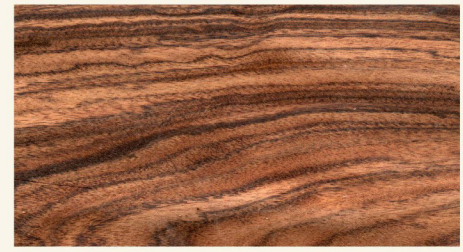
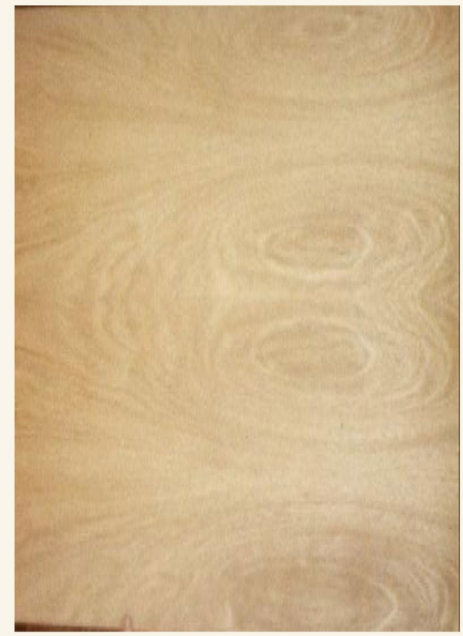
Facultad de Ciencias Forestales
Universidad nacional de Santiago del Estero

E-Book ISBN 978-987-1676-46-0.
Fecha de catalogación: 19/12/2014.





Serie didáctica de DENDROLOGÍA

TOMO II
MACROSCOPIA DE MADERA

Orientada a los estudiantes de Carpintería

Juana Graciela Moglia- Ana María Giménez- Sandra Bravo

Serie Didáctica Nº 20

Serie didáctica de DENDROLOGÍA

TOMO II
MACROSCOPIA DE MADERA

Orientada a los estudiantes de Carpintería

Dra. Juana Graciela Moglia- Dra. Ana María Giménez- Lic. Sandra Bravo

Colaboración y edición:
Patricia Hernández

Clave de Identificación de Maderas:
Roxana Geréz

Compaginacion y Diseño:
Luciana Barchini- Alejandra Cavallotti

Solamente la convicción y el compromiso
impulsarán a convertir en realidad los proyectos
y generar la energía necesaria para transformar en realidad un sueño"

Miguel Ángel Cornejo

P R Ó L O G O

Esta Serie está orientada a los estudiantes en general y especialmente a aquellos de la Carrera de Técnicos en Carpintería.

Estos conocimientos, integrados al resto del cuerpo de las asignaturas, permitirán a los estudiantes lograr más efectividad en la decisión de cómo utilizar mejor los productos del árbol y la planificar las diversas formas de procesamiento.

Cuando se decidió realizar esta parte de la serie didáctica se tuvo en cuenta, además de reunir los contenidos de la asignatura, brindar toda aquella información complementaria que les permitiera ampliar sus perspectivas y ayudarles a desarrollar las nuevas habilidades requeridas en su futuro profesional.

Juana Graciela Moglia

I N D I C E

Introducción
1 Arbol- concepto
1.1 Partes del árbol
2 Normas técnicas
2.1 Terminología Forestal de acuerdo a la Norma IRAM 9502
3 Formas en las que se presenta la madera en el mercado
4 Tendencias del comercio de maderas
4.1 Usos de la madera a nivel mundial
5 El comercio de madera en Argentina
5.1 Bosques implantados
5.1.1 Superficie implantada a nivel nacional
5.2 Regiones fitogeográficas argentinas. Principales especies nativas y cultivadas
6 Estudio macroscópico de la madera
6.1 Albura y duramen
6.2 Caracteres organolépticos o estéticos
6.2.1 Color
6.2.2 Olor
6.2.3 Brillo
6.2.4 Grano
6.3 Textura
6.4 Veteado
6.4.1 Veteado originado por la disposición de los elementos anatómicos del leño
6.4.2 Veteado originado por el color
6.4.3 Veteado originado por el grano y la textura del leño
7 Propiedades físico- mecánicas y su relación con la anatomía de la madera
7.1 Variabilidad de la madera
7.2 Peso específico
7.3 Trabajabilidad
7.4 Resistencia natural o durabilidad de la madera
7.5 Resistencia mecánica
7.6 Permeabilidad
7.7 Poder calorífico
7.8 Humedad de la madera
8 Calidad de la madera- clasificacion
9 Anomalías de la madera
9.1 Defectos
9.1.1 Defectos del fuste o tronco
9.1.2 Nudos
9.1.3 Rajaduras o fendas
9.1.4 Acebolladuras
9.1.5 Excentricidad del duramen
9.1.6 Albura inclusa
9.1.7 Corteza inclusa
9.1.8 Bolsas de resina
9.2 Deformaciones
9.3 Alteraciones
9.4 Ejemplos de ataques de insectos y hongos en maderas de la región chaqueña
10 Claves de Identificación de madera
11 Características macroscópicas de las especies mas importantes del mercado
11.1 Carpintería Nº 1

11.2 Carpintería Nº 2
11.3 Carpintería Nº 3
11.4 Carpintería Nº 4
11.5 Carpintería Nº 5
12 Ejemplos de defectos en maderas comerciales
12.1 Algarrobo negro con rajaduras externas y ataque de insectos
12.2 Eucalyptus rajaduras centrales y grietas
12.3 Quercus (roble) con rajaduras centrales y múltiples grietas
12.4 Algarrobo negro con ataque de insectos
13 Bibliografía

I N T R O D U C C I Ó N

Este tomo II trata de los caracteres macroscópicos o estéticos de la madera.

Incluye conceptos necesarios sobre lo que es un árbol, sus partes y los factores que determinan su fisonomía, con la finalidad de que el estudiante pueda relacionar la forma en la que se presentan los productos y subproductos del árbol.

Contiene además las definiciones de los tipos de piezas de acuerdo a las Normas IRAM y algunas de las forma de comercialización de la madera en el mercado.

Se relacionan las propiedades físicas de la madera con los caracteres anatómicos, la presencia de defectos, anomalías y deformaciones mas frecuentes en la madera que disminuyen su valor comercial.

En el anexo se presentan las características más importantes y los usos actuales de las principales maderas que se encuentran en el mercado. Se presentan en forma de fichas agrupadas por categorías de colores debido a que éste es al carácter que más impacta a simple vista y que permite una clasificación rápida.

ARBOL- CONCEPTO 1

¿Qué es un árbol?

Los árboles son plantas leñosas con un tallo perenne de 7,5 cm de diámetro mínimo (en la parte superior) y de 1,5 m de altura mínima de fuste, con una copa definida y una altura total superior a los 4 m. Esta es una de las definiciones más rígidas y pragmáticas debido a que se considera al árbol principalmente como una fuente comercial de madera (Halle et al., 1978).

Font Quer (1953) define al árbol como un vegetal leñoso, por lo menos de 5 metros de altura, con tallo simple (tronco), hasta la llamada cruz en que se ramifica y forma una copa, de considerable crecimiento en espesor.

Los árboles se diferencian de los arbustos por presentar éstos últimos ramificaciones desde la base y de las hierbas (de consistencia blanda en todos sus órganos) por ser lignificados.

Desde la anatomía de madera un árbol puede definirse como un vegetal capaz de producir lignina y tener tejido secundario originado por el cambium vascular.

Desde un criterio ecológico un árbol es un vegetal con aptitud competitiva capaz de ocupar un lugar dominante entre otras plantas.

El concepto moderno de árbol proviene del criterio arquitectónico.

La estructura y forma de un árbol, con sus raíces, tronco, ramas, hojas, flores y frutos, no son el resultado de un proceso aleatorio. Las características de su porte, tipo de copa, disposición de ramas y hojas están definidas en la semilla antes de la germinación del embrión. Estas pueden o no expresarse en la fase adulta dependiendo de la interacción del genotipo y el ambiente (Seitz, 1995).

Las características estructurales son comunes a los individuos de la misma especie y recibe el nombre de modelo arquitectónico, que examina la planta en su totalidad.

El concepto actual de árbol basado en modelos arquitecturales, considera el desarrollo o crecimiento de cada uno de los elementos que intervienen en la forma (raíz, tallo y copa).

PARTES DEL ARBOL 1. 1

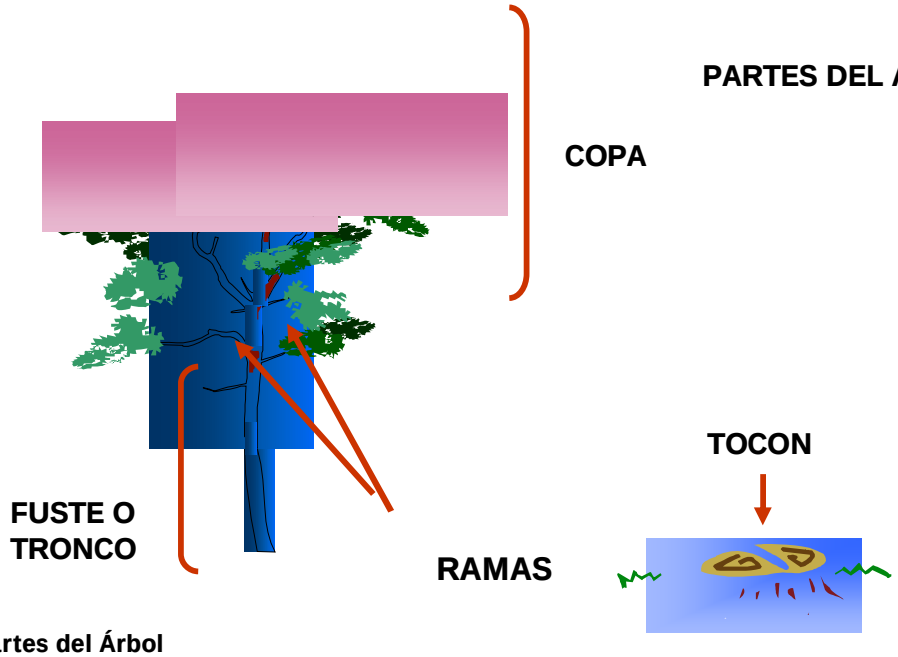


Fig. N° 1: Partes del Árbol

Se define como **porte** al aspecto general que presenta un árbol. El porte caracteriza a una especie y se denomina **porte específico**. El **porte** se denomina **natural** cuando el árbol crece aislado y **forestal** cuando crece en masa.

Partes del Árbol

Tabla Nº 1 Definiciones de las partes de un árbol

Fuste	Tronco entre el ras del suelo y la primera ramificación*.
Tronco	Tallo del árbol. Comprende la parte entre la cepa y las ramificaciones.
Copa	Conjunto de ramas de un árbol.
Cuello	Zona de transición entre el tronco y la raíz.
Raigón	Parte del árbol que queda debajo de la tierra, incluyéndolas raíces que por su grosor sean aprovechables.

*En árboles con ramificación monopódica el fuste comprende el tallo hasta un diámetro mínimo de 10 cm.

Factores que influyen en la fisonomía de un árbol

Tabla Nº 2 Definiciones de aquellos factores más importantes que determinan el aspecto de un árbol (Giménez, Moglia 2003).

Definición de árbol	**Árbol**	Planta leñosa que tiene tronco y copa bien definidos y altura mayor a 5 m.
	Arbolito	Planta leñosa con tronco definido menor de 5 m.
	Arbusto	Planta leñosa ramificada desde la base.
Dimensiones de los árboles	**Primera magnitud**	Individuos que superan los 30 m de altura.
	Segunda magnitud	Individuos entre 20 y 30 m de altura.
	Tercera magnitud	Individuos entre 15 y 20 m de altura.
	Cuarta magnitud	Individuos con menos de 15 m de altura.
Sistema de ramificaciones	**Monopódico**	Tipo de ramificación con un eje principal y ramificaciones secundarias.
	Simpódico	El eje principal pierde su capacidad meristemática y se ramifica. Las ramas secundarias son de gran envergadura.
Ramificación	**Alterna**	Tipo de ramificación donde las ramas se disponen de manera alternada.
	Simpodial	Tipo de ramificación que consiste en una serie de ramas concrescentes, unidos por sus extremos en un solo cuerpo axial.
Dirección de crecimiento de las ramas	**Epítona**	Las ramas laterales crecen hacia arriba.
	Anfítona	Las ramas laterales crecen en dirección perpendicular al eje.
	Hipotonía	Las ramas laterales crecen hacia abajo, y presentan un aspecto péndulo.
	Fastigiada	Las ramas se dirigen hacia arriba casi paralelas al eje del árbol.

Tipos de Copas

Tabla Nº 3 Definición de los tipos de copas mas comunes.

Copa		
Conjunto de las ramas de un árbol que puede adoptar diferentes formas.		
Formas de copas	*Esférica*	
	Ovoidal	
	Elíptica	
	Columnar	
	Extendida	

NORMAS TÉCNICAS 2

La madera es un material heterogéneo que por su misma naturaleza puede contener diferentes características y defectos que deben conocerse y tenerse en cuenta para cualquiera de sus posibles aplicaciones. **Las normas son reglas que permiten estandarizar valores de modo tal que sean fácilmente comprensibles.**

A continuación se transcribe algunos términos de interés forestal de acuerdo a la Norma IRAM. En ella se discriminan los diferentes productos que pueden obtenerse de un árbol y su grado de elaboración. La terminología proporciona, tanto al comprador como al vendedor un lenguaje común, bien fundamentado e imprescindible para las transacciones comerciales.

Terminología Forestal de acuerdo a la Norma IRAM 9502 2. 1

Tabla Nº 4

Especie Forestal	Es toda especie vegetal perenne y leñosa que posee tronco.
Especie arbórea maderable	Es toda especie arbórea que tiene tejido que posea tronco.
Abatimiento	Operación de derribar el árbol.
Trozas	Las partes del tronco abatido, cubierto o no corteza, cortadas normalmente a su eje y de longitud adecuada a sus usos.
Raigón	Parte del árbol que queda debajo de la tierra, incluyéndolas raíces que por su grosor sean aprovechables.
Cepa	Parte basal del árbol, formada por el tocón, y el nacimiento de las raíces primarias, que queda adherida a la tierra cuando aquel ha sido cortado en pie.
Corteza	Parte exterior del árbol.
Cuello	Zona de transición entre el tronco y la raíz.
Rollizo	Toda pieza sin labrar que provenga del tronco o de ramas principales del árbol vivo o muerto, con diámetros mayores de 25 cm en la parte mas delgada con corteza o toda pieza sin corteza que tenga mas de 22 cm de diámetro en la parte mas delgada.
Copa	Parte del árbol a partir del extremo superior del fuste, constituida por rollizos secundarios y ramas.
Tocón	Parte basal del tronco de aproximadamente 30 cm de altura, que queda sobre el terreno unida a las raíces, luego de batido el árbol.
Horcón	Es la parte del tronco o de una rama principal que presenta una bifurcación en sus extremos.

Tabla Nº 5

Maderas Labradas o Aserradas	
Caras	Son las superficies mayores paralelas entre sí y paralelas a su vez con el eje longitudinal de las piezas.
Cantos	Son las superficies menores y normales a las caras.
Escuadría	Es la sección transversal de una pieza aserrada, definida por las dimensiones de sus lados.
Ancho	Es la dimensión mayor de la escuadría.
Espesor	Es la dimensión menor de la escuadría.
Longitud	Es la dimensión mayor en la dirección perpendicular a la escuadría.
Costanera	Es la pieza que se obtiene del primer corte longitudinal del rollizo.
Cuartón	Es la pieza de madera que se obtiene aserrando un rollizo longitudinalmente según 2 diámetros perpendiculares, obteniéndose secciones radiales en cada una de las superficies.
Poste	Es la pieza de madera labrada de sección aproximadamente circular.
Durmiente	Es la pieza de madera labrada o aserrada de sección rectangular con las caras anchas y planas y las dimensiones adecuadas al uso.
Listón	Es una pieza de forma prismática, rectangular, que tiene generalmente de 12,7 mm a 25,4 mm de espesor y de 38,1 mm hasta 76,2 mm de ancho.
Tabla	Es la pieza de madera de cara plana, cuyas caras son paralelas entre si, y que tiene entre 18 mm hasta 37 mm de espesor por 150 /250 mm y mayor ancho y cuya longitud es generalmente mayor de 1,80 m.
Tablón	Es la pieza de madera de cara plana, cuyas caras son paralelas entre si, y que tiene entre 38 mm hasta 74 /75 mm de espesor por 150 mm y mayor ancho y cuya longitud es generalmente mayor de 1,8 m.
Tirante	Es la pieza de sección cuadrada que tiene 75 mm hasta 126 mm de espesor y 75 mm hasta 249 mm de ancho.
Tirantillo	Es similar pero de dimensiones menores (38 mm a 4 mm y de 38 mm hasta 149 mm de ancho).
Varilla	Es la pieza de sección cuadrada o rectangular de menor escuadría que el listón.
Viga	Es la pieza de madera proveniente de un rollizo, labrada con hacha o aserrada, en forma cuadrada o rectangular de escuadría mínima de 200 mm por 200 y cuya longitud es mayor de 3 m.
Vigueta	Es la pieza de madera de sección cuadrada o rectangular que tiene aproximadamente de 27 mm. Hasta 19,9 mm de espesor por 127 mm de ancho y cuya longitud es generalmente de 3 m.

FORMAS EN LAS QUE SE PRESENTA LA MADERA EN EL MERCADO 3

Tabla Nº 6

En la siguiente tabla se dan los conceptos sobre algunos productos que se encuentran en el mercado.

Tipo de elaboración de la madera	Nombre del producto	Descripción
Madera en bruto	**Rollizo**	Pieza sin labrar del tronco.
Madera Semielaborada	**Tablones**	Madera corta y larga.
	Tablas	Pieza de madera de cara plana.
	Chapas	Lámina de madera muy fina de 0,6 mm de espesor.
Productos derivados	**Tableros Aglomerados**	Consisten en 2 chapas unidas por un alma de aglomerado (virutas de madera unidas por encolado) prensados.
	Tableros de fibras	Similar al anterior pero las virutas son más pequeñas (fibras).
	Tableros compensados	Son varias láminas de madera (chapas) unidas mediante encolado y en direcciones contrapuestas.
Productos derivados	**Persianas, puertas, ventanas, pisos y muebles**	

Transformación – industrialización de la Madera en Argentina

Fuente: Sánchez Acosta, 2005.

Los procesos empleados para la industrialización de eucaliptos colorados en Argentina se pueden dividir en:

a. Madera redonda: a. Postes - rollizos

b. Transformación mecánica
Cortes con sierras: b. Aserrado (tablas - pisos)
Cortes con cuchillas: c. Debobinado (Corte rotativo)
d. Faqueado (Corte plano)

c. Paneles reconstituidos: e. Tableros de fibras
f. Tableros de partículas

d. Transformación química g. Celulósicos (pasta - papel)

e. Energéticos-siderurgia h. Carbón – leña

La clasificación de la madera aserrada durante el proceso productivo ayuda a determinar, en gran medida, el valor y el uso potencial posible de cada tabla. En esta figura se observan los productos y subproductos que pueden obtenerse de los *Eucalyptus* (Figura 3).

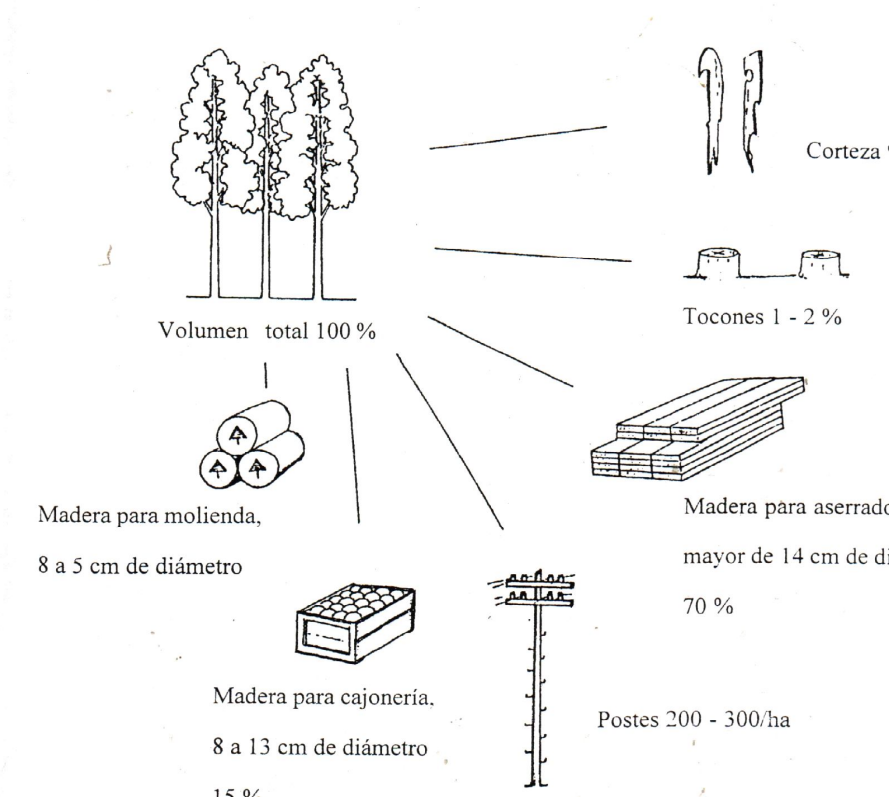


Fig.Nº 3: Productos y subproductos que pueden obtenerse de los árboles
Fuente: EEA INTA Concordia

Dimensiones comerciales postes y subproductos en el género Eucalyptus

Tabla Nº 7

	Diámetro a la base (cm)	Diámetro en la cima (cm)	Largo(m)
Poste corto	14	9-12	2.2-3
Poste mediano	18	11-13	4-6
Poste línea aérea	20	12-14	7-9
Poste largo	24	14-16	10-15
Rodrigón	10	5.5	2.5
Vara corta	11	6	4-5
Vara larga	12	6	6-8

Fuente: EEA INTA Concordia

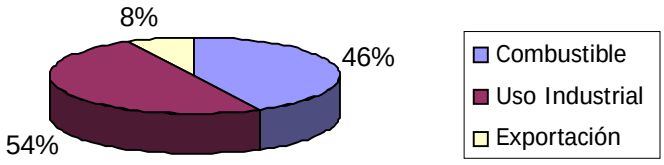
TENDENCIAS DEL COMERCIO DE MADERAS 4

La madera comercial se extrae de tres tipos de bosques. Los de Coníferas que abastecen de maderas blandas o “fibras largas” a todo el mundo. Se extienden por la zona ártica y subártica del hemisferio Norte y en bajas latitudes, en el África Oriental, sudeste de EEUU y América Central. Los bosques de Angiospermas de zonas templadas también se extienden hacia el Norte convergiendo con las Gimnospermas y los bosques tropicales y subtropicales de América, África y Asia.

Los 2500 millones de m^3 de madera utilizados anualmente a nivel mundial se distribuyen de la siguiente manera, 46% se destina a combustible, 46% se utiliza en el país de origen con destino a la construcción y para otros usos industriales y el 8 % restante se exporta en forma de troncos, madera aserrada y otros productos.

4. 1

Usos de la Madera a nivel Mundial



EL COMERCIO DE MADERA EN ARGENTINA 5

La madera que se comercializa en Argentina proviene en general de especies nativas de formaciones autóctonas o de plantaciones (bosques implantados) y en menor cantidad de importación.

Argentina no cuenta en la actualidad con un volumen de producción de madera suficiente como para sostener una oferta significativa para el mercado internacional. Este no es un obstáculo como para que algunas empresas puedan ingresar en los mercados internacionales.

En nuestro país la principal ventaja reside en la amplia disponibilidad de tierras aptas para la forestación y en un marco legal que facilita la radicación de inversiones extranjeras. Sin embargo, la Argentina es un país importador de maderas para construcción desde Brasil y Chile, de rollizos desde Paraguay, papeles desde Finlandia y resinas desde EEUU.

El mercado de maderas en la República Argentina presenta ciertas características que le son particulares. En general no existen exigencias de calidad por parte del consumidor. Actualmente se importan ciertas especies que históricamente provenían del interior de nuestro país. Si bien existe una gran variedad de especies en el país sólo se comercializa una parte de las mismas.

Existe un desorden muy marcado en la comercialización, en cuanto a la estandarización de las medidas para la caracterización del material. Por ejemplo en los in-

ventarios de monte, de acuerdo a la legislación vigente, la cubicación se realiza en m^3 decimales. La venta de madera se efectúa en m^3 de *madera aparente* que es una medida teórica y difiere del m^3 decimal. Lamentablemente quien pierde en este sistema es el productor.

Además, la comercialización de la madera se realiza en otra medida: pulgadas (que teóricamente equivalen a 2.54 cm). Sin embargo, en la práctica se trabaja con pulgadas que miden en realidad 2.8 a 2.9 cm.

BOSQUES IMPLANTADOS 5. 1

La superficie de bosques implantados de la Argentina, representados fundamentalmente por especies exóticas de rápido crecimiento, se encuentra actualmente en expansión. Esto ha sido el resultado de una política nacional de incentivo a la forestación que se implementó hace más de 30 años y que fue cambiando de forma a través del tiempo.

5.1.1. Superficie total implantada por región a nivel nacional

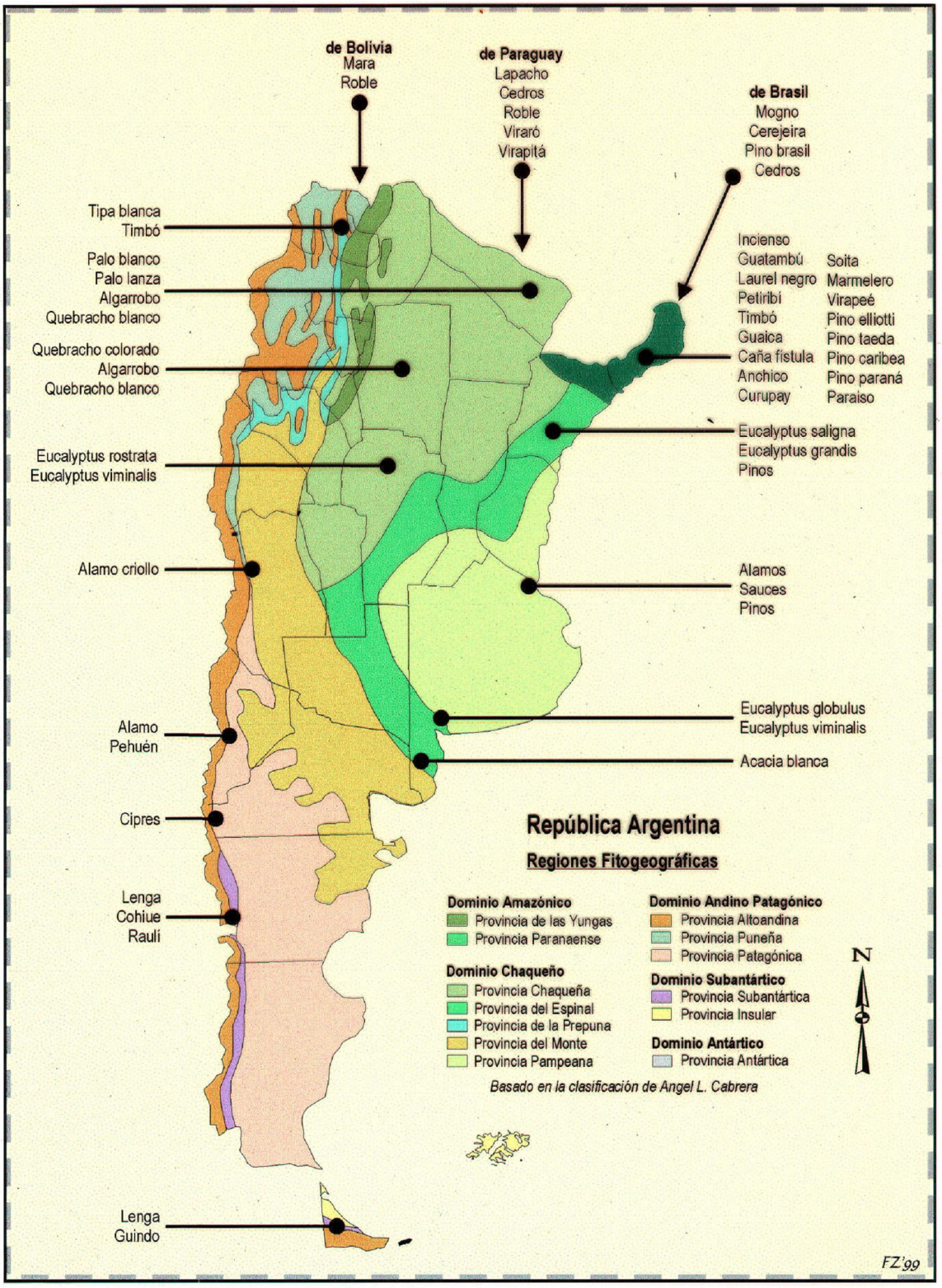
A fin del año 1998 la Argentina tenía una superficie forestada de 780.396 has (Cuadro 3). Esta superficie se concentraba en la Mesopotamia, donde se encontraba el 75% de las forestaciones de las 14 provincias incluidas en el inventario. Buenos Aires poseía un 12 % de las plantaciones y el 13 % restante se distribuía en las 10 provincias de las regiones Noroeste, Centro y Sur.

Tabla Nº 8

REGIÓN	Superficie forestada a fines de 1998 (ha)		
	Cartografía	Estimado a partir del Régimen de Promoción	Totales
MISIONES	196.285	58.000	254.285
CORRIENTES	158.657	59.000	217.657
ENTRE RÍOS	112.789	4.000	116.789
BUENOS AIRES	86.866	5.000	91.866
NOROESTE	19.075	1.000	20.075
CENTRO	46.102	1.000	47.102
SUR	22.622	10.000	32.622
Totales	642.396	138.000	780.396

Fuente Sagpya

Fig. N° 4: Principales espécies nativas y cultivadas distribuídas de acuerdo a la región fitogeográfica.



De las especies plantadas el grupo predominante es el de los pinos, que representa el 54 %. El segundo grupo en orden de importancia es el de los eucaliptos, con un 32 % de la superficie, seguido por el de las salicáceas, con un poco más del 11 %.

REGIONES FITOGEOGRÁFICAS ARGENTINAS 5. 2

Principales especies nativas y cultivadas

Lista de las principales especies arbóreas distribuidas por regiones fitogeográficas

P R O V I N C I A P A R A N A E N S E (selva misionera)

Guatambú
Curupay o Cebil
Palo rosa
Lapacho amarillo
Laureles laurel negro – amarillo
Pino paraná, o pino brasil
Peteribí
Caña fístula
Cancharana
Anchico
Loro blanco
Soita
Cedro misionero
Urunday
Lapacho negro

P R O V I N C I A D E L A S Y U N G A S (selva tucumano-boliviana)

Espina de corona
Pacará o Timbó
Roble del país
Peteribí
Tipa colorada
Aliso del cerro

P R O V I N C I A C H A Q U E Ñ A D I S T R I T O C H A Q U E Ñ O O R I E N T A L (chaco húmedo)

Quebracho-colorado
Quebracho-blanco
Lapacho negro
Cebil
Anchico
Urunday
Algarrobo blanco,
Algarrobo negro
Itín
Mistol

DISTRITO CHAQUEÑO OCCIDENTAL (chaco seco)

Quebracho-colorado
Quebracho-blanco
Algarrobo blanco
Algarrobo negro
Itín,
Mistol
Vinal
Guayacán
Palo santo

BOSQUES ANDINO PATAGÓNICOS

Pehuén
Lenga
Raulí
Cohiue
Ciprés
Guindo

ESTUDIO MACROSCOPICO DE LA MADERA 6

La madera es un material poroso y heterogéneo, compuesto por varios tipos de células. La mayor proporción de los elementos celulares son alargados con su eje mayor paralelo al eje del tronco. Debido a ello el estudio de la estructura macroscópica y microscópica de la madera, se realiza en tres planos o secciones (Fig. 5):

- **Transversal**: perpendicular al eje del tronco.
- **Radial**: pasa por el eje y uno de los radios del tronco.
- **Tangencial**: paralela a un plano tangente al tronco o al anillo de crecimiento.

- Al examinar estas tres secciones pueden observarse las siguientes partes estructurales:

- **Corteza externa** o corteza propiamente dicha.
- **Corteza interna** incluye al floema y a la última capa de peridermis formada.
- **Cambium** o capa delgada de células vivas, responsable del crecimiento en espesor del árbol (xilema y floema).
- **Xilema, leño** o tejido leñoso propiamente dicho, que forma la mayor parte del volumen del tronco.

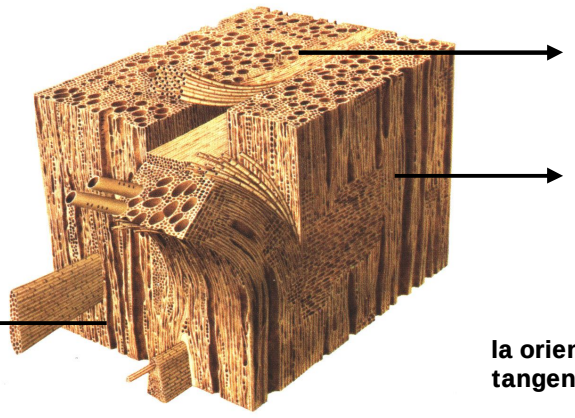


Figura 5: Esquema para la orientación de las superficies transversal, tangencial y radial de una muestra de madera.
Fuente: La Madera (1978)

¿Cómo se ve la madera en las diferentes secciones?

- En la sección transversal, perpendicular al eje del árbol, los anillos de crecimiento se observan como bandas concéntricas. Para ello es necesario que exista una diferenciación entre leño temprano y leño tardío. El primero corresponde a los elementos formados por el cambium al comienzo de la estación de crecimiento y el segundo, a aquellos formados al final de dicha estación. En las **Coníferas o Gimnospermas**, los anillos de crecimiento son generalmente diferenciables por el color, mientras que en las **Angiospermas** hay una mayor variabilidad atribuible a la heterogeneidad de tejidos. La visibilidad de los anillos de crecimiento está relacionada a las diferencias climáticas que condicionan la actividad cambial. Es decir, en climas estacionales los anillos de crecimiento se encuentran bien demarcados. En otras regiones tales como las selvas tropicales, en las cuales las estaciones no están bien diferenciadas, la demarcación de los anillos de crecimiento es variable, escasa o nula.

- En la sección radial se observan tanto los anillos de crecimiento como los radios leñosos, cuando existe diferencia en estos tejidos. Los radios leñosos pueden diferenciarse ya sea por el color y / o el tamaño. Pueden ser grandes y más oscuros, como los del **roble** y el **haya**, y otras veces más claros. Cuando los radios leñosos son muy delgados y de color semejante al resto de los tejidos, no son visibles, como en las coníferas y en ciertas Angiospermas, (jacarandá, álamo).

- En la sección tangencial pueden observarse los radios leñosos cuando son gruesos o de color diferente, así como las estrías que producen los vasos cuando son de gran diámetro. El parénquima leñoso es también una estructura que aparece fácilmente visible en algunas especies en sus secciones tangenciales, como por ejemplo en el **olmo**, y en muchas especies tropicales.

ALBURA Y DURAMEN 6.1

En muchos árboles y especialmente cuando son de edad avanzada, la parte interna del tronco, **duramen**, se distingue con facilidad de la zona que le rodea, más clara, llamada **albura**. Es la zona exterior de la madera, junto a la corteza, y que contiene las células fisiológicamente activas del árbol en pie. La albura es normalmente de color más claro que el duramen y carece de resistencia frente a la pudrición.

La **albura** corresponde a la porción más externa del tronco o fuste y es la encargada del transporte del agua y sales minerales desde el suelo hacia la copa. Es generalmente de color más claro que la madera del duramen. A medida que se agregan nuevos anillos de crecimiento a la albura, los anillos más internos van perdiendo su función conductora. De esta manera se mantiene un número relativamente constante de anillos fisiológicamente activos que permiten un equilibrio estable entre la necesidad de conducción xilemática del árbol y la superficie foliar. En la albura de las Coníferas las puntuaciones areoladas permanecen en medio de la cámara de la puntuación permitiendo el paso de fluidos.

El duramen adopta una posición interna con respecto a la albura y su formación se debe a modificaciones anatómicas y químicas que ocurren a nivel celular, cuando los elementos conductores se tornan inactivos. Así, en algunas Angiospermas aparecen las **tílides,** que son expansiones vesiculares procedentes de las células parénquimáticas vecinas que penetran en los vasos próximos obturándolos en mayor o menor grado. En las Coníferas las puntuaciones areoladas se cierran y los torus se absorben hacia la abertura, quedando pegados a ellas por ciertas secreciones.

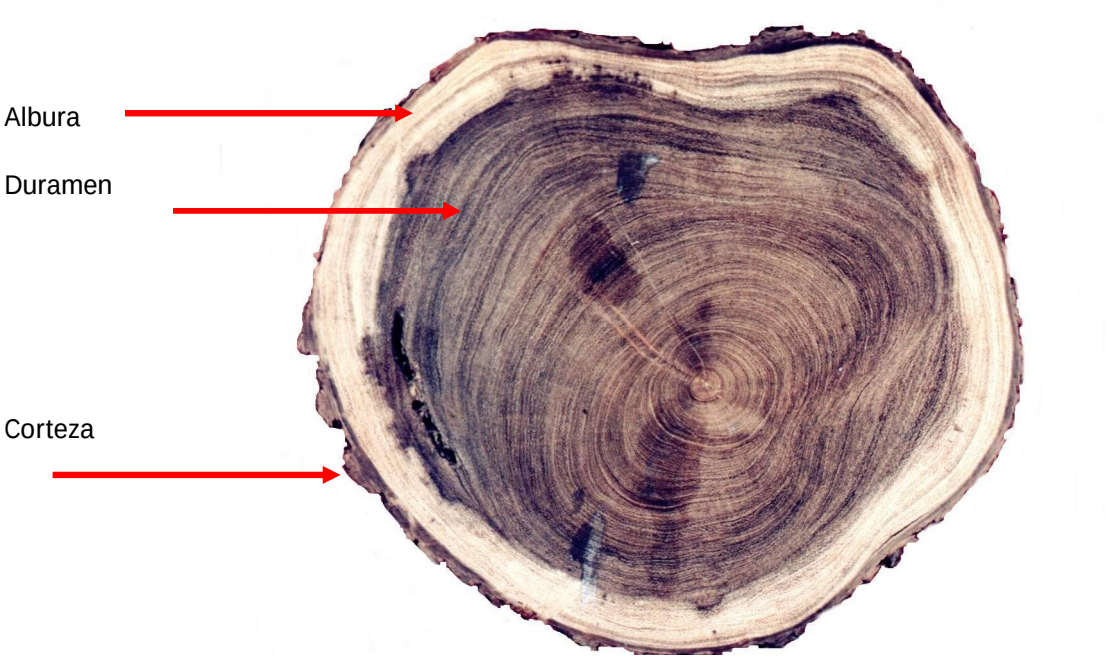
Además de estas modificaciones anatómicas se producen algunos procesos químicos que son importantes en la formación del duramen. Las coníferas con duramen coloreado contienen más resinas y aceites, sobre todo en los intersticios de la pared celular donde se depositan. Además contiene sustancias solubles tales como hidratos de carbono, polisacáridos, alcaloides y taninos, que al oxidarse le dan su característico color oscuro.

En las Angiospermas los fenómenos químicos, que acompañan la formación de duramen, son parecidos a los de las coníferas y en general más complejos. El duramen contiene igualmente sustancias solubles en agua como taninos y gomas y / o sustancias minerales como carbonato, oxalato cálcico y ácido silícico. Estos depósitos reducen la penetración de líquidos.

La duraminización protege a la madera contra los ataques de los hongos, por el taponamiento de las puntuaciones y la impregnación de los tejidos con sustancias que tienen un cierto valor antiséptico. Esto que, para el empleo natural de la madera representa una ventaja, constituye sin embargo un inconveniente para su impregnación artificial o su tratamiento con productos químicos.

En resumen, la madera de duramen no sólo es frecuentemente más oscura, sino que también es más densa y resistente a los ataques de insectos. La zona exterior del tronco, es decir la albura, es más clara, más porosa, blanda y en ocasiones menos valiosa. Sin embargo, desde el punto de vista de los tratamientos físicos, la albura es más fácil de tratar y de trabajar en la mayor parte de los procesos de elaboración y desintegración mecánica. Por ello, se prefieren las maderas jóvenes en la industria desintegradora.

En el centro del fuste puede persistir una porción correspondiente a la médula, que representa al tejido parenquimático que rodeaba a los haces vasculares aislados, propios del crecimiento primario. Este sector es descartado en el proceso de aserrado.



CARACTERES ORGANOLÉPTICOS O ESTETICOS 6. 2

Se denominan así a aquellos caracteres diagnósticos observables con lente o a simple vista. Son los siguientes:

Color, Olor, Brillo Grano Textura Veteado

COLOR 6.2.1

El color es el carácter más evidente cuando observamos la madera. Este se debe a la presencia de sustancias xilócromas (resinas, gomas, taninos) en el interior de las células.

Por lo general en las secciones transversales pueden observarse dos zonas bien delimitadas de colores diferentes. La albura es la parte externa que corresponde a la zona más nueva y el duramen que es más oscuro, se encuentra en la parte central. El color del duramen recién cortado es diferente del de la madera seca. Las normas IRAM recomiendan tomar el color en las caras tangenciales, de la madera secada al aire y recién cepillada. La madera seca que durante un tiempo está expuesta a la acción de la luz y el oxígeno se oscurece gradualmente, por lo que se recomienda no determinar el color, en muestras antiguas, con enfermedades o con tratamientos con barnices. Para el análisis del color es recomendable sacar una viruta y observar el verdadero color que está debajo. Deben descartarse las manchas producidas fundamentalmente por hongos lignícolas u otros xilófagos (mancha azul, gris o roja).

En este laboratorio de anatomía de madera se utiliza el atlas de colores Munsell, de tejidos vegetales y se determina el color de la albura y el duramen. Aunque la variedad de colores hace imposible la categorización exacta es útil emplear la clasificación adoptada por Tortorelli (1956) en varias categorías para Gimnospermas y Angiospermas. A continuación se encuentra un listado de las especies comerciales más importantes clasificadas de acuerdo al mismo autor.

Clasificación de colores según Tortorelli (1956)

Tabla Nº 9

	Categoría de colores	Ejemplos
Gimnospermas	**Blanco amarillento a amarillo ocre**	Ciprés – pehuén - pino
	Blanco rosáceo	Araucaria - pino del cerro
	Castaño rosáceo	Alerce
Angiospermas	**Blanco amarillento**	Tipa blanca –Jacaranda - Chañar
	Blanco rosáceo	Sauce criollo - aliso del cerro - arrayán- palo rosa – ñire - cohiue
	Amarillo ocre	Tala - palo amarillo – guatambú – grapia - quebracho blanco
	Amarillo verdoso	Coco - palo santo - lapacho negro
	Pardo	Laureles - peteribí
	Castaño rosáceo	Raulí – timbó – cebil – caldén - algarrobos
	Castaño rojizo	Quebrachos, mistol, quina, churqui, cancharana
	Castaño violáceo	Nogal criollo, itín

OLOR 6.2.2

El olor se debe a la presencia de sustancias oleicas volátiles (resinas, aceite esenciales). Debido a que este carácter es muy variable y las percepciones pueden diferir entre las personas, es preferible utilizarlo en las descripciones con cuidado y sólo en el sentido positivo (cuando está presente). Esta característica no es determinante, ya que su intensidad disminuye con el tiempo y la oxidación. El olor puede desaparecer en muestras antiguas por lo que es aconsejable pulir la superficie, o mojarla para volver a percibirlo.

La presencia de sustancias volátiles puede impedir o limitar el uso de las maderas y en otros casos revalorizarlas. Por ejemplo en el laurel negro su olor desagradable limita su uso en exteriores. En cambio, en el “palo santo”, “lapacho”, “incienso” o “cedro”, estas sustancias aumentan el valor del leño por su aroma agradable.

Para algunos usos tales como cajonería en alimentos y frutas y combustible, la madera no debe tener ningún olor, por lo cual se utiliza el álamo. En el embalaje de tabaco se aprecia una madera aromática como el cedro.

Hay maderas que tienen saponinas en sus células y que al aserrarlas o trabajarlas desprenden un polvillo que irrita las mucosas nasales, además de un olor característico. Por ej.: "lapacho", "incienso", "pacará".

BRILLO 6.2.3

Es la propiedad de algunas maderas de reflejar la luz en las superficies longitudinales. El brillo se debe a los radios leñosos y a las fibras. El “radal”, “roble”, “peteribí”, “plátano”, etc. presentan brillo tornasolado por poseer radios conspicuos. Hay especies cuyo leño se caracterizan por emitir reflejos luminosos que cambian de dirección. Por ejemplo: "viraró ", "palo santo", "casuarina”, "tilo",“palo rosa”. Este es un carácter estético que aumenta el valor del leño. Tortorelli (1956) clasifica al brillo en intenso, medio u opaco de acuerdo a su intensidad.

GRANO 6.2.4

Es la dirección o alineamiento de los elementos longitudinales del leño, con relación al eje vertical del tronco, rollizo o pieza de madera. Se observa en superficies tangenciales y radiales obtenida por hendimiento. Se clasifican en 5 tipos básicos:

Derecho
Oblicuo
Entrecruzado
Crespo
Irregular

Grano derecho: es uno de los tipos más comunes, se presenta en maderas cuyos elementos anatómicos verticales siguen una trayectoria paralela al eje vertical del árbol. Ej: "pino paraná", "lenga" y “alerce”. Son maderas fáciles de trabajar, de muy buen comportamiento en el secado, pero de menor probabilidad de obtención de veteados ornamentales.

Grano oblicuo: en este tipo de grano los elementos anatómicos se desvían de la dirección del eje vertical del árbol, formando un ángulo agudo como en "caldén" o el

"lapacho". La torsión de las fibras puede ser a la derecha o a la izquierda según las especies y aún variar en un mismo árbol. Las maderas con este grano no producen veteados muy vistosos.

Grano entrecruzado: en este tipo de grano los elementos anatómicos presentan direcciones opuestas y alternas entre anillos de crecimiento contiguos o grupo de anillos. Las maderas con este grano son difíciles de trabajar (aserrar y cepillar). Ej : "viraró" , “quebracho colorado “,"palo santo".

Grano crespo: los elementos anatómicos verticales se presentan regularmente sinuosos u ondulados y siguen direcciones variadas con respecto al eje longitudinal del tronco. Es el grano de mayor valor estético. Desde el punto de vista fisiológico puede deberse a una estructura con desarrollo anormal producto de: agallas, insectos, bacterias, hongos, incendios, heladas, etc.
En la sección radial hendida se observan sinuosidades transversales (grano crespo radial), que le dan el aspecto de una superficie corrugada. En superficies de hendimiento tangencial resulta plana con leves ondulaciones (grano crespo tangencial). Ej: *Eucalyptus globulos, Hellieta longifoliata* "canela de venado".

TEXTURA 6. 3

Este carácter depende del tamaño de los elementos del leño y de la distribución de los mismos.

Esta relacionado con la cantidad de "sustancia madera" presente, porque depende del tamaño de la célula y del espesor de la pared celular. En la textura influye el diámetro tangencial de los vasos o de las traqueidas, la abundancia, altura y ancho de los radios, la abundancia de parénquima, etc.

La tabla muestra la clasificación de Tortorelli de los diferentes tipos de textura de acuerdo a las dimensiones celulares que componen el tejido.

Tabla Nº10

TIPO DE TEXTURA	Diámetro tangencial promedio (vasos)
muy fina	Menos de 50 micrones.
fina	50 -100 micrones.
mediana	100 - 200 micrones
gruesa	200-300 micrones
muy gruesa	Mas de 300 micrones

Generalmente en Coníferas las traqueidas tienen menos de 50 micrones de diámetro tangencial, por lo que en general tienen textura fina. En Angiospermas la variación en los diámetros de los elementos es mayor.

La textura también se clasifica en Homogénea o Heterogénea de acuerdo a las diferencias entre los elementos que componen el leño.

Textura homogénea: se debe a la escasa diferenciación entre leño temprano y tardío y/o a una leve demarcación de los anillos de crecimiento.

Textura heterogénea: se debe a la marcada diferenciación entre leño temprano y tardío, o anillos de crecimiento.

6. 4 VETEADO

6.4.1 Veteado originado por la disposición de los elementos del leño

Es el diseño o dibujo que producen los elementos constitutivos del leño en las superficies longitudinales pulidas (Tortorelli 1950). Este autor clasifica al veteado de acuerdo a la intensidad como liso, suave o intenso.

Los elementos cuyo tamaño y disposición tienen mayor importancia en la determinación de los veteados son los vasos y el parénquima longitudinal y radial.

Los poros solitarios o en agrupaciones reducidas originan figuras poco pronunciadas por ej. “quebracho blanco”. En cambio, cuando los vasos se reúnen en bandas tangenciales o radiales el dibujo es más notable. Cuanto más anchas sean dichas bandas, por ejemplo: "guaraniná", "roble europeo", “guayaibí" más notorio es el vetado que producen.

El parénquima vertical influye cuando aparece en agrupaciones grandes (marginal, confluente, vasicéntrico, aliforme, en bandas) como por ejemplo el de los "algarrobos" "roble criollo", "cedros", "guatambú blanco". La presencia de radios grandes y multiseriados determina un tipo de veteado muy apreciado como en el caso de las Proteáceas (“radal”, “roble sedoso”, o “roble europeo”).

Maderas lisas

Son maderas de color claro con elementos anatómicos pequeños y poros frecuentemente solitarios, distribuidos en forma uniforme. Tienen en general parénquima escaso y difuso. Ejemplos de este tipo de maderas en las especies mas conocidas son: “palo blanco” y “palo amarillo” y “álamos”. El diseño liso es el resultado entonces de la uniformidad de los elementos del leño.

6.4.2 Veteado originado por el color

El color, resultante de la presencia de sustancias xilócromas en el lumen de o pared de las células produce falta de uniformidad en las piezas de madera. Hay especies en las que las sustancias xilócromas impregnan de manera irregular las paredes de las células presentando veteados de diferente intensidad en bandas o rayas independientes de los anillos de crecimiento. El palo santo es un ejemplo de este veteado cromático en el se observan vetas amarillentas y pardas sobre un fondo verdoso.

6.4.3 Veteado originado por el grano y la textura del leño

Veteado en líneas verticales o rayado

Aparece en maderas con buena demarcación de los anillos de crecimiento (textura heterogénea) y se aprecia como líneas paralelas en un corte longitudinal radial. Está muy relacionado con el veteado floreado.

El veteado en líneas verticales es característico de las gimnospermas debido al grano rectilíneo y a la diferencia existente entre leño temprano y tardío. En este veteado

resaltan las zonas claras y anchas del leño temprano y las zonas oscuras y angostas del leño tardío.

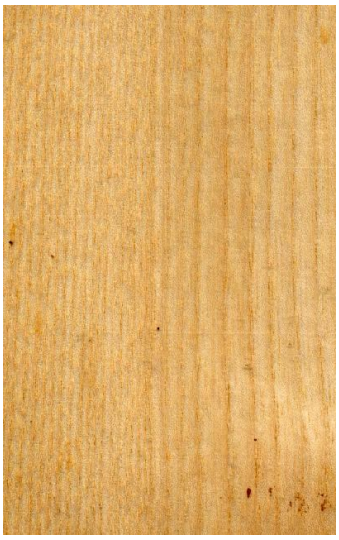


Foto N°1. Veteado con líneas verticales

Veteado floreado

Es propio de las Dicotiledóneas, se origina por los mismos caracteres estructurales que el veteado rayado. Se aprecia como arcos en el corte longitudinal tangencial. Ej. "paraíso", "guatambú".

Se debe principalmente a las líneas vasculares es decir, a la trayectoria que describen los vasos (o en algunos casos los radios grandes) seccionados en cortes longitudinales como por ejemplo: “roble europeo”, "cedro" "roble del país" "eucalipto". Su visibilidad es mayor cuanto mas gruesa es la textura.

Foto Nº 2. Lámina de madera cedro-veteado floreado.

Veteado en arcos superpuestos

Este tipo de veteado se produce en especies con porosidad circular y semicircular. Para obtenerlo se corta el rollizo en chapas longitudinales tangenciales, dando al plano una inclinación de 10 -15º respecto al eje vertical. Como ejemplo se puede mencionar los cedros.

Foto N° 3: Veteado en arcos superpuestos.

Veteado jaspeado

Lo determinan la presencia de radios leñosos grandes (multiseriados) y abundantes. Se observa en el corte longitudinal radial y aparecen como manchas o pequeñas bandas que le otorgan un brillo muy atrayente. Ej.: "peteribí “,”radal”, “grevillea”, “plátano", "roble europeo".

Foto N° 4: Veteado jaspeado

Veteado punteado

Tiene el mismo origen que el anterior tipo de veteado, pero se observa en las caras longitudinales tangenciales. Los radios se ven con la forma lenticular típica y son más visibles cuando son de colores más oscuros que el resto del tejido.

Foto N° 6 Veteado punteado - haya

Veteado espigado

La causa determinante de este tipo de veteado es el grano entrecruzado. En las superficies radiales se observan franjas paralelas de distinto brillo. Dentro de cada franja los elementos leñosos se disponen oblicuamente con respecto al eje vertical y paralelos entre si, formando ángulos con los elementos de los anillos contiguos. EJ: "virarò", "palo santo, "mara", *Eucalyptus*.

Veteado ondeado

La causa determinante es el grano crespo radial. Se observan como ondulaciones transversales paralelas, rectas o algo arqueadas. Tiene gran influencia el brillo natural de la madera. Se observa en corte longitudinal radial. Ej: *Eucalyptus*

Veteado ojos de perdiz

Se produce por la presencia de yemas durmientes en determinadas maderas. Cuando estos pequeños nudos se cortan tangencialmente, en la superficie expuesta se observan áreas circulares reducidas en las cual el tejido leñoso está fuertemente distorsionado.

Foto N°7 Veteado "ojos de perdiz"- (*Araucaria angustifolia*)

Relación entre el tipo de grano y el veteado que se origina de acuerdo a los cortes o secciones.

Tabla Nº 11

Grano	Veteado	Corte
Derecho a oblicuo	Rayado o floreado Jaspeado apaisado	Radial, tangencial y rotativo
Entrecruzado	Espigado	Radial y tangencial
Crespo	Ondeado	Radial rotativo
Irregular	Ojos de pájaro	Radial tangencial

En la Tabla Nº 11 se muestra los cortes en los que se observan los diferentes tipos de veteados.

PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DE LA MADERA Y SU RELACION CON LA ANATOMIA DE LA MADERA 7

VARIABILIDAD DE LA MADERA 7. 1

La madera es un material heterogéneo, altamente variable y anisotrópico, originado a partir del cambium. Esta variabilidad que permite que se utilice a la madera en múltiples usos, puede ser una desventaja si se tiene en cuenta que la industria requiere materia prima uniforme, para la elaboración de productos de calidad homogénea. Las causas de la variabilidad en la madera son de origen externo e interno.

La composición del leño, la estructura y organización de sus elementos determinan sus propiedades físico mecánicas y su aptitud para uso comercial. El estudio de la anatomía de la madera tiene gran influencia en la tecnología y en su posterior aplicación industrial. Las propiedades de las maderas son muy variables entre especies, dentro de cada especie, entre árboles, y aún dentro de cada ejemplar.

Algunas propiedades de la madera dependen de un factor simple y otras de varios factores. Por ejemplo, un alto contenido de cristales en un leño produce un efecto abrasivo que dificulta su utilización, en cambio el peso específico está relacionado con toda la estructura de la madera.

PESO ESPECÍFICO 7. 2

El P.E. es una medida o relación de peso sobre el volumen y depende del contenido de humedad de la madera. Existen diferentes proporciones que tratan de medir esta relación. El P.E. es la característica tecnológica más importante de la madera pues de ella dependen otras propiedades como la resistencia mecánica, el grado de alteración dimensional por la pérdida o absorción de agua, etc.

- **El P.E. absoluto de la madera**: según las normas IRAM, esta relación l no tiene en cuenta los espacios vacíos. El P.E. del material leñoso oscila entre 1,4 - 1,62 gr/cm^3 debido a la variación de las dimensiones y proporción de tejido leñoso, pero es relativamente constante para todas las especies debido a que toma en cuenta la densidad de los componentes químicos que forman la pared celular.
    - PE celulosa 1.58 gr/cm^3
    - PE lignina =1.38 gr/cm^3.
    - Se utiliza como valor promedio de PE absoluto o real 1,53 gr/cm^3
- **El P.E. aparente**: es el cociente entre el peso de una madera, a un determinado contenido de humedad, y el volumen aparente que este ocupa, determinado en condiciones de ensayo normalizadas. Este P.E. aparente considera en la porción de madera medida, la proporción de espacios vacíos que contiene y el volumen de pared de las fibras y otras estructuras del leño.

$$\text{Pe aparente} = \frac{\text{Peso}}{\text{Vol aparente}} \quad \text{gr/ cm}^3 \text{ o kg /dm}^3$$

Las fibras y fibrotraqueidas son los elementos más importantes en la resistencia mecánica del leño. El grado de resistencia que se puede deducir del P.E. es altamente modificado por la estructura histológica (largo, espesor de las paredes celulares, cantidad de puntuaciones). Hay maderas muy livianas como la madera balsa con Pe: 0,11 Kg/dm^3, el palo borracho y los álamos con Pe: 0,2 - 0,3 Kg/dm^3. Otras en cambio son muy pesadas como el urunday con Pe: 1,16 Kg/dm^3; "quebracho colorado" con Pe: 1,2 Kg/ dm^3 o el "itín" con Pe: 1,21 Kg /dm^3.

El PE está relacionado con la humedad de la madera de forma compleja, de modo que al comparar debe indicarse la humedad a la que este valor fue determinado. La madera se seca a 100 º C hasta alcanzar peso constante (según las normas utilizadas). Es necesario estandarizar los resultados obtenidos. Otros medidas que reporta la bibliografía para indicar la relación entre peso y volumen de madera son la densidad básica gravedad específica.

Una madera liviana tiene elementos de paredes muy delgadas y gran parte del volumen del leño está ocupado por aire. Por el contrario, en una madera pesada las células son pequeñas, con paredes celulares muy desarrolladas y lúmenes reducidos, por lo que un alto porcentaje del volumen de la muestra corresponde al material leñoso y no al aire. Este tipo de madera tiene generalmente textura fina.

En Coníferas, maderas blandas y livianas en general (con un rango de Pe entre 0,4 y 0,6 kg/dm^3), el leño temprano está formado por traqueidas de paredes delgadas, mientras que el leño tardío tiene células más pequeñas con paredes más gruesas. Entonces el mayor responsable del Pe son las células del leño tardío.

TRABAJABILIDAD 7. 3

Este carácter hace referencia al grado de facilidad con el que puede trabajarse la madera, ya sea manualmente o por medios mecánicos. La medida de la trabajabilidad está dada por el ensayo de dureza, que no es precisamente un esfuerzo mecánico, pero sí una propiedad medible y cuantificable a través de la utilización de una carga.

Una Dicotiledónea con un leño cuyos elementos son de tamaño homogéneo, de paredes delgadas y de porosidad difusa se comporta regularmente y es fácil de cortar y trabajar. Las especies de una densidad básica alta (0,9 - 1,2 kg /dm^3) son difíciles de trabajar y producen desgaste en los instrumentos de corte por su dureza acentuada.

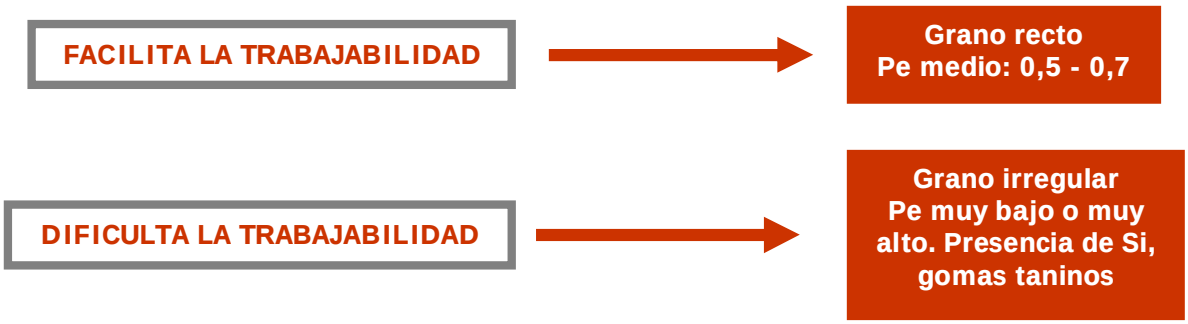
La rectitud del grano es de gran importancia e influye en la trabajabilidad ya que tiene relación directa con un buen terminado en las piezas de madera. En aquellas de grano irregular la superficie queda áspera en los lugares donde la lija pasó en sentido contrario a la dirección normal de los tejidos.

Las maderas muy blandas de densidad básica baja también tienen dificultades para obtener superficies lisas debido a que se produce un desprendimiento de las células de los tejidos que genera una superficie de aspecto peludo, como es el caso del cedro peludo *Cedrela lilloi*, *Pisonia ambigua y Erythrina crista galli* (seibo) entre otros.

La presencia de ciertos materiales en las células del leño puede disminuir la trabajabilidad. Así por ejemplo una madera con un alto contenido de resinas, es más dura que aquellas que en las cuales su porcentaje es menor. En algunas maderas hay excesivas cantidades de cristales en las células parenquimáticas y producen efectos abrasivos importantes en el laboreo. Los cristales de sílice se depositan en la pared o lumen celular, mientras que las sales de Ca en el lumen. Este efecto puede darle al leño mayor resistencia y durabilidad. La presencia de Si en grandes cantidades le confiere a la ma-

dera un elevado grado de dureza llegando al extremo de resultar antieconómico su aprovechamiento por el desgaste excesivo de las sierras.

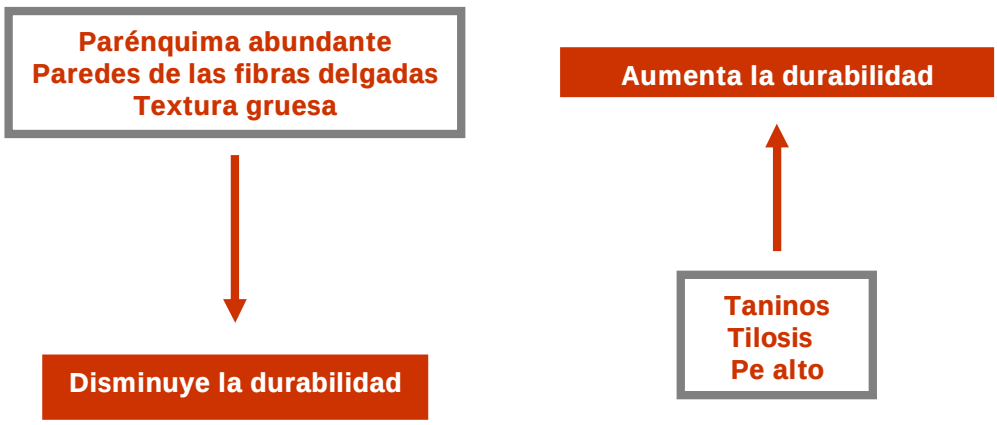
La presencia de sacos de gomas y resinas, pueden disminuir bastante el valor comercial de una madera tableada (*Eucalyptus, Pinus*). La presencia de estos materiales es importante en el proceso de destilado y aumenta el poder de calorífico del leño.



RESISTENCIA NATURAL O DURABILIDAD DE LA MADERA 7. 4

Es la propiedad de resistir en mayor o menor grado al ataque de agentes de degradación bióticos o abióticos. El grado de durabilidad está relacionado a la presencia de sustancias como resinas, taninos y aceites que se depositan tanto en las paredes como en el lumen de las células. Un elevado contenido de taninos le confiere al leño una alta durabilidad, como en el caso de los quebrachos y el urunday. La presencia de tílides (célula de parénquima que se invagina en los vasos) sirve de barrera física para el ingreso de patógenos, ya que dificulta la entrada de hifas de hongos y la circulación del agua y oxígeno haciendo impenetrable al leño. Es común en los quebrachos, en los robles y en el nogal criollo.

En general las maderas con alto peso específico son más resistentes al ataque de patógenos debido a que presentan menor superficie porosa. Cuando las maderas poseen un alto contenido parenquimático la durabilidad es menor porque es un tejido fácilmente degradable.



RESISTENCIA MECÁNICA 7. 5

Es la fuerza que opone un material a ser deformado por la aplicación de una carga. Se mide en forma unitaria para cada tipo de material y esfuerzo. La resistencia de un material es el máximo esfuerzo que es capaz de soportar antes de su ruptura.

La resistencia de la madera está influenciada por varios factores. Uno de los más importantes es la estructura anatómica. La influencia de la estructura anatómica en la resistencia del leño es mayor cuando la porosidad es circular. Esto se debe a la distribución desigual de paredes celulares y espacios vacíos. La resistencia de la madera disminuye en los sectores del leño temprano. Esta diferencia se acentúa si el anillo de crecimiento es ancho. Este problema no sucede en leños con porosidad difusa donde la textura es homogénea.

El ancho de los anillos de crecimiento incide en la resistencia del leño. Se considera que un leño altamente resistente tiene entre 6 - 10 anillos de crecimiento en 2,5 cm de longitud en sentido radial. En Coníferas, el espesor del leño tardío determina la dureza ya que este representa el mayor porcentaje de pared celular.

Para otros fines, como en la industria del papel, las características más importantes que influyen en la resistencia son la densidad básica, el espesor de pared y la longitud de las fibras. Cuanto más largos son los elementos del leño mayor es la resistencia del papel que se obtiene. Las maderas de Coníferas son las más apreciadas para este fin porque sus traqueidas son muy largas. Las fibras de las Dicotiledóneas son más cortas y producen un papel menos resistente.

La dirección de las fibras tiene importancia en el efecto de resonancia de la madera. El sonido se transporta 10 veces más rápido a lo largo del grano de las maderas que si lo hace en el aire. En cambio, la velocidad en sentido perpendicular al grano es sólo 3 veces mayor que en el aire. Es importante al seleccionar una madera para resonancia que su estructura sea homogénea, regular y con grano recto. Ej.: *Fitzroya cupresoides* (alerce) es una madera muy apreciada para instrumentos musicales debido a que reúne estas características.

Para la industria del mueble las características más importantes son: la estabilidad dimensional, la textura, el grano, el veteado, la presencia de defectos o sea aquellas características asociadas con la terminación superficial, lijado, coloración, etc.

Para fines estructurales interesa la resistencia de la madera a los diferentes tipos de esfuerzos solicitados como compresión, tracción y especialmente flexión.

La resistencia de la madera se expresa numéricamente por los módulos.

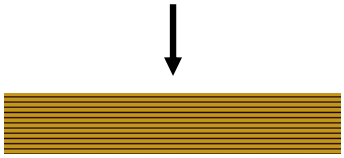
Módulos de Ruptura = $3/2\ (P.L)\ (bh^2)$

b = largo viga
h = altura viga
L = distancia entre apoyos
P = carga máxima

Los esfuerzos más utilizados en la construcción y a los cuales la madera opone resistencia son:

Resistencia a la compresión axial, longitudinal o paralelo al grano. La madera trabaja a la compresión paralela al grano cuando sobre ella actúan dos cargas iguales y opuestas, en sentido paralelo a las fibras, que tienden a comprimirla y deformarla.

Resistencia a la flexión estática: cuando sobre ella actúa una carga que tiende a deformar su eje longitudinal. En este ensayo se producen esfuerzos compuestos de tracción y compresión.



PERMEABILIDAD 7. 6

La permeabilidad es la capacidad del material leñoso de absorber líquidos. Es una característica importante en el preservado o secado de la madera. Por lo general, las maderas de alto peso específico son más difíciles de secar e impregnar. La mayor penetración o salida de líquidos se produce por los elementos de conducción (vasos o traqueidas).

PODER CALORÍFICO 7. 7

Es el calor desprendido por 1 kg de combustible en combustión completa a la presión y temperatura atmosférica normal. La cantidad de "sustancia madera" con respecto al volumen lleno de aire en una muestra influye directamente en la madera a consumirse, por ello las maderas de mayor peso específico son las de mayor poder calorífico. Este valor se incrementa si el leño contiene materiales como gomas, taninos, resinas, que aumentan la combustión e influyen en la forma que se quema la madera.

Ejemplos de maderas de alto poder calorífico:

- Quebracho colorado 4100 Kcal/kg
- Guayacán 4200 Kcal/kg

La presencia de extractivos influye en el olor al quemarse la madera.

HUMEDAD DE LA MADERA 7. 8

Hinchamiento y Contracción de la Madera

Una de las características mas importantes de la madera para su utilización en la industria es la capacidad de absorber o ceder agua de su estructura.

La madera recién cortada puede contener hasta 120 % de humedad. A medida que transcurre el tiempo, primero pierde el agua que tiene en los vasos (agua libre).

CALIDAD DE LA MADERA- CLASIFICACION 8

La madera es un material que por su propia naturaleza puede contener diferentes características y defectos es necesario conocer y evaluar para cualquiera de sus usos. La clasificación de la madera aserrada durante el proceso productivo ayuda a determinar el valor y el uso potencial posible de cada tabla. Las reglas de clasificación proporcionan, tanto al comprador como al vendedor, un lenguaje común, bien fundamentado, imprescindible para las transacciones comerciales.

La valoración de la calidad de la madera permite al fabricante determinar su factor de desperdicio. En la industria, la calidad se basa en el porcentaje de madera sin defectos existente en una tabla. De este modo, otras características deseables propias de la madera (veteado vistoso por ej.) no se valoran.

Con algunas excepciones, la madera de latifoliadas se clasifica según las dimensiones y el número de cortes (piezas libres de defectos) que se podrían obtener de una tabla, al despiezarla para la fabricación de un producto. Las reglas de clasificación se diseñaron pensando en el mercado de fabricación de muebles, con el fin de poder proporcionarle un porcentaje medible de madera sin defectos en cada calidad. Se considera como calidad superior a las piezas largas sin defectos y calidad "común" a aquellas piezas que deben ser saneadas para proporcionar piezas sin defectos. El nombre de cada calidad indica únicamente el porcentaje de madera sin defectos existente en la tabla, no su aspecto general.

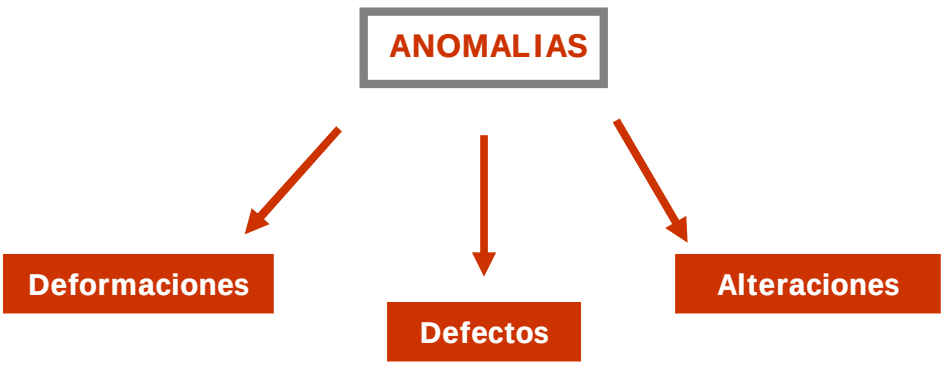
Las calidades superiores se usan para molduras largas, productos de carpintería como marcos de puerta y para arquitectura interior. También se utilizan en mobiliario fino, cuando se requiere un elevado porcentaje de piezas largas, anchas.

Las calidades “comunes” son adecuadas para la industria de mobiliario de cocina, para partes de muebles y para la industria de parquets. Una vez eliminados los defectos, la madera saneada que se obtiene de las calidades “comunes” es la misma que la de las calidades superiores, pero en piezas más pequeñas (más cortas y/o más estrechas).

ANOMALIAS DE LAS MADERAS 9

Existe un cierto número de características de la madera que sin ser anormalidades se consideran defectos por que dificultan su aprovechamiento.

Anomalías: se consideran anomalías a las modificaciones de las propiedades físico-químicas específicas de la madera que limitan parcial o totalmente su uso o aplicación. Pueden originarse en el árbol en pié o abatido, durante la elaboración y/o procesos ulteriores o en la madera en obra. Comprende:



Defectos: son anomalías estructurales producidas por la disposición anormal de los elementos celulares o la presencia de estructuras que afectan la cohesión de la madera, su resistencia, su durabilidad y otras propiedades.
Deformaciones: son anomalías de forma que pueden presentarse en una pieza de madera aserrada en particular, tablas y tablones. Comprende las desviaciones de la pieza respecto al plano normal (alabeo) y, dentro del mismo plano, con respecto a los bordes de la pieza. Incluye el abarquillado, el combado y el revirado de las piezas.
Alteraciones: son anomalías en las que se modifica la composición química o la coloración del tejido leñoso. En algunos casos puede afectar también las propiedades físicas de la madera, comprende las pudriciones y manchas**.**

DEFECTOS 9. 1

9.1.1 Defectos del Fuste o Tronco

Tienen importancia sobre todo cuando el destino final es el aserrío del árbol debido a que disminuyen la productividad.

Tabla Nº 11 descripción de los defectos del fuste.

DEFECTOS DEL FUSTE O TRONCO	DESCRIPCIÓN
ahorquillado	**Se produce cuando se forman dos o varios troncos en vez de uno. Puede ser de naturaleza hereditaria o por daño.**
curvatura del tronco	**Se produce por la falta de rectitud de fuste, puede presentar una o varias curvaturas.**
bifurcaciones	**Se produce cuando el ápice de crecimiento se pierde y su función la cumplen dos o más ramas situadas en la copa.**
doble corazón	**Se produce en el fuste por debajo de la zona de bifurcación de las ramas.**
conicidad	**Se produce cuando hay una marcada diferencia entre el diámetro de la punta y de la base del tronco.**
leño juvenil	**Se produce durante los primeros años de crecimiento. La madera juvenil tiene elementos axiales más cortos que el leño maduro, escaso leño tardío, baja densidad y por lo tanto baja resistencia.**
grano espiralado	**Se produce cuando los elementos axiales del leño se disponen con una inclinación exagerada con respecto al eje vertical del fuste. Produce falta de resistencia.**

9.1.2 Nudos

Los nudos son inclusiones de la porción basal de las ramas dentro del tallo del árbol. El origen de los nudos son las ramas. El tipo de defecto que produzca depende del estado fisiológico de la rama y del tipo de transformación industrial de ese árbol.

La presencia de nudos en una pieza de madera dificulta el secado y disminuye la resistencia mecánica. Los nudos constituyen un defecto importante en los rollizos incluso los de excelente forma y apariencia sana, no sólo porque contribuyen directamente a imperfecciones en los productos elaborados, sino porque también se encuentran asociados a otros defectos como la desviación del grano y la descomposición. Los agentes de descomposición pueden penetrar en la zona del nudo cuando se desprende la rama. En las Angiospermas no se llena de resinas protectoras como ocurre en las Coníferas.

Tabla Nº 12 Tipos de Nudos presentes en el tronco.

Sano	Muerto	Ciego o Suelto	Con pudrición
Es el nudo firme que no muestra indicios de descomposición.	Es el nudo que no tiene continuidad con los tejidos del tronco.	Cavidad que deja un nudo muerto que se desprende del leño circundante.	Es el nudo cuyos tejidos se presentan alterados por procesos de descomposición avanzada.

9.1.3 Rajaduras

Las rajaduras son planos de ruptura en el leño que producen una separación longitudinal de los tejidos. Pueden formarse en el árbol en pié, durante el apeado o durante el secado, en sentido centrípeto o centrífugo. Pueden ser rajaduras solitarias o múltiples, centrales o radiales. Las grietas se distinguen de las rajaduras por ser separaciones de tejido de escasa profundidad, en dirección radial.

9.1.4 Acebolladuras

Son rupturas locales de la madera producidas entre anillos de crecimiento y a lo largo del eje del árbol, producen la separación de anillos de crecimiento. Se suelen encontrar en la base del tronco y a diferentes profundidades, entre el centro del fuste y la corteza.

9.1.5 Excentricidad del leño

En un leño con excentricidad el crecimiento en espesor de los anillos es desigual a lo largo del perímetro de la circunferencia del fuste. Si esta característica se repite durante varios años produce el desplazamiento del centro de la médula. Produce disminución del volumen de madera en el caso de debodinado o para aserrado.

9.1.6 Albura inclusa

Se denomina albura inclusa cuando se la encuentra en zonas de duramen. Se la considera un defecto porque afecta la resistencia del leño y altera su homogeneidad.

9.1.7 Corteza inclusa

Se denomina corteza inclusa a la presencia de tejido cortical incluido en el tejido leñoso. Al igual que el anterior, se la considera un defecto porque afecta la resistencia del leño y altera su homogeneidad.

9.1.8 Bolsas de resina y venas de quino

Las bolsas de resina son pequeñas cavidades de origen traumático que adoptan una forma alargada. Dificultan cualquier proceso tecnológico, disminuyen la resistencia de la pieza y su valor estético. Los exudados de las venas de quino y las bolsas de resina son de origen fenólico, de color oscuro. Constituyen también una de las fuentes más comunes de degradación y rechazo en la madera aserrada y chapas de debobinado.
El tamaño que alcanzan las bolsas de resina y las venas de quino producen diferentes tipos de defectos. Las venas de quino pequeñas disminuyen la calidad visual de la madera aserrada y de las láminas. Cuando las bolsas de resina son más grandes debilitan los materiales y pueden limitar los usos estructurales.

Las causas de la formación de quino no son conocidas con total seguridad. Para una misma especie, la cantidad de quino parece depender de: (i) la intensidad del daño, (ii) el espesor de la corteza, (iii) el vigor del árbol y (iv) otros factores genéticos y medioambientales, como heladas y sequías que inducen tensiones fisiológicas.

DEFORMACIONES 9. 2

Las deformaciones son anomalías de la madera aserrada por el proceso de secado. Contracción desigual de la madera durante el secado.

Tabla Nº 13

Alabeo	Es la deformación de la pieza, en la cual que las 4 esquinas de la pieza no quedan en el mismo plano.	
Es el alabeo en dirección transversal		**Abarquillado**
Combado	Es el alabeo en dirección longitudinal	
Es el alabeo en dirección longitudinal y transversal		**Revirado**
Colapso	Contracción irregular y excesivo al secar la madera. Se produce el hundimiento de las paredes celulares, ondulándose la superficie	
Separación en dirección radial de escasa profundidad		**Grieta**
Rajadura	Separación longitudinal de gran magnitud Pueden ser rajaduras: centrales, radiales y múltiples	

ALTERACIONES 9. 3

Tabla Nº 14

Alteraciones Causadas por Hongos		Alteraciones Causadas por Insectos
Mancha: coloración anormal sin alteración de la estructura leñosa.		**Apolillado**: túneles de diámetros reducidos producidos por larvas.
Pudrición: descomposición del material leñoso.	**Castaña**: se produce por la degradación de la celulosa.	**Taladro**: túneles de mayor tamaño producidos por larvas o individuos adultos.
	Clara: se produce por la degradación de lignina.	
Descomposición: afecta la estructura química y física de la madera.		**Atabacado**: desintegración del leño producida por insectos.

EJEMPLOS DE ATAQUES DE INSECTOS Y HONGOS EN LAS MADERAS DE LA REGIÓN CHAQUEÑA 9. 4

El ejemplo más notable de ataque de insectos a especies nativas es quizás, el de *Criodium angustatum* en *Prosopis nigra*. Estudios realizados en esta especie mencionan que casi la totalidad de los ejemplares apeados suelen presentar daños producidos por el insecto (galerías de forma ovoide, alargadas, que originan cicatrices de de diferente tamaño). Esto produce una importante disminución del volumen aserrable, llegando en algunos casos a dejar inutilizable todo un fuste.

En “quebracho blanco” se observan cicatrices producidas por larvas de *Megacylline acuta*, aunque la magnitud del ataque es menor que en el caso de *Prosopis nigra*.

Moglia (2000) determinó para la misma especie, que el 90 % de los ejemplares estudiados se encontraba atacado, en distinto grado por el hongo Fusarium scirpi. Asimismo, Tinto (1988) mencionó que el 47 % de los rollizos comercializados tienen la “mancha roja” producida por este hongo. Estas manchas presentan contornos irregulares y se extienden desde la médula hacia el exterior, siendo mayor el grado de ataque en la parte inferior del tronco.

Lesiones por fuego

El fuego produce en el fuste y ramas de leñosas dos tipos de lesiones:

Cicatrices: estas lesiones representan la alteración más severa y frecuente de aquellas producidas por el fuego. Están demarcadas por una porción del leño sin crecimiento, causadas por la carbonización de las células cambiales en el sector del anillo de crecimiento dañado. El cámbium residual da lugar a un crecimiento compensatorio desde los bordes para cubrir la herida lo que origina una cicatriz de forma triangular o lenticular. El leño formado antes del fuego y que sufre la transferencia del calor se aísla del leño normal mediante la acumulación de sustancias oscuras y experimenta decoloración. La decoloración está relacionada a la ruptura de compuestos fenólicos y al ataque de hongos responsable del deterioro del leño. Las *cicatrices de fuego* típicas producen, según

su magnitud, cambios en la forma del fuste debido principalmente al crecimiento compensatorio desde los bordes tendiente a cubrir la herida. Se originan fustes con costillas, fendas, corteza inclusa y rajaduras. Las cicatrices de escaso desarrollo a lo largo del anillo de crecimiento no producen cambio alguno en la forma del fuste, debido a que son cubiertas rápidamente.

Marcas de Fuego: corresponden a lesiones más leves que las cicatrices de fuego. Se identifican por un oscurecimiento en uno o más sectores de un anillo de crecimiento. No se produce carbonización del tejido cambial ni leñoso y el daño queda restringido a la corteza. Esto se evidencia en la continuidad del crecimiento del leño aunque con cambios en su estructura anatómica. Estos cambios se observan como líneas más claras de espesor variable en el leño subyacente a la lesión. Las *marcas* pueden presentarse como lesiones aisladas dentro de un mismo anillo de crecimiento. Las diferencias entre la estructura de leño normal y el leño formado después del fuego pueden producir acebolladuras en el fuste o ramas.

CLAVES DE IDENTIFICACIÓN DE MADERAS 10

Las claves que se usan para determinación de especies presentan por lo general opciones de dos o más caracteres contrastantes, mediante los cuales podemos indentificar una especie siguiendo una de las alternativas que se ofrecen en cada caso. A las que usan básicamente dos caracteres se las denomina claves dicotómicas. Es conveniente realizar antes una detallada observación del material, a nivel macro y microscópica. Existen claves que utilizan solamente caracteres macroscópicos, otras sólo caracteres microscópicos y por último, pueden hallarse claves que sean mixtas.

Los caracteres macroscópicos incluyen características físicas como el color, brillo y caracteres anatómicos visibles a ojo desnudo o lupa. También incluyen porosidad, agrupamiento y disposición de los poros, abundancia y tipo de parénquima, tamaño relativo de los radios con respecto a los vasos, presencia de estructuras de secreción, cuando el tamaño de los elementos es notable. Algunas maderas tienen distintas combinaciones de caracteres macroscópicos anatómicos que permiten su identificación con lupa. Por ejemplo el olmo (Ulmáceas) se identifica rápidamente por el tipo de porosidad (ulmoide). Algunos robles pueden identificarse de esta manera por poseer radios muy notables. Aunque a veces es posible determinar una especie sólo en base a caracteres macroscópicos, por lo general, se recurre al empleo de claves de caracteres microscópicos.

El primer problema que se presentará es qué clave consultar. En el momento en que se nos entrega la muestra a determinar es necesario recabar la mayor cantidad de informaciòn posible sobre su probable origen, uso o función a la que estaba destinada (viga, talla o escultura, instrumento musical, etc.). Cada vez que se determina una especie por algunas de las claves seleccionadas se debe corroborar la misma mediante la descripciones macro y/o microscópicas y, si es posible comparar con muestras de xiloteca.

Se pueden definir dos tipos de caracteres:

- los cualitativos, como la presencia de algún elemento particular del leño (ej: canales resiníferos o espesamiento helicoidales), tipos o características de un elemento (ej. tipos de parénquima, estructura estratificada) y

- los cuantitativos (ej: cantidad de poros por unidad de superficie, largo de fibras, espesor de paredes). Estos deben analizarse con cautela ya que pueden variar según la condición de sitio, el origen de la muestra, la velocidad de crecimiento, etc. Por lo tanto, deben ser tomados como definitorios sólo en aquellos casos en que se tenga seguridad sobre la correspondencia entre el factor mencionado y el sitio (ej. una pinotea europea se determinará según datos de la bibliografìa europea). En los casos en que esto no se cumpla (pinoteas crecidas en las provincias de Misiones o Córdoba), los caracteres cuantitativos deben ser tomadas como orientativos (incluso la transición gradual o abrupta del leño temprano al tardío).

Otros caracteres que pueden inducir a confusiones son el color, el grano y la densidad del leño.

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE LAS ESPCECIES MAS IMPORTANTES DEL MERCADO 11

CARPINTERÍA Nº 1 **11. 1**

Familia	Género	Especie	Nombre Vulgar	Macroscopía				Usos	Observaciones
				P.E. (Kg/dm^3)	Veteado	Color	Textura		
Fagáceas	*Quercus*	*robur*	roble	0,7	intenso	castaño oscuro	media	Ebanistería, carpintería fina, chapas decorativas, toneles para vino, embarcaciones, pisos, muebles finos	Madera estable y resistente. Proble-mas de rajaduras (rd). Muy durable en interiores
		borealis	roble americano	0,6	intenso	castaño rosado	media a gruesa		
Proteáceas	*Grevillea*	*robusta*	Grevilea Roble australiano	0,6	jaspeado muy vistoso	castaño rosado	media	Muebles, aberturas, piezas curvadas, arcos, molduras, cielorrasos	Madera semidura fácil de trabajar problemas de abarquillado y raj.
Fabáceas	*Amburana*	*cearensis*	roble del país	0,6	jaspeado suave	amarillo a ocre	gruesa	Muebles, marcos de cuadros, embarcaciones, ataúdes, obras civiles	Moderadamente pesada, blanda a semidura
Cesalpináceas	*Apuleia*	*leiocarpa*	grapia	0,8	liso	amarillo ocre	fina y homogénea	Muebles, pisos, marcos, postes, chapas	Madera pesada
	Peltophorum	*dubium*	caña fístula	0,9	espigado bien	castaño rosáceo	media y heterogénea	Madera para obra y embarcaciones, aberturas, pisos, parquets, ebanisteríade lujo	Madera dura y pesada

Familia	Género	Especie	Nombre Vulgar	Macroscopía				Usos	Observaciones
				P.E.(Kg/dm$^{3)}$	Veteado	Color	Textura		
Ulmáceas	*Phyllostylon*	*rhamnoides*	palo amarillo	0,9	liso	amarillo ocráceo	fina y homogénea	Chapas para placas y compensados, revestimiento de interiores, muebles de lujo	Madera dura y pesada
Apocináceas	*Aspidosperma*	*quebracho blanco*	quebracho blanco	0,9	espigado muy suave	amarillo ocre a rosado	fina y homogénea	Tornería, rodillos, vagones, parquets, postes tirantes.	Madera pesada y dura
Zigofiláceas	*Bulnesia*	*sarmentoi*	palo santo	1,1	espigado muy marcado	pardo verdoso	fina y heterogénea	Madera para tornería, cofres, marcos para cuadros, bastones, mates	Madera muy dura y pesada. Difícil de trabajar, muy durable
Bignoniáceas	*Tabebuia*	*avellanedae*	lapacho rosado	0,9	liso	amarillo verdoso	fina a media	Postes	Madera dura y pesada, muy resistente a la intemperie

CARPINTERIA Nº2 11. 2

Familia	Género	Especie	Nombre Vulgar	Macroscopía				Usos	Observaciones
				P.E. (Kg/dm$^{3)}$	Veteado	Color	Textura		
Meliáceas	*Melia*	*azederach*	paraíso	0,5	arcos superpuestos	castaño rojizo	media y heterogénea	Debobinado, corte plano, molduras, chapas, terciados, muebles	Similar al cedro misionero, madera blanda, fácil de trabajar
	Cedrela	*tubiflora*	cedro misionero	0,5	arcos superpuestos	castaño rosáceo	media a gruesa	Mueblería, carpintería, placas y compensados, aberturas, molduras, revestimiento.	Madera liviana a moderadamente pesada, resistente
		balansae	cedro salteño	0,5	arcos superpuestos	castaño rosáceo +claro	gruesa a media y heterogénea	Mueblería, carpintería, aberturas, chapas para placas y maderas compensadas	Origina pubescencia peluda, problemas de acabado
Mimosáceas	*Enterolobium*	*contortisiliqum*	pacará	0,3 - 0,4	liso	castaño rosado a rojizo	gruesa y heterogénea	Tejuelas, envases, interiores y exteriores de muebles, pisos y parquets, persianas, bastidores de placas	Madera blanda y liviana. Problemas de rajaduras en el secado. Acebolladuras en árbol apeado
	Prosopis	*alba*	algarrobo blanco	0,8 - 0,9	arcos superpuestos	castaño rosáceo	media y heterogénea	Aberturas, parquets, tonelería, muebles	Madera pesada y dura
		nigra	algarrobo negro	0,9	arcos superpuestos	castaño oscuro	media	Iguales al anterior	Mal estado fitosanitario. Madera dura y pesada

Familia	Género	Especie	Nombre Vulgar	Macroscopía				Usos	Observaciones
				P.E.(Kg/ $dm^{3)}$	Veteado	Color	Textura		
Cesalpináceas	*Pterogyne*	*nitens*	tipa colorada	0,9	espigado	castaño rosáceo	fina y heterogénea	Muebles, marcos para cuadros, ataúdes, embarcaciones	Madera pesada, durable y resistente. Por su dureza, difícil de trabajar
Fabáceas	*Myrocarpus*	*frondosus*	incienso	0,8	liso	castaño claro a oscuro	fina y homogénea	Madera para construcción, muebles, tejuelas	Madera dura, resistente, muy durable y aromática
Anacardiáceas	*Astronium*	*balansae*	urunday	1,1	Color (sust xilócromas)	castaño rojizo	fina y heterogénea	Durable bajo el agua, construcción de puentes muelles y malecones	Madera muy dura y pesada, tiene taninos

CARPINTERIA Nº3 11. 3

Familia	Género	Especie	Nombre Vulgar	Macroscopía				Usos	Observaciones
				P.E. (Kg/dm$^{3)}$	Veteado	Color	Textura		
Mirtáceas	*Eucalyptus*	*camaldunensis*	eucaliptus	0,8	suave	castaño rojizo	fina	Tableros de fibra y paneles aglomerados carpintería rural, postes cortos	Madera dura, pesada, buen acabado
		sideroxylon	eucaliptus	1,1	pronunciado	castaño rojizo a rojo oscuro	fina y homogénea	Durmientes, puentes, pilotes, postes, construcciones rurales, pisos industriales	Madera muy dura y muy pesada secado lento, problemas de raja duras, durable
Fabáceas	*Myroxylon*	*peruiferum*	quina	1	espigado suave	castaño rojizo	fina y homogénea	Construcciones hidráulicas, navales y civiles, muebles de lujo muy durables	Madera muy dura y pesada
Meliáceas	*Cabralea*	*oblongifoliola*	cancharana	0,7	pronunciado	castaño rojizo	media y heterogénea	Postes, tirantes, carpintería general, tejuelas, muebles finos	Madera moderadamente pesada a pesada. Buena trabajabilidad

Familia	Género	Especie	Nombre Vulgar	Macroscopía				Usos	Observaciones
				P.E.(Kg/ $dm^{3)}$	Veteado	Color	Textura		
Anacerdiáceas	*Schinopsis*	*quebracho colorado*	quebracho colorado	1,2	espigado suave	castaño rojizo	fina y homogénea	Postes, tirantes, tablones, durmientes, madera de obra	Madera pesada, dura y resistente Imputrecible
Juglandáceas	*Juglans*	*australis*	nogal criollo	0,6	suave en arcos superpuestos	castaño violáceo	media y heterogénea	Muebles finos, parquets, maderas compensadas, enchapados, molduras	Madera moderadamente pesada de grano crespo por lo que se la utiliza para chapas ornamentales
Cesalpináceas	*Caesalpinia*	*paraguariensis*	guayacán	1,2	suave	castaño violáceo	fina y homogénea	Madera de obra, durmientes, postes y malecones, cabos de herramientas	Madera muy dura

CARPINTERIA Nº4 11. 4

Familia	Género	Especie	Nombre Vulgar		Macroscopía			Usos	Observaciones
				P.E.(Kg/dm$^{3)}$	Veteado	Color	Textura		
Lauráceas	*Nectandra*	*lanceolata*	laurel amarillo	0,5	jaspeado suave en cara radial	pardo cuando se oxida	media y heterogénea	Chapas para placas y compensados ornamentales, marcos y parquets	Madera blanda a semidura, liviana y fácil de trabajar
	Phoebe	*porphyria*	laurel de la falda	0,6	suave	pardo	media y heterogénea	Marcos para aberturas, bancos y muebles en general	Madera liviana a semipesada, fácil de trabajar
	Ocotea	*puberula*	guaica	0,4	suave	pardo amarillento	media y heterogénea	Iguales usos que laurel de la falda	Madera blanda y liviana
Borragináceas	*Cordia*	*trichotoma*	peterebí	0,7	pronunciado jaspeado en cara radial	pardo oscuro	media y heterogénea	Chapas para decorar interio-res, revestimientos de paredes, muebles	Madera semidura, semipesada fácil de trabajar

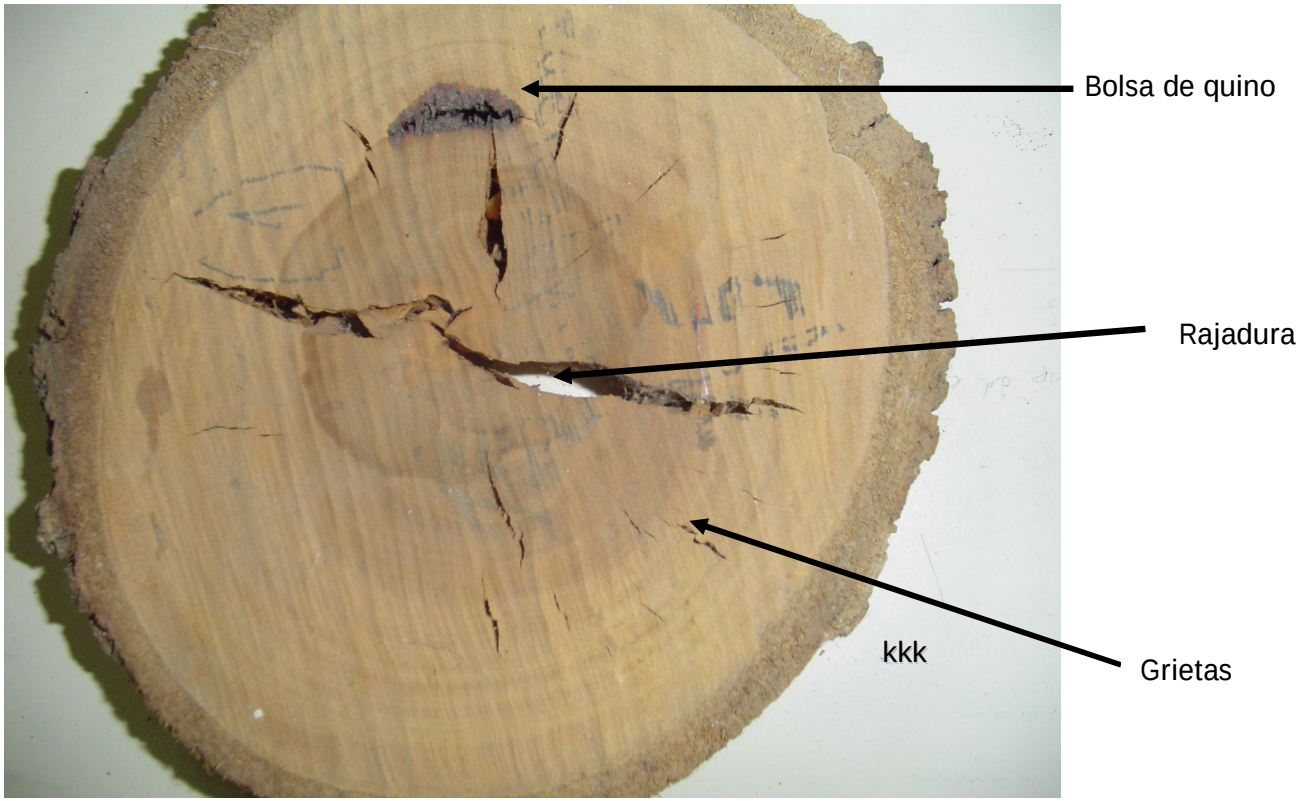
CARPINTERIA Nº5 11. 5

Familia	Género	Especie	Nombre Vulgar	Macroscopía				Usos	Observaciones
				P.E. (Kg/dm$^{3)}$	Veteado	Color	Textura		
Pináceas	*Pinus*	*Pinus sp.*	pino	0.4 - 0.5	a veces pronunciado, grano derecho	blanco-amarillento amarillo-ocre	fina y homogénea	Pasta, carpintería de obra, envases postes impregnados	Madera blanda, liviana buena trabajabilidad sensible a hongos
Cupresáceas	*Cupressus*	*Cupressus sp.*	ciprés	0,6	suave, grano derecho	blanco-amarillento brillo mediano	fina y homogénea	Carpintería, revestimientos, envases, tiranterías y cielorrasos.	Madera blanda, semipesada, elástica buena trabajabilidad
Araucariáceas	*Araucaria*	*A. angustifolia*	pino Brasil	0,5	suave, grano rectilíneo a oblicuo	blanco-amarillento	media a fina	Pasta, madera compensada, construcciones civiles y militares	Madera liviana, resistente y flexible, buena trabajabilidad

ALGUNOS DEFECTOS DE LAS MADERAS 12

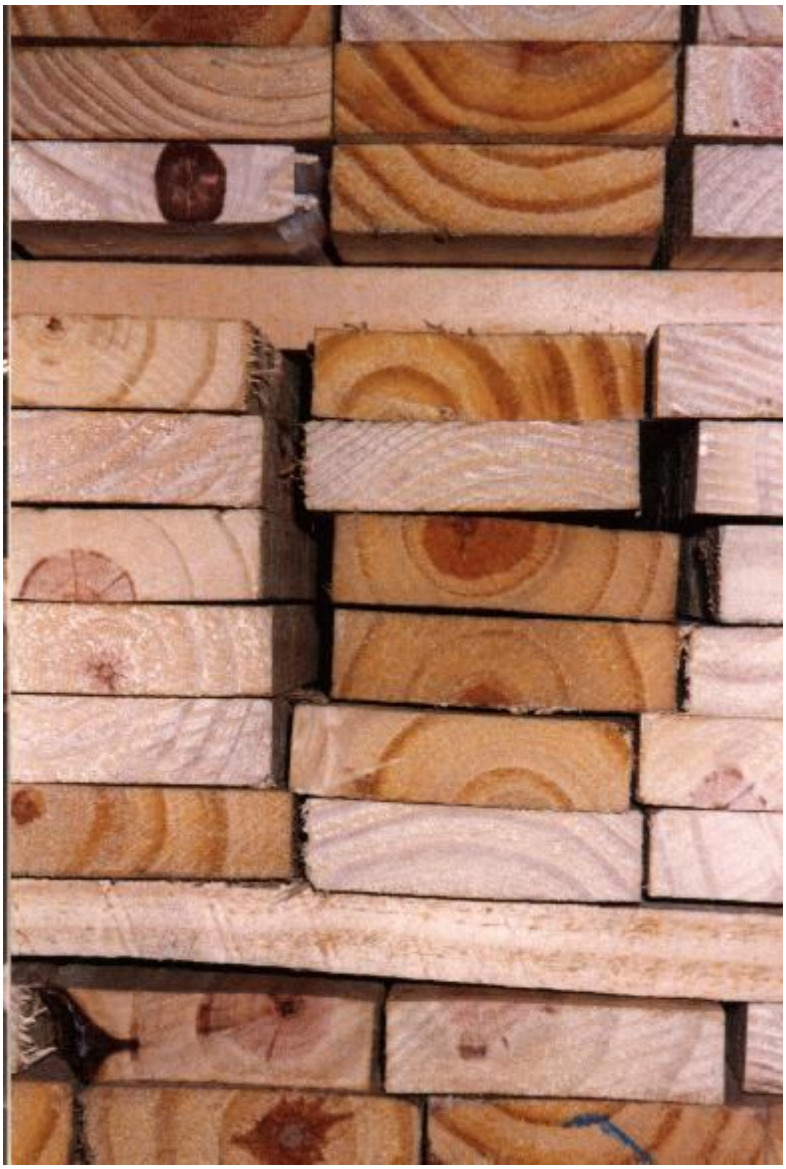
ALGARROBO NEGRO **12. 1**
rajadura externa y ataque de insectos

EUCALYPTUS 12. 2
rajaduras centrales y grietas



QUERCUS (ROBLE) 12. 3
quercus con rajadura central y múltiples grietas

ALGARROBO NEGRO 12. 4
algarrobo negro con ataques de insectos



Tablas de madera donde se observan los diferentes anillos de crecimiento.

BIBLIOGRAFÍA 13

Bravo S., Giménez A. Kuntz, y Moglia G.- 2003 El fuego y las plantas. Pag. 61 en Fuego en los ecosistemas argentinas. Ediciones INTA Kuntz, C. Bravo S. Panigatti (ed.) Santiago del Estero -Argentina.

Ediciones Atrium. Biblioteca Atrium de la Madera. Barcelona

La Madera 1978 Editorial Blume 274 p.

Gil Espinosa Juan C. - (2000) Guía Práctica de Carpintería Tomo I Trabajos con la madera ed. Cultural S.A. 173p

Tortorelli, L. (1956) Maderas y bosques argentinos. Editorial ACME, SACI. Buenos Aires. 891 p.

Peraza Oramas Cesar, Guindeo Casasus A. Garcia Esteban L: Lían Ortega 1993 Tecnología de la Madera (I). Fundación Conde del Valle Salazar ISBN 84-86793-20-3. Escuela Técnica superior de Ingeniero de Montes.