



Materiales y materias primas

Madera

Capítulo 3

Guía didáctica

Autores | Jorge Aguilar Pozzer | Estela Guzowski

Autoridades

Presidente de la Nación

Dra. Cristina Fernández de Kirchner

Ministro de Educación

Dr. Alberto E. Sileoni

Secretaría de Educación

Prof. María Inés Abrile de Vollmer

Directora Ejecutiva del Instituto Nacional de Educación Tecnológica

Lic. María Rosa Almandoz

Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica

Lic. Juan Manuel Kirschenbaum

Director Nacional de Educación Técnico Profesional y Ocupacional

Ing. Roberto Díaz

Ministerio de Educación.

Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

Saavedra 789. C1229ACE.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

República Argentina.

2011

Director de la Colección:

Lic. Juan Manuel Kirschenbaum

Coordinadora general de la Colección:

Claudia Crowe

Diseño didáctico y corrección de estilo:

Lic. María Inés Narvaja

Ing. Alejandra Santos

Coordinación y producción gráfica:

Augusto Bastons

Diseño gráfico:

María Victoria Bardini

Augusto Bastons

Martín Alejandro González

Federico Timerman

Ilustraciones:

Diego Gonzalo Ferreyro

Martín Alejandro González

Federico Timerman

Administración:

Cristina Caratozzolo

Néstor Hergenrether

Colaboración:

Jorgelina Lemmi

Psic. Soc. Cecilia L. Vázquez

Dra. Stella Maris Quiroga

“Colección Encuentro Inet”.

Director de la Colección: Juan Manuel Kirschenbaum.

Coordinadora general de la Colección: Claudia Crowe.

Queda hecho el depósito que previene la ley N° 11.723. © Todos los derechos reservados por el Ministerio de Educación - Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

Reproducción autorizada haciendo mención de la fuente.

Industria Argentina

ADVERTENCIA

La habilitación de las direcciones electrónicas y dominios de la web asociados, citados en este libro, debe ser considerada vigente para su acceso, a la fecha de edición de la presente publicación. Los eventuales cambios, en razón de la caducidad, transferencia de dominio, modificaciones y/o alteraciones de contenidos y su uso para otros propósitos, queda fuera de las previsiones de la presente edición. Por lo tanto, las direcciones electrónicas mencionadas en este libro, deben ser descartadas o consideradas, en este contexto.

Colección Materiales y materias primas

Serie producida por el Canal Encuentro junto con el Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET). A lo largo de catorce capítulos* el ciclo desarrolla el origen, las propiedades, el contexto de descubrimiento y la utilización de diferentes materiales y materias primas, y el impacto que causaron en la vida de la humanidad durante su historia.

Aire, aluminio, hierro, azufre, polímeros, madera, cerámicos son algunos de los protagonistas de esta colección.

DVD 1

Capítulo 1
Los Materiales y la humanidad

Capítulo 2
Aire

Capítulo 3
Madera

DVD 2

Capítulo 4
Azufre

Capítulo 5
Minerales de hierro

Capítulo 6
Cerámicos

Capítulo 7
Aluminio

DVD 3

Capítulo 8
Biomateriales

Capítulo 9
Polímeros

Capítulo 10
Materiales compuestos

DVD 4

Capítulo 11
Silicio

Capítulo 12
Nanomateriales

* La versión impresa de la colección **Materiales y materias primas** está constituida por doce capítulos. La parte 1 y 2 de las series **Los materiales y la humanidad** y **Nanomateriales** fueron unificadas respectivamente.

Índice | Madera

Red conceptual

3.1. Presentación

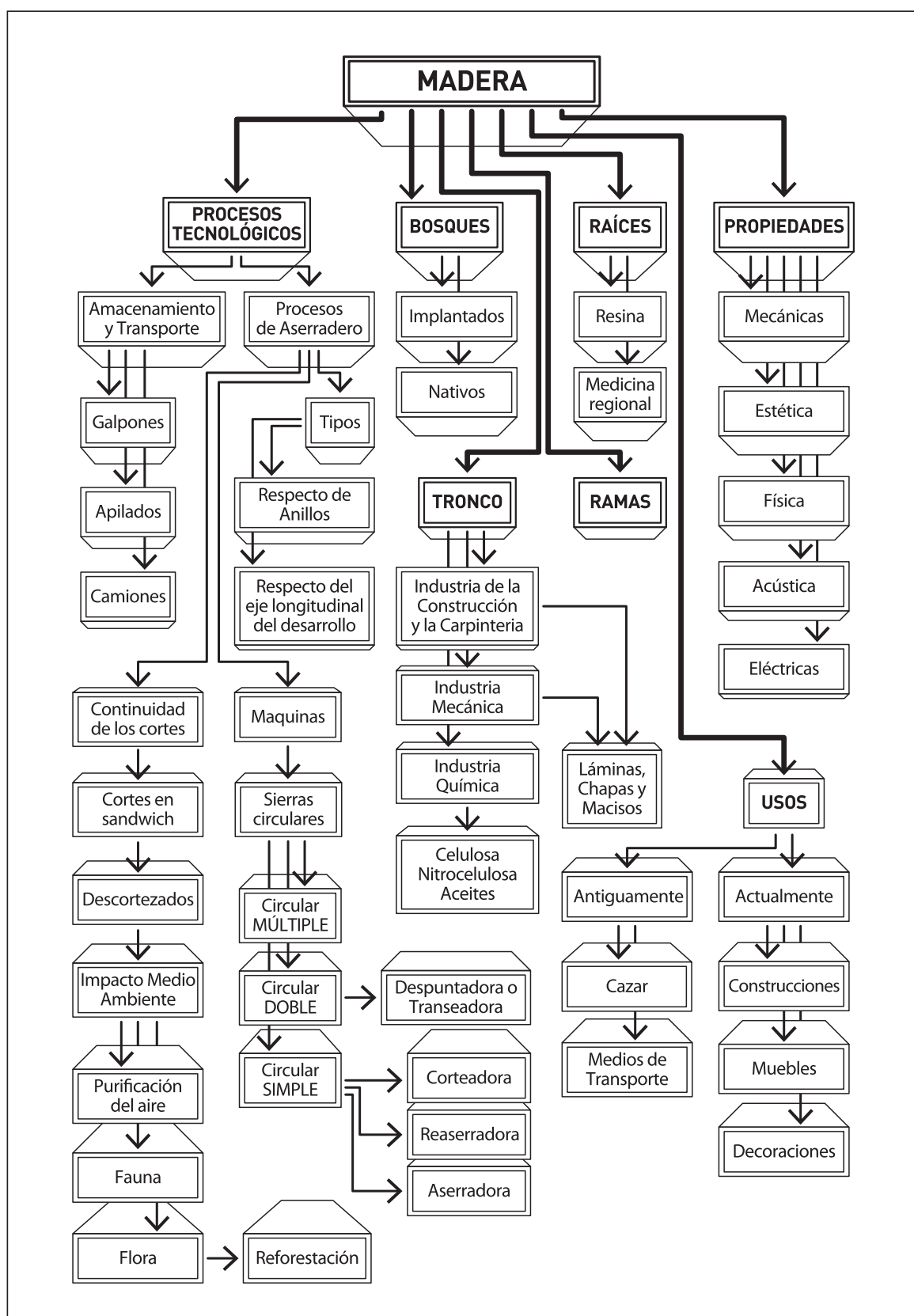
- ◆ 3.1.1. Reseña Histórica
- ◆ 3.1.2. Los bosques
 - 3.1.2.1. Ahorro energético
 - 3.1.2.2. Crecimiento
- ◆ 3.1.3. Corteza, madera y médula
 - 3.1.3.1. Composición de la Madera
 - 3.1.3.2. Propiedades de la Madera
 1. Propiedades organolépticas
 2. Propiedades físico-mecánicas, térmicas, eléctricas y acústicas
- ◆ 3.1.4. Aspecto tecnológico: Procesos
 - 1. Proceso de aserrado
 - 2. Sistemas de aserrado
 - a) Aserrado respecto a los anillos de crecimiento y los radios leñosos
 - b) Aserrado respecto al eje longitudinal del rollo
 - c) Clasificación según continuidad de los cortes

3.2. Actividades

3.3. Bibliografía

3.4. Páginas web

RED CONCEPTUAL



3.1. Presentación

En general, se entiende por madera a las partes de un árbol que, económicamente, pueden aprovecharse, siendo éstas, por lo general, troncos y, en un mayor alcance, también, ramas y raíces. La madera de los troncos se puede utilizar de múltiples maneras: como láminas, como chapas finas, triturada en tableros y como macizo para obras de construcción y carpintería. Además, se beneficia de ella la industria química para la obtención, sobre todo, de celulosa, nitrocelulosa, aceites y ácidos.



La madera de ramas y raíces se utiliza, eventualmente, para obras finas de carpintería o triturada para la obtención de alguna resina o como medicamentos regionales.

La madera es un material biológico de origen vegetal. Forma parte del tronco de los árboles y su función es transportar agua y sustancias nutritivas del suelo hacia las hojas, da soporte a las ramas que forman la copa y fija las sustancias de reserva almacenando los productos transformados en las hojas.

Todas estas funciones determinan la naturaleza de la madera caracterizada por su porosidad y elevada resistencia en relación con su peso, propiedades éstas que la hacen, totalmente, diferente a otros materiales de construcción.



3.1.1. Reseña Histórica

La sencilla y monótona historia de la vida de un árbol, proveedor del Material Madera, puede ser como la apasionante vida de una persona. Según una antiquísima leyenda oriental, cada día nacen tantos árboles como hombres hayan muerto. Esta antigua leyenda se basa en la afirmación científica de que la energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma. Cuando el ciclo vital de un hombre llega a su fin, su energía se transforma, aquel mismo día, en el nacimiento de un árbol en algún remoto lugar de esta tierra. Esta leyenda, como tal, no se puede afirmar ni negar; pero sí la importancia del símbolo del árbol que aparece, frecuentemente, en diversas culturas del mundo representando el nacimiento, la regeneración y la propia vida; incluso a través de la extensa historia de las religiones la madera y el árbol aparecen constantemente como objetos sagrados.

La madera representa algo muy importante en la vida del hombre por cuanto ha desempeñado un rol, verdaderamente, significativo en el avance de la civilización. Con ella se han elaborado herramientas, armas y una gran variedad de artículos, desde los más simples hasta verdaderas obras de arte.

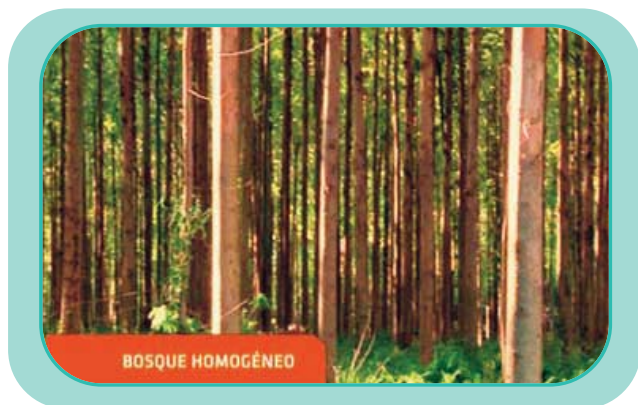
Pocos materiales poseen la capacidad de evocación de la madera. Durante miles de años el hombre la ha manipulado para que sirviera a sus necesidades y, aún en nuestros días, tipologías ancestrales continúan siendo válidas. La madera fue uno de los primeros materiales utilizados por el hombre para construcción de viviendas, herramientas para cazar, fabricación de utensilios, etc. Después, fue uno de los materiales predilectos para la construcción de palacios, templos y casas desde 2.000 años A.C. y hasta el siglo XIV d.c; donde al descubrirse nuevas técnicas y materiales para la construcción, tales como el hormigón armado, el hierro, el cristal, el cartón, la fibra textil y todos los sustitutos de la madera, disminuyeron en gran medida el uso de ésta. Actualmente, se retorna al uso de la madera en construcciones y elementos decorativos como también muebles, dado su excelente confort, su nobleza y la calidez que ofrece.

3.1.2. Los bosques

El árbol puede crecer en forma individual o colectiva dando lugar al bosque. El bosque es una verdadera sociedad vegetal y no un simple conjunto de árboles, donde también conviven arbustos, helechos, musgos, lianas y otros vegetales. El bosque virgen es la naturaleza equilibrada en la que se encuentran árboles de todas las edades y tamaños en perfecta armonía y pueden ser considerados bosques originarios.

Cuando los bosques son generados por la intervención de la mano del hombre son implantados y, estos, a su vez, pueden ser de especies nativas o exóticas, con estrategias de planificación y orden para fines económicos, convirtiéndose el bosque en una explotación forestal apuntando al desarrollo de los árboles proveedores de valiosa madera en cantidad suficiente para satisfacer necesidades industriales.

Tanto los bosques nativos como implantados pueden ser Homogéneos o Heterogéneos, dependiendo ello de si están constituidos por una sola especie arbórea como las plantaciones industriales de eucaliptos o múltiples especies como la selva subtropical.



La explotación de los bosques es el aprovechamiento comercial de los mismos a través de la extracción de los troncos de los árboles. Todo se inicia con la identificación del árbol y su correspondiente tala que consiste en el apeo del mismo y, normalmente, se realiza con sierras mecánicas (motosierra). La explotación forestal tiende a cambiar su característica de extractiva, sin planificación a largo plazo, por la de sustentabilidad, planificada persiguiendo prever la presencia del bosque y sus características comerciales a lo largo del tiempo con el menor impacto ambiental posible.

3.1.2.1. Ahorro energético

La energía necesaria para la fabricación de la madera es nula, ya que el árbol utiliza la energía solar (función clorofílica). El consumo de energía en el proceso de transformación de la madera es muy inferior cuando se compara con los del acero, aluminio o cemento:

- 1 tonelada de madera **430 Kwh**
- 1 tonelada de acero **2.700 Kwh**
- 1 tonelada de aluminio **17.000 Kwh**

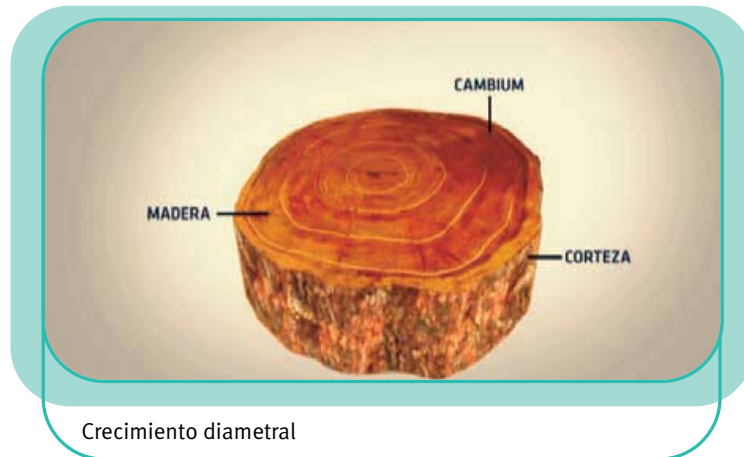
3.1.2.2. Crecimiento

El **crecimiento del árbol** comienza en nuestras (zonas - regiones) latitudes en primavera y dura hasta finales de verano y otoño. Durante los meses de invierno descansa.

Este proceso en longitud es un crecimiento primario, que empieza con la gemación de los brotes extremos del tronco, de las ramas y de las ramificaciones.

En los brotes se encuentran zonas de crecimiento o meristema en los cuales las células se dividen continuamente y, luego, se alargan. Los brotes son blandos y verdes al principio, al cabo de un tiempo se hacen leñosos.

El desarrollo diametral del árbol es un crecimiento secundario que tiene lugar en el cambium, que es una capa cilíndrica muy fina de células alrededor del leño del árbol generadora de corteza hacia afuera y madera hacia adentro.



Durante el período de crecimiento desarrolla tres tipos de células:

1. células para su propio engrosamiento,
2. células para el líber que lo circunda,
3. y células para el leño que se encuentra en su interior.

Las células forman hacia fuera la corteza cuyas partes externas se quiebran durante el crecimiento del árbol y se caen. Las células que se forman hacia el interior son células de madera. La formación de madera se da desde afuera hacia adentro, es decir que la madera más añosa está en el centro del tronco y la más joven por debajo de la corteza.



3.1.3. Corteza, madera y médula

La corteza se diferencia en corteza externa y corteza interna. La primera, generalmente, agrietada dependiendo de la especie arbórea, es la cubierta protectora del árbol, constituida por tejido muerto llamado corcho o súber; y, la corteza interna, llamada líber, está formada por tejido vivo cumpliendo la función de distribución de los productos elaborados por las hojas mediante el fenómeno de la fotosíntesis.

Dentro de la zona de la madera propiamente dicha, se encuentra la albura o sámbago, generalmente, de color claro, constituida por una banda angosta fisiológicamente activa encargada del transporte de materiales absorbidos por las raíces hasta las hojas donde se realiza la síntesis con la clorofila y la energía solar. El resto de la albura es fisiológicamente muerto donde se almacenan reservas, además de su función de sostén.

Hacia adentro, el duramen, fisiológicamente muerto, cumpliendo función de sostén, de color generalmente más oscuro por acumulación de aceites esenciales, gomas resinas, compuestos fenólicos, taninos y sustancias cromógenas que colorean la madera. Existen maderas en las que no se diferencia la albura y el duramen por color, que no significa que no existan, pues el proceso de duraminización se produce siempre.

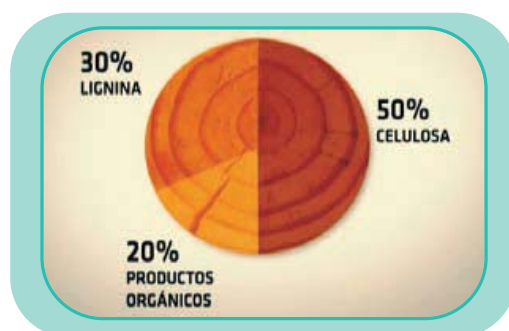
Finalmente, existe una zona que ocupa el centro mismo del tronco y se denomina médula.

3.1.3.1. Composición de la Madera

La madera como la mayoría de los vegetales está compuesta por numerosas células. La pared celular es fina y flexible, con el correr del tiempo se endurece, sobre todo, por acumulación de celulosa, sustancia macromolecular de los glúcidos y lignina, sustancia que le otorga la rigidez e impermeabilidad. Las fibras de celulosa forman un entramado en el cual se almacena la lignina, sólo cuando la lignina se ha depositado en la pared celular se forma la “Madera”. La célula de madera acabada es dura, rígida y de forma definitiva.

Las células de la madera pueden cumplir distintas funciones según el árbol:

- Los árboles frondosos tienen células conductoras, de sostén, y de almacenamiento como el roble o el ceibo.
- Las coníferas, en lugar de las células conductoras y las de sostén, tienen una forma mixta: las traqueadas y, también, las de almacenamiento como los cipreses y pinos.



Composición de la madera

Desde el punto de vista de la composición química de la madera, los componentes esenciales son:

- la celulosa en un 50% aproximadamente,
- lignina un 30% y
- productos orgánicos semejantes a la celulosa y sustancias varias un 20%, entre ellos, almidón, azúcares, grasas, taninos, aceites esenciales, sales minerales, colorantes, ceras y resinas.

La celulosa, principal componente químico de la madera, es insípida, inolora e incolora, resistente al agua y a la intemperie, pero atacada por los ácidos.

3.1.3.2. Propiedades de la Madera

Los que trabajan con la madera deben reconocer las diferencias de la madera en sus propiedades estéticas, físicas y mecánicas, así como poder enjuiciar sobre su duración, medios de protección y utilidad en los distintos materiales para los distintos propósitos.

La madera posee una serie de propiedades que la convierten en materia prima de excelente calidad para la fabricación de ciertos productos, destacándose en general las siguientes:

- Relación peso específico-resistencia mecánica altamente favorable.
- Bajo peso en relación al volumen.
- Fácil de trabajar y acoplar mediante uniones simples.
- Cuando seca, es un excelente aislante térmico, eléctrico y acústico.
- Brillo y diseño natural que le confiere alto valor comercial.

En contraste con las propiedades mencionadas, son muy pocos los factores limitantes de su uso, resaltando la predisposición a la descomposición por tener origen orgánico y la inestabilidad dimensional por ser un material higroscópico que se hincha cuando absorbe agua y contrae cuando la pierde.

Para un acabado conocimiento tratamos las propiedades en particular.

1. Propiedades organolépticas:

a. La belleza natural de la madera se ve en su color, diseño, olor y brillo. Estos, en particular, le confieren, a cualquier ambiente que posea incorporado el material madera, un toque de calidez y armonía.

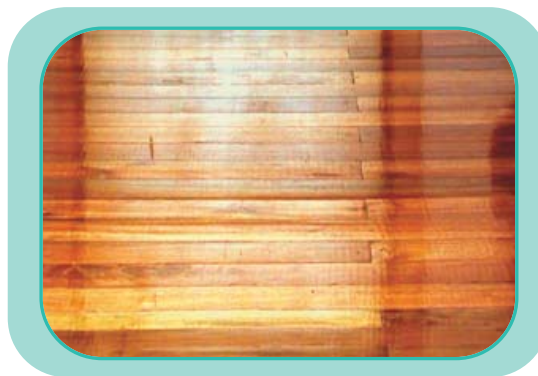
El color natural de la madera depende, principalmente, de los pigmentos contenidos en las células, de la proporciones de lignina y celulosa y del grado de mineralización, como también del efecto de la luz y del oxígeno; está vinculado al diseño (dibujo en la cara de la madera aserrada, chapa o lámina) que depende del curso de los



anillos de crecimiento, de la diferencia de coloración entre duramen y albura, del recorrido de las fibras, de los radios medulares y de las sustancias contenidas en las células. Los colores pueden ir del blanco (guatambú) al negro (guayubira); abundando los amarillos (grapia, pinos) y pardos (laureles); escaseando los rojizos (cedro, eucaliptos); y, aún más, los grises y verdosos (tarumá, lapacho negro).

Según el modo de hallarse distribuidos, dispuestos y orientados los elementos leñosos se diferencian distintos tipos de diseños: veteado (peteribí), jaspeado (grevillea), elíptico (paraíso). El brillo natural de la madera aparece sobre todo cuando la luz se refleja en la superficie de los espejuelos de los radios medulares.

b. El olor al igual que el color, es una destacada característica organoléptica que permite diferenciar los distintos tipos de madera. La madera recién cortada tiene olor fuerte como, también, la almacenada que se va produciendo por la evaporación lenta de los aceites, resinas y esencias contenidas en la madera. Normalmente, el buen olor indica madera sana y el olor desagradable síntoma de alteración.



Hay maderas de exquisito olor como el Incienso, así como también algunas de olor muy desagradable como el Laurel Negro que limita sensiblemente su uso. En el caso del Timbó genera un olor picante al cortarlo por la liberación de toxinas que obligan, necesariamente, el uso de protectores nasales.

c. El sabor no es una característica muy habitual en las maderas y está, estrechamente, vinculado al olor pues se supone que las sustancias responsables de ambos son las mismas.

2. Propiedades físico-mecánicas, térmicas, eléctricas y acústicas:

Estas propiedades están muy relacionadas con la estructura molecular y celular de la madera y expresan la capacidad de la misma ante situaciones externas relacionadas con la humedad, temperatura, ruido, cargas, esfuerzos y otras.

Las más destacadas son la Higroscopicidad, Retractibilidad, Densidad, Homogeneidad, Plasticidad, Resistencia, Dureza, Hendibilidad, Durabilidad, Conductibilidad y Porosidad.

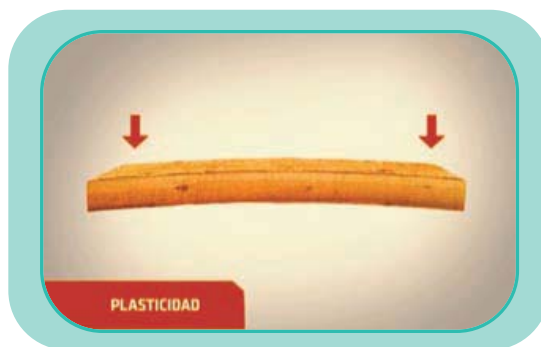
a. La madera es un material **higroscópico** y absorbe y elimina humedad de acuerdo con el ambiente en que se encuentra. Estas variaciones de contenido de agua llevan aparejadas la variación tanto en peso como en volumen de la madera. El hinchamiento se relaciona con la absorción de agua y la contracción o **retractibilidad** con la eliminación del líquido; es mayor en maderas blandas (álamos, pinos), y menor en maderas duras (lapacho, incienso).

b. La **densidad** de las maderas es una característica física importante, en la que se distingue la **densidad absoluta** que es constante por tratarse del peso sin las cavidades o poros de la celulosa y sus derivados, y la **densidad aparente** que tiene en cuenta los vasos y poros de la

madera, por lo tanto, es muy variable dependiendo del grado de humedad que la misma posea. Esta característica es importante a la hora de pensar en el peso para su transporte. Maderas muy densas como el quebracho, incienso, guatambú, y menos densas como el cedro misionero y pinos.

En cuanto a la homogeneidad podemos decir que, cuando la estructura y composición de las fibras es uniforme, en cada una de sus partes la madera es homogénea como es el caso de los pinos y poco homogéneas aquellas maderas con radio medulares muy desarrollados como es el caso del fresnos.

c. Se dice que una madera es **plástica** cuando se puede doblar y al desaparecer la fuerza que provoca la flexión no recupera su forma original. La madera húmeda se curva más que la seca. Se alcanza el límite máximo de plasticidad o sea capacidad máxima de curvado cuando la madera empieza a romperse.



d. Elasticidad es la propiedad que tiene el material madera mediante la cual recupera sus dimensiones originales luego de ser sometida a una carga de compresión y, posteriormente, retirada. Se dice que una madera es elástica cuando al desaparecer la fuerza que la flexa se recupera y vuelve a tomar su forma original. Las maderas de eucalipto, hícoris, fresno son muy elásticas y se emplean para la construcción de artículos de deporte y sillería y también en la fabricación de piezas de vehículos.



e. Para la valoración de una madera como material, la **resistencia** es una de las propiedades importantes. Se entiende por tal la que ofrece la madera frente a la actuación de fuerzas externas. Se distinguen entre resistencia a la tracción, la compresión la flexión deslizamiento, cortadura, torsión, pandeo y escisión (rajado en el sentido de la fibra).

f. La resistencia a la **tracción** de la madera, que es el esfuerzo que soporta antes de desgarrarse, es sólo de poca importancia para muebles y construcciones interiores, pero sí en el caso de elementos exteriores como columnas y vigas.

g. La resistencia a la **compresión** puede, en general, no tenerse en cuenta en la ebanistería pero, sí en arquitectura dado que es condición el correcto cálculo de columnas y tabiques de madera por la carga que soportan, fundamentalmente, de vigas y techos en general.



En el sentido longitudinal de la fibra la resistencia a la compresión es 5 a 8 veces mayor que transversalmente.

h. La resistencia a la **flexión**: es la resistencia a la rotura, cuando se trata de piezas delgadas, largas y de plano o planas. Aquí se conjuga y mide cuanto se flexiona la pieza antes del punto de rotura. La pieza se flexiona cuando se carga fuera de los soportes o apoyos. Como ejemplo están las estanterías, los asientos de bancos, las barras de los armarios para las perchas, etc.



Así encontramos el lapacho negro con un alto módulo de elasticidad y una alta tensión de rotura, es decir muy flexible y difícil de quebrar; pero también el kiri con un muy bajo módulo de elasticidad y tensión de rotura, es decir que es poco flexible y quiebra fácil.

i. La resistencia a la **cortadura** es *la que presenta frente a la fuerza que actúa de una pieza de material contra otra en una superficie de corte tratando de desplazarla*. Como ejemplo, esta resistencia tiene lugar en los acúñados, apuntalamientos, ensambladuras y juntas a cola de milano, desempeña también una gran función en los trabajos de la madera con arranque de viruta, por ejemplo aserrado, mortajado y limado. El cedro misionero es una madera que permite muy buenos cortes en carpintería, no así el anchico colorado.



j. La resistencia al **pandeo** se presenta cuando se trata de piezas esbeltas (delgadas); éstas, en comparación con su longitud, tienen secciones de poca dimensión. Entre ellas están postes, columnas, puntales, varas, listones y patas de sillas. Si estas piezas se someten a una fuerte compresión longitudinal se pandean por la parte

más débil, lo que significa que la pieza tenderá a deformarse, y si no es corregida la carga se romperá. Por lo tanto, las dimensiones de la pieza deberán ser calculadas de acuerdo al tipo de carga que soportará y especie de madera que utilizaremos.

k. La resistencia a la **escisión** (al hendimiento o a rajarse) es la que presenta la madera a la abertura de su estructura al introducir una cuña en el sentido de las fibras. Son maderas que tienden a rajar fácilmente como el eucalipto y la mora amarilla.

Se entiende, así, por dureza de la madera a su resistencia a la penetración de cuerpos extraños en su superficie o contra la abrasión. Esta propiedad es muy tenida en cuenta a la hora de pensar en pisos y es por eso que se utilizan maderas duras como el lapacho, incienso y mora amarilla, y no cedro o álamos.

La durabilidad de la madera está, directamente, relacionada con el medio ambiente en que

se encuentra y con las condiciones de la puesta en obra. Hay maderas que, en condiciones de alta humedad e incluso en la inmersión en el agua, se mantienen en perfecto estado durante cientos de años como el roble y el quebracho, y, otras, que, en pocos meses, ya muestran signos de deterioro y podredumbre como los pinos y álamos.

La madera es un material mal conductor del calor por su naturaleza porosa que determina la presencia de aire en su interior (por este motivo es un excelente aislante térmico y por ello utilizado en cielo raso).

La madera es uno de los materiales considerados como aislantes de la corriente eléctrica, aumentando su conductibilidad en forma proporcional a su contenido de humedad. Y por ser un material elástico tiene la propiedad de resonancia con las ondas sonoras, es decir, vibrar con simpatía con ellas y, por ello, se la utiliza en la fabricación de instrumentos musicales, para recubrir teatros y salas de conciertos donde se requiere determinada conducción de ondas sonoras.

3.1.4. Aspecto tecnológico: Procesos

1. Proceso de aserrado: es la primera transformación mecánica del tronco con sierras; consiste en dar a la madera dimensiones en espesor ancho y largo, en el menor tiempo y con la menor potencia posible.

Máquinas para aserrar Madera

a.1. Sierras Circulares

a.1.1. CIRCULAR SIMPLE

a.1.1.1. aserradora

- i) estacionaria
- ii) portátil

a.1.2. reaserradora

a.1.3. canteadora

- i) de mesa
- ii) de carro
- iii) de rodillos

a.1.4. tronsadora o despuntadora

- i) de eje fijo
- ii) móvil

a.2.1. CIRCULAR DOBLE

a.2.1.1. aserradora

- i) de discos paralelos
- ii) de discos superpuestos

a.2.1.2. canteadora

- i) estacionaria
- ii) portátil

a.3.1. CIRCULAR MÚLTIPLE

a.3.1.1. reaserradora y/o canteadora

a.3.2.1. transadora - clasificadora

b.1. Sierra Sinfín

b.1.1. Sinfín vertical

i. simple

ii. doble

iii. cuádruple

b.1.2. Sinfín horizontal

b.1.2.1. estacionaria

i) aserradora

ii) reaserradora

iii) tronsadora

b.1.2.2. portátil

i) aserradora

c.1. Sierras Alternativas

c.1.1. vertical múltiple

c.1.2. horizontal

d.1. Sierra Astilladora

d.1.1. aserradora – astilladora

d.1.2. canteadora – astilladora

SIERRA CIRCULAR

- Mecánicamente es la más sencilla.
- Es la sierra de menor aprovechamiento de la madera redonda (por alto porcentaje de aserrín).
- Requiere menos potencia para tamaños comparables con otras sierras.
- Precisión de corte adecuada en máquinas bien instaladas y mantenidas (estado de eje, disco pensionado y afilado correctamente).
- Costo de instalación y mantenimiento menos que las demás sierras.
- Velocidad de avance de la madera similar (o mayor) que sinfín y mayor que alternativa.
- Peligrosa para el operario en modelos sin protecciones adecuadas.
- Fácil adaptación a rollos de diámetros variables y a la producción de diferentes piezas.
- Permite hacer cortes paralelos al eje del rollo y también cortes paralelos a la corteza.

SINFÍN

- Mecánicamente más compleja que circular pero, todavía, demasiado sencilla.
- Aprovechamiento de la madera redonda, claramente, mayor que en la circular, siempre que la cinta sinfín sea, adecuadamente, afilada.
- Necesidad de potencia mayor que circular pero no que alternativa.
- Mejor precisión de corte que en circular, contando con buen carro y buena alineación de todos los elementos, la precisión es mayor en sinfín cuádruple.
- Costo de instalación y de mantenimiento mayor que sierra circular.
- Velocidad de avance mayor que en sierra alternativa.
- Peligros reducidos para el operador.
- Fácil adaptación a rollos de diámetros variables y a la producción de diferentes piezas.
- Permite corte paralelo al eje y paralelo a la corteza.

SIERRA ALTERNATIVA

- Mecánicamente algo más compleja que sierra sinfín.
- Aprovechamiento de los troncos o rollos, similar a la sierra sinfín.
- Necesidad de potencia similar o mayor que la sierra sinfín.
- Mejor precisión que circular y sinfín.
- Costo de instalación mayor que sierra sinfín, en especial por las fundaciones necesarias.
- Velocidad de avance menor que la sierra circular o sinfín compensado por varios cortes simultáneos y por la posibilidad de cargar y ubicar un rollo mientras se asierra el precedente.
- Peligros muy reducidos por el operador .
- Se puede hacer solamente cortes paralelos al eje del rollo.

SIERRA ASTILLADORA

- Es la más compleja de estas máquinas.
- Rinde máximo aprovechamiento del rollo en un sola operación.
- Elevada necesidad de potencia.
- Muy buena precisión de corte.
- Alto costo inicial.
- Velocidad de avance similar a sinfín además de varios cortes simultáneos .
- Peligros muy reducidos para operarios (modelos automatizados).
- Fácil adaptación a rollos de diámetros variables y a la producción de diferentes piezas.

2. Sistemas de aserrado:

Existe una gama amplia de diferentes sistemas de aserrado o corte de la madera que se pueden clasificar para su consideración de la siguiente manera:

- a) respecto a los anillos de crecimiento y los radios leñosos

- b) respecto al eje longitudinal del rollo
- c) según continuidad de los cortes
- d) sistemas especiales por defectos

a) Aserrado respecto a los anillos de crecimiento y los radios leñosos

En el corte tangencial o floreado, el plano del corte es tangente a los anillos de crecimiento y, en consecuencia, es perpendicular a un radio leñoso. En el corte radial el plano de corte coincide, teóricamente, con algún radio leñoso y, por lo tanto, intercepta los anillos de crecimiento. El primero es el que se aplica, mayormente, por su simplicidad mientras el corte estrictamente radial implica que el operador de la sierra vaya girando, permanentemente, el tronco después de cada corte en busca del mejor lado para lograr la mayor cantidad de piezas radiales, lo que disminuye, sensiblemente, el rendimiento del proceso y lo hace oneroso, por lo que se aplica sólo para pedidos especiales.

b) Aserrado respecto al eje longitudinal del rollo

Dos son los sistemas posibles: aserrado en planos paralelos al plano que contiene el eje longitudinal del rollo y aserrado en planos paralelos a la corteza.

El sistema más generalizado es el de cortes paralelos respecto al eje longitudinal del tronco, que hace que sea el trozo de madera que contiene a la corteza el de desperdicio.

Cuando se asierra siguiendo planos paralelos a la corteza, es decir que se toma a ésta como referencia, los trozos que contienen a la corteza (costeros) son piezas finas y de igual espesor en todo su largo; y queda al final una cuña remanente conteniendo la médula y la madera de la zona adyacente a ésta como desperdicio. El aserrado paralelo a la corteza se recomienda, especialmente, para obtener piezas donde interese el aspecto de la resistencia mecánica.

c) Clasificación según continuidad de los cortes

El sistema de **corte simultáneo** se realiza cada vez más, y produce cortes de mayor precisión y rendimiento que los equipos tradicionales de sinfín simples. Consiste en la realización de dos o más cortes a la vez en el sentido longitudinal del tronco y es el trabajo típico de las sierras alternativas múltiples. Esto permite que en una sola operación se obtengan dos o más piezas de madera según la cantidad de sierras que participen. En los últimos años aumenta el uso de sierras circulares dobles y múltiples y el de sierras sinfín dobles y cuádruples con las que también se obtienen cortes simultáneos.

Descortezado

La operación de descortezar consiste en separar en un tronco la corteza y la madera: la primera se convierte en un residuo o combustible y la segunda seguirá algún proceso de aprovechamiento productivo para obtener madera aserrada, lámina, chapa, pasta celulósica, etc. Se trata de una operación que en el caso de los aserraderos no es imprescindible pero que incorpora algunas ventajas al conjunto del proceso; en cambio, es una operación necesaria para que la madera pueda ser destinada a procesos de preservación industrial, a la fabricación de pulpas destinadas a cartones y papeles, y a la fabricación de tableros.

La realización de los descortezados en los aserraderos, tiene los siguientes objetivos:

- **Mejora** la conservación de los elementos cortantes, en especial, en la sierras sinfín ya

que, al eliminar la corteza, se eliminan del rollo materiales adheridos a la misma como arena, tierra o pequeñas piedras que desafilan los elementos cortantes.

- Según el clima de cada región, la eliminación de la corteza es un medio de **controlar** el desarrollo de algunos insectos que atacan la madera verde.
- El descortezado previo al aserrado *hace factible* el aprovechamiento de costeros (laterales del tronco luego de obtener piezas escuadradas en el proceso de aserrado), como materia prima para la elaboración de pasta celulósica.

Existen sistemas de descortezado manual, mecánico con máquinas portátiles o máquinas estacionarias.



Secado de maderas

Si bien hay algunos usos en que la madera pueda emplearse en estado verde (tal como se apea) o con un alto contenido de humedad, como madera de uso descartable en la construcción, andamios, puntales de obra, encofrado, hay una serie de ventajas en incorporar un proceso de secado previo a su utilización final, ventajas que son señaladas a continuación:

- Con el secado la madera disminuye su peso para un mismo volumen, lo que acarrea economías en el transporte.
- Las propiedades de resistencia son mejoradas en general, salvo la resistencia al impacto o al choque.
- Mejora también la capacidad de resistencia a la mayoría de los hongos e insectos que pueden atacarla, sin embargo unas pocas especies de insectos xilófagos pueden atacar madera seca a menos que se haya incorporado algún proceso adecuado de preservación.
- Después de haber sido secada hasta niveles correctos según los usos finales previstos, la madera es más estable respecto a los cambios de dimensiones que puede sufrir por modificación de la humedad en el aire que la rodea.
- Con el secado también se mejora el comportamiento de la madera en algunos procesos previos al uso final: el cepillado, lijado y aplicación de colas y pinturas.

Almacenamiento y transporte

Una vez finalizado el proceso de secado la madera está en condiciones para su embalaje, stock y posterior transporte a su destino final (muebles: escritorios, camas, mesas..., partes muebles: patas de mesa de luz, fleje y largueros de cama,..., remanufactura: tableros alistados, vigas multilaminadas, madera libre de nudos fingeadas, partes de una construcción:

aberturas, escaleras, pisos, cornisas..., o construcción propiamente dicha: estructuras de paredes, techos y pisos, columnas,...

El almacenamiento de la madera seca se realiza en galpones, generalmente, apilada y ya en forma de **paquetes**, uno sobre otro en estibas. Los paquetes son zunchados con una cinta plástica que evita su desarme y, cada vez más generalizado, se encuentran envueltos en plástico termocontraíble que evita

Paquete: (conjunto de piezas de madera apiladas una al lado de otra y una sobre otra, de aproximadamente 1,2 m de ancho y 1,2 m de alto y del largo propio de las piezas).

que la madera se ensucie y adquiera la humedad ambiente si hubiera sido secada por valores inferiores a ésta, durante el transporte o almacenamiento previo a destino final. También esto último es una condición para la exportación de maderas.

El transporte en nuestro país se realiza, generalmente, en camiones de gran porte con sus correspondientes carpas para evitar el contacto de la humedad de la lluvia y rocío durante esta etapa, y también sirve para minimizar el polvo. La madera es un material que se puede transportar y así ocurre en otros lugares del mundo o cuando aquella tiene destino la exportación, fundamentalmente, en barcos, pero también en aviones.

Aspecto medio ambiental

Existen numerosos productos forestales que pueden ser recolectados de manera renovable a escala moderada por la población. Aunque se debe superar la ignorancia acerca de los productos forestales sustentables, la cosecha de productos forestales sin destruir los bosques puede ser más rentable a largo plazo que la otra alternativa: destruir el bosque y usar la tierra para agricultura o la tala de árboles sin prever el tiempo de crecimiento y renovación del bosque. El medio ambiente desde la purificación del aire a la flora y fauna depende de la actitud racional de explotación de los montes y su respectiva planificación en términos de reforestación.

Ante todo se debe aceptar que la madera es un material perecedero, pero que su vida útil puede alargarse en forma considerable y hasta por cientos de años aplicando técnicas especiales en su manejo.

3.2. ACTIVIDADES

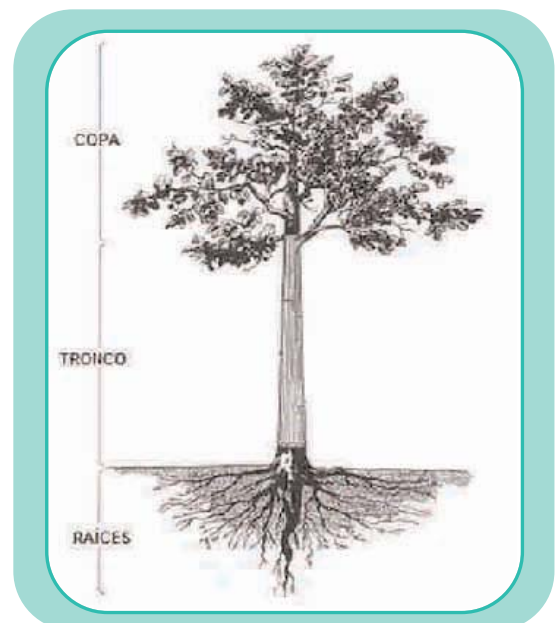
Objetivo: Comprender conceptos básicos sobre la madera en cuanto a su composición anatómica, sus características, los usos y los procesos de transformación mecánica que requiere para la elaboración de distintos productos de madera.

Nota: Para responder a las actividades presentadas en este material se deberá tomar como material básico de lectura: Serie Materiales y materias primas: Capítulo: La Madera, y el Mapa Conceptual.

Como material para profundizar ver la bibliografía con sus páginas Web recomendadas.

1. Tomando como contexto la imagen del árbol, si tuvieras una carpintería de muebles; ¿qué parte o partes del árbol utilizarías para industrializar y transformar en materia prima para los muebles?

2. El árbol se caracteriza, entre otras cosas, por mostrar en un corte los anillos de crecimiento; estos anillos: ¿qué representan con respecto a la antigüedad del árbol?



3. En esta foto se observan, claramente, dos partes anatómicas imprescindibles en un árbol: ¿podrías señalarlas?, fundamenta las razones de la diferencia de tonalidades de las células.

4. ¿Es un criterio importante considerar la composición de paredes celulares de la madera y la especie para el uso que se le pretende dar en el producto final? ¿Por qué?

5. Teniendo en cuenta las propiedades de la madera, ¿son éstas significativas a la hora de

elegir entre las distintas especies para la fabricación de un piso? En ese caso, ¿cuáles de las propiedades físico mecánicas, acústicas y/o estéticas, serían las más apropiadas? (señalá una o más que consideres son de importancia para la fabricación de un piso)

6. Se considera que la madera está en condiciones de ser utilizada como materia prima para la fabricación de muebles, para la construcción y otros productos cuando pasa por un proceso tecnológico llamado *Primera transformación mecánica de la madera*. Menciona las máquinas principales que intervienen en este primer proceso de transformación mecánica, mediante el cual del rollo de madera se obtienen tablas.

7. Una vez obtenidas las tablas, menciona en qué consiste el proceso de secado natural de la madera y explicá si es indispensable para la obtención de un producto final.

8. Si estás a cargo de un aserradero: ¿cuáles son los sistemas de cortes que podrás implementar y de qué criterios dependería decidirse por determinado sistema?

- del producto final,
- del sistema de secado,
- del equipamiento de su aserradero,
- la especie de madera a cortar,
- defectos en la madera, etc.

Fundamentá tu respuesta.

9. ¿Qué caracteres organolépticos son ponderados en la producción de muebles finos? Para trabajos de carpintería, como los que se aprecian en la foto, ¿qué características de la madera se deben tener en cuenta para la selección de la materia prima?



10. El sector maderero contiene industrias que concentran su producción en el proceso de la primera transformación mecánica de la madera (aserradero); tanto de madera reforestada como de madera nativa. **Recordá que las fases del primer proceso de transformación mecánica de la madera consisten en: recepción y primer corte de la materia prima (el rollizo).** Identificá y señalá qué máquina es la indicada para este proceso y qué herramienta de corte deberías utilizar.



11. En los últimos años las empresas han incrementado, cada vez más, su producción de madera aserrada y su nivel de tecnología. La demanda de mano de obra calificada en el sector es determinante para el aumento de la productividad, mejoras de la calidad y aprovechamiento integral de los recursos.



El operador se dispone a coordinar la descarga de rollizos y acercarlos al sector para el aserrado de los mismos.

Previo al aserrado deberá detectar los defectos más frecuentes en los rollos (rajaduras, nudos, protuberancias, bifurcaciones, etc...) en la foto se observa cierta conicidad y tortuosidad en los rollos. ¿Qué incidencia tendrían estos defectos en el rendimiento de la materia prima? Fundamentá la respuesta.

12. Identificá qué tipos de defectos se observan en las siguientes fotos



BIBLIOGRAFÍA

- PRINCIPIOS DE ORGANIZACIÓN Y OPERACIÓN DE ASERRADEROS. Instituto Forestal, Gerencia de Desarrollo. Concepción, Chile, 1989.
- MANUAL DE MADERAS COMERCIALES, EQUIPOS Y PROCESOS DE UTILIZACIÓN. Tuset, R. y Durán, F. Editorial Hemisferio Sur, Montevideo.
- REGIONES FITOGEOGRÁFICAS ARGENTINAS ,Cabrera A., 1976.
- ECOLOGICAL FACTORS IN WOOD EVOLUTION A FLORISTIC APPROACH, Ann.J.Bot 6 :887-896. Press. Berkeley , 259 p.1977.
- PROCESSAMENTO DA MADEIRA. Marcos Tadeu Tiburcio Conçalves.
- LA ARGENTINA FORESTAL. Buenos Aires. Cozzo, D., 1977.
- LAS PÉRDIDAS DEL PRIMITIVO PAISAJE DE BOSQUES MONTES Y ARBUSTIFORMAS DE LA ARGENTINA CON ESPECIAL REFERENCIA A SUS TERRITORIOS ÁRIDOS Y HÚMEDOS. Academia Nacional de las Artes Miscelánea No 90, Córdoba. Cozzo, D., 1989.
- TOMLINSON TROPICAL TREES AND FORESTS. Hallé, F. Oldeman, Ed. Springer Verlag. 1978.
- LOS BOSQUES DE SUDAMÉRICA. ECOLOGÍA, COMPOSICIÓN E IMPORTANCIA ECONÓMICA. Hueck, K., 1973 GTZ, 476.
- ANUARIO DE ESTADÍSTICA FORESTAL, IFONA.
- ARBOLES INDÍGENAS DEL NOROESTE ARGENTINO. Legñame R., 1982.
- SITUACIÓN FORESTAL ARGENTINA. Informe, Tinto J.
- DESARROLLO SUSTENTABLE O DEFORESTACIÓN. PLAN FORESTAL ARGENTINO. Presidencia de la Nación 1992. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano. Buenos Aires.
- MADERAS Y BOSQUES ARGENTINOS. Tortorelli, L.A. Bs. As. 1956.
- FUNDAMENTOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS MADERAS 1RA PARTE. 2DA PARTE. Dr. Ing. Ftal. Eduardo O. Coronel. FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES. Unidad Nacional de Santiago del Estero, 1994.

PÁGINAS WEB

<http://www.inti.gob.ar/maderas/caracterizacion.htm>

<http://www.maderadisegno.com.ar/>

<http://www.maderasenargentina.com.ar/>

http://apuntes.rincondelvago.com/madera_8.html