



DURABILIDAD NATURAL: Altamente resistente al ataque de hongos de pudrición (clase 1 según ASTM D 2017-5; clase I según EN 350-2); moderadamente resistente a las termitas de madera seca.

Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural



Usos: Construcción pesada exterior, ebanistería (muebles finos, gabinetes de lujo), pisos (duelas, parquet prefabricado, entarimados), machihembrados, escaleras, chapas decorativas, acabados internos, objetos torneados, marquetería, cuchillería.

Propiedades físicas		
Peso verde [kg/m ³]	1050—1150	
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.80—0.95	
Contracción	Total*	Normal**
radial [%]	3.8—4.7	1.0—1.8
tangencial [%]	7.3—8.2	2.1—4.8
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.19 tangencial: 0.37	
Estabilidad dimensional	regular a poco estable	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	71—115	
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	96—165	
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	12400—19700	
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	115—162***	
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	14—16	
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	7.8—11.0	
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	32—39	

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH₁₂₋₁₅)

JOBO

Spondias mombin L., familia Anacardiaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México, Caribe, Centroamérica, América del Sur tropical; frecuentemente cultivado en otras regiones de clima tropical.



OTROS NOMBRES: Ciruelo del monte, c. amarilla (MX); pok (GT); jocote (CR); ajuelotsuyacho, hobo (EC); ubos, shungu (PE); ciruela de hueso, coropa, jobo corronchoso, marapa (VE); ubos, cedrillo (BO); hoeboe, java plum (SR); ciruelo hobo, hobo colorado, jobo (CO); jobito (CU); hog plum, yellow mombin (US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El jobo es una especie de crecimiento natural en las zonas tropicales y subtropicales de las Américas, se tiene conocimiento de su presencia en las Indias Occidentales probablemente desde los tiempos precolombinos. Además se ha naturalizado en África y otras áreas tropicales. El árbol es de porte magnífico, alcanza alturas hasta de 30 m y diámetros a altura de pecho de 80 a 120 cm. Su madera es muy blanda con propiedades de resistencia bajas. El árbol es muy apreciado por su fruta (ciruela) comestible que se prepara en muy variadas formas. Su corteza y flores han sido utilizadas en la medicina popular para diferentes afecciones.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Madera de color café muy pálido grisáceo o amarillento, sin diferencia apreciable entre albura y duramen. Límites de anillos de crecimiento poco marcados o indistintos. Veteado suave, textura media, hilo de recto a ligeramente entrecruzado. Madera seca sin olor característico.



TRABAJABILIDAD: Madera fácil de trabajar, de buena calidad de superficie al cepillado, torneado, moldurado, barrenado, escopleado. Fácil de clavar y atornillar. Permite buenos acabados.



SECADO: Madera moderadamente fácil de secar, presentándose ligeros agrietamientos y deformaciones. Por la susceptibilidad al ataque de hongos, se recomienda un baño químico preventivo.



DURABILIDAD NATURAL: Madera no resistente a los hongos de pudrición (clase 4 según ASTM D 2017-5; clase V según EN-350-2); no resistente a las termitas y los taladradores marinos, muy susceptible a los hongos de manchado azul.



USOS: Construcción leve interior (bajo techo), contrachapado, muebles modulares, embalajes (cajonería liviana, encofrados, cajas artesanales), palillos, maquetas, pulpa y papel.



Cara transversal, aumento aprox. 12x



Cara tangencial, tamaño natural

Propiedades físicas		
Peso verde [kg/m ³]	700—800	
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.34—0.46	
Contracción	Total*	Normal**
radial [%]	2.7—4.7	1.2—2.5
tangencial [%]	4.7—8.8	2.2—5.6
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.16 tangencial: 0.30	
Estabilidad dimensional	regular	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	26—44	
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	49—65	
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7300—9150	
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 46***	
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	5.9—8.7	
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	1.4—2.3	
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	11—14	

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valor determinado en estado verde (fuente bibliográfica 16)

KATALOX

Swartzia cubensis (Britton & P. Wilson)

Standl., familia Fabaceae-Caesalpinioideae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Sureste de México, Centroamérica hasta Costa Rica, Caribe (Cuba).



OTROS NOMBRES: Churu cajc, corazón azul, kataloch, naranjillo, palo azul (MX); catalox, llora sangre (GT); carboncillo, costilla de danto, frijolón, kikir, melón, moridero, (CR); pico de gallo (CU), "bastard rosewood" (BZ, US), "Mexican ebony" (comercio).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El katalox hace parte de la selva mediana y alta sub-perennifolia de la península yucateca, de Centroamérica y de Cuba. Otras especies del género *Swartzia* son también reportadas a través de Centroamérica hasta el norte de Sudamérica, encontrándose en abundancia en las Guyanas y el área del Amazonas. Los árboles son de medio porte, alcanzan alturas de entre 15 y 25 m y diámetros a altura de pecho de 40 a 70 cm. Su madera es pesada y dura con propiedades de resistencia mecánica excepcionales. La especie se ha vuelto escasa y desde 1997 se encuentra en la "lista roja" de especies amenazadas de la IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources).



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen en estado verde de color pardo rojizo oscuro con matiz morado, oscureciendo a casi negro morado bajo exposición; transición abrupta a la albura de color crema amarillento. Límites de anillos de crecimiento indistintos. Presenta un veteado en relieve muy atractivo alternando capas de diferentes colores entresacadas. Textura media a fina, hilo de ligeramente a moderadamente entrecruzado. Olor de la madera seca indistinto.



TRABAJABILIDAD: A pesar de su alta densidad la madera muestra un excelente comportamiento al cepillado, moldurado y torneado. Difícil de clavar y atornillar, por lo que es imprescindible perforar la madera antes de su unión. Probablemente difícil de encolar. Ofrece un excelente acabado y un alto pulimento.



ADVERTENCIA: El contacto con el aserrín y el polvo que se genera durante el lijado puede causar irritación de la piel y de las mucosidades. Como medida preventiva se recomienda el uso de extractores eficientes en todas las operaciones de maquinado.



SECADO: Secado al aire libre moderadamente difícil, presentando alabeos y agrietamientos. Para el secado técnico convencional, se recomienda los



Cara transversal, aumento aprox. 12x



Cara tangencial, tamaño natural

programas suaves (US) T2-C2 para 1" y T2-C1 para 2" o el programa B (1"-1½") del Reino Unido.



DURABILIDAD NATURAL: Duramen altamente resistente a los hongos de pudrición (clase 1 según ASTM D 2017-5) y a las termitas. Susceptible al ataque de los taladradores marinos.



Usos: Gabinetes y muebles finos, productos moldurados, cuchillería, artesanías y artículos torneados. Tiene potencial para la manufactura de parquet tipo mosaico y prefabricado (laminado) y chapas rebanadas decorativas.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	~ 1300
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.98—1.12—1.29
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	4.0—6.4 ~ 2.7
tangencial [%]	8.0—11 ~ 5.0
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.35 tangencial: 0.47
Estabilidad dimensional	regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	87—106
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	181—210
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	22800—25000
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 104***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	no hay datos
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	15.0—16.4
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	55—58

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valor determinado en estado verde (fuente bibliográfica 16)

MAQUILLA

Andira inermis (W. Wright) Kunth ex DC.,
familia Fabaceae-Faboideae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México, Caribe, Centroamérica, América del Sur (hasta Argentina y Paraguay); África occidental (al norte del ecuador).



OTROS NOMBRES: Cuartololote, tololote (MX); almendro de río (PA, SV); harina, quira (PA); areno (CR); moca, m. amarilla (PR); acapurana, angelim, pau de morcego (BR); congo, manteco (CO); ajunado (BO); motón (EC); sarrapio, montanero (VE); St Martin rouge FR, GF); bat seed, koraro (GY); quinillo colorado (PE); rode kappes (SR); angelin (TT); cabbage angelin, partridge wood, pheasant wood (US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: La maquilla es una especie de amplia distribución en América y África occidental. Los árboles alcanzan hasta 20 m de altura y un diámetro a altura del pecho de hasta 50 cm. El árbol ha sido usado como sombra en cafetales y ornamentalmente también. Su madera tiene un veteado atractivo debido a la diferencia de coloración de tejidos claro (parénquima) y oscuro (fibras), además tiene buenas propiedades tecnológicas, lo que ha motivado su aprovechamiento para manufacturar diversos productos en los trópicos donde se desarrolla.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café amarillento a café rojizo oscuro, claramente diferenciado de la albura de color amarillo grisáceo a café pálido. Límites de anillos de crecimiento indicados por zonas fibrosas oscuras, delimitadas por una línea continua de parénquima marginal. Veteado acentuado por el contraste en color entre parénquima y fibras dando una característica distintiva a la madera similar al diseño del pájaro perdiz. Textura gruesa, hilo distintamente entrecruzado. Madera seca sin olor característico.



TRABAJABILIDAD: Madera de fácil aserrado y con buenas calidades de superficies, su comportamiento al cepillado es aceptable y de lijado excelente, bueno al tallado, torneado. El clavado y atornillado requiere previa perforación. Puede encolarse fácilmente y es de buena aceptación al barniz.



ADVERTENCIA: El polvo producido durante el maquinado puede causar reacciones alérgicas de la piel y de las mucosidades en personas susceptibles.



SECADO: La madera presenta tiempos moderados al secarse al aire libre y con ligeras decoloraciones generalmente en madera de albura. Para el secado técnico convencional se recomienda el programa (US) 19(T3-D2) para madera de 1" a 1 1/2".



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Caras tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: Duramen moderadamente resistente a los hongos de pudrición (clase 3 según ASTM D 2017-5). Moderadamente resistente al ataque de termitas de madera seca y a taladradores marinos.



Usos: Construcción civil semi-pesada interior y exterior (incluso obras hidráulicas de agua dulce), revestimientos exteriores, cubiertos de terrazas, chapas decorativas, muebles, puertas, pisos (duelas y parquet), ebanistería y artesanía.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	~ 1150
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.78—0.87
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	3.6—4.6 2.1—3.5
tangencial [%]	7.1—9.8 4.1—6.0
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.25 tangencial: 0.40
Estabilidad dimensional	regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	55—68—72
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	94—128—144
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	16800—18170—20170
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	109—136***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	8.0—14.0
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	7.3—9.0—12.0
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	30—35—45

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***Valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH₁₂₋₁₅)

MELINA

Gmelina arborea Roxb.,
familia Verbenaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Originaria del sur y sureste de Asia (India, Myanmar, Sri Lanka y sur de China); introducida en diferentes países de África (p.e. Costa Marfil, Gambia, Malawi, Nigeria, Sierra Leone) y Latinoamérica (p.e. Brasil, Costa Rica, Honduras, México, Panamá) y Asia tropical (p.e. Malasia, Filipinas).



OTROS NOMBRES: Gmelina, white teak, white beech (AU); yemane (PH); gamar (BD); gambar, gambhari (IN); soh (TH).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: La melina es una especie de rápido crecimiento y de poca longevidad que se ha utilizado inicialmente en plantaciones para usos energéticos, sombra para cafetales y cacao, y la producción de miel. En su hábitat natural el árbol alcanza una altura hasta de 30 m y diámetros de 60 cm. Países como Brasil, Colombia, Costa Rica y Nicaragua ya cuentan con plantaciones industriales para su explotación comercial, principalmente para alimentar las grandes industrias de pulpa y papel y, en escala menor, la industria maderera para diversos usos no estructurales.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Madera de color crema a pardo amarillento, sin diferencia marcada entre albura y duramen. Límites de anillos de crecimiento generalmente visibles a simple vista, marcados por fajas algo más oscuras (madera tardía). Veteado poco acentuado, textura media a gruesa, hilo generalmente entrecruzado. Madera seca son olor distinto.



TRABAJABILIDAD: Madera que puede trabajarse bien con herramientas manuales y maquinaria, sin embargo, en el aserrado el contenido de sílice puede causar un rápido desgaste las herramientas; buena para el cepillado, escopleado, moldurado, barrenado y lijado. Por otro lado, puede presentar abundante madera de reacción, lo que repercute en baja calidad de las superficies, cantos y filos. Permite buen encolado, pero es pobre al clavado y atornillado, recomendándose taladrar antes de la unión. Permite la producción de chapas desenrolladas y rebanadas sin tratamiento previo. Ofrece una excelente recepción de tintes para adquirir tonos semejantes a otras especies como el cedro, roble, nogal, etc.



SECADO: Madera de velocidad de secado lento, de ligero riesgo de presentar distorsiones y/o agrietamientos, con riesgo de endurecimiento, sin riesgo de colapso. Se sugiere los programas (US) T13-C4S para madera de 1" y T11-D3S para 2".



DURABILIDAD NATURAL: Madera de moderadamente resistente a no resistente a los hongos de pudrición (clase 3 a 4 según ASTM D 2017-5; clase IV según EN 350-2). Susceptible al ataque de termitas y otros insectos (clase S según EN 350-2).



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural



ADVERTENCIA: En madera proveniente de plantaciones jóvenes (hasta unos 15 años de edad) la proporción de albura (madera no resistente) es generalmente superior a un 50% del volumen total, material que no puede ser usado en exteriores sin previo tratamiento de preservación.



Usos: Producción de pulpa para papel, tableros aglomerados y contrachapados, chapas decorativas, madera aserrada para construcción leve bajo techo, muebles económicos, carpintería general, fósforos/cerillos, embalajes, casas económicas prefabricadas (solamente madera inmunizada).

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	900—1100
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.42—0.52—0.64
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	2.4—3.6 ~ 1.0
tangencial [%]	4.3—7.7 ~ 3.3
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.14 tangencial: 0.31
Estabilidad dimensional	regular a mala
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	25—39
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	54—77
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7000—10500
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	32—49***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7.2—10.3
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	1.7—3.2
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	13—17

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH₁₂₋₁₅)

MEZQUITE TERCIOPELO

Prosopis velutina Wooton, familia

Fabaceae-Mimosoideae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Norte de México y suroeste de Estados Unidos.



OTROS NOMBRES: Mesquite terciopelo (MX).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El mezquite terciopelo es una de las once especies de Mezquite que se desarrollan en México, principalmente en el noroeste del país. Su extensa red radicular y su raíz principal gruesa pueden alcanzar hasta 50 m de profundidad, haciendo la especie tolerante a la sequía. Su tronco alcanza una altura hasta 15 m y diámetros a altura de pecho de hasta 60 cm. Históricamente esta especie ha brindado múltiples beneficios a las comunidades de las regiones desérticas donde se desarrolla. Su madera posee propiedades tecnológicas sobresalientes para manufacturas de calidad.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen café rosáceo a rojizo con vetas café oscuro, bien diferenciado de la albura de color amarillo crema. A simple vista se aprecian zonas tangenciales alternantes de color oscuro y claro que aparentan anillos de crecimiento. Textura mediana a gruesa, veteado semi pronunciado, madera seca sin olor característico.



TRABAJABILIDAD: Madera que por su alta densidad exige para su corte y trabajado herramientas provistas de pastillas de carburo tungsteno o estelita. Buen comportamiento al cepillado, desempeño satisfactorio en cortes longitudinales y en barrenado, sin embargo, las tensiones internas originadas durante el secado ocasionalmente "presionan y friccionan" al disco de corte. Madera muy buena para escoplear y moldurar y para el encolado. Para el clavado y atornillado se recomienda previa perforación. Permite un buen acabado, de preferencia deben utilizarse lacas transparentes, para conservar el veteado y color natural.



SECADO: Madera de secado lento por su elevada densidad y alto contenido de extraíbles (gomas). Por su velocidad de secado y la economía del mismo, se recomienda pre-secar (hasta aprox. 30% CH), de preferencia mediante secador solar, y posteriormente continuar con un proceso de secado técnico convencional con temperaturas iniciales de 45°C finalizando con temperaturas de 65°C a 70°C. Durante el proceso de secado tiende a formar grietas superficiales y exudar gomias, manchando de color oscuro las superficies.



DURABILIDAD NATURAL: No se encontraron informaciones bibliográficas respecto a la resistencia de la madera al ataque de hongos de pudrición. De



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural

acuerdo con la experiencia de los usuarios en la región de su crecimiento, se trata de una madera altamente resistente a resistente, lo que la ubicaría en la clase 1 según ASTM D 2017-5 y clase I a II según EN 350-2.



Usos: Construcciones semi-pesadas interiores y exteriores, pisos (duelas, parquet), lambrines, muebles rústicos, marcos de ventanas, mangos de herramientas, elaboración de juguetes y utensilios, producción de combustibles (carbón, leña).

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	1100—1200
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.84—0.89
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	1.3—2.4 0.5—1.1
tangencial [%]	2.3—4.8 1.0—1.9
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.12 tangencial: 0.23
Estabilidad dimensional	buena a regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	75—87—99
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	77—106—136
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7856—10530—13325
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	28—51—74
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	16—18—21
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	18—24—29
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	64—80—97

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

NOGAL

Juglans spp., familia Juglandaceae.



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Sur de Estados Unidos, México, Centroamérica (otras especies hasta Argentina).



OTROS NOMBRES: Nuez meca, n. silvestre, cedro nogal (MX); palo de nuez (cAm); tocte (EC, PE); cedro negro (HN); tropical walnut (US, GB).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: En México crecen alrededor de seis especies, las cuales proporcionan la madera del nogal, entre ellas las de mayor importancia son *J. major*, *J. mollis* (norte y centro de México), *J. olanchana* (centro y sur, Centroamérica), *J. pyriformis* (centro y sureste). En casi todo el territorio mexicano los nogales son cultivados por la colección de la nuez, pero también, se encuentran una cierta cantidad de árboles silvestres. Estos alcanzan alturas hasta de 40 m y 150 cm de diámetro a altura de pecho. Actualmente, la producción frutícola es la que acapara la mayor atención. Posterior al periodo productor de fruta, sin embargo, el árbol de nogal es abandonado o bien, un buen número de ellos es dirigido a la producción de madera. En el mercado internacional se comercializa la madera bajo el nombre de "tropical walnut" (nogal tropical).



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café grisáceo rojizo, ocasionalmente con matiz morado; en algunas especies con vetas oscuras; transición gradual a la albura de color más claro. Límites de anillos de crecimiento distintos (porosidad semi-anular) a indistintos (porosidad difusa). Veteado semi-pronunciado, textura gruesa, hilo recto a entrecruzado. Madera seca sin sabor ni olor característico.



TRABAJABILIDAD: Madera fácil de trabajar ya sea con herramientas manuales o con maquinaria; con un buen comportamiento para el cepillado, escopleado y torneado; excelente para el moldurado, lijado y taladrado y además es fácil de clavar y atornillar. Permite un excelente acabado. Buena para la producción de chapas decorativas desenrolladas y rebanadas. La madera, cuando húmeda, es muy corrosiva en contacto con metales en base de hierro.



SECADO: Madera de secado extremadamente lento, en zonas de alta humedad relativa se disminuye aún más la velocidad de secado. Tiende a colapsarse y apanalarse. Se recomienda presecarla antes de introducirla a la cámara de secado. Para el secado técnico se sugiere utilizar los programas (US) de secado T6-D4 para 1" y el T3-D3 para 2".



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: Madera moderadamente resistente a los hongos de pudrición (clase 3 a 4 según ASTM D 2017-5; clase IV según EN 350-2), poco resistente a las termitas, no resistente a los taladradores marinos.



Usos: Revestimientos interiores, recubrimiento de muebles, chapas decorativas desenrolladas y rebanadas, gabinetería, ebanistería, tornería, culatas de armas de fuego, todo tipo de objetos decorativos como tallado y escultura, partes de instrumentos musicales, así como artesanía.

Propiedades físicas		
Peso verde [kg/m ³]	~ 900	
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.55—0.70	
Contracción	Total*	Normal**
radial [%]	2.8—4.3	—
tangencial [%]	6.0—9.5	—
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.18 tangencial: 0.39	
Estabilidad dimensional	regular a mala	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	36—51	
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	63—87	
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7000—9500	
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	54—88***	
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	6.4—13	
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	3.8—6.1	
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	19—26	

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***Valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH₁₂₋₁₅)

PALMA DE COCO

Cocos nucifera L., familia Arecaceae
(anteriormente Palmae)



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Pantropical.



OTROS NOMBRES: Cocotero (ES, MX, cAm); pipa (CR); coco-da-praia, coqueiro (BR); Kokospalme (DE); coconut palm (US, GB); cocotier (FR); nariyal (FR, IN); mnazi (CF, TZ); kelapa (ID, MY).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: La palma de coco posee un tallo recto que suele tener una altura de 10 a 20 m, ocasionalmente hasta 30 m y un diámetro de 20 a 30 cm a altura de pecho. Es uno de los árboles de mayor utilidad para el aprovechamiento e industrialización de sus múltiples productos y subproductos. Por su crecimiento típico de las monocotiledóneas, las propiedades físico-mecánicas de la madera del fuste son dependientes de la altura y zona del diámetro correspondiente, motivo por el cual se presentan sus valores para las zonas interna, intermedia y externa, definidas por su densidad. La cual a su vez, depende del número de haces fibrosos por área nominal, así como del grosor de la pared celular que presentan las fibras.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Formado por tres zonas, la cercana a la periferia de color base café oscuro debido a abundantes haces vasculares (paquetes formados por fibras y vasos) distribuidos al azar formando líneas café rojizo oscuro a naranja en las superficies, incluidas en escaso tejido parenquimático de color claro; la zona intermedia de color café claro con menor número de paquetes o líneas y la zona interna de color café pálido debido a un abundante tejido parenquimático y muy pocos paquetes o líneas. No forma anillos de crecimiento. Veteado pronunciado en la zona de la periferia y suave en la zona del centro, textura gruesa. Madera seca sin olor distintivo.



TRABAJABILIDAD: Madera que por su heterogeneidad de estructura y densidad, aunado a su alto contenido de sílice, tiende a desafilar rápidamente las herramientas, por lo que se recomienda el uso de herramientas provistas de carburo de tungsteno o de estelita. De buen comportamiento a su trabajabilidad, sin embargo, por la naturaleza de la madera en todos los procesos tiende a dejar elementos puntiagudos sobre la superficie. Antes de clavado y atornillado se recomienda perforar la pieza a unir. Las calidades más densas permiten un buen encolado y acabado, sin embargo, debido a la presencia intermitente de tejido muy blando (parénquima) se requiere aplicar cantidades de pegamento y fondo mayores, comparado con maderas comunes de la misma densidad.



SECADO: El secado de la madera al aire libre de la palma de coco es relativamente lento, sin embargo, al usar secadores técnicos convencionales este es rápido. Un factor importante es la zona que se esté secando, siendo la parte interna la de mayor contenido de humedad y la más susceptible a manchados, colapsos, alabeos y rajaduras. En las zonas intermedia y periférica, los defectos de secado se disminuyen, por lo que se recomienda secar separadamente por zona (densidad). Asimismo, se recomienda aplicar un baño químico preventivo antes del secado para disminuir riesgos de manchado.



Cara transversal (zona intermedia), desplegando los haces fibrosos distribuidos al azar, aumento aprox. 2x

Cara longitudinal (zona intermedia), desplegando las líneas formadas por los haces fibrosos, tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: La madera de palma de coco carece de duramen y por lo tanto de sustancias extraíbles que la protejan del ataque de hongos xilófagos. Se la clasifica como no resistente (clase 5 (EN 350-2)). Sin embargo, debido a la gran diferencia en su densidad, productos elaborados de las zonas intermedia y externa se maneja empíricamente de moderadamente resistente y resistente, respectivamente, ya que tardarán más tiempo en degradarse, en comparación con la zona interna.



Usos

Zona externa: construcción interior para media y alta carga, pisos, pasos de escalera, elementos torneados, ebanistería, artesanía, barandales, pasamanos, en forma de láminas como enchapes. Zona intermedia: construcción ligera interior, carpintería general, molduras de barandas y pasamanos, tapa marcos, rodones, zócalos y contra zócalos. Zona interna: revestimientos internos, plafones, divisiones falsas, etc.

Propiedades físicas	Zona		
Clase conforme ubicación en la troza	I (interna)	II (intermedia)	III (externa)
Densidad (CH ₁₂₋₁₅ %) [kg/m ³], definición sugerida por Sulc (1980)	< 400	400-600	> 600
Densidad (CH ₁₂₋₁₅ %) [g/cm ³] - valores actuales	0.18—0.42	0.32—0.60	0.65—0.88
Contracción tangencial / radial [%]	Zona externa: 5.0 / 8.0		
	Zona intermedia: 3.0 / 5.0		
	Zona interna: 2.5 / 4.0		
Estabilidad dimensional	buena a regular		
Propiedades mecánicas			
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	11—18	24—46	35—64
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	22—30—42	51—60—84	59—82—136
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	3000—5100	8200—9700	8500—15000
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 19	~ 49	~ 69
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	2.7—3.2	4.3—7.5	5.4—13.3
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	0.5—1.2	1.5—3.0	4.6—8.6
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	3.8—11	12—17	22—34

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

PALO DULCE

Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg.,
familia Fabaceae-Mimosoideae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Especie endémica a México, en ambas vertientes y la región central.



OTROS NOMBRES: Chontalpa, coatillo, cuate, lanaé, palo cuate, rosilla, taray, vara dulce, varaduz (MX).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: Individuos del palo dulce suelen ser árboles o arbustos caducifolios de 3 a 9 m de altura con diámetros de 15 a 35 cm. La especie es muy apreciada por sus múltiples beneficios y virtudes medicinales que se le atribuyen popularmente. El alto contenido de extractos de la madera y corteza son motivo de investigaciones científicas con el objetivo de conocer su actividad biológica y principios activos para usos medicinales. La madera presenta propiedades sobresalientes para aprovechamiento tecnológico. Sin embargo, debido a la sobre explotación en la región central de México, la especie se ha vuelto muy escasa y actualmente hace parte del Proyecto de Conservación y Restauración de Recursos Biológicos Forestales (estatus: protección especial) de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café anaranjado pálido, oscureciendo considerablemente bajo exposición prolongada; con transición abrupta a la albura de color crema amarillento. Límites de anillos de crecimiento apenas visibles, marcados fajas oscuras (madera tardía). Veteado suave, textura media a fina, hilo entrecruzado. Madera seca sin olor característico.



TRABAJABILIDAD: Madera homogénea y muy dura que es difícil de trabajar con herramientas de mano y maquinaria. Requiere el uso de herramientas provistas de carburo de tungsteno o estelita. Es de buen cepillado y permite un buen acabado. De excelente comportamiento al escopleado y moldurado, bueno para el barrenado, probablemente algo difícil de encolar. Para clavar y atornillar es imprescindible perforarla previamente.



ADVERTENCIA: El polvo generado en las varias operaciones de maquinado puede causar reacciones alérgicas de los ojos, de la piel y de las mucosas en personas sensibles.



SECADO: No hay fuentes bibliográficas que reporten sobre su comportamiento frente al secado. Es de esperarse que por su elevada densidad y el bloqueo de los vasos como conductos principales del movimiento de agua y vapor, sus tiempos de secado al aire libre sean lentos. Para el secado técnico convencional se recomienda un programa suave, tendiente a los utilizados por la madera de

Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural

encinos mexicanos. Debido a su buena estabilidad dimensional no se espera graves defectos de secado.



DURABILIDAD NATURAL: Duramen altamente resistente a los hongos de pudrición (clase 1 según ASTM D 2017-5; clase I según EN 350-2); también con la reputación de ser altamente resistente a los insectos (termitas y barrenadores).



Usos

Usos actuales: Muebles regionales (“equipales”), postes, leña, artesanía.

Usos potenciales: Parquet, chapas decorativas rebanadas,

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	~ 1200
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.80—0.89—0,95
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	2.9—4.6 1.2—2.2
tangencial [%]	5.4—8.3 2.8—5.1
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.26 tangencial: 0.31
Estabilidad dimensional	buena
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	75—101—112
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	62—148—192
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7500—12500—14700
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	86—146—200
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	18—20—25
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	19—23—28
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	67—80—93

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad (por secado)

PALO FIERRO

Olneya tesota A. Gray, familia
Fabaceae-Faboideae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Noroeste de México, Suroeste de Estados Unidos.



OTROS NOMBRES: Tesota (MX); desert ironwood (US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El palo fierro es una especie endémica del desierto de Sonora por lo que su distribución se limita a Sonora, Baja California y en los Estados Unidos (Arizona y California). Es considerada una especie milenaria de gran importancia ecológica, ya que provee hábitat, forraje y sitio de anidación de una diversidad de especies que lo requieren para su sobrevivencia. Alcanza una altura de hasta nueve m y su madera está ligada a la cultura de la tribu de los seris, que por cientos de años han expresado su arte por medio de la manufactura de figuras artesanales. Esta especie se encuentra bajo protección especial por parte del Gobierno de México.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: La madera presenta una marcada diferencia entre el duramen de color café-rojizo con vetas café oscuro (al exponerse a la luz se oxidan algunas sustancias y después de un tiempo se tiene una madera café-rojiza muy oscura) y la albura de color amarillo-crema. A simple vista no se aprecian anillos de crecimiento. Veteado muy acentuado, textura fina a media, hilo entrecruzado. Madera seca sin olor apreciable.



TRABAJABILIDAD: Madera extremadamente pesada y dura, sin embargo muy quebradiza, que es difícil de trabajar con herramientas de mano y maquinaria. Requiere el uso de herramientas provistas de carburo de tungsteno o estelita. Es de buen cepillado; en cortes longitudinales la superficie puede manchar por fricción del disco debido a la alta dureza y tensiones internas de la madera. De excelente comportamiento al escopleado y moldurado, bueno al barrenado, algo difícil de encolar. Para clavar y atornillar es imprescindible perforarla previamente. La madera posee un lustre propio, por lo que no requiere acabados posteriores.



SECADO: La bibliografía no reporta ninguna información con respecto a su comportamiento frente al secado. Sin embargo, es de esperarse que por su elevada densidad y el bloqueo casi completo de los vasos como conductos principales del movimiento de agua y vapor, sus tiempos de secado sean lentos y se deba utilizar un programa suave, similares a los utilizados por la madera de encinos mexicanos.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: Madera altamente resistente a hongos de pudrición (clase I según DIN EN 350-2 y ASTM D 2017-5). También tiene reputación de ser muy resistente al ataque de insectos. Probablemente también muy resistente al ataque de temitas de tierra seca y barrenadores.



Usos: Casi exclusivamente para artesanías de los pueblos indígenas del Noroeste de México.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	~ 1300
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	1.09—1.14—1.21
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	1.3—2.4 1.0—2.1
tangencial [%]	2.3—5.0 1.8—2.5
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.19 tangencial: 0.24
Estabilidad dimensional	buena
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	64—76—89
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	96—111—127
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	11146—12896—14647
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	32—44—56
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	15—18—20
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	24—35—46
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	83—116—149

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad (por secado)

PALO MULATO

Bursera simaruba (L.) Sarg., familia Burs-
eraceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Sureste de Estados Unidos (Florida) y Caribe; México, Centroamérica, América del Sur (las Guayanas, Colombia).



OTROS NOMBRES: Chacáh, copal, copalillo, jiote, palo retino, papelillo, zongólica (MX); indio desnudo (cAm); jiñocuavo, palo de incienso (NI); olivo (PA), indio pelado, jiñote, almácigo (CR); palo blanco (CU); bois de gommier blanc (FR); gumbo limbo, West Indian birch, "árbol turista" (US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El palo mulato es una de aproximadamente 104 especies de árboles y arbustos en el género *Bursera* esparcidas a través de África y América Tropical. Es un árbol de porte medio con una altura de hasta 20 metros y un diámetro máximo a altura de pecho de 80 cm. Se destaca por su corteza muy lisa, generalmente de color rojizo, con escamas papiráceas. Del palo mulato se extrae una goma que se utiliza como encolante de rápido endurecimiento en sustitución de la "goma arábiga verdadera"; además sirve para incienso, remedios caseros, saborizante de confites e infusiones de hierbas.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Madera de color amarillo crema ligeramente brillante con zonas claras alternadas con zonas un poco más oscuras, sin diferencia apreciable entre duramen y albura. Límites de anillos de crecimiento marcados por zonas tangenciales algo más oscuras (madera tardía). Veteado algo acentuado en la superficie tangencial y suave con figura de bandas de listón en las superficies radiales, textura media a fina, hilo generalmente recto. Madera seca sin olor distintivo.



TRABAJABILIDAD: Madera de fácil aserrado y con buenas superficies al cepillado ya que puede ocasionalmente presentar superficies lanosas, fácil de tornear pero de pobre calidad, por lo que se recomienda el uso de herramientas de filos delgados. Se puede lijar, pegar y clavar fácilmente y ofrece buenos acabados.



SECADO: Madera que se seca fácil y rápidamente al aire libre, llega a presentar leves deformaciones al término del secado. Por su susceptibilidad al manchado, se recomienda reducir el tiempo entre aserrado y secado al mínimo posible y un tratamiento profiláctico luego al aserrado para evitar el ataque de hongos e insectos.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: Duramen de poco a no resistente a los hongos de pudrición (clase 4 según ASTM D 2017-5; clase IV-V según EN 350-2). Susceptible al ataque de barrenadores y termitas durante su almacenamiento. No se puede usar en exteriores sin tratamiento de preservación.



Usos: Construcciones leves de interiores, chapas para contrachapado, acabados interiores, alma de puertas de tambor, embalajes (cajas, huacales), esculturas, cerillos, palillos, juguetes, paletas, abatelenguas.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	~ 950
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.30—0.38—0.47
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	4.2—5.9 1.1—1.3
tangencial [%]	2.2—3.2 2.1—3.1
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial 0.12 tangencial: 0.23
Estabilidad dimensional	buena a regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	18—25
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	33—40
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	5100—7400
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 52***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	5—6
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	1.2—2.2
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	11—14

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valor determinado en estado verde (fuente bibliográfica 16)

PARAÍSO

Melia azedarach L., familia Meliaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Nativa de Asia (norte de India y Pakistán); cultivada extensamente en otras partes del mundo (Europa, África, las Américas norte y sur, Caribe).



OTROS NOMBRES: Canelón (MX); Paternosterbaum, Paradiesbaum (DE); China berry, bastard cedar, white cedar, false sycamore, Persian lilac, bead tree (GB, US y otros países de idioma inglés); azédarach, arbre saint (FR); tamaga, pandama (MM); xoan, xoan tia (VN); cinamomo, lila de Persia (BR); paraíso gigante, paraíso morado, árbol de paraíso, lila, piacho (cAm, sAm).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El paraíso pertenece a la familia de la caoba (*Swietenia macrophylla*) y del cedro (*Cedrela odorata*), su fuste alcanza alturas de 20 a 25 m y diámetros a altura de pecho entre 40 y 70 cm. Desde el siglo XVI se ha cultivado fuera de su área natural primeramente para propósitos ornamentales, medicinales o como planta auxiliar, y en las últimas décadas en plantaciones de rápido crecimiento para la producción de madera. Como suele ser el caso con árboles que provienen de plantaciones, la madera muestra una gran variación de sus propiedades biológicas y físico-mecánicas, debido a las diferentes condiciones ambientales de los sitios donde crecen y los sistemas de manejo silvícola aplicados.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color marrón rojizo claro, oscureciendo ligeramente bajo exposición; bien diferenciado de la albura de color amarillo blanquizo. Límites de anillos de crecimiento visibles, marcados por un anillo de poros grandes rellenos de extraíbles oscuros (madera temprana). Veteado pronunciado, textura de media a gruesa, hilo generalmente recto, en ocasiones ligeramente entrecruzado e irregular. Madera seca sin olor característico.



TRABAJABILIDAD: Madera fácil de trabajar con herramientas de mano y maquinaria (cortado, cepillado, lijado), comparable con la trabajabilidad de calidades leves del Fresno (*Fraxinus spp.*), permite un excelente acabado. Buena para producción de chapas decorativas desenrolladas y rebanadas; fácil de clavar, atornillar y encolar. El moldurado requiere algo de cuidado para evitar la formación excesiva de astillas. Buena para el entintado, barnizado y laqueado. La madera húmeda tiende a mancharse en contacto con metales base hierro.



SECADO: Madera fácil y rápido de secar al aire libre si se tiene un estivado correcto y bajo techo, con poca tendencia a agrietarse y deformarse. Para el secado técnico se recomienda programas moderadamente rápidos tales como el programa F (Junta del Acuerdo de Cartagena) o el J (Reino Unido) con una temperatura inicial máxima de 70 °C y un control cuidadoso de los parámetros del proceso.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: Madera a lo general moderadamente resistente a los hongos de pudrición, sin embargo, muy variable en función del sitio y de la edad del árbol (clase 3 según ASTM D 2017-81; clases II a IV según EN-350-2). No resistente a las termitas y los taladradores marinos.



USOS ACTUALES: Construcciones de cargas moderadas exteriores (bajo techo) e interiores, carpintería general, muebles modulares y de lujo, chapas decorativas, marcos para puertas de tablero y ventanas, molduras, lambrines, embalajes, pulpa y papel.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	670—1100
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.56—0.68—0.76
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	3.3—5.0 1.5—3.3
tangencial [%]	5.7—9.8 3.8—4.4
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.15—0.17 tangencial: 0.25—0.31
Estabilidad dimensional	buena a regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	37—46—51
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	70—94—112
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7500—9300—10300
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	81—115
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	10—16
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	8.5—10.2
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	34—39

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

PICH

Schizolobium parahyba (Vellozo) Blake,
familia Fabaceae-Caesalpinioideae.



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Desde México hasta el sur de Brasil y norte de Argentina.



OTROS NOMBRES: Guanacaste, palo de judío (MX); copté, plumajillo (GT); gallinazo (CR); zorra (HN); pachaco, guanacastle, palo de picho (EC); frijolito, tambor (CO); batsoari (GY); badarra, birosca, fcheira, guapuvurú, pataqueira, pau-de-tamanco, pau-de-vintém, pinho cuiabano (BR); Brazilian fire tree (US); quamwood (BZ); serebó, sombrerillo, (BO); pashaco, pino chuncho (PE).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El pich es un árbol de rápido crecimiento y de porte magnífico que alcanza una altura de 30 a 35 m y diámetros a altura de pecho de hasta 100 cm. Es de amplia distribución en los bosques tropicales y subtropicales de la costa atlántica de América Central y Sur. Extensamente cultivado en otras regiones tropicales del mundo como especie ornamental, tanto como para fines de producción de madera y enriquecimiento de bosques secundarios. La madera es de baja densidad, no es apropiada para usos estructurales.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Madera blanda y liviana, de color crema o amarillo a rosado pálido, sin transición marcada entre albura y duramen; ocasionalmente con un duramen de origen traumático ("wetwood") de color café oscuro, con alto contenido de humedad y un olor muy desagradable. Anillos de crecimiento de bien visibles a poco definidos, dependiendo de las condiciones de crecimiento. Veteado poco pronunciado, textura gruesa, hilo de ligero a abruptamente entrecruzado, frecuentemente con abundante madera de tensión. Madera fresca con olor muy desagradable, madera seca sin olor y sabor distintivo.



TRABAJABILIDAD: Excelente al aserrado, comportamiento bueno a moderado al cepillado, buena para lijar; fácil de clavar y atornillar; excelente para encolar, buena para barrenar pero genera superficies de mala calidad al moldurado y torneado.



SECADO: Madera que puede ser secada al aire libre, presentando leves y escasas distorsiones y/o agrietamientos. Considerada de comportamiento moderadamente lento al secado. Para el secado técnico-conventional se recomienda el programa (US) T5-F4 para material de 1".



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara radial, tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: Madera no resistente a los hongos de pudrición (clase 4 según ASTM D 2017-5; clase IV-V según EN 350-2). No resistente al ataque de termitas y otros insectos, tiene la reputación de durar mucho tiempo en agua salada del mar.



Usos: Construcción liviana interna, estructuras de uso agrícola temporales, juguetes, aviones de escala, artesanías, fósforos, alma de contrachapado, embalajes, muebles, marcos de puertas de tambor, lambrines, maquetas, encofrados, canoas. La madera es también usada para la manufactura de compuestos madera-plástico (WPC) y moldes para bloques de concreto.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	700—800
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.30—0.44—0.55
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	2.1—4.3 1.0—1.6
tangencial [%]	5.1—6.8 1.5—2.5
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.13—0.16 tangencial: 0.23—0.28
Estabilidad dimensional	buena
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	30—39—52
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	43—57—64
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	5900—8600—1020)
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 37***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	5.0—8.0
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	1.0—2.3
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	10—14

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valor determinado en estado verde (fuente bibliográfica 16)

PINO BLANCO

Pinus douglasiana Martínez,
familia Pinaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Especie endémica a México, regiones centro y occidente.



OTROS NOMBRES: Pino hayarín, pino lacio amarillo (MX).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El pino blanco es uno de los pinos nativos de México. El árbol alcanza una altura de 20 a 35 m y diámetro a altura de pecho de 50 a 75 cm. Se localiza en las regiones centro y occidente de México, asociada en bosques de coníferas y de encinos, a alturas sobre el nivel del mar de 1,400 a 2,500 m. Es una especie que más se recomienda para plantaciones comerciales.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color castaño a rojizo, bien diferenciado de la albura de color amarillo crema. Límites de anillo de crecimiento bien visibles, delineados por bandas oscuras (madera tardía) alternando con bandas claras (madera temprana). Veteado pronunciado, textura mediana a fina, hilo recto a irregular. Canales resiníferos presentes, visibles a simple vista. Madera verde o recién trabajada con olor resinoso agradable, madera seca sin olor característico.



TRABAJABILIDAD: Generalmente la madera del pino blanco es de buen comportamiento a los diferentes procesos de maquinado, obteniéndose buenas calidades de superficies. Permite además clavado y atornillado sin problemas. Por lo regular, fácil de encolar y acabar, sin embargo, esto puede variar dependiendo de la cantidad de resina presente en la madera.



SECADO: No se encontró información bibliográfica respecto al comportamiento al secado de esta especie. Sin embargo, para maderas de 1" a 1.5" se proponen temperaturas iniciales de 76°C con diferencia psicrométrica de 8°C (con respecto al bulbo húmedo), y temperaturas finales de 87°C y diferencia psicrométrica de 27°C, lo que corresponde aproximadamente al programa (US) de secado técnico T13-F55.



DURABILIDAD NATURAL: Duramen de moderadamente resistente a no resistente a los hongos de pudrición (clases 3 y 4 según ASTM D 2017-5, clase IV según EN 350-2). Susceptible a las termitas de madera seca y a barrenadores. Debido a la alta proporción de albura (no resistente), no se debe usar la madera en exteriores sin tratamiento previo de preservación.

Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



Usos: Estructuras ligeras bajo techo (vigas, travesaños, cabios, planchas y esquineros), tarimas, revestimiento espaciado de paredes, entablado de pisos y techos, puertas interiores, marcos, lambrines, páneles, muebles y carpintería general (libreros empotrados, bancos, alacenas, escritorios y muebles de cocina). Tratado con preservantes a presión (solamente madera de albura), para cubiertas de terrazas, revestimientos, y otras obras de construcción al aire libre.

Propiedades físicas		
Peso verde [kg/m ³]	~ 1200	
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.47—0.51—0.61	
Contracción	Total*	Normal**
	radial [%]	4.2—4.6
tangencial [%]	8.0—10.4	4.5—4.9
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.16—0.18 tangencial: 0.38—0.43	
Estabilidad dimensional	regular	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	40—48—54	
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	87—91—104	
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	8800—10700—12700	
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	40—67***	
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	~ 10	
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	11.5—3.5—7.6	
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	12—18—31	

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH₁₂₋₁₅)

PINO CHINO

Pinus leiophylla Schltdl. & Cham., familia
Pinaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México (Norte y Centro), suroeste de Estados Unidos.



OTROS NOMBRES: Pino real, pino prieto (MX); Chihuahua pine (US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El pino chino es un árbol que alcanza de 30 a 40 m de altura y diámetros a altura de pecho de 35 a 80 cm. Crece en altitudes de 1,500 a 3,600 msnm y tiene una amplia tolerancia a diferentes condiciones climáticas (subtropical y templado). Es un gran productor de resina y muy prolífico. Único en Latinoamérica en que sus conos tardan tres años para madurar.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café amarillento en estado verde, poco distinto de la albura algo más clara; oscureciendo a café oscuro rojizo bajo exposición a la luz y al aire. Límites de anillos de crecimiento visibles a simple vista, demarcados por bandas oscuras de madera tardía alternando con bandas claras de madera temprana. Veteado acentuado, textura media a fina, hilo derecho. Canales resiníferos presentes, visibles a simple vista. Madera verde con fuerte olor resinoso, madera seca sin olor característico.



TRABAJABILIDAD: Generalmente la madera del pino chino es de buen comportamiento a los diferentes procesos de maquinado, obteniéndose buenas calidades de superficies, permite además clavado y atornillado sin problemas. Por lo regular se deja encolar y acabar fácilmente, sin embargo, esto puede variar dependiendo de la cantidad de resina presente en la madera.



SECADO: No se encontró información bibliográfica respecto al comportamiento al secado técnico convencional de esta especie. Sin embargo, para maderas de 1" a 1.5" se proponen temperaturas iniciales de 76°C con diferencias psicrométricas de 8°C (con respecto al bulbo húmedo), y temperaturas finales de 87°C y diferencias psicrométricas de 27°C, lo que corresponde aproximadamente al programa (US) de secado técnico T13-F5S.



DURABILIDAD NATURAL: Duramen de moderadamente resistente a no resistente a los hongos de pudrición (clases 3 y 4 según ASTM D 2017-5, clase IV según EN 350-2). Susceptible a las termitas de madera seca y a barrenadores. Debido a la alta proporción de albura (no resistente), no se debe usar la madera en exteriores sin tratamiento previo de preservación.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



Usos: Estructuras ligeras bajo techo (vigas, travesaños, cabios, planchas y esquineros), revestimiento espaciado de paredes, enablado de pisos y techos, puertas interiores, marcos, lambrines, paneles, muebles y carpintería general (libreros empotrados, bancos, alacenas, escritorios y muebles de cocina). Tratado con preservantes a presión (solamente madera de albura), para cubiertas de terrazas, revestimientos, y otras obras de construcción al aire libre.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	~ 1200
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.46—0.50—62
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	~ 4.3 2.5—3.0
tangencial [%]	~ 9.8 3.3—5.9
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial 0.21 tangencial: 0.35
Estabilidad dimensional	regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	40—47—52
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	67—89—114
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	8200—10400—13500
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	38—69***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	6.4—9.0—11.6
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	2.2—4.4—7.6
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	14—21—31

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH₁₂₋₁₅)

PINO COLORADO

Pinus durangensis Martínez,
familia Pinaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Endémica en el noroeste y centro de México, principalmente en la Sierra Madre Occidental.



OTROS NOMBRES: Ocote, pino alazán, p. blanco, p. barbón, p. duranguense, p. real, p. de seis hojas (MX); Durango pine (US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El pino colorado se encuentra distribuido en el norte y centro de la Sierra Madre Occidental entre Chihuahua, Sonora y Durango en los bosques denominados "pino-encino", a una altitud entre 1,400 y 3,000 m. Esta especie alcanza alturas entre 30 y 40 m y diámetros a altura de pecho de 50 a 80 cm. Su madera pertenece al grupo de los pinos duros ("hard pines"), comercialmente es una de las especies de coníferas más importantes en el mercado mexicano.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color castaño pálido a castaño rojizo, distinto de la albura de color castaño claro amarillento. Límites de anillos de crecimiento visibles a simple vista, delineados por bandas oscuras (madera tardía) alternando con bandas claras (madera temprana). Veteado pronunciado, textura media a fina, hilo recto. Canales resiníferos presentes, visibles a simple vista. Madera verde con olor resinoso, madera seca sin olor distintivo.



TRABAJABILIDAD: Generalmente la madera del pino colorado es de buen comportamiento a los diferentes procesos de maquinado, obteniéndose buenas calidades de superficies, permite además clavado y atornillado sin problemas. Por lo regular se deja encolar y acabar fácilmente, sin embargo, esto puede variar dependiendo de la cantidad de resina presente en la madera.



SECADO: No se encontró información bibliográfica respecto al comportamiento al secado de esta especie. Sin embargo, para madera de 1" a 1.5" se proponen temperaturas iniciales de 76°C con diferencias psicrométricas de 8°C (con respecto al bulbo húmedo), y temperaturas finales de 87°C y diferencias psicrométricas de 27°C, lo que corresponde aproximadamente al programa (US) de secado técnico T13-F55.



DURABILIDAD NATURAL: Duramen de moderadamente resistente a no resistente a los hongos de pudrición (clases 3 y 4 según ASTM D 2017-5, clase IV según EN 350-2). Susceptible a las termitas de madera seca y a barrenadores. Debido a la alta proporción de albura (no resistente) no se debe usar la madera en exteriores sin tratamiento previo de preservación.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



Usos: Madera aserrada, chapas para triplay, tarimas, molduras, duelas, ebanistería, postes para líneas de transmisión (tratado con preservantes a presión). En menor grado para muebles, pulpa para papel, cajas de empaque y tableros de partículas.

Propiedades físicas		
Peso verde [kg/m ³]	~ 1000	
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.45—0.53—0.61	
Contracción	Total*	Normal**
	radial [%]	3.2—5.6 1.5—3.1
tangencial [%]	8.0—10.0 4.3—5.7	
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial 0.16 tangencial: 0.33	
Estabilidad dimensional	regular	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	39—46—55	
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	76—95—116	
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	9300—11400—13500	
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	25—37—49	
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	9.0—11.1—13.0	
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	1.0—2.0—3.4	
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	10.3—13.5—17.9	

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

PINO OCOTE

Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl.,
familia Pinaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Noroeste de México hasta Centroamérica (Belize, Guatemala, Honduras, El Salvador y Noroeste de Nicaragua). Especie extensamente cultivada en otras regiones del mundo, principalmente en América del Sur, África tropical y sur.



OTROS NOMBRES: Ocote (MX); pino (HN, NI); pino ocote (NI); pitch pine (US, GB, DE).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El pino ocote es una especie nativa de México y Centroamérica, alcanza alturas hasta de 35 m y diámetros a altura de pecho de 100 a 125 cm. Es la especie dominante entre los pinos de Honduras donde figura como árbol nacional, así como en Guatemala, El Salvador y Nicaragua. Los productos más importantes que proporciona esta especie son su madera la cual se vende mezclada con la de *Pinus caribaea* como "Pitch Pine" en el mercado internacional, y la resina que se utiliza para la producción de aguarás y colofonia, sustancia sólida aprovechada como materia prima para otros productos, como cosméticos.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café amarillento a rojizo, transición abrupta a la albura de color amarillo pálido. Límites de anillos de crecimiento generalmente bien delimitados, marcados por bandas oscuras (madera tardía) alternando con bandas claras (madera temprana). Veteado pronunciado, textura media a fina, hilo recto. Canales resiníferos grandes y numerosos, visibles a simple vista. Madera seca algo grasosa al tacto y con olor tenue resinoso.



TRABAJABILIDAD: Madera con buenas propiedades al cepillado, torneado, moldurado, taladrado, escopleado, atornillado y clavado, permite buenos acabados. Se encola sin problemas y acepta muy bien la mayoría de los acabados, como la pintura, tintes, lacas y barnices. La exudación de resina en exceso puede interferir con el encolado, el acabado y con las operaciones del procesamiento.



SECADO: Madera con velocidades de secado al aire libre de rápido a moderado con un mínimo de defectos. Se recomienda emplear los programas (US) T10D4S para madera de 1" y T8D3S para 2".



DURABILIDAD NATURAL: Madera moderadamente resistente a los hongos de pudrición (clase 3 según ASTM D 2017-5; clase 3-4 según EN 350-2). No resistente al ataque de termitas y de barrenadores de madera seca.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural



Usos: Construcción leve a mediana bajo techo, vigas laminadas, chapas desenrolladas para contrachapado, recubrimientos interiores, muebles modulares, rellenos para puertas de tambor, alma de tableros enlistonados recubiertos, juegos didácticos, pisos tableados, embalajes (cajas, cajones, huacales), rodapiés, estantería, gabinetes de cocina recubiertos, paletas, pulpa y papel, chapas aglomeradas.

Propiedades físicas		
Peso verde [kg/m ³]	900—1000	
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.44—0.57—0.68	
Contracción	Total*	Normal**
	radial [%]	3.5—5.2
tangencial [%]	6.2—9.0	2.8—4.6
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.17 tangencial: 0.35	
Estabilidad dimensional	buena a regular	
Propiedades mecánicas		
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	23—38—53	
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	69—117—142	
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	8600—14000—15500	
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	21—38—55	
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7.3—9.0	
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	2.9—6.1	
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	16—24—34	

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

PINO OREGON

Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco,
familia Pinaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Noroeste de América del Norte (Canadá y EUA, desde British Columbia hasta el norte de California).



OTROS NOMBRES: Abeto de Douglas (MX); Douglasie, Douglastanne (DE); Douglas-fir, Oregon fir, Oregon pine, Oregon spruce (US); Douglas vert (FR); Douglasia (IT).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El pino Oregon es una de las especies de coníferas más importantes del mundo por su potencial de aprovechamiento maderable, producción de árboles de navidad, importancia para la vida silvestre, control de erosión y rompe vientos. En su hábitat natural los árboles alcanzan una altura de 60 a 90 m y diámetros a altura de pecho de 100 a 200 cm. Se la planta extensamente en otras regiones de clima templado, principalmente en Europa, Nueva Zelanda y Chile, donde alcanza alturas de 25 a 30 m y diámetros a altura de pecho de 50 a 80 cm. Código EN 13556: PSMN.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café naranja a cobrizo, con transición abrupta a la albura de color crema. Límites de anillos de crecimiento visibles a simple vista, marcadas por fajas oscuras (madera tardía) alternando con fajas claras (madera temprana). Veteado acentuado, textura media a fina, hilo derecho. Madera seca con olor tenue algo desagradable, diferente del olor aromático resinoso de la madera de los pinos.



TRABAJABILIDAD: Madera generalmente con buenas propiedades para el aserrado, cepillado, torneado, moldurado, taladrado, escopleado. Sin embargo, la densidad y la trabajabilidad dependen mucho del ancho de los anillos de crecimiento y la proporción de la madera tardía. Madera de crecimiento lento y madera tardía inconspicua se trabaja con gran facilidad y excelentes resultados. Por otro lado, madera de crecimiento rápido con anillos anchos y alta proporción de madera tardía es más difícil de trabajar y tiende a rajarse al clavado, atornillado y moldurado. Se puede encolar sin problemas. Permite buenos acabados, excepto con problemas ocasionales de permanencia al largo plazo de acabados base aceite y poliéster. La corrosión de hierro en condiciones húmedas es severa.



ADVERTENCIA: Reportes médicos indican que astillas pueden ocasionar heridas inflamadas y que el polvo que se produce en las varias operaciones de maquinado puede causar dermatitis de contacto en personas susceptibles.



SECADO: Madera fácil de secar. Ocasionalmente puede presentar apalamientos. El secado técnico-conventional requiere programas suaves (temperaturas bajas para evitar exudación excesiva de resina); material grueso tiende a desarrollar agrietamiento superficial considerable. Se sugiere permitir a la madera consolidarse (acondicionamiento) por algún tiempo después del secado y antes de su procesamiento final. Los programas (US) recomendados para el secado técnico son T11-A4 para 1" y T10-A3 para 2".



Cara transversal, aumento aprox. 12x (izquierda), caras tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural. Estas imágenes son representativas de madera originaria de bosques naturales. Árboles provenientes de plantaciones de rápido crecimiento muestran anillos anuales mucho más anchos con alta proporción de madera tardía.



DURABILIDAD NATURAL: Madera moderadamente resistente a los hongos de pudrición (clase 3 según ASTM D 2017-5; clase III-IV (según EN 350-2).



Usos: Construcciones exteriores (sin contacto con el suelo) e interiores bajo carga media (habitaciones), chapas para triplay constructivo, marcos de puertas, ventanas e invernaderos familiares, vigas laminadas, pisos (especialmente tablados para teatros y gimnasios), escaleras, contenedores para la galvanización en ácidos diluidos, mástiles de veleros deportivos, muebles, lambrines, plafones, páneles.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	800—1000
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.41—0.51—0.62
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	3.8—4.8 ~ 2.5
tangencial [%]	6.9—7.6 ~ 4.0
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.15 tangencial: 0.27
Estabilidad dimensional	buena a regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	31—43—51
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	57—65—82
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7400—10250—13420
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	38—60
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7.8—10.4
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	2.3—4.1
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	14—20

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

PINO PONDEROSA

Pinus ponderosa P. Lawson & C. Lawson,
familia Pinaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Oeste del continente americano, desde Canadá (British Columbia) hasta el norte de México (Sierra Madre Occidental).



OTROS NOMBRES: pino real (MX); Ponderosa pine, western yellow pine (US); Gelbkiefer (DE).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El pino ponderosa es una especie ampliamente distribuida y comercializada en el oeste y centro de Estados Unidos y Canadá, en México ocupa un área pequeña en el norte del país (Chihuahua, Durango y Coahuila). Es un árbol de tronco recto, alcanza una altura de hasta 40 m y diámetros a altura de pecho de 80 a 120 cm. Debido a su corteza gruesa se considera resistente a incendios superficiales de baja intensidad, lo que favorece el desarrollo de sus renuevos al eliminarse otras competencias.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color castaño a rojizo, bien diferenciado de la albura de color amarillo crema. Límites de anillo de crecimiento bien visibles, delineados por bandas oscuras (madera tardía) alternando con bandas claras (madera temprana). Veteado pronunciado, textura mediana, hilo recto a irregular. Canales resiníferos presentes, visibles a simple vista. Madera verde o recién trabajada con olor resinoso agradable, madera seca sin olor característico.



TRABAJABILIDAD: Madera con buenas propiedades al cepillado, torneado, moldurado, taladrado, escopleado, atornillado y clavado, permite buenos acabados. Resiste los astillamientos al clavarse y atornillarse, lo cual permite emplear clavos y tornillos más grandes y aumentar la retención de los mismos. Se encola sin problemas y acepta muy bien la mayoría de los acabados, como la pintura, tintes, lacas y barnices. La exudación de resina en exceso puede interferir con las operaciones del procesamiento.



SECADO: Madera fácil y rápido de secar al aire libre pero la albura es muy susceptible al manchado azul. La madera de árboles jóvenes tiende a ablastarse debido a la alta proporción de madera juvenil. Para el secado técnico se recomienda los programas (US) T9-C6 para 1" y T7-C5 para 2".



DURABILIDAD NATURAL: Duramen de moderadamente resistente a no resistente a los hongos de pudrición (clases 3 y 4 según ASTM D 2017-5, clase IV según EN 350-2). Susceptible a las termitas de madera seca y a barrenadores. Debido a la alta proporción de albura (no resistente), principalmente en árboles



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural

jóvenes provenientes de plantaciones, no se debe usar la madera en exteriores sin tratamiento de preservación.



Usos: Estructuras ligeras bajo techo (vigas, travesaños, cabios, planchas y esquineros), tarimas, revestimiento espaciado de paredes, entablado de pisos y techos, puertas interiores, marcos, lambrines, paneles, muebles y carpintería general (libreros empotrados, bancos, alacenas, escritorios y muebles de cocina). Tratado con preservantes a presión (solamente madera de albura), para cubiertas de terrazas, revestimientos, y otras obras de construcción al aire libre.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	700—800
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.37—0.40—0.47
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	2.7—4.0 1.8—2.2
tangencial [%]	6.0—6.6 ~ 3.7
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.10 tangencial: 0.21
Estabilidad dimensional	buena a regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	22—37—39
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	44—65—69
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	5030—8900—9300
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	25—40***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	6—8
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	2.0—3.1
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	14—17

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH₁₂₋₁₅)

PINO REAL

Pinus pseudostrobus Lindl.,
familia Pinaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: México y Centroamérica (Guatemala, Honduras, Nicaragua, El Salvador).



OTROS NOMBRES: Pino blanco, p. lacio, p. liso, p. ortiguillo, chamite, patingo, mocochtaj (MX); ocote (GT); pinabete (HO); false Weymouth pine (US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: Entre las aproximadamente 70 especies del género *Pinus* nativas de México, el pino real proporciona una de las maderas más apreciadas. Es una especie del bosque templado que tiene su mejor desarrollo en una altitud de entre 2,400 y 2,800 m con una mayor presencia en el ecosistema "pino-encino" de las cordilleras. Aparte del aprovechamiento de su madera, la especie es un buen productor de resina ampliamente explotada en los estados del centro y sur del país. Es una especie recomendable para plantaciones comerciales, también para su uso ornamental en campos deportivos y parques, debido a que su follaje desprende un aroma agradable a resina.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen en estado verde de color amarillo pajizo y difícil de distinguir de la albura casi del mismo color. Bajo exposición prolongada se torna de un color café rojizo o amarillento. Límites de anillos de crecimiento visibles a simple vista, marcadas por bandas de color castaño (madera tardía) alternando con bandas de color claro (madera temprana). Veteado pronunciado, textura de media a fina, hilo recto. Canales resiníferos presentes, visibles a simple vista. Madera seca con olor tenue resinoso.



TRABAJABILIDAD: La madera se trabaja fácilmente con buenas calidades de superficies, permite clavarse y atornillarse fácilmente. Acepta bien los entintados, barnizados y laqueados a menos que las superficies de la madera estén muy resinosas.



SECADO: No se encontró información bibliográfica respecto al comportamiento al secado de esta especie. Sin embargo, para madera de 1" a 2" se proponen programas adecuados para madera del tipo "pino suave" como, por ejemplo, los programas (US) T9-C5 o T9-F3S (1") y T9-C4 (2").



DURABILIDAD NATURAL: Según la única fuente publicada (174) sobre la durabilidad natural del pino real el duramen es altamente resistente a los hongos de pudrición blanca y café (clases 1 según ASTM D 2017-5 y EN 350-2). Sin embargo, esta clasificación no está congruente con otras especies del grupo de los pinos suaves, donde la madera se reporta de moderadamente



Cara transversal, aumento aprox. 12x



Cara tangencial (centro) y radial (derecha), tamaño natural

a poco resistente (corresponde a clase 3 a 4 según ASTM D 2017-5; clase IV según EN 350-2).



Usos: Madera aserrada para construcción liviana bajo techo, tarimas, chapas para contrachapado, molduras, marcos de puertas y ventanas, muebles modulares, artesanías, ebanistería, cajas de empaque, pulpa y papel.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	~ 1100
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.44—0.54—0.65
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	~ 4.0 ~ 2.2
tangencial [%]	~ 8.0 ~ 4.6
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.14 tangencial: 0.24
Estabilidad dimensional	buena a regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	25—37—51
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	52—83—122
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	7100—11050—16800
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	19—33—49
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	5.0—8.5—13.5
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	~ 3.4
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	~ 18

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

SAC CHACA

Dendropanax arboreus (L.) Dec. & Planch., familia Araliaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Desde México (zona tropical) a través de Centroamérica y el Caribe al norte de América del Sur (Bolivia, Colombia, Venezuela).



OTROS NOMBRES: Mano de danta, mano de león, munimento, palo de agua (MX); vaquero, muñequito, palomo, jamaico (PA); mano de mico, cuajada (HN); fosforillo, guarumo macho (CR); palo de pollo (PR); ramón de caballo, vibona (CU); lengua de vaca, palo de burro (DO), pama (VE); galipee, angelica tree (JA); bois négresse (Haiti); potato wood, white gumbo limbo (US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El sac chacah es una especie maderable perennifolia de rápido crecimiento. Puede alcanzar una altura de 12 a 15 m (excepcionalmente 30 m) y un diámetro a altura de pecho de hasta 50 cm (excepcionalmente 75 cm). Suele ser plantado para dar sombra a plantaciones de café. Por su flor, la especie puede ser utilizada como melífera y sus hojas se aprovechan para algunos remedios populares. Su madera muy blanda es inapropiada para usos estructurales.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color crema a amarillo grisáceo o con tonalidades verdosas, casi sin transición a albura de color blanco amarillento. Límites de anillos de crecimiento ocasionalmente aparentes a simple vista, no se aprecian con lupa. Veteado suave, textura fina a media, hilo recto a ligeramente entrecruzado. Madera seca sin olor distintivo.



TRABAJABILIDAD: Madera de fácil aserrado, cepillado, torneado y lijado, con calidades de superficies aceptables; con buena resistencia al rajado, se puede clavar y atornillar fácilmente. Permite acabados de buenos a satisfactorios.



SECADO: Madera que puede ser secada al aire libre rápidamente sin alabeos y agrietamientos. No se encontró información bibliográfica respecto al comportamiento al secado técnico de esta especie. Sin embargo, se puede establecer un programa de secado convencional en estufa con base en las recomendaciones sugeridas por Simpson 1996 (183).



DURABILIDAD NATURAL: Madera no resistente a los hongos de pudrición (clase 4 según ASTM D 2017-5; clase 5 según EN 350-2). Muy susceptible al ataque de insectos y al manchado azul. No se puede usar en exteriores sin tratamiento previo de preservación.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara longitudinal, tamaño natural



Usos: Construcciones interiores ligeras, chapas desenrolladas para contrachapado, marcos para puertas de tambor, muebles modulares (infantiles), acabados interiores, estantería en general, juguetes, embalajes, artesanías, tallado, torneados, marcos para cuadros, pulpa y papel.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	—
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.41—0.53—0.61
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	4.1—4.8 2.2—3.4
tangencial [%]	7.0—9.2 5.5—7.5
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.18 tangencial: 0.35
Estabilidad dimensional	regular
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	21—41
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	44—76
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	8100—10000
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	~ 49***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	no hay datos
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	2.2—3.9
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	14—19

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valor determinado en estado verde (fuente bibliográfica 16)

SALIGNA

Eucalyptus saligna Smith,
familia Myrtaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Nativo del Sur de Australia; plantado extensamente fuera de su hábitat natural.



OTROS NOMBRES: Sidney blue gum (AU); eucalipto azul; flooded gum eucalipt (US).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: El eucalipto saligna es una especie originaria del sur y este de Australia (New South Wales, Queensland) donde su tronco recto y cilíndrico alcanza alturas hasta 60 m y diámetros a altura de pecho de hasta 150 cm. Por su rápido crecimiento ha sido introducido en plantaciones en Estados Unidos (California, Hawaii), algunos países de Sudamérica (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Uruguay) y Centroamérica, de África (Sudáfrica, Kenia, Nigeria), de Asia (Malasia) y en la región australo-pacífica (Nueva Zelanda). Su madera es de peso medio y del mismo tipo que la de *Eucalyptus grandis*, especie también originaria de Australia y plantada extensamente en otros continentes.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color variable de café rosáceo pálido a castaño pálido con tintes grisáceos que puede oscurecer a café rojizo oscuro con la exposición a la luz; con transición gradual a la albura de color blanco crema a castaño pálido o rosado. Límites de anillos de crecimiento generalmente visibles, delimitados por una faja oscura (madera tardía).



Veteado suave, textura media, hilo recto a ligeramente entrecruzado. Madera seca sin olor distintivo.

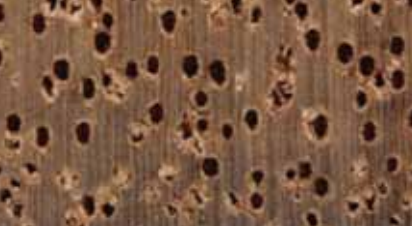
TRABAJABILIDAD: Madera generalmente fácil de trabajar manualmente y con maquinaria, buen comportamiento al clavado y lijado. Tiende a formar tensiones internas durante el secado que pueden interferir en el trabajo con cierras cinta y circular.



SECADO: Madera de comportamiento muy variable al secado, tendiendo a tensionarse y colapsarse fácilmente. Se recomienda presecar la madera, posteriormente secarla en estufa técnica convencional utilizando programas de secado suaves, por ejemplo, el programa (US) 6(T2-C2), seguido por un acondicionamiento adecuado para reducir la formación de tensiones internas.



DURABILIDAD NATURAL: Madera de moderadamente resistente a no resistente a los hongos de pudrición (clases 3 y 4 según ASTM D 2017-5; clase IV según EN 350-2); poco resistente al ataque de insectos, no resistente a los taladradores marinos.



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural



Usos: Elaboración de pulpa para papel; madera de buena calidad (libre de tensiones internas y de fallas de compresión) para marcos de puertas y ventanas (solamente madera laminada), vigas laminadas en dimensiones estándar, confección de muebles económicos, parquet, chapas desenrolladas, tableros enlustrados, cajonería, postes (madera debe ser tratada). En algunos países (por ejemplo, Sudáfrica y Brasil), la madera proveniente de plantaciones se utiliza casi exclusivamente como combustible (leña) para uso industrial en sustitución del combustóleo.

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	950—1100
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.50—0.75—0.87
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	4.6—7.3 2.4—4.0
tangencial [%]	9.7—12.7 6.5—8.8
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: — tangencial: —
Estabilidad dimensional	regular a mala
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	39—66
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	80—120
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	11000—16500
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	45—65***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	8.5—14
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	3.0—5.0—9.0
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	17—23—32

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH₁₂₋₁₅)

SIRICOTE

Cordia dodecandra DC.,
familia Boraginaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Sureste de México (Veracruz, Chapas, Yucatán), partes de Centroamérica (Belice y Guatemala, Honduras) y Cuba.



OTROS NOMBRES: Bojón, cericote, cópite, copté, cupapé, chak'opté, nopó, palisandro, trompillo (MX); zericote (BZ); capté (GT).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: Siricote es un árbol muy versátil de usos múltiples. Su madera es de alta densidad y por su color y veteado muy particular se asemeja mucho a las maderas nobles del género *Dalbergia*, razón por la cual se suele comercializarla en Alemania bajo el nombre "Mexiko Palisander" (palisandro de México). También se aprovecha sus frutos comestibles para conservas y mermelada y varias partes de la planta en la medicina tradicional. Las hojas (por sus pelos) son utilizadas para el lavado de platos o sustituto de la lija. En México, el siricote es considerada una especie amenazada debido a su sobre-explotación para el aprovechamiento industrial.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen café castaño oscuro a café amarillento, con vetas negras irregulares; transición abrupta a la albura de color blanco cremoso. Límites de anillo de crecimiento no distinguibles aun con lupa. Veteado muy acentuado por finas líneas o vetas irregulares y ondeantes de café oscuro a negras las cuales junto con un "espejuelo" de los radios altos producen un hermoso diseño. Superficies ligeramente grasosas. Textura media a fina, algo áspera; hilo recto a ligeramente entrecruzado, olor de la madera seca no distintivo.



TRABAJABILIDAD: A pesar de su alta densidad, la madera es fácil de trabajar con herramientas manuales y maquinaria. Permite buena calidad al aserrado, cepillado, torneado, moldurado y lijado; de aceptable resistencia al rajado. Probablemente difícil de pegar debido a su alta densidad y su superficie grasosa. Requiere pre-taladrado para el clavado y atornillado, ofrece un buen acabado.



SECADO: Madera moderadamente fácil de secar al aire libre, secando a velocidad lenta con pocos agrietamientos y deformaciones. Para el secado técnico convencional se recomienda los programas (US) T6-D2 para 1" y T3-D1 para 2".

Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara radial, tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: No se ha encontrado información confiable sobre la durabilidad natural de esta madera, con base en ensayos según normas o estándares establecidos. Sin embargo, la madera de duramen tiene la reputación de ser resistente al ataque de hongos de pudrición y de insectos (termitas, barrenadores).



Usos: Pisos (duelas y parquet), muebles finos y gabinetes, mangos de cuchillería y herramientas, trabajos de carpintería (interiores y exteriores), revestimientos, chapas decorativas, objetos de artesanía e instrumentos musicales (fondos de guitarras).

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	no hay datos
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.91—1.01
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	~ 4.3 ~ 2.0
tangencial [%]	~ 6.8 ~ 3.5
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.28 tangencial: 0.39
Estabilidad dimensional	buena
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	no hay datos
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	108—110
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	10900—11100
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	149—183***
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	no hay datos
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	10—11
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	38—41

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad; ***Valores estimados con base en la densidad seca al aire (CH₁₂₋₁₅)

TECA

Tectona grandis L.f., familia Verbenaceae



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Originaria de Asia sur (India y Myanmar; pequeñas áreas en Cambodia, Laos y Tailandia); extensas reforestaciones en la India y Asia tropical (principalmente Indonesia), Oeste de la África (Nigeria, Costa Marfil, Ghana, Guinea Bissau) y en las Américas (Colombia, Costa Rica, Panamá, Brasil).



OTROS NOMBRES: Tek, jati (ID); teck (FR, IT); kyun (MM); sagwan (IN); may sak (LA, TH).



ESTATUS PROTECCIÓN CITES: No protegido.



ANTECEDENTES: La teca es una de las maderas más valiosas y mejor conocidas en el mundo. Debido a sus propiedades sobresalientes estéticas, biológicas, físicas y mecánicas, se la ha reforestado en numerosas regiones tropicales y subtropicales del mundo, parcialmente en forma de plantaciones de cortas rotaciones de menos de 20 años. La calidad de la madera de árboles adultos (más de 60 años de edad) proveniente de reforestaciones corresponde más o menos a la de árboles de bosques naturales. La madera de árboles jóvenes provenientes de plantaciones de rápido crecimiento es de menor calidad, contiene una gran proporción de albura, muestra alta variabilidad respecto a su apariencia (color, veteado) y durabilidad natural. La madera de teca actualmente comercializada en los mercados del mundo proviene casi exclusivamente de reforestaciones, la mayor parte de Indonesia. Menores cantidades producidas en países como Brasil, Costa Rica, Panamá, Ghana, Nigeria complementan la oferta. Código acorde EN 13556: TEGR.



CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA: Duramen de color café claro amarillento, oscureciendo bajo exposición a un color café leche dorado, ocasionalmente con vetas oscuras; bien distinto de la albura de color blanco grisáceo. Límites de zonas de crecimiento visible, marcados por anillos de poros grandes en combinación con bandas claras de parénquima marginal. Veteado pronunciado, textura media, hilo recto. Madera seca con olor distintivo (como hule de llantas), superficies grasosas al tacto.



TRABAJABILIDAD: Madera de buen comportamiento al maquinado, sin embargo, posee contenido de sílice, por lo que se recomienda utilizar herramientas con pastillas de carburo de tungsteno. Acepta y retiene bien los clavos y tornillos, se recomienda taladrado previo. La madera puede encolarse fácilmente y permite buenos acabados excepto con barnices base poliéster, porque ciertas clases de extraíbles en la madera pueden interferir con el secado y la formación de la película.



ADVERTENCIA: Según reportes clínicos, el contacto con el aserrín y el polvo que se genera durante el lijado puede causar irritación de la piel y de las mucosidades. Como medida preventiva se recomienda el uso de extractores eficientes en todas las operaciones de maquinado.

SECADO: Madera que puede ser secada fácilmente al aire libre, puede presentar ligeras deformaciones. Para el secado técnico-convencional se recomienda los programas (US) T10-D4S para 1" y T8-D3S para 2".



Cara transversal, aumento aprox. 12x

Cara tangencial, tamaño natural



DURABILIDAD NATURAL: Duramen de árboles adultos muy resistente al ataque de los hongos de pudrición (clase 1 según ASTM D 2017-5 y EN 350-2). Sin embargo, la durabilidad natural de madera proveniente de plantaciones de rápido crecimiento es muy variable en función del sitio, de la edad y del genotipo; varía de muy resistente a moderadamente resistente (clase I-III según EN 350-2). Moderadamente resistente al ataque de termitas y taladradores marinos.



Usos: Construcción civil exterior y interior bajo carga media, marcos de puertas y ventanas, cubiertas de yates de lujo y cruceros, muebles de jardín, chapas decorativas rebanadas y desarrolladas, utensilios de cocina, artesanía (esculturas, artículos torneados, etc.).

Propiedades físicas	
Peso verde [kg/m ³]	800—1000
Densidad seca al aire CH ₁₂₋₁₅ [g/cm ³]	0.55—0.65—0.75
Contracción	Total* Normal**
radial [%]	2.5—3.5 1.1—1.6
tangencial [%]	4.5—5.8 1.9—2.7
Hinchamiento diferencial [%/%]	radial: 0.13—0.15 tangencial: 0.24—0.29
Estabilidad dimensional	muy buena
Propiedades mecánicas	
Resistencia a compresión paralela CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	46—60
Resistencia a flexión CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	85—110
Módulo de elasticidad (flexión) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	9000—13700
Resistencia al impacto CH ₁₂₋₁₅ [kJ/m ²]	32—49
Cizallamiento CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	11—14
Dureza JANKA (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [kN]	4.0—10. 2
Dureza BRINELL (lateral) CH ₁₂₋₁₅ [N/mm ²]	23—39

*verde a seco (0% de humedad); **verde a 12% de humedad

LITERATURA CITADA

- 1) USDA Forest Service. 2009. Technology Transfer Fact Sheets. Center for Wood Anatomy Research. Forest Products Laboratory, Madison/WI, USA. (<http://www2.fpl.fs.fed.us/>).
- 2) Escobar C, O.; Rodríguez, J.R.; Correa, J.A. 1993. Las Maderas en Colombia – fichas técnicas. Universidad Nacional de Colombia – SENA: (<http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/html/fichastecnicas.html>).
- 3) CIRAD-Forêt 2009: Fiches techniques. TROPIX 6.0. CIRAD Forestry Department, Montpellier, France. (<http://tropix.cirad.fr/index.htm>).
- 4) Farmer, R.H. (ed.) 1988: Handbook of Hardwoods. Building Research Establishment, Princes Risborough Laboratory, HMSO London, 243 pp.
- 5) Richter, H.G., M. Oelker & G. Kraemer 2002. Base de datos macroHOLZdata – Computergestützte makroskopische Holzartenbestimmung sowie Informationen zu Eigenschaften und Verwendung von Nutzhölzern. CD-ROM, Holzfachschule Bad Wildungen, Eigenverlag.
- 6) Richter, H.G., Gembruch, K. & G. Koch 2005. Base de datos CITESwoodID – Innovative medium for education, information and identification of CITES protected trade timbers. CD-ROM. Federal Agency for Nature Conservation (BfN) and von Thünen Institut Hamburg (vTI), Eigenverlag.
- 7) Francis, J.K. 1990a. *Bursera simaruba* (L.) Sarg.. Almácigo, gumbo limbo. SO-ITF-SM-35., New Orleans, LA. USDA Forest Service, Southern Experiment Station. 5 pp.
- 8) Echenique-Manrique, R. 1970. Descripción, características y usos de 25 maderas tropicales mexicanas. Cámara de la Industria de la Construcción, 1ª edición. Serie Maderas de México, No.5. Biblioteca del Constructor. México, D.F. 237 pp.
- 9) Farias Bessa, T.M. 1997. Comportamiento higroscópico de la madera y su modificación por tratamientos físicos y químicos. Tesis de Maestría en Ciencia de Productos Forestales. Depto. De Madera, Celulosa y Papel, CUCEI, Universidad de Guadalajara. 116 pp.
- 10) ATIBT (ed.) 1998. Atlas des bois tropicaux d'Amérique latine. Association Technique International de Bois Tropicaux, Paris, FR. 218 pp.
- 11) Tamarit Urias, J.C. & J.L. López Torres. 2007. Xilotecología de los principales árboles tropicales de México. INIFAB Libro Técnico No.3, 264 pp.
- 12) Montes Ruelas, E. 1991. Propiedades biológicas y físico-tecnológicas de las maderas de *Pinus leiophylla* y *Pinus douglasiana* de México. Tesis de Doctorado en Ciencia de Productos Forestales. Depto. de Madera, Celulosa y Papel, CUCEI, Universidad de Guadalajara. 91 pp.

- 13) Torelli, N. & Z. Gorisek. 1995a. Mexican tropical hardwoods: Stepwise shrinkage and shrinkage anisotropy. *Holz als Roh- und Werkstoff* 53: 155-157.
- 14) Torelli, N. & K. Cufar. 1995a. Mexican tropical hardwoods. Comparative study of ash and silica content. *Holz als Roh- und Werkstoff* 53: 61-62.
- 15) Torelli, N. & Z. Gorisek. 1995b. Mexican tropical hardwoods. Seasoning characteristics and recommended drying schedules. *Holz als Roh- und Werkstoff* 53: 355-356.
- 16) Torelli, N. & Z. Gorisek. 1995c. Mexican tropical hardwoods. Mechanical properties in green condition. *Holz als Roh- und Werkstoff* 53: 421-423.
- 17) Castro, F. & J. Raigosa. 1999. Crecimiento y propiedades físicas de la madera de Teca (*Tectona grandis* L.f.) de 17 años en San Joaquín de Abangares, Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana* 35: 19-24.
- 18) Torelli, N. & K. Cufar. 1995b. Mexican tropical hardwoods. Machinability, nailing and screwing. *Holz als Roh- und Werkstoff* 53: 69-71.
- 19) Bárcenas Pazos, G.M. 1995. Caracterización tecnológica de 20 especies maderables de la selva Lacandona. *Madera y Bosques* 1(1): 9-38.
- 20) Fuentes-Salinas, M. 1998. Propiedades Tecnológicas de las Maderas Mexicanas de importancia en la construcción. División de Ciencias Forestales Universidad Autónoma Chapingo.
- 21) Ortega Zavala, M.L. 1990. Estudio y evaluación de algunas alternativas para el secado de la madera de Nogal. Tesis de Maestría en Ciencia de Productos Forestales. Depto. De Madera, Celulosa y Papel, CUCEI, Universidad de Guadalajara. 86 pp.
- 22) Weaver, P.L. 1989. *Andira inermis* (W. Wright) DC. SO-ITF-SM-20. New Orleans, LA. U.S.D.A., Forest Service, Southern Exp. Station, 7p.
- 23) Chudnoff, M. 1984. *Tropical Timbers of the World*. U.S.D.A. Forest Service, Agric. Handbook No. 607.
- 24) CONABIO-PRONARE. 2009. SIRE-Paquetes Tecnológicos. www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Fichas%20Tecnicas/
- 25) Cruz de León, J. 1991. Untersuchung des technologischen Gebrauchswertes der mexikanischen Kiefernart *Pinus pseudostrobus* Lindley. *Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen*, Heft 66, 86 pp.
- 26) CONABIO. 2009. *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. Fichas informativas. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/14-bomba5m.pdf
- 27) CONAFOR 2005a. La ceiba, el árbol sagrado. *Revista electrónica México Forestal* No. 110, 12-24 de Mayo. http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=23
- 28) Borges de Araujo, H.J. 2002. Agrupamento das espécies madeiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do projeto de colonização Pedro Peixoto (AC) por similaridade das propriedades físicas e mecânicas. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luis Queiroz", Universidade de São Paulo. 168 pp.

- 29) Liegel, L.H. & J.W. Stead. 1990. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken. Laurel, capá prieto. En: Burns, R.M. & Honkala, B.H., eds., *Silvics of North America: 2. Hardwoods*, USDA Forest Service Agric. Handbook 654: 270-277.
- 30) OFI-CATIE. 2009. Árboles de Centroamérica. http://herbaria.plants.ox.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/
- 31) Echenique-Manrique, M.R. & V. Díaz. 1972. Algunas características tecnológicas de la madera de once especies mexicanas. *Boletín Técnico No. 27*. SAG, SFF, INIF, México. 71 pp.
- 32) CADEFOR. 2002. Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia. Centro Amazónico de Desarrollo Forestal, Serie Técnica XII. 273 pp.
- 33) Longwood, F.R. 1971. Present and potential commercial timbers of the Caribbean - with special reference to the West Indies, the Guianas, and British Honduras. USDA Forest Service, Agriculture Handbook No.207, 167 pp.
- 34) Anónimo (s.a.). Maderas de Venezuela. Laboratorio de Anatomía de Madera. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Univ. De Los Andes, Mérida, Venezuela. (<http://www.forest.ula.ve/~wleon>)
- 35) Rojas, T., M. Zeller & H. Tiessen. 2004. Economic evaluation of commercial value of timber and non-timber forest products of *Cordia dodecandra* in southern Mexico. *Proceedings Tropentag* (<http://www.tropentag.de/2004/proceedings/node397.html>)
- 36) García Sandí, R. & R. Moya Roque. 1998. El aserrío de *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith en Costa Rica. *Madera y Bosques* 4(1): 41-51.
- 37) Martínez-Trinidad, T., A. Borja de la Rosa & M.A. Ávalos-Rodríguez. 2001. Características tecnológicas de la madera de Sac-chacah de Campeche en diferentes zonas del árbol. *Revista Chapingo* 7(1): 91.-97.
- 38) Wangaard, F.F., A. Koehler & A.F. Muschler. 1954. Properties and uses of tropical woods IV. *Tropical Woods* 99: 1-190.
- 39) Sell, J. 1989. *Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten*. Baufachverlag Lignum, 51 pp.
- 40) ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIINSTITUT (1998): ÖNORM B 3012: Holzarten; Benennung, Kurzzeichen und Kennwerte. Wien.
- 41) Schwab, E. 1990. Die Härte von Laubhölzern für die Parketherstellung. *Holz als Roh- und Werkstoff* 48: 47-51.
- 42) Richter, H.G., H. Leithoff & U. Sonntag. 2003. Characterisation and extension of juvenile wood in plantation-grown teak (*Tectona grandis* L.) from Ghana. *Proceedings International Teak Conference*, Kerala Forest Research Institute, Peechi, India, Dec. 02-06, 2003, p. 491-499
- 43) Cartwright, K. & Findlay, W. 1958. *Decay of timber and its prevention*. 2nd edition. Her Majesty's Stationery Office, London. 332 p.
- 44) Rodríguez Anda, R. 1989. Evaluación físico-mecánica de la madera de la Palma de Coco (*Cocos nucifera* L.). Tesis Prof. Ing. Agrónomo Especialidad en Bosques. Facultad de Agronomía, Universidad de Guadalajara. 89 pp.

- 45) Frühwald, A., R.-D. Peek & M. Schulte. 1992. Nutzung von Kokospalmenholz. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Nr. 171. 356 pp.
- 46) CONAFOR. 2009. Fichas Técnicas. Sistema Nacional de Información Forestal. *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch. (1854) (Araliaceae). http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=23
- 47) Niembro Rocas, A. 2003. *Dendropanax arboreus* L. Tree Seed Manual Part II – Species Descriptions - *Dendropanax arboreus* (L.) Dcne. & Planch. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México, p.436-438.
- 48) Bárcenas Pazos, G.M., F. Ortega Escalona, G. Ángeles Álvarez & P. Ronzón Pérez. 2005. Relación estructura-propiedades de la madera de angiospermas mexicanas. *Universidad y Ciencia* 21(42): 45-55.
- 49) CONAFOR 2005b. El palo dulce, rústico árbol de grandes virtudes. México Forestal. Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal. No.13, 24 de Mayo-6 de Junio. http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=14
- 50) Pérez, G.R., S.R. Vargas, D.L. García & B.L. Dávila. 2002. Efecto de isoflavonas aisladas de la corteza de *Eysenhardtia polystachya* sobre el crecimiento de cristales de oxalato y fosfato de calcio urinario. *Bol. Colegio Mexicano de Urología* 17(3): 134-139.
- 51) Record, S.J. & R.W. Hess. 1943. *Timbers of the New World*. Yale Univ. Press, New Haven. 640 pp.
- 52) Torres Andrade, P.A. 2009. Evaluación de la resistencia natural de la madera de *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg. al ataque de hongos de pudrición blanca y café. Tesis de Maestría en Ciencia de Productos Forestales. Depto. De Madera, Celulosa y Papel, CUCEI, Universidad de Guadalajara. 106 pp.
- 53) Venson, I., Silva Guzmán, J.A., Fuentes Talavera, F.J. & H.G. Richter 2008: Biological, physical, and mechanical wood properties of Paraíso (*Melia azedarach*) from a roadside planting at Huaxtla, Jalisco, México. *Journal of Tropical Forest Science* 20(1):38-47.
- 54) McClay, T.A. & E.M. Beltranena. 1968. Propiedades seleccionadas de 52 especies de maderas del Departamento El Petén, Guatemala. Proyecto de Evaluación Forestal FAO-FYDEP, Bol. No.2. 82 pp.
- 55) Echenique-Manrique, R., J. Barajas Morales, L.M. Pinzón Picaesño & V. Pérez Morales. 1975. Estudio botánico y ecológico de la región del Rio Uxpanapa, Veracruz, No.1: Características tecnológicas de la madera de 10 especies. Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM, México, D.F. 65 pp.
- 56) Echenique-Manrique, R. & F. Robles Fernández. 1993. *Ciencia y Tecnología de la Madera I*. Textos Universitarios, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. 173 pp.
- 57) Aplin, E.N., D.W. Green, J.W. Evans & J.D. Barrett. 1986. The influence of moisture content on the flexural properties of Douglas Fir dimension lumber. USDA Forest Service, FPL Research Paper No. 475. 32 pp.
- 58) Ricalde, C.M. & G.M. Bárcenas Pazos. 1990. Manual para diseño de estructuras de madera. 1.4. Propiedades mecánicas de la madera. Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Madera. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz. 49 pp.

- 59) Ricalde, C.M. & G.M. Bárcenas Pazos. 1989. Manual para diseño de estructuras de madera. 1.3. Propiedades físicas de la madera. Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Madera. Inst. De Ecología, Xalapa, Veracruz. 38 pp.
- 60) Ordóñez C., V.R., G.M. Bárcenas Pazos & A. Quiróz. 1989. Características físico-mecánicas de 10 especies de San Pablo Mauiltiangis, Oaxaca. La madera y su uso No. 21. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz. 30 pp.
- 61) Scheffer, T.C., Morrell, J.J., 1998. Natural durability of wood: a worldwide checklist of species. Forest Research Laboratory Research Contribution 22, Oregon State University, Corvallis, OR, 58 p.
- 62) Longwood, F.R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. Agric. Handb. 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 pp.
- 63) Arango, R.A., F. Green III, K. Hintz & R.B. Miller. 2004. Evaluating the natural durability of native and tropical wood species against *Reticulitermes flavipes*. IRG/WP 04-10539. http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2004/fpl_2004_arango001.pdf
- 64) Venson, I. 2003. Estudio de las propiedades de la madera de Meliá azedarach L. Tesis de Maestría, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, CUCEI, Universidad de Guadalajara. 101 pp.
- 65) Martínez Castillo, J.L. & E. Martínez-Pinillos Cueto. 1996a. Características de maquinado de 32 especies de madera. Madera y Bosques 2(1): 45-62.
- 66) Anónimo. 1993. Merkblätter zu 12 mexikansichen Hölzern von der Yucatan Halbinsel (Sociedad de Productores Forestales, Ejidales de Quintana Roo). Chetumal, México.
- 67) Echenique-Manrique, R. & R.A. Plumtre. 1994. Guía para el uso de maderas de México y Belize. Universidad de Guadalajara, Consejo Británico. Colección SCIENTIA, Laboratorio Natural "las Joyas" de la Sierra Manantlán, Univ. de Guadalajara, México. 175 pp.
- 68) Masís, A., F. Chavarria, A. Guadamuz, D. Perez & R. Espinoza. 1998. Species Home Pages: *Swartzia cubensis*, Area de Conservación Guanacaste, Costa Rica; www.acguanacaste.ac.cr.
- 69) Pennington, T.D. & J. Sarukhán. 1998. Árboles tropicales de México. Ediciones Científicas Universitarias. Serie Texto Científico Universitario, UNAM, México.
- 70) Woodworkers Service. 2009. Wood Library. http://www.woodworkerssource.com/wood_library.php
- 71) Ramírez, M.C., D.A. Garay J., E.C. Reyes Styles & W. Valero. 2004. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la especie *Pinus oocarpa* proveniente de aclareos en la plantación "Emilio Menotti Sposito", de 35 años de edad con fincos protectores Mérida, Edo. Mérida, Venezuela. Revista Forestal Latinoamericana 35: 21-36.
- 72) Téllez Sánchez, C., T. Sánchez Vargas & M.A. Herrera Ferreyra. 2002. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Andira inermis* (W. Wright) DC. del municipio de Artega, Michoacán. Memorias IV. Congreso Mexicano de Tecnología de Productos Forestales, Guadalajara, 13-16 de Noviembre, p. 5-6.

- 73) Lomelí Ramírez, M.G. & F.J. Fuentes Talavera. 1995. Deterioro de la madera de Palma de Coco (*Cocos nucifera*) por hongos xilófagos. Memorias II. Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales, Montecillo, 15-17 de Noviembre, p. 84.
- 74) Barajas Morales, J., G. Ángeles Álvarez & P. Solís Sánchez. 1997. Anatomía de maderas de México: Especies de una selva alta perennifolia I. UNAM, Instituto de Biología, Publicaciones Especiales No. 16, 126 pp.
- 75) Anonymus. 2009.. Maderas de Nicaragua. (http://www.nicaraguahardwoods.com/esp/hardwood_timber_products/wild-tambran.shtml)
- 76) DIN 68100. Tolerance system for wood working and wood processing; concepts, series of tolerances, shrinkage and swelling. Beuth Verlag, Köln, Alemania.
- 77) Wagenführ, R. & C. Scheiber. 2000. Holzatlas. Fachbuchverlag Leipzig, 720 pp
- 78) Rojas Rodríguez, F., D. Arias Aguilar, R. Moya Roque, A. Meza Montoya, O. Murillo Gamboa & M. Arguedas Gamboa. 2004. Manual para productores de melina (*Gmelina arborea*) en Costa Rica. Cartago, 314 pp. (www.fonafifo.com/text_files/proyectos/Manual%20Prod%20Melina.pdf).
- 79) Granados S., D. & G.F. López R. 2002. Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 8(1): 39-48.
- 80) Blanchet, J.M. 1979. Ensayos físico-mecánicos en madera de coníferas: *Pinus ponderosa*, *P. radiata*, *P. contorta* var. *latifolia* y *Pseudotsuga menziesii*. Argentina, Instituto Forestal Nacional, Folleto Técnico Forestal No. 58, 23 pp.
- 81) Díaz-Vaz, J.E., H. Cuevas, A. Fernández & L. Inzunza. 1988. Características tecnológicas de *Pseudotsuga menziesii* creciendo en Valdivia. Bosque 9(2): 97-101.
- 82) Woodworkers Service. 2009. Exotic Hardwoods. (http://www.woodworkerssource.com/1_domestic_wood.html)
- 83) Lizana, R.D.F. 2005. Elaboración y evaluación de extractos del fruto de *Melia azedarach* como insecticida natural. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Depto. de Silvicultura. Universidad de Chile. 56 pp.
- 84) Zabel, R.A. & J.J. Morrell. 1992. Wood microbiology: Decay and its Prevention. Academic Press. San Diego, CA. 476 pp.
- 85) American Society for Testing and Materials (ASTM). 2007. Standard D 2017-05. Standard test method for accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. Annual Book of ASTM Standards, West Conshohocken, Philadelphia, p. 270-274.
- 86) Highley, T.L. 1995. Comparative durability of untreated wood in use aboveground. *International Biodeterioration & Biodegradation* 35(4): 409-419
- 87) Anónimo. 2009. Olneya tesota. The University of Arizona Campus Arboretum. http://arboretum.arizona.edu/taxa/olneya_tesota.html
- 88) Anónimo. 2009. Desert ironwood. http://www.blueplanetbiomes.org/desert_ironwood.htm

- 89) CONAFOR.2005. El palo fierro, árbol milenario. Vegetación de México. Revista electrónica de la Comisión Nacional Forestal, No. 23. <http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestrosarboles.php?id=26>
- 90) Paz Pérez Olvera, C. de la, C.A. González V. & S. Pérez Olvera de la Paz. 2000. Las figuras de palo fierro: Madera ligada a una cultura. Contactos 38: 10-16.
- 91) Barajas Morales, J. & C. León Gómez. 1989. Anatomía de maderas de México: Especies de una selva baja caducifolia. UNAM, Instituto de Biología. Publicaciones especiales I. 126 pp.
- 92) Kamal Hossain, M. 1999. Fact sheet. Quick guide to multipurpose trees from around the world. Gemlina arborea: A popular plantation species in the tropics. Fact 99-05. <http://www.winrock.org/forestry/factnet.htm>.
- 93) Canchignia Martínez, H.H., S. Hernández Delgado, M. González Paz & N. Mayek Pérez. 2007. Genetic relationships between *Schizobolium parahybum* (Vell.) Blake ecotypes from Ecuador and other countries. *Silva Genetica* 56(5): 214-221.
- 94) Zavala Zavala, D. 2000. Secado de maderas tropicales en estufas convencionales. *Madera y Bosques* 6(1): 41-54.
- 95) CUPROFOR. 2009. Fichas técnicas de maderas no tradicionales. Centro de Utilización y Promoción de Productos Forestales. San Pedro Sula, Honduras. <http://www.cuproforhn.com/index.html>.
- 96) CONAFOR. 2008. El Mezquite de Terciopelo: *Prosopis velutina* Wooton. México Forestal. Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal No. 86. <http://www.mexicoforestal.gob.mx/index.php?laPublicacion=87>.
- 97) Marín, L.G. & V.H. Osorno. 1997. Propiedades físico-mecánicas, secado y trabajabilidad de el *Pinus oocarpa* var. *ochoterena* para dos edades. http://biblioteca.universia.net/html_bura/.../80.html.
- 98) Brink, M., 2008. *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. [Internet] Record from Protabase. Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <http://database.prota.org/search.htm>.
- 99) Paz Pérez Olvera, C. de la. 1985. Descripción anatómica de la madera de siete especies del genero *Quercus*. Boletín Técnico No. 123. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, D.F., 70 pp.
- 100) Junta de Acuerdo de Cartagena. 1981. Tablas de propiedades físicas y mecánicas de la madera de 20 especies del Ecuador. PADT-REFORT, 1a. edición. 53 pp.
- 101) Gerhards, C.C. 1963. Some strength and related properties of green wood of Hawaiian *Eucalyptus Saligna*. U.S.D.A. Forest Service Research Paper FPL 09, 20 pp.
- 102) Roth v., W. & M. Rechy v. Roth. 1986. Important structural properties of *Pinus durangensis* Martínez. *Holz als Roh- und Werkstoff* 44: 41-46.
- 103) Boone, R.S., C.J. Kozlik, P.J. Bois & E.M. Wengert. 1988. Dry-kiln schedules for commercial woods – temperate and tropical. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, General Technical Report FPL-GTR-57, 158 pp.

- 104) Burciaga, V.R. 2006. Aprovechamiento de la diversidad forestal. México Forestal. Revista electrónica de la Comisión Nacional Forestal, No. 38. <http://www.mexicoforestal.gob.mx/editorial.php?id=43&laPublicacion=39>.
- 105) Earle, C.J. 2009. The Gymnosperm Database. <http://www.conifers.org/pi/pin/>.
- 106) Paz Pérez Olvera, C. de la & P. Olvera Coronel. 1981. Anatomía de la madera de 16 especies de coníferas. Boletín Técnico No. 69. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, D.F., 111 pp.
- 107) Anónimo. 2009. *Pinus leiophylla* Schlecht. & Cham. Nota técnica No. 172: 143-144. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0009S/a0009s172.pdf>.
- 108) Palacios, E. 2006. Ficha técnica de *Astronium graveolens* Jacq. Cuarenta y ocho especies de la flora de Chiapas incluidas en el PTOY-NOM-059-ECOL-2000. Instituto de Historia y Ecología. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W008. México, D.F.
- 109) Kukachka, F. 1969. Properties of imported tropical woods. USDA Forest Service. Forest Products Laboratory, Forest Research Paper No. 125, 67 pp.
- 110) Skolmen, R.G. & F.T. Ledig. 1990. *Eucalyptus globulus* Labill. Bluegum eucalyptus. En: Burns, R.M, B.H. Honkala (eds): Silvics of North America. US Agric. Handbook No. 654, USDA Forest Service, p. 299-304.
- 111) Rodríguez Anda, R., H. Palacios Juárez, F.J. Fuentes Talavera & J.A. Silva Guzmán. 2009. Determinación de las características físicas, mecánicas, anatómicas y usos recomendados para la madera de palo fierro (*Olneya tesota*), mezquite (*Prosopis velutina*) y encino (*Quercus durifolia*). Proyecto de investigación PEO7.02. CONAFOR-Universidad de Guadalajara.
- 112) Mosteiro, A.P. 1978. Utilization of coconut palm timber: Its economic significance in some countries in the tropics. FORPRIDE Digest, vol. VII, No. 1.
- 113) Mosteiro, A.P. 1983. Utilization of coconut lumber for furniture manufacture (classroom chairs). FPRDI Journal, vol XII, No. 1 & 2.
- 114) Heuveland, J., A. Frühwald, C. Löning & N. Jung. 1997. *Schizolobium parahyba* (pachaco) als Plantagenbaum in Ecuador aus waldbaulicher, holztechnologischer und marktwirtschaftlicher Sicht. GTZ, Ökologisches Begleitprogramm (TÖB), 40 pp.
- 115) HOLZ.NET. 2009. Holzartenlexikon. <http://www.holz.net/holzartenlexikon/index.cfm>.
- 116) Sepliansky, F. 2006. Nuevos usos industriales de la madera de *Eucalyptus globulus*. Boletín del CIDEU 2: 93-102.
- 117) Touza Vázquez, M.C. & O. González Prieto. 2007. *Eucalyptus* - aplicaciones de la madera. Centro de Innovación e Servicios Tecnológicos da Madeira de Galicia. <http://www.cismadera.com/galego/downloads/eucaliptoweb.pdf>.
- 118) Anonymus. 2009. *Eucalyptus globulus* - Propiedades de la madera www.cismadeira.com/especies/downloads/propiedadesdamadeira.pdf.
- 119) Sulc, V.K. 1980. Grading of coconut wood. In: Proceedings of the Seminar Coconut Wood 1979: 100-101. Philippine Coconut Authority, Manila, Phil.

- 120) Killmann, W. 1983. Some physical properties of the coconut palm. *Wood Sci. Techn.* 17: 167-185.
- 121) DMCyP.1982. *Pinus michoacana* y *P. oocarpa*. La resistencia al impacto y la dureza Brinell. Informe técnico interno del Departamento de Madera, Celulosa y Papel, CUCEI, Universidad de Guadalajara.
- 122) DMCyP. 1989. *Pinus michoacana*. Propiedades físicas (densidad, contracción y hinchamiento). Informe técnico interno del Departamento de Madera, Celulosa y Papel, CUCEI, Universidad de Guadalajara.
- 123) Martínez, M. 1992. Los pinos Mexicanos. Ediciones Botas, 3a edición. México, D.F., 361 pp.
- 124) Torres López, R. 1970. Descripción macroscópica comparativa de 25 especies de maderas tropicales de importancia económica. Tesis profesional. Chapingo, México, 109 pp.
- 125) Farjon, A., J.A. Pérez de la Rosa & B.T. Styles. 1997. Guía de campo de los pinos de México y América Central. Royal Botanic Gardens, Kew & Instituto Forestal de Oxford. 141 pp.
- 126) Wennerberg, S. 2004. Ponderosa pine. *Pinus ponderosa* P.&C. Lawson. USDA, Natural Resources Conservation Service. http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_pipo.pdf.
- 127) Fuentes Talavera, F.J., J.A Silva Guzmán & E. Montes Ruelas. 1996. Manual del secado técnico convencional de la madera. Universidad de Guadalajara. 122 p.
- 128) Ecuador Forestal. 2009. Ficha técnica No.5 Balsa. <http://www.ecuadorforestal.org/download/contenido/balsa.pdf>.
- 129) Francis, J.K. 1991. *Ochroma pyramidale* Cav. Balsa. SO-ITF-SM-41. USDA Forest Service, Southern Experiment Station New Orleans, 6 pp.
- 130) Martínez Castillo, J.L. & E. Martínez-Pinillos Cueto. 1996b. Características de cepillado y lijado de 33 especies de madera. *Madera y Bosques* 2(2): 11-27.
- 131) Anónimo. 2009. *Pinus michoacana* Martínez. Nota técnica No. 116: 21-22. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0009S/a0009s116.pdf>.
- 132) Schwab, E. 2003. Sammlung technologischer Untersuchungen an Holz und Holzwerkstoffen. Arbeitsbericht der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. 114 pp.
- 133) Lomelí Ramírez. M.G. 1991. Determinación de la durabilidad natural de las maderas de árboles tropicales (*Hura polyandra* Baill.; *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. y *Cordia eleagnoides* D.C.) al ataque de los hongos xilófagos *Lentinus lepideus* Fr. y *Laetiporus sulphureus* (Bull.: Fr.) Murr. Tesis de Licenciatura en Biología. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías CUCEI. Universidad de Guadalajara. Departamento de Madera, Celulosa y Papel. Guadalajara, México. 62 pp.
- 134) Tello, U. 2007. *Pinus pseudostrobus*: El árbol que cobijó el andar de Juárez. *México Forestal*. Revista electrónica de la Comisión Nacional Forestal. Nr. 72. http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=77.

- 135) Esser, L.L. 1993. *Eucalyptus globulus*. In: Fire Effects Information System [Online]. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. <http://www.fs.fed.us/database/feis/>.
- 136) Herrera Ferreyra, M.A. 1992. Características físico-mecánicas de la madera de 15 especies del municipio de Morelia. Tesis profesional. UMSNH, 64 pp.
- 137) Anónimo. 2009. Pone en marcha la CONAFOR el Proyecto de Conservación y Restauración de Recursos Biológicos Forestales. México Forestal. Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal. No. 112. <http://www.mexicoforestal.gob.mx/nota.php?id=320>.
- 138) Bowyer, J.L., R. Shmulsky y J.G. Haygreen. 2003. Forest products and wood science: An introduction. 4th edition. Iowa State Press, Ames, Iowa.
- 139) Fuentes Talavera, F.J., J.A. Silva Guzmán & M.G. Lomelí Ramírez. 1998. Índices de hinchamiento y contracción de tres especies de maderas. Memoria del II. Congreso de la Sociedad Mexicana de Tecnología de Productos Forestales. Morelia, Noviembre, p. 2.
- 140) Richter, H.G. & J.M. Dallwitz. 2000 onwards. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Spanish and Portuguese. Version: July 2009. <http://www.delta-intkey.com/wood/index.htm>.
- 141) Silva Guzmán, J.A. 1998. Elaboración de una clave analítica para la identificación de las maderas que se comercializan en México. Tesis Profesional de Maestría en Ciencias de Productos Forestales. Universidad de Guadalajara. 125 pp.
- 142) Weaver, P.L. 1993. *Tectona grandis* L.f. USDA Forest Service, Southern Experiment Station. SO-ITF-SM-64, 18 pp.
- 143) CONAFOR. 2005. Vegetación en México. El Fresno, un vecino entrañable. Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal No.11. http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=12.
- 144) Francis, J.K. 1990b. *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsheim. Fresno, tropical ash. USDA Forest Service, Southern Experiment Station, SO-ITF-SM-28, 4 pp.
- 145) Straze, A. & Z. Gorisek. 2001. Influence of drying parameters on discolouration in ash-wood (*Fraxinus excelsior* L.). Proceedings of the Fifth International Conference on the Development of Wood Science, Wood Technology and Forestry, ICWSF 2001, Ljubljana, Slovenia, 5-7 September.
- 146) Felger, R.S., M.B. Johnson & M.F. Wilson. 2001. The trees of Sonora, Mexico (Dicots 218). Oxford University Press. 400 pp.
- 147) Grenn, D.W. & A.N. Rosales. 2006. Properties and grading of Danto and Ramón 2 by 4's. Forest Products Journal 56(4): 19-25.
- 148) Petexbatun. 2009. Las mejores maderas de Guatemala. <http://www.petexbatun.net/es/maderas.html>.
- 149) Govaere, G. I. Carpio & L. Cruz (2008). Descripción anatómica, durabilidad y propiedades físicas y mecánicas de *Tectona grandis*. Laboratorio de Productos Forestales, Universidad de Costa Rica. 15 pp.

- 150) CONABIO. 2009. Fichas informativas, *Myroxylon balsamum*. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/30-legum34m.pdf.
- 151) Maza, E. 2005. Bálsamo en El Salvador. Confianza como factor de competitividad en una cadena de valor. Presentación frente El Grupo Bálsamo/GTZ, San Salvador, 30. de Noviembre. www.iberpymeonline.org/.../GrupoAsociativoBalsamo.pdf.
- 152) Marín, W.A. & E.M. Flores. 2003. Tropical Tree Seed Manual, Part II: Species Description. *Myroxylon balsamum* (L.) Harms. <http://www.rngr.net/Publications/ttsm/Folder.2003-07-11.4726/PDF.2004-03-15.4240/view>.
- 153) Hardÿ de Beaulieu, A. & T. Lamant. 2006. Guide illustré des chênes. Tome 2. VIII. Description botanique des espèces. 3. Chênes des États-Unis. Editions du 8ème Paris, Francia. 704 pp.
- 154) Paz Pérez Olvera, C. de la, F. Robles Gálvez & A. Simental Serrano. 1979. Determinación de las características anatómicas y fisicomecánicas de la madera de 4 especies de leguminosas. Boletín Técnico No. 61. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, D.F., 35 pp.
- 155) Junta de Acuerdo de Cartagena. 1981a. Descripción general y anatómica de 105 maderas del Grupo Andino. PADT-REFORT. 442 pp.
- 156) Flores E. M. (2009). *Guarea glabra* Vahl. Part II – Species Descriptions. pp. 489 – 492. <http://www.rngr.net/Publications>.
- 157) Dvorak, W.S. 2003. *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltld. Central America and Mexico Coniferous Resources Cooperative (CAMCORE). Dept. of Forestry, North Carolina State University, p. 629-631. <http://www.rngr.net/Publications/ttsm/Folder.2003-07-11.4726/PDF.2004-03-15.5703/file>.
- 158) Navarrete, T.N. & N.M.A. Orellana. 2003. *Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand. Tropical Tree Seed Manual, part II – Species Descriptions, p.664-665. <http://www.rngr.net/Publications>.
- 159) Salazar, R & C. Soihet. 2001. *Juglans olanchana* Standl. & L.O. Williams. Manejo de Semillas Forestales. Nota Técnica No. 126, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- 160) Anderson, M.K. 2003. Plant Guide *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco. USDA NCRS National Plant Data Center. Dept. of Plant Sciences, Univ. of California, Davis. http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/cs_psme.pdf.
- 161) Hoadley, R.B. 1990. Identifying Woods. Accurate results with simple tools. The Taunton Press. 223 pp.
- 162) León H., W. 2003. Maderas de Venezuela. *Astronium graveolens*. <http://www.forest.ula.ve/~wleon/maderas.htm>.
- 163) Francis, John K. 1992. *Spondias mombin* L. Hogplum. SO-ITF-SM-51. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 pp.
- 164) Huerta Crespo, J. 1976. Anatomía de la Madera de 12 especies de coníferas mexicanas. Boletín Técnico No. 51. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, D.F. 56 pp.

- 165) Huerta Crespo, J. & J. Bezerra Martínez. 1982. Anatomía macroscópica y algunas características físicas de diecisiete maderas tropicales mexicanas. Boletín Divulgativo No. 46. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, D.F. 61 pp.
- 166) Olvera Coronel, P. 1981. Estudio anatómico de siete especies del género *Pinus*. Boletín Técnico No. 71. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, D.F. 52 pp.
- 167) Paz Pérez Olvera, C. de la, T.F. Carmona Valdovinos & Ma. de los Ángeles Rogel Gómez. 1980. Estudio anatómico de la madera de 43 especies tropicales. Boletín Técnico No. 63. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, D.F. 276 pp.
- 168) Obregón Sánchez, C. 2009. Gmelina arborea, versatilidad, renovación y productividad sostenible para el futuro. Revista El Mueble y la Madera, Bogotá, Colombia. Serie "Especies", edición especial: p. 14-20. <http://www.monografias.com/trabajos16/gmelina-arborea/gmelina-arborea.shtml>.
- 169) López Ayala, J.L, J.I. Valdez Hernández, T. Terrazas & J.R. Valdez Lazalde. 2006. Anillos de crecimiento y su periodicidad de tres especies tropicales del estado de Colima, México. *Agrociencia* 40 (4): 533-544.
- 170) Fujiwara, T., T. Fujii, T. Shiibayashi, T. Suzuki & Y. Hayashi. 1996. Construction of Data-Base on Properties of Woods from South-east Asia. The International Conference on Forest Products, Bangkok, Thailand, 17-22 December. <http://www2.ffpri.affrc.go.jp/fdb/esawoodq/wood.html>.
- 171) CONABIO. 2009. *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith. Fichas informativas. www.conabio.gob.mx/conocimiento/info.../19-legum15m.pdf.
- 172) Ordóñez Candelaria, V.R., R.P. Zárate Morales, G. Bárcenas Pazos & E. Martínez-Pinillos Cueto. 2001. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Cocus nucifera* del estado de Tabasco. *Memorias V. Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales*, Guadalajara, Jal., p. 1-10.
- 173) European Committee for Standardization (CEN). 1994. Standard EN 350-1. Durability of wood and wood-based products -Natural durability of solid wood. Part 1: Guide to the principles of testing and classification of the natural durability of wood. Part 2: Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe.
- 174) Rutiaga Quiñones, J.G. 2001. Chemische und biologische Untersuchungen zum Verhalten dauerhafter Holzarten und ihrer Extrakte gegenüber holzabbauenden Pilzen. Dissertation Lehrstuhl für Holzkunde und Holztechnik, Technische Universität München, 210 pp.
- 175) CONAFOR 2009. Ciricote, orgullo maderable. México Forestal. Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal. No.112, 10 a 21 de Junio. http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=73.
- 176) Barajas Morales, J. Descriptions and notes on the wood anatomy of Boraginaceae from western Mexico. *IAWA Bulletin n.s., Vol. 2* (2-3): 61-67.
- 177) Paz Pérez Olvera, C. de la. 1993. Anatomía de la madera de ocho especies con importancia en las artesanías del estado de Michoacán. *Acta Botánica Mexicana* 23: 103-136
- 178) Berni, C.A., E. Bolza & F.J. Christensen. 1970. South American Timbers - the characteristics, properties and uses of 190 Species. Div. Bldg. Res. CSIRO, Melbourne, Australia. 229 pp.

- 179) Junta de Acuerdo de Cartagena. 1990. Manual del Grupo Andino para Secado de Maderas. PRID-Madera, Lima, Peru. 305 pp (ISBN 84-89297-75-4).
- 180) Stevens, W.C. & G.H. Pratt. 1952. Kiln operator's handbook. Scientific and Industrial Research, Department of Forest Products Research. HMSO, London, 134 pp (ISBN N000205426).
- 181) Simpson, W.T. (ed.) 1981. Dry kiln operator's manual. USDA Forest Service, FPRL Madison, Agriculture Handbook Nr.188 (ISBN 0-16-035819-1). http://www.fpl.fs.fed.us/products/publications/several_pubs.php?grouping_id=101&header_id=p.
- 182) Sotomayor Castellanos, J.R. 1987. Calidad de la madera para la industria de la construcción. Instituto Regional de Investigaciones de la Construcción del Estado de Michoacán, A.C.. Morelia, Michoacán, 141 pp.
- 183) Simpson, W.T. 1996. Method to estimate dry-kiln schedules and species groupings: Tropical and temperate hardwoods. USDA Forest Service, FPRL Madison Res. Pap. FPL-RP-549, 57 pp. <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplrp/fplrp548.pdf>.
- 184) Vásques Correa, A.M. & A.M. Ramírez Arango. 2005. Maderas comerciales en el valle de Aburrá. Area Metropolitana del Valle de Aburrá, ISBN 958-33-8519-0, 246 pp.
- 185) Cobra Fedalto, L. & al. 1989. Madeiras da Amazônia. Laboratorio de Produtos Florestais, IBAMA, Brasília.
- 186) Mainieri, C. & Chimelo P. 1989. Fichas de características das madeiras brasileiras. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, Brasil.
- 187) Colorado Castro, A. 1996. Roble, especie que reúne la fuerza y belleza del bosque. Revista El Mueble y La Madera No.41. Bogotá, Colombia.
- 188) AITIM (s.a.). Características físico-mecánicas de las maderas. Asociación de Investigación Técnica de la Madra y del Corcho. Madrid, España. <http://www.informadera.net>
- 189) Solíz Corrales, M. & R. Moya Roque. 2009. *Vochysia guatemalensis* en Costa Rica. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, Costa Rica. <http://www.fonafifo.com>
- 190) Foerster, R. & al. 2003. Forest communities and the marketing of lesser-used tropical hardwoods in Mesoamerica. Editorial Ducere, México, D.F. 149 pp.
- 191) Torelli, N. & K. Cufar. 1994. Comparative decay resistance of 43 Mexican tropical hardwoods. Holz als Roh- und Werkstoff 52: 394-396.
- 192) Suchsland, O. 2004. The swelling and shrinking of wood. Forest Products Society, Madison, WI. 189 pp.
- 193) Vick, C.B. 1985. Yellow poplar, an American wood. USDA Forest Service, FS-272, 7pp.
- 194) Markwardt, L.J. & T.R.C. Wilson. 1935. Strength and related properties of woods grown in the United States. USDA Forest Service, Technical Bulletin No. 479, 99pp.
- 195) Anónimo. 2006. Manual de maderas duras americanas. American Hardwood Export Council, México, D.F.

- 196) USDA Forest Service. 1999. Wood handbook: Wood as an engineering material. Agricultural Handbook No. 72.
- 197) Bravo García, L.R. & F.J. Fuentes Talavera. 1993. Composición química y propiedades físico-mecánicas de algunas maderas mexicanas. Resúmenes de las Ponencias, I. Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales, Saltillo, Coahuila, Mexico, p. 89.
- 198) Bienfait, J.L. & al. 1950. Eigenschappen van hout voor constructie-doeleinden. TNO Delft, Circ. No.14.
- 199) Pérez T., I. 1994. Propiedades físico-mecánicas de la madera de Bucida buceras y Lysiloma bahamensis. Tesis profesional. Escuela de Ingenieros en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. 57 pp.
- 200) Espinoza H., R. 1996. Propiedades físico-mecánicas u caracterización anatómica de la madera de *Alnus acuminata* ssp. *Glabrata* H.B.K. (Aile). Tesis profesional. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. 93 pp.
- 201) Sachsse, H. & A. Schulte. 1991. Holzeigenschaften der Andenerle (*Alnus acuminata* O. Ktze.). Forstarchiv 62(5): 196-199.
- 202) DMCyP. 1996. Propiedades físico-mecánicas de la madera de Aguacate (*Persea americana* Mill.). Informe interno, Departamento de Madera, Celulosa y Papel, CUCEI, Univ. De Guadalajara.
- 203) Fuentes T., J.F., J.A. Silva G., M.G. Lomelí R., H.G. Richter, R. Sanjuán D. 2002. Comportamiento higroscópico de la madera de *Persea americana* Mill. var. *guatemalensis* (Hass). Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 8(1): 49-56.
- 204) Guridi G., L.I. 1980: La madera en las artesanías del estado de Michoacán. Bol. Div. No. 50, Nac. Invest. For., México, D.F., 132 pp.
- 205) Silva G., J.A., F.J. Fuentes T., H.G. Richter, G.A. Álvarez & R. Sanjuán D. 1999. Estructura de la madera de *Persea americana* var. *guatemalensis* Mill. (Hass.). Madera y Bosques 5(1): 53--59.
- 206) Catanhede do N., C., J. Nivaldo G. & M. Díaz P. 1997. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia em função da densidade básica e propriedades mecánicas. Madera y Bosques 3(1): 33-52.
- 207) IPT. 2003. Madeira: Uso sustentável na construção civil. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, SVMA, Sinduscon. Publicação IPT No. 2980 (CD-ROM).
- 208) Bendtsen, B.A. & M. Chudnoff. 1981: Properties of seven Colombian woods. Research Note FPL-0242, USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI.
- 209) Llach C., L. & al. 1969: Propiedades físicas y mecánicas de ciento trece especies del Panamá, Part 3. Report on Wood Testing Program UNDP/SF Project 234, Panamá.
- 210) Anónimo. 1958. Sabicú (*Lysiloma latisiliqua*). Wood Supplement, London.
- 211) Bauwerk AG. 1972. BW-Holzuntersuchungen, Tzalám. Ficha técnica de la Bauwerk AG, St. Margarethen, Suiza (informe interno).

- 212) Dahms, K.G. 1992. Cedrorana. Neue Importholzkunde Teil IV. Lateinamerika. Holzzentralblatt 118(62): 1046.
- 213) Barefoot, A.C. & J.D. Traywick. 1971. Mechanical and related properties of Tornillo (*Cedrelinga cataeniformis*). Wood Science 3(4): 245-253.
- 214) Arostegui V., A. 1982. Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002. Documento de trabajo No.2.
- 215) Gutiérrez R., V.H. & J. Silva S. 2002. Información técnica para el procesamiento industrial de 134 especies maderables de Bolivia. FAO-PAFBOL (GCP/BOL/028/NET), 327 pp.
- 216) Anónimo. 1988. Madeiras da Amazônia II. Características e utilização. Documento IBDF/CNPq, Brasília.
- 217) Slooten v.d., H. 1989. Introdução de 50 espécies de madeira da área do Tapajós) região amazônica). IBDF, Laboratorio de Produtos Florestais, Brasília.
- 218) Richter, H.G. & al. 2002. LYPTUS (*Eucalyptus x uro-grandis*) - Determination of selected wood properties related to window- and door manufacturing. Research report for ARACRUZ Produtos de Madeira S.A., Nova Vicoso, Brasil, 33 pp. (informe interno).
- 219) Schwab, E. 2000. Prüfung von verleimten Eucalyptus Kanteln (Centro Federal de Investigaciones Forestales y de Productos Forestales, Hamburgo, Alemania - informe interno).
- 220) Buuren van, N.J.J., C.H. Banks & H.P. Stöhr 1978. Shrinkage and density of timbers used in the Republic of South Africa. South African For. Res. Inst. Bull. 57, Pretoria.
- 221) Bolza, E. & N.H. Kloot 1963. The mechanical properties of 174 Australian timbers. Div. For. Prod. Techn. Paper No. 25, Melbourne.
- 222) Fuentes T., F.J., E. Montes R. & R. Rodríguez A. 1988. Estudio sobre el comportamiento del encino a ensayos en flexión, compresión y tensión, variando el ángulo de aplicación de la fuerza. Amat 2 (2): 1-8.
- 223) González V., L.M. 1986. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Jalisco. Colección Flora de Jalisco. Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara.
- 224) INIFAB 2002. Características, propiedades y procesos de transformación de la madera de los encinos de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 2.
- 225) Marroquín F., J.S. (ed.) 1995. III Seminario nacional sobre utilización de encinos. Memorias, Tomo II. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- 226) Sallenave, P. 1971. Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux. Deuxième Supplement. CTFT, Nogent-sur-Marne, France.
- 227) Arostegui V., A. (ed). 1976. Estudio tecnológico de maderas del Perú (Zona Pucallpa). Vol. I. Características tecnológicas y usos de la madera de 145 especies del país. Univ. Nac. Agraria, La Molina, Centro Amazónico de Desarrollo Forestal.

- 228) Miller, R.B., A.C. Wiedenhoef, R.S. Williams & F. Green. 2003. Characteristics of ten tropical hardwoods from certified forests in Bolivia. Part II. Natural durability to decay fungi. *Wood and Fibre Science* 35(3): 429-433.
- 229) Informationsdienst Holz. 2001. Buche. Merkblattreihe Holzarten No. 108. Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf, Alemania.
- 230) Anónimo. 1939. Merkblatt Rotbuche. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 2: 95-96.
- 231) Laming, P. 1967. Europees Beuken. Houtinstituut T.N.O., Delft, 4 pp.
- 232) Winter, H.& I. Daskaloff. 1952. Festigkeitseigenschaften und elastisches Verhalten von Buche. *Holz als Roh- und Werkstoff* 10: 6-12.
- 233) Silva G., J.A., E. Montes R. & J.F. Fuentes T. 1995. Propiedades físico-mecánicas de la madera de Encino (*Quercus castanea*). III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos, Reporte Científico Número Especial 15: 504-514. Fac. Ciencias Forestales, Univ. Autónoma de Nuevo León.
- 234) Schwab, E. 1978. Das Stehvermögen von Holz. *Holzzentralblatt* 104(6): 70-73.
- 235) Guatemala G., M.A. & N.E. Sepulveda R. 1987. Estudio de las propiedades químicas, anatómicas y físico-mecánicas de la madera de tres especies forestales de importancia económica. Tesis Profesional de Maestría en Ciencias de Productos Forestales. Universidad de Guadalajara. 146 pp.
- 236) Paz Pérez Olvera, C. de la & R. Dávalos-Sotelo. 2008. Algunas características anatómicas y tecnológicas de 24 especies de *Quercus* (encino) de México. *Madera y Bosques* 14(3): 43-80.
- 237) Kollmann, F.P. & W.A. Côté. 1968. Principles of wood science and technology. Springer-Verlag New York Inc. 592 pp.
- 238) Sánchez Acosta, M.; N. Zakowicz, L. Harrand, A. Cutre, E. Torran, F. Calvo & J.C. Piter. 2005. Propiedades físico mecánicas de la madera de *Eucalyptus grandis* de las procedencias genéticas: Kendall (Australia), Huerto semillero de Sudáfrica y semilla local Concordia, plantadas comercialmente en Argentina. Memorias Congreso Mundial IUFRO. 2005. Brisbane-Australia. 10 pp.
- 239) CETEFOR. 1972. Estudio de las propiedades físico mecánicas y estructura anatómica de 7 especies de pino de Guatemala. Centro Técnico de Evaluación Forestal, Guatemala, 105 pp.
- 240) Hess, R.W., F.F. Wangaard & F.E. Dickinson. 1950. Properties and uses of tropical woods, II. *Tropical Woods* No. 97, 132 pp.
- 241) PENTA. 2009. Biblioteca de la madera: *Eucalyptus saligna*. Penta institucional, Síntesis química S.A.I.C., Buenos Aires, Argentina, en línea en: <http://www.penta.com.ar/fichas%20tecnicas/maderas/Eucalipto%20Saligna.pdf>.
- 242) Gerhards, C.C. 1965. Physical and mechanical properties of *Saligna Eucalyptus* grown in Hawaii. U.S.D.A. Forest Service Research Paper FPL 23, 13 pp.

www.conafor.gob.mx

EJEMPLAR GRATUITO
PROHIBIDA SU VENTA



www.conafor.gob.mx