

# ESTRUCTURAS DE MADERA

## 2.1. Anatomía y especies

# VARIABLES A TENER EN CUENTA PARA PROYECTAR CON MADERA

ESPECIE

TIPO DE MADERA

UBICACIÓN

UNIONES

TRANSPORTE

CONÍFERAS

FRONDOSAS



## 1. Especies

2. Anatomía de la madera
3. Estructura macroscópica
4. Estructura microscópica
5. Estructura sub-microscópica

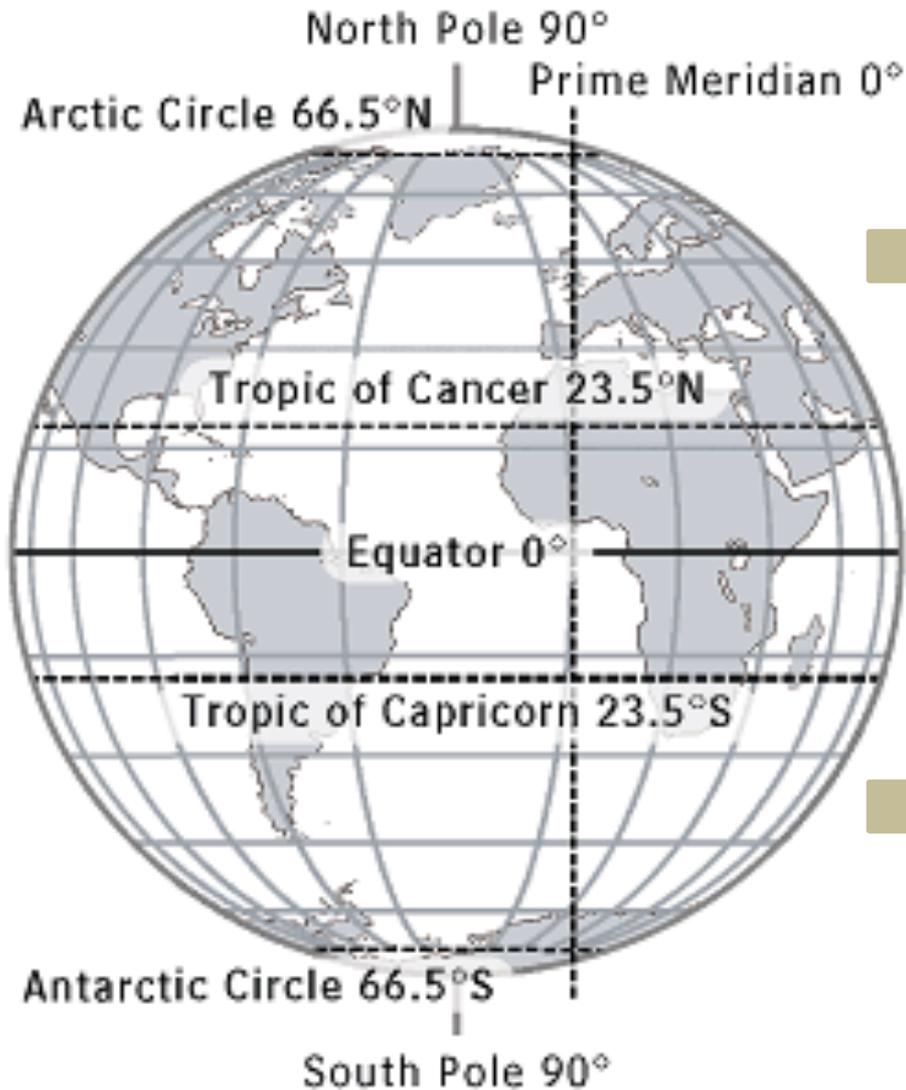
## 2.1. Anatomía y especies

16.000 ESPECIES MADERERAS

2.000 COMERCIALES

500 CONÍFERAS

1.500 FRONDOSAS



<http://www2.needham.k12.ma.us>

ESPECIES MADERERAS

CONÍFERAS / SOFTWOOD (ej. Pino)



FRONDOSAS / HARDWOOD / DECIDUOUS (ej. Ceibo)



<http://floradeluruquay.blogspot.com>

ESPECIES MADERERAS

CONÍFERAS

SEMILLAS: PIÑAS (CONOS)



FRONDOSAS

FLORES, FRUTOS Y SEMILLAS



ESPECIES MADERERAS

CONÍFERAS

SEMILLAS: PIÑAS (CONOS)

HOJAS (ACÍCULAS): LINEALES



FRONDOSAS

FLORES, FRUTOS Y SEMILLAS

HOJAS



ESPECIES MADERERAS

CONÍFERAS

SEMILLAS: PIÑAS (CONOS)

HOJAS(ACÍCULAS): LINEALES

MADERA: CON RESINA



[www.meted.ucar.edu](http://www.meted.ucar.edu)

Creative Commons atribucion

FRONDOSAS

FLORES, FRUTOS Y SEMILLAS

HOJAS

MADERA: SIN RESINA



¿Cómo se nombran  
las especies?

# TAXONOMIA

DIVISION

ESPERMATOPHYTA (con semillas)



SUBDIVISIÓN

GIMNOSPERMAS / **CONÍFERAS** (sin frutos)



CLASE

PINOPIIDA

GINGKGOPIIDA



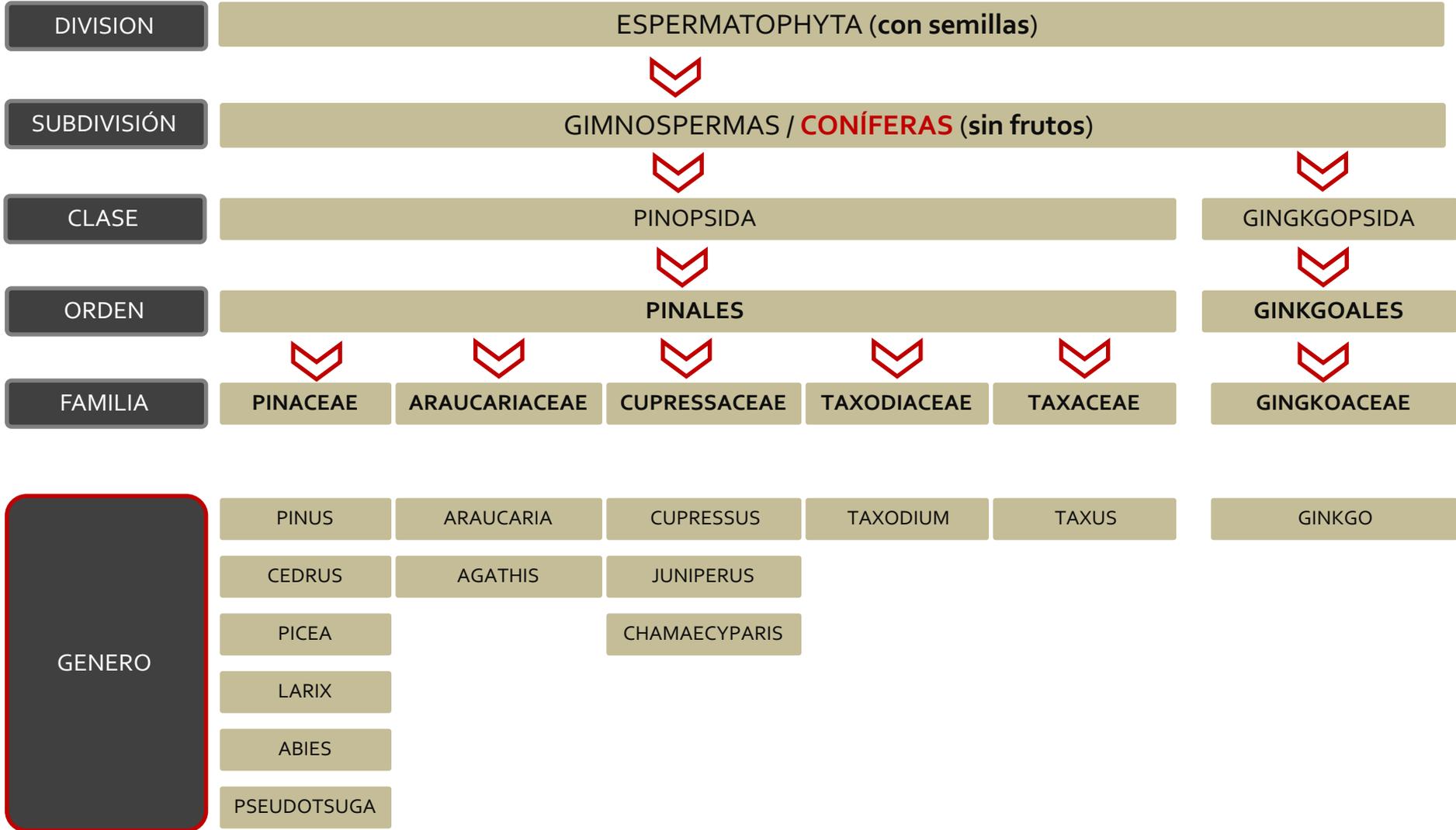
ORDEN

PINALES

GINGKGOALES



# TAXONOMIA



# TAXONOMIA

DIVISION

ESPERMATOPHYTA (con semillas)



SUBDIVISIÓN

GIMNOSPERMAS / **CONÍFERAS** (sin frutos)



CLASE

PINOPSIDA

GINGKGOPSIDA



ORDEN

PINALES

GINGKGOALES



FAMILIA

PINACEAE

ARAUCARIACEAE

CUPRESSACEAE

TAXODIACEAE

TAXACEAE

GINGKOACEAE



## ESPECIES

GENERO

PINUS

*Pinus taeda, Pinus elliottii, Pinus sylvestris, Pinus radiata, etc.*

CEDRUS

*Cedrus deodara, Cedrus atlantica, etc.*

PICEA

*Picea abies*

LARIX

ABIES

PSEUDOTSUGA

# TAXONOMIA

|             |   |   |  |                               |                       |
|-------------|---|---|--|-------------------------------|-----------------------|
| DIVISION    | ESPERMATOPHYTA (con semillas)   |   |  |                               |                       |
|             | ∨   |   |  |                               |                       |
| SUBDIVISIÓN | ANGIOSPERMAS / <b>FRONDOSAS</b> (con flores y frutos)   |   |  |                               |                       |
|             | ∨   |   |  |                               |                       |
| CLASE       | MAGNOLIOPSIDA / <b>DICOTILEDÓNEAS</b> (plantas leñosas)   |   |  |                               |                       |
|             | ∨   |   |  | ∨                             | ∨                     |
| ORDEN       | FAGALES   |   |  | CASUARINALES                  | LAURALES              |
|             | ∨   | ∨   | ∨  | ∨                             | ∨                     |
| FAMILIA     | FAGACEAE  | JUGLANDACEAE  | BETULACEAE   | CASUARINACEAE                 | LAURACEAE             |
| GENERO      | CASTANEA  | JUGLANS   | BETULA   | CASUARINA                     | LAURUS                |
|             | FAGUS   | CARYA   | ALNUS  |                               |                       |
|             | QUERCUS   |   | CARPINUS   |                               |                       |
| ESPECIES    | <i>Castanea sativa</i><br><i>Castanea crenata</i><br><i>Fagus sylvatica</i><br><i>Quercus robur</i><br><i>Quercus suber</i> | <i>Juglans regia</i><br><i>Juglans nigra</i><br><i>Carya illioinensis</i> | <i>Betula celtiberica</i><br><i>Betula tremula</i><br><i>Alnus glutinosa</i><br><i>Carpinus betulus</i><br><i>Corylus avellana</i> | <i>Casuarina cunninghamia</i> | <i>Laurus nobilis</i> |

# TAXONOMIA

|             |   |   |   |  |   |
|-------------|---|---|---|--|---|
| DIVISION    | ESPERMATOPHYTA (con semillas)   |   |   |  |   |
|             |    |   |   |  |   |
| SUBDIVISIÓN | ANGIOSPERMAS / <b>FRONDOSAS</b> (con flores y frutos)   |   |   |  |   |
|             |    |   |   |  |   |
| CLASE       | MAGNOLIOPSIDA / <b>DICOTILEDÓNEAS</b> (plantas leñosas)   |   |   |  |   |
|             |     |   |   |  |   |
| ORDEN       | ROSALES   |   | MALPIGHIALES  | MYRTALES   | MAGNOLIALES   |
|             |     |   |   |  |  |
| FAMILIA     | ROSACEAE  | ULMACEAE                                  | SALICACEAE  | MYRTACEAE  | MAGNOLIACEAE  |
| GENERO      | ROSA  | ULMUS                                     | POPULUS   | EUCALYPTUS   | MAGNOLIA  |
|             | PYRUS   |   | SALIX   | MYRTUS   | LIRIODENDRON  |
|             | MALUS   |   |   |  |   |
|             | PRUNUS  |   |   |  |   |
| ESPECIES    | <i>Pyrus communis</i><br><i>Malus domestica</i><br><i>Prunus avium</i><br><i>Rosa chinensis</i>   | <i>Ulmus minor</i><br><i>Ulmus glabra</i> | <i>Populus nigra</i><br><i>Populus alba</i><br><i>Salix viminalis</i><br><i>Salix babylonica</i>  | <u><i>Eucaliptus grandis</i></u><br><i>Eucaliptus globulus</i><br><i>Myrtus communis</i> | <i>Magnolia grandiflora</i><br><i>Liriodendron tulipifera</i>                       |

# Plantaciones en Uruguay

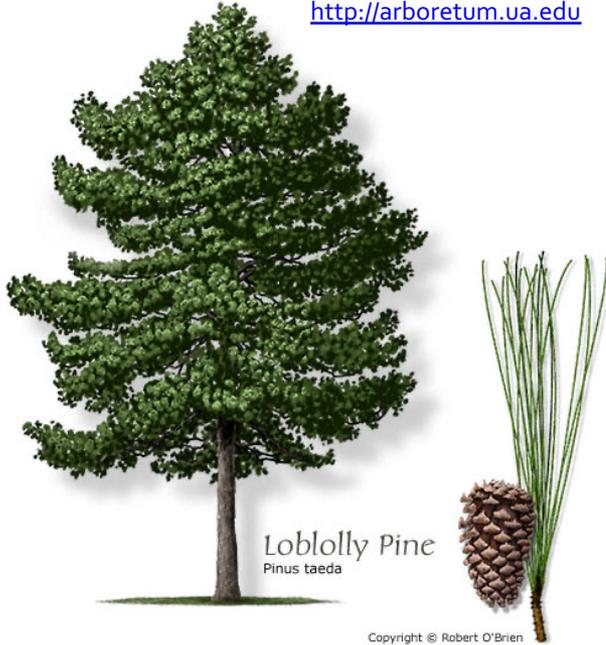
PLANTACIONES FORESTALES URUGUAY

GENERO:

PINUS

*Pinus taeda*

<http://arboretum.ua.edu>



*Pinus elliottii*

<http://texastreeid.tamu.edu>



*Pinus pinaster*

<http://www.cesefor.com>



**Pino taeda, Pino amarillo, etc.**

**Altura:** 30-35 m, d:40-150cm

**Acículas:** 3. Long: 12-22cm

**Madera:** blanda, color claro

**Pino elliotti, Pino amarillo, etc.**

**Altura:** 18-30 m; d:60-80 cm

**Acículas.** 2-3. Long: 18-24 cm

**Madera:** blanda, color claro, + resinosa

**Pino marítimo, Pino gallego, etc.**

**Altura:** 20-30m; tronco curvado; d:120 cm

**Acículas.** 2. Long: 15-27 cm

**Madera:** blanda, color claro en albura

PLANTACIONES FORESTALES URUGUAY

GENERO:

EUCALYPTUS

*Eucaliptus grandis*

[es.wikipedia.org](https://es.wikipedia.org)



**Eucalipto grandis, E. rosado, etc.**

**Altura:** 50 m, d:120-200cm

**Madera:** color rosado

*Eucalyptus tereticornis*

[northernbeachesherbarium.com.au](http://northernbeachesherbarium.com.au)



**Eucalipto colorado, etc.**

**Altura:** 20-50 m, sin ramas 1ª mitad

**Madera:** color rojizo, grano cruzado, durable

*Eucalyptus globulus*

[www.canal-mediana.es](http://www.canal-mediana.es)



**E. blanco, E. común, E. azul, etc**

**Altura:**

**Madera:** color claro, grano espiralado

Especies  
autóctonas  
en Uruguay

ÁRBOLES NATIVOS DE URUGUAY

[www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy\\_flora.htm](http://www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy_flora.htm)

NOMBRE COMÚN

NOMBRE CIENTÍFICO

ESPINILLO

*Acacia caven*



**Uso:** ornamental, combustible, postes cercas

ÁRBOLES NATIVOS DE URUGUAY

[www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy\\_flora.htm](http://www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy_flora.htm)

NOMBRE COMÚN

NOMBRE CIENTÍFICO

ESPINILLO

*Acacia caven*

CEIBO

*Erythrina crista-galli*



**Uso:** ornamental, tallas y molduras (madera blanda y porosa:  $\rho=200 \text{ Kg/m}^3$ )

## ÁRBOLES NATIVOS DE URUGUAY

[www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy\\_flora.htm](http://www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy_flora.htm)

## NOMBRE COMÚN

## NOMBRE CIENTÍFICO

ESPINILLO

*Acacia caven*

CEIBO

*Erythrina crista-galli*

IBIRÁ-PITÁ

*Peltophorum dubium*

**Uso:** carpintería, construcc.rurales e hidráulicas, marcos puertas y ventanas, pisos, postes, mueblería ( $\rho=850-900 \text{ Kg/m}^3$ )

<http://commons.wikimedia.org>

[www.infojardin.com](http://www.infojardin.com)


## ÁRBOLES NATIVOS DE URUGUAY

[www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy\\_flora.htm](http://www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy_flora.htm)

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO                       |
|--------------|---|
| ESPINILLO    | <i>Acacia caven</i>                     |
| CEIBO        | <i>Erythrina crista-galli</i>           |
| IBIRÁ-PITÁ   | <i>Peltophorum dubium</i>               |
| TALA         | <b><i>Celtis tala (C. espinosa)</i></b> |

**Uso:** madera dura y densa, usada como combustible y para fabricación de mangos de herramientas



## ÁRBOLES NATIVOS DE URUGUAY

[www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy\\_flora.htm](http://www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy_flora.htm)

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO                |
|--------------|----------------------------------|
| ESPINILLO    | <i>Acacia caven</i>              |
| CEIBO        | <i>Erythrina crista-galli</i>    |
| IBIRÁ-PITÁ   | <i>Peltophorum dubium</i>        |
| TALA         | <i>Celtis tala (C. espinosa)</i> |
| PITANGA      | <i>Eugenia uniflora</i>          |

**Uso:** ornamental, fruto



## ÁRBOLES NATIVOS DE URUGUAY

[www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy\\_flora.htm](http://www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy_flora.htm)

## NOMBRE COMÚN

## NOMBRE CIENTÍFICO

ESPINILLO

*Acacia caven*

CEIBO

*Erythrina crista-galli*

IBIRÁ-PITÁ

*Peltophorum dubium*

TALA

*Celtis tala (C. espinosa)*

PITANGA

*Eugenia uniflora*

GUAYABO COLORADO

***Myrcianthes cisplatensis***Publicado por [Alejandro Nader de Leon](http://uruguay1.blogspot.com) <http://uruguay1.blogspot.com>Publicado por [Alejandro Nader de Leon](http://uruguay1.blogspot.com) <http://uruguay1.blogspot.com>**Uso:** ornamental por la fragancia de sus flores

## ÁRBOLES NATIVOS DE URUGUAY

[www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy\\_flora.htm](http://www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy_flora.htm)

| NOMBRE COMÚN      | NOMBRE CIENTÍFICO                |
|-------------------|----------------------------------|
| ESPINILLO         | <i>Acacia caven</i>              |
| CEIBO             | <i>Erythrina crista-galli</i>    |
| IBIRÁ-PITÁ        | <i>Peltophorum dubium</i>        |
| TALA              | <i>Celtis tala (C. espinosa)</i> |
| PITANGA           | <i>Eugenia uniflora</i>          |
| GUAYABO COLORADO  | <i>Myrcianthes cisplatensis</i>  |
| <b>ANACAHUITA</b> | <b><i>Schinus molle</i></b>      |



**Uso:** medicinal y obtención de aceites para perfumes y jabones

## ÁRBOLES NATIVOS DE URUGUAY

[www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy\\_flora.htm](http://www.micol.fcien.edu.uy/flora/uy_flora.htm)

| NOMBRE COMÚN     | NOMBRE CIENTÍFICO                  |
|------------------|------------------------------------|
| ESPINILLO        | <i>Acacia caven</i>                |
| CEIBO            | <i>Erythrina crista-galli</i>      |
| IBIRÁ-PITÁ       | <i>Peltophorum dubium</i>          |
| TALA             | <i>Celtis tala (C. espinosa)</i>   |
| PITANGA          | <i>Eugenia uniflora</i>            |
| GUAYABO COLORADO | <i>Myrcianthes cisplatensis</i>    |
| ANACAHUITA       | <i>Schinus molle</i>               |
| LAPACHO / IPÉ    | <b><i>Tebebuia heptaphylla</i></b> |



[www.arbolesornamentales.es](http://www.arbolesornamentales.es)



<http://floradelluruguay.blogspot.com>

**Uso:** ornamental, carpintería. Madera dura, pesada y durable.

1. Especies
2. Anatomía de la madera
3. Estructura macroscópica
4. Estructura microscópica
5. Estructura sub-microscópica

## 2.1. Anatomía y especies

### MADERA

Tres funciones fundamentales en el árbol:

Conducción de savia

Almacenamiento

Sostén

## MADERA

Tres funciones fundamentales en el árbol:

Conducción de savia

Almacenamiento

Sostén

## ANATOMÍA

La madera como material estructural se explica básicamente en tres niveles:

Estructura macroscópica

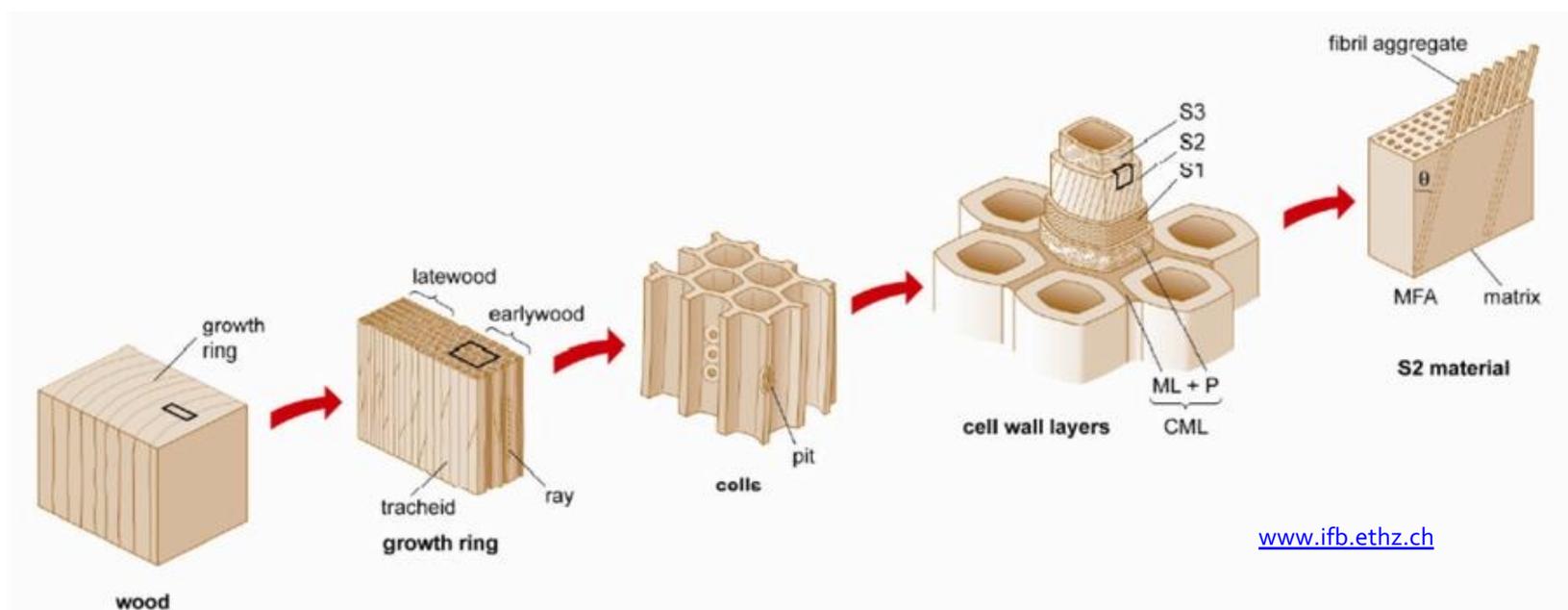
Resistencia de la madera

Estructura microscópica

Rigidez de la madera

Estructura sub-microscópica

Pared celular: movimientos de agua en la madera

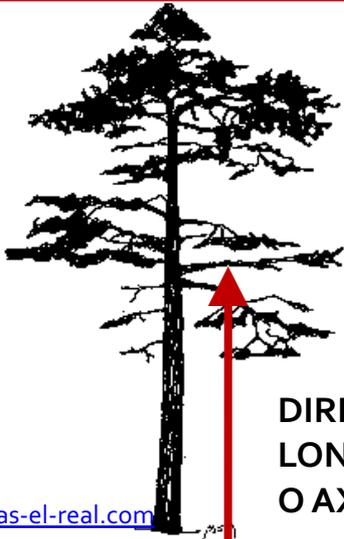


1. Especies
2. Anatomía de la madera
3. Estructura macroscópica
4. Estructura microscópica
5. Estructura sub-microscópica

## 2.1. Anatomía y especies

# Estructura del tronco del árbol

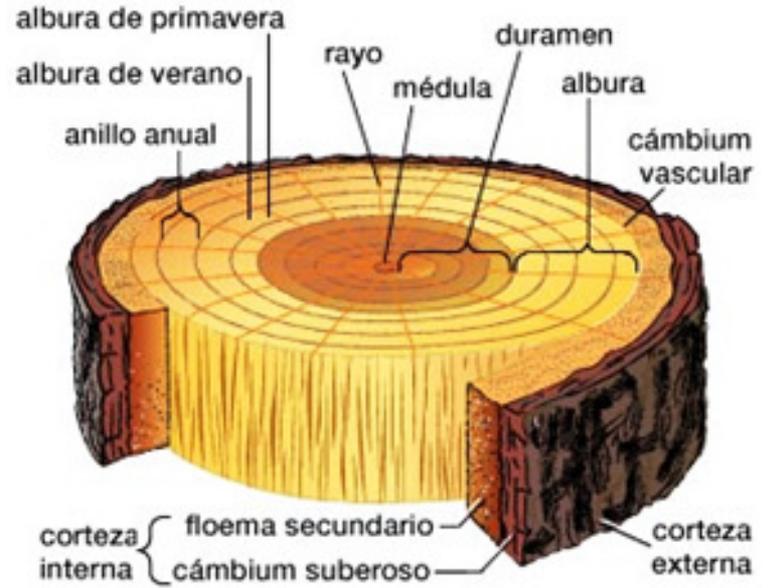
## ESTRUCTURA DEL TRONCO DEL ÁRBOL



DIRECCIÓN  
LONGITUDINAL  
O AXIAL

[www.maderas-el-real.com](http://www.maderas-el-real.com)

[blogiaanwalsh.blogspot.com](http://blogiaanwalsh.blogspot.com)



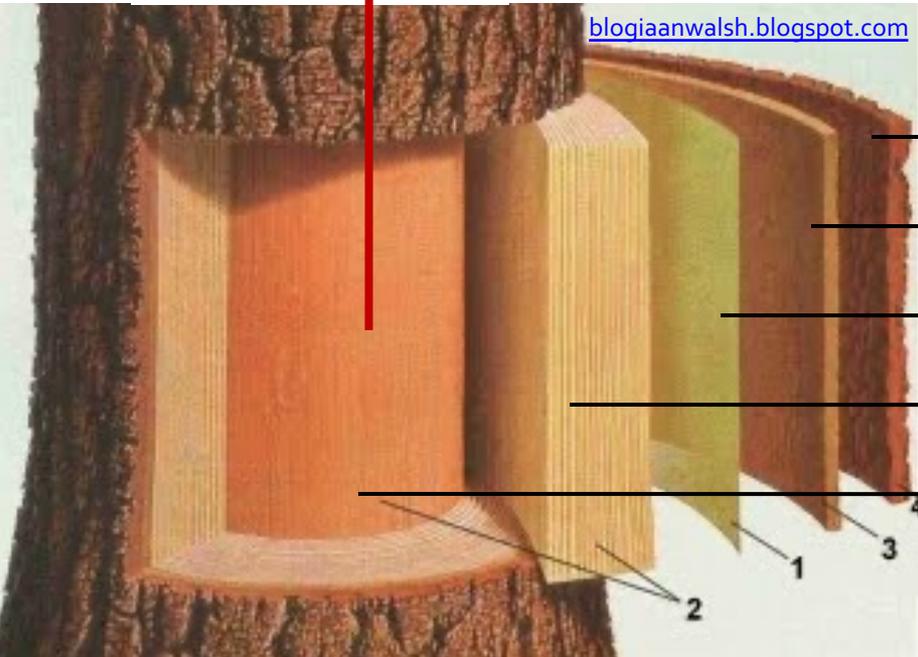
CORTEZA EXTERNA

CORTEZA INTERNA O LÍBER

CAMBIUM

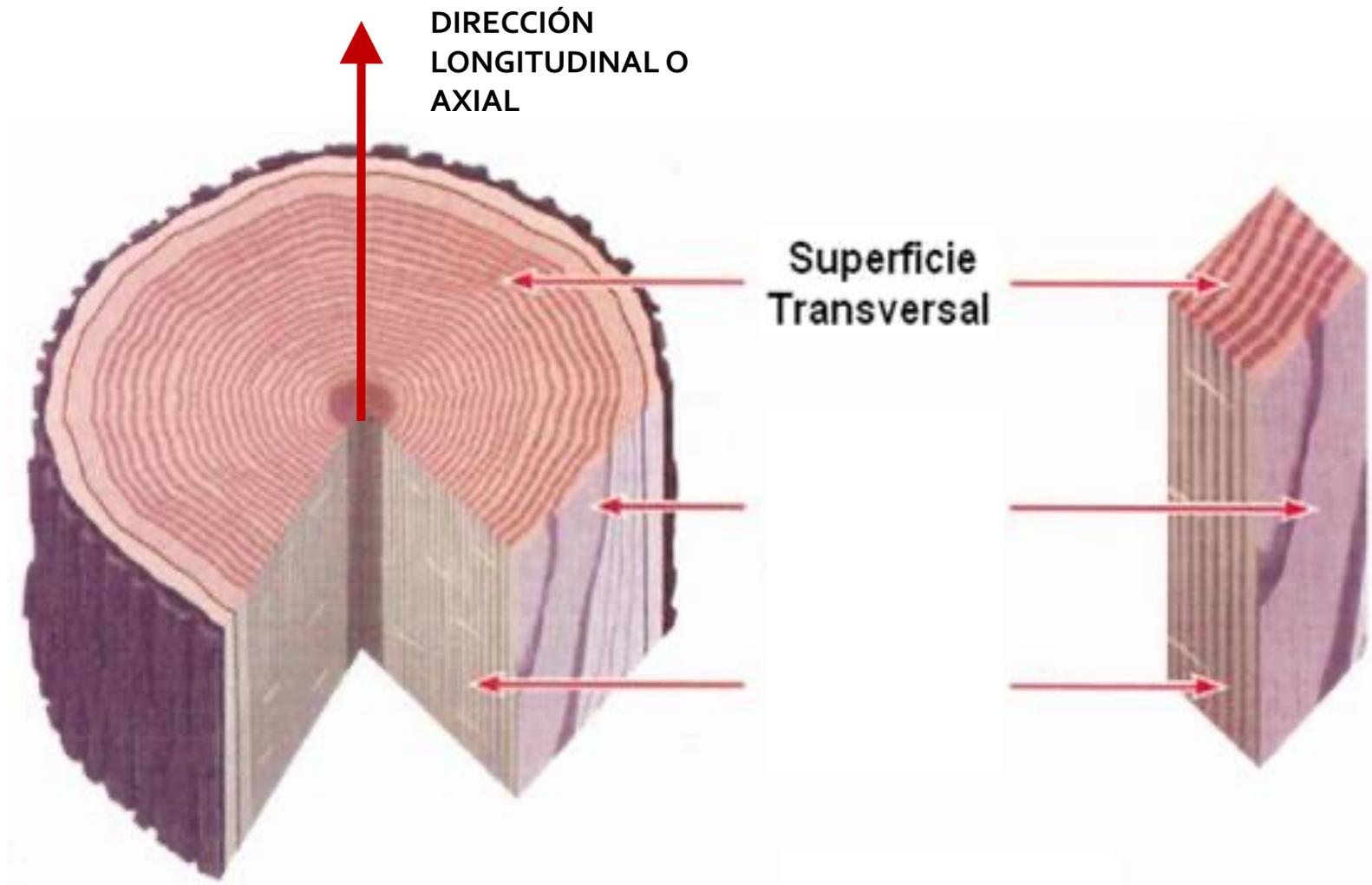
MADERA DE ALBURA

MADERA DE DURAMEN



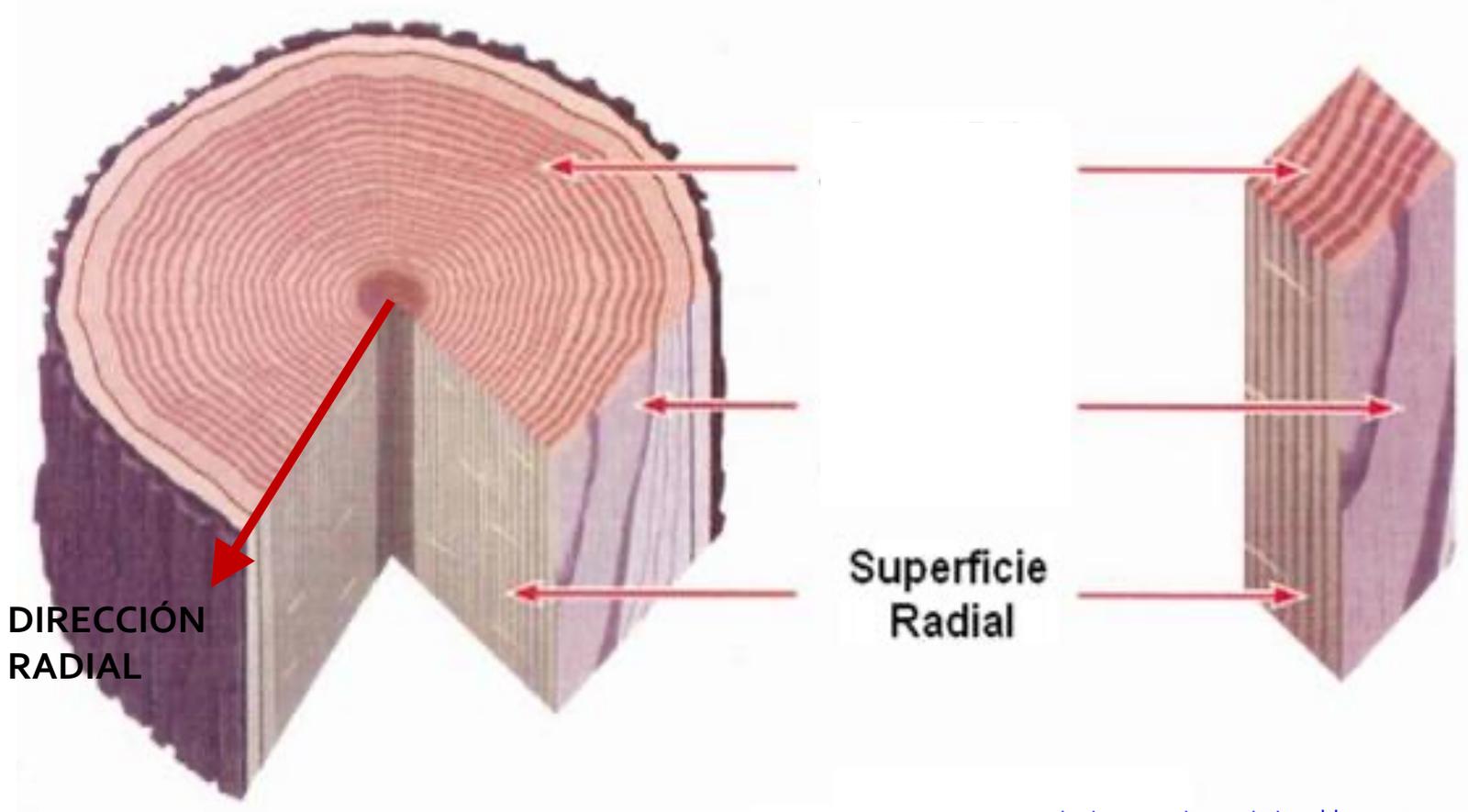
Planos de corte de  
un árbol

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO



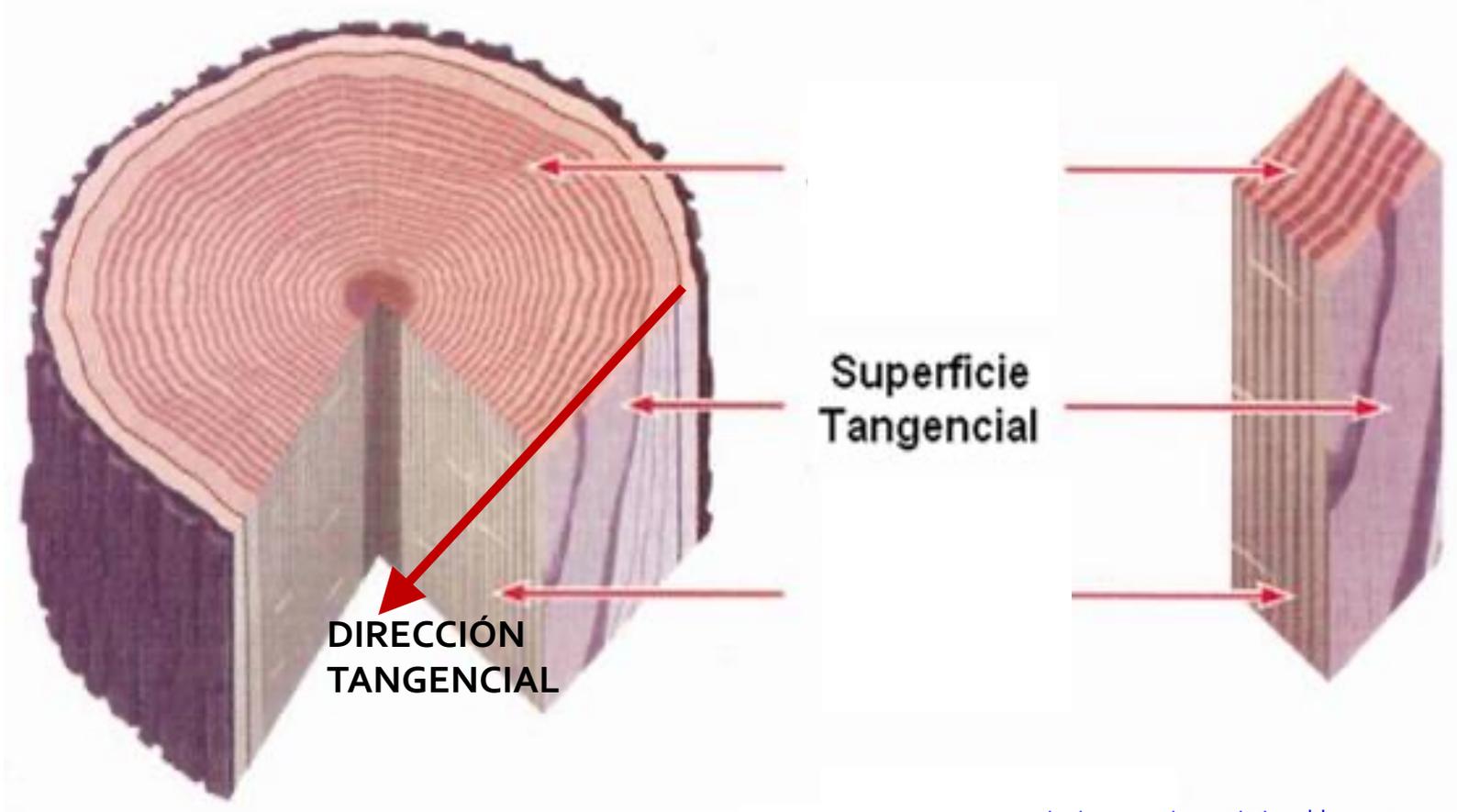
[jenicorstecnicasartisticas.blogspot.com](http://jenicorstecnicasartisticas.blogspot.com)

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO



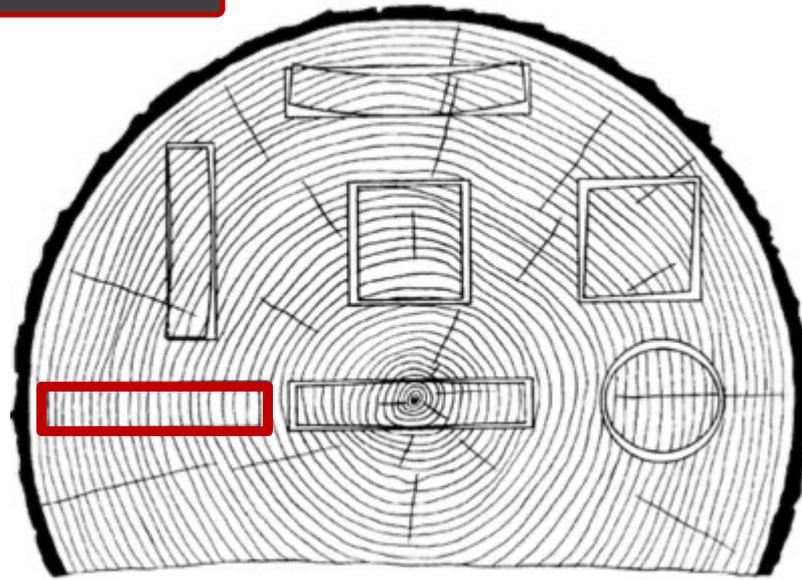
[jenicorstecnicasartisticas.blogspot.com](http://jenicorstecnicasartisticas.blogspot.com)

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO



[jenicorstecnicasartisticas.blogspot.com](http://jenicorstecnicasartisticas.blogspot.com)

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO

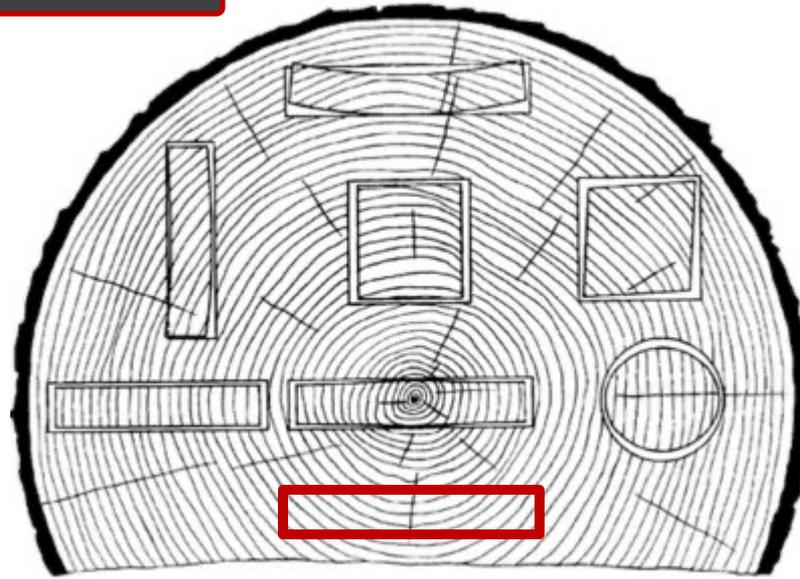


[www.ledyardsawmill.org](http://www.ledyardsawmill.org)

CORTE RADIAL



PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO



[www.ledyardsawmill.org](http://www.ledyardsawmill.org)

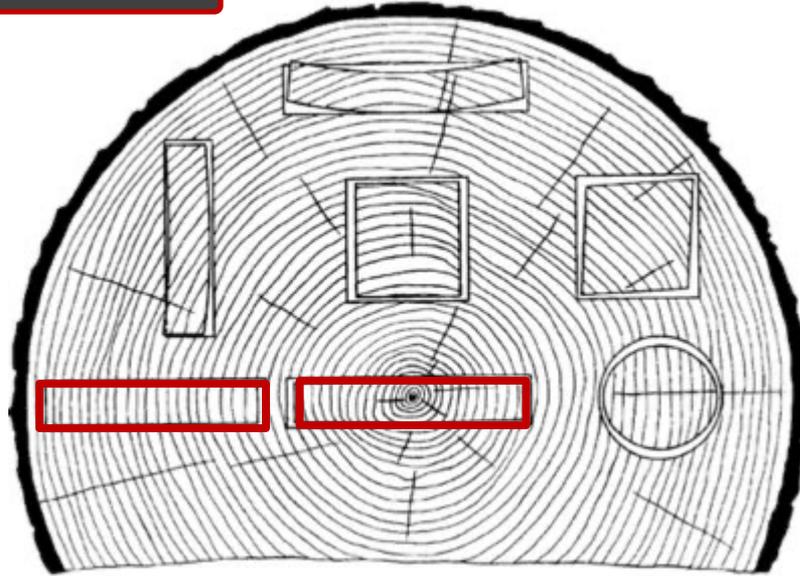
CORTE RADIAL

CORTE TANGENCIAL



[news.domain.com.au](http://news.domain.com.au)

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO



CORTE RADIAL



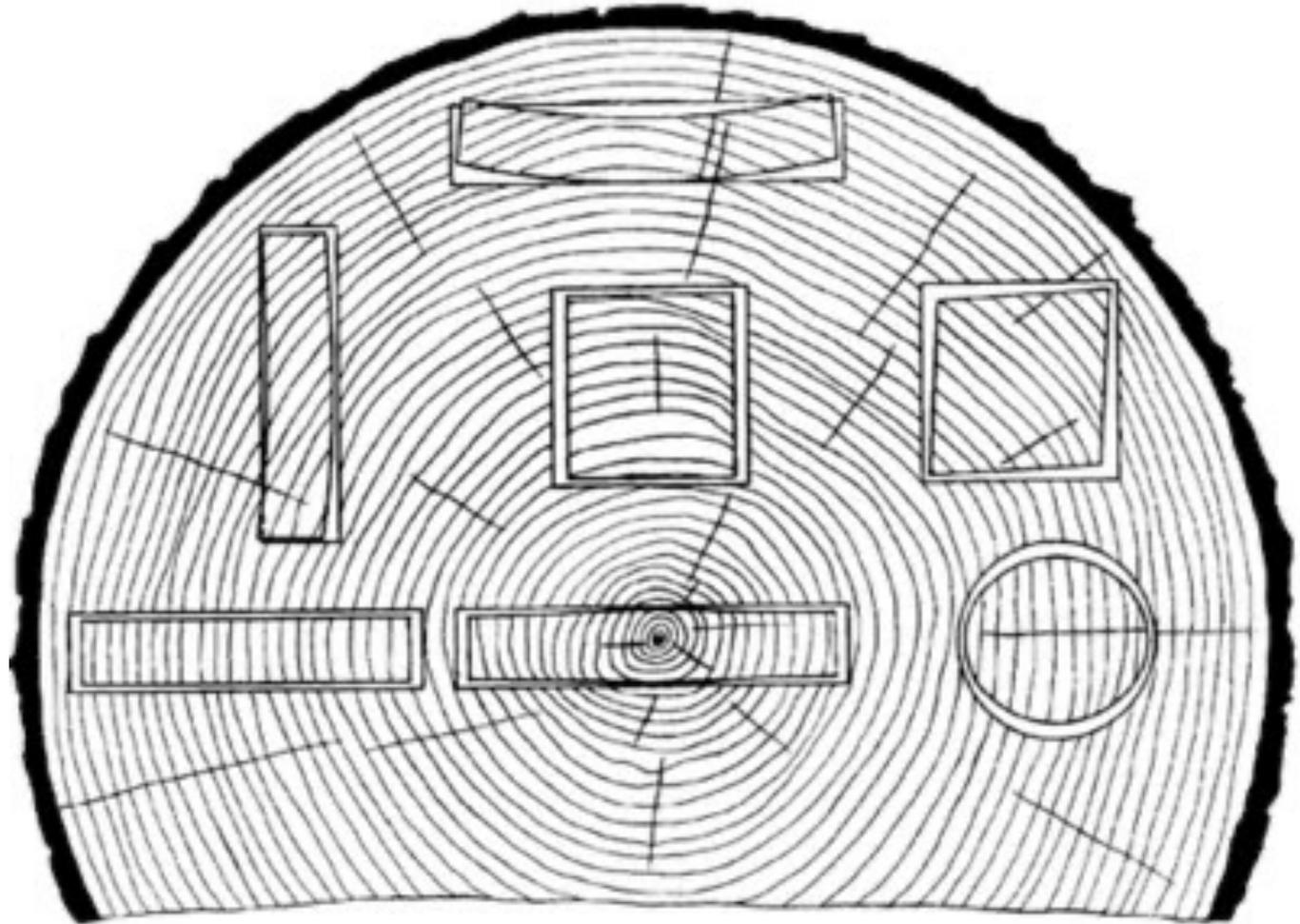
FRONDOSA



CONÍFERA

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO

ESTABILIDAD DE LAS TABLAS EN FUNCIÓN DE LA ZONA DE CORTE



[www.ledyardsawmill.org](http://www.ledyardsawmill.org)

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO

TABLA CON MÉDULA



[www.nzffa.org.nz](http://www.nzffa.org.nz)

Anillos de  
crecimiento

CONÍFERAS

CORTE TRANSVERSAL

ANILLOS DE CRECIMIENTO

MADERA DE VERANO

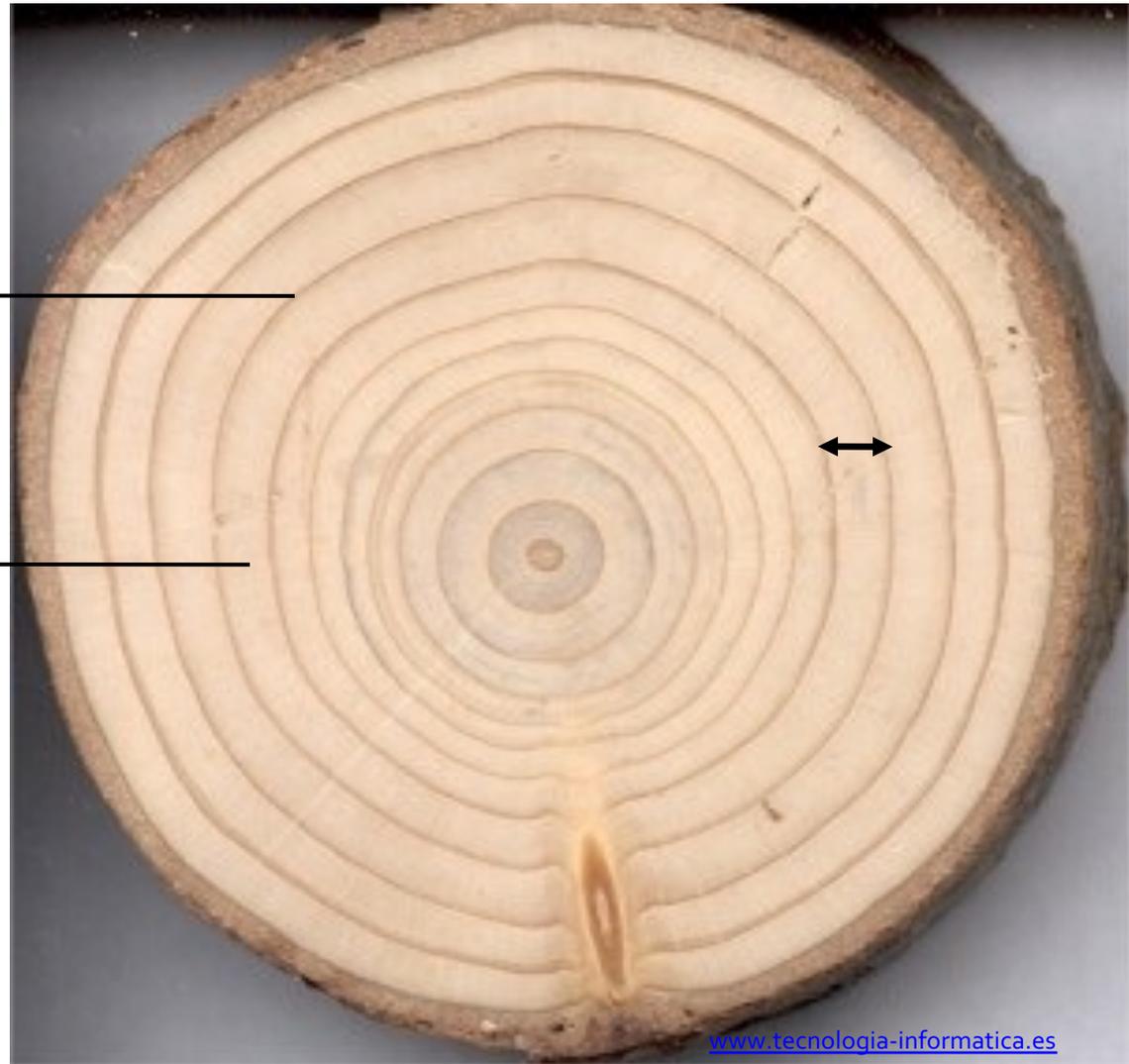
DENSIDAD ELEVADA  
ESPESOR CONSTANTE

MADERA DE PRIMAVERA

DENSIDAD MENOR  
ESPESOR VARIABLE



A mayor anchura del anillo de crecimiento, menor densidad



[www.tecnologia-informatica.es](http://www.tecnologia-informatica.es)

FRONDOSAS ANILLO POROSO

ANILLOS DE CRECIMIENTO

MADERA DE **PRIMAVERA**

CONCENTRACIÓN DE VASOS  
ESPESOR CONSTANTE

MADERA DE **VERANO**

MAYOR DENSIDAD  
ESPESOR MAYOR



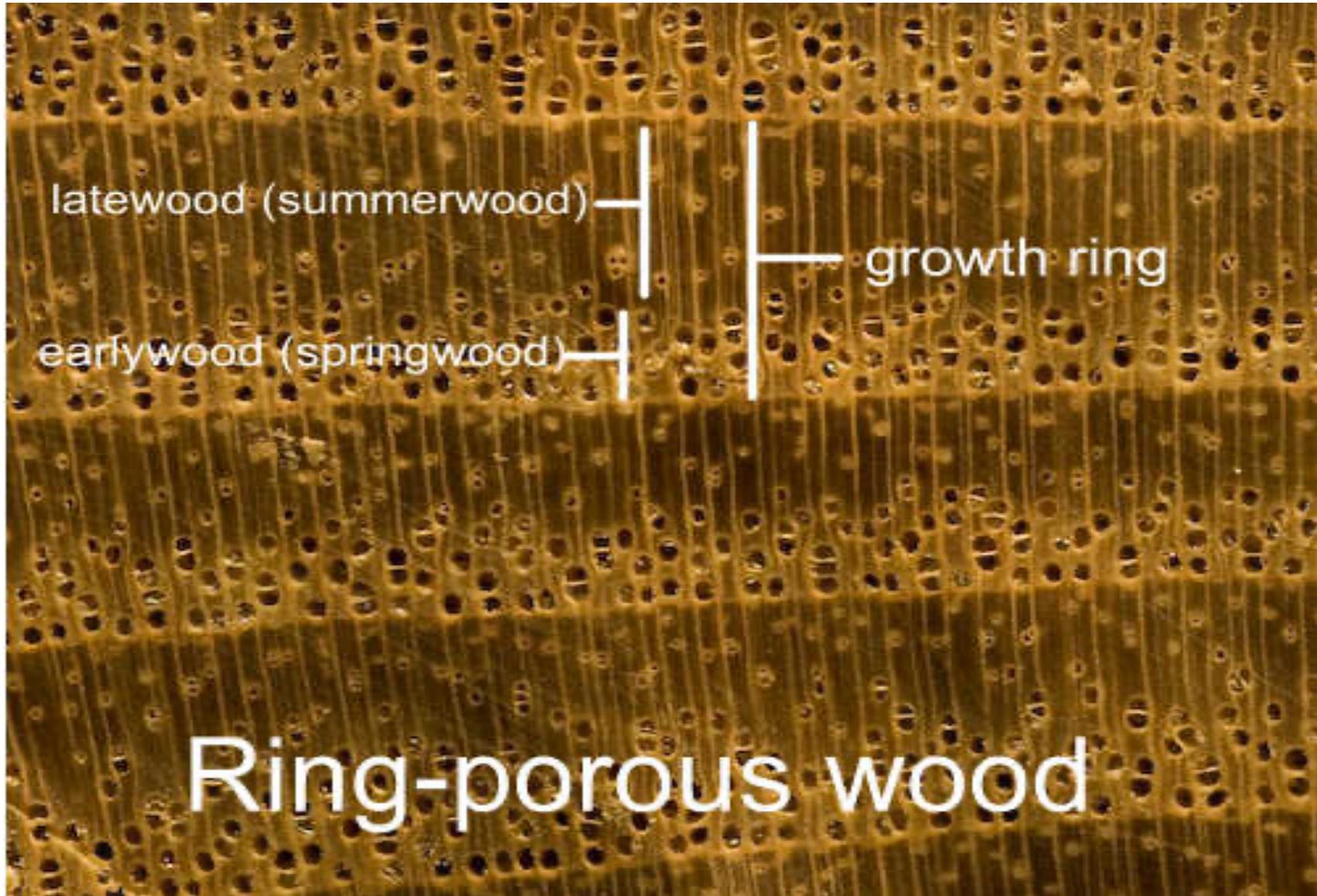
A mayor anchura del anillo de crecimiento, mayor densidad



Haneka et al., 2009

FRONDOSAS ANILLO POROSO

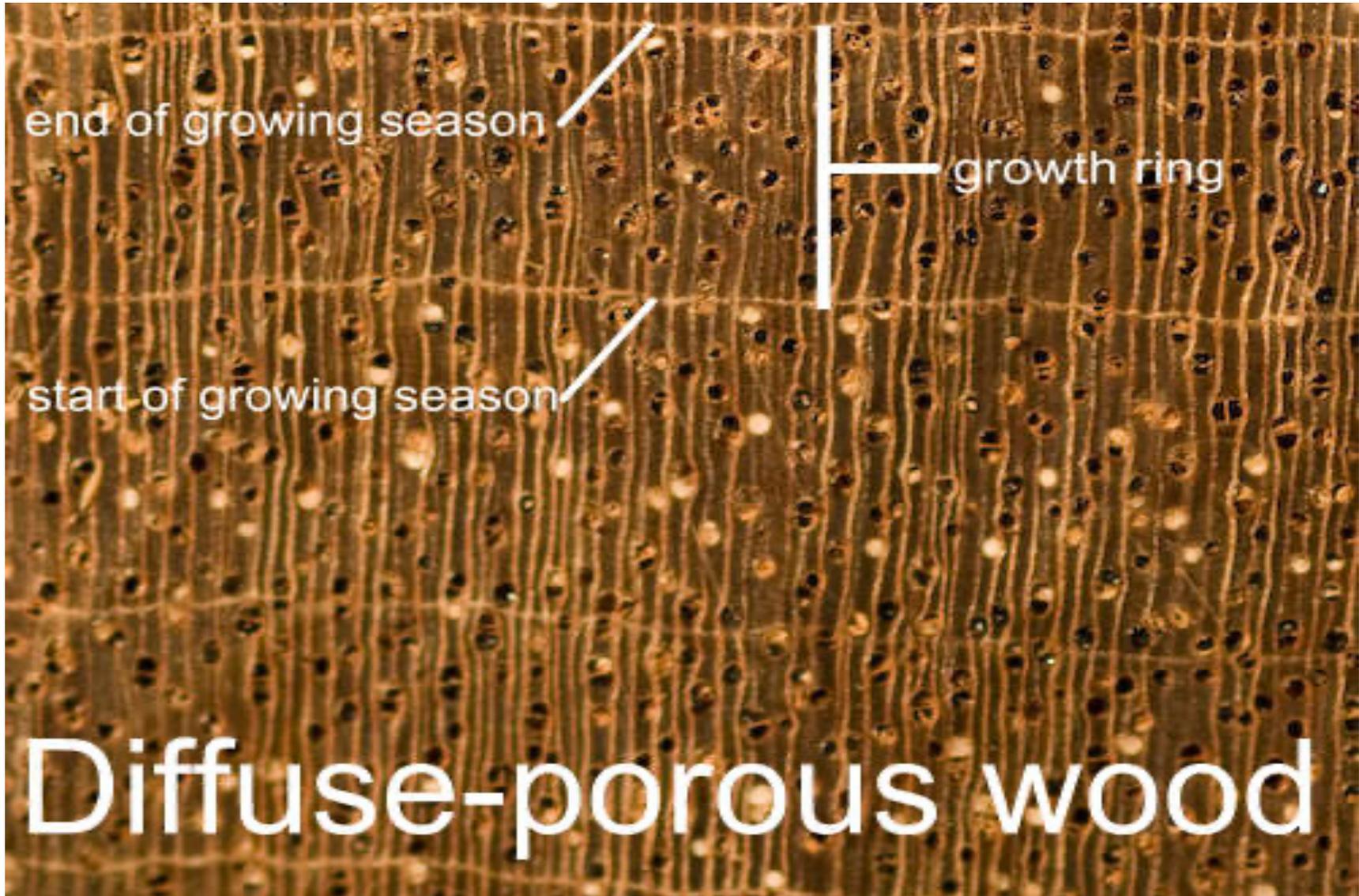
ANILLOS DE CRECIMIENTO



[www.matthewswoodworks.com](http://www.matthewswoodworks.com)

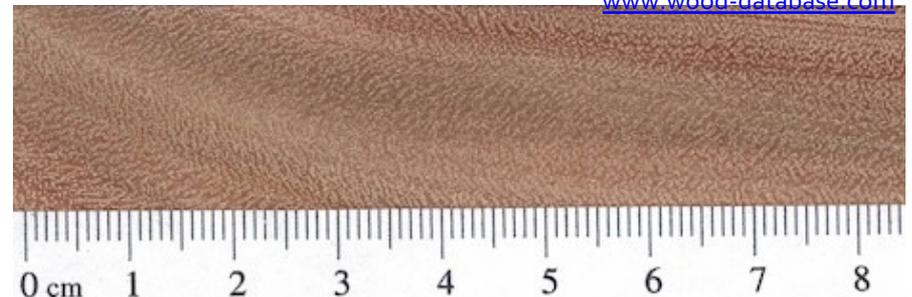
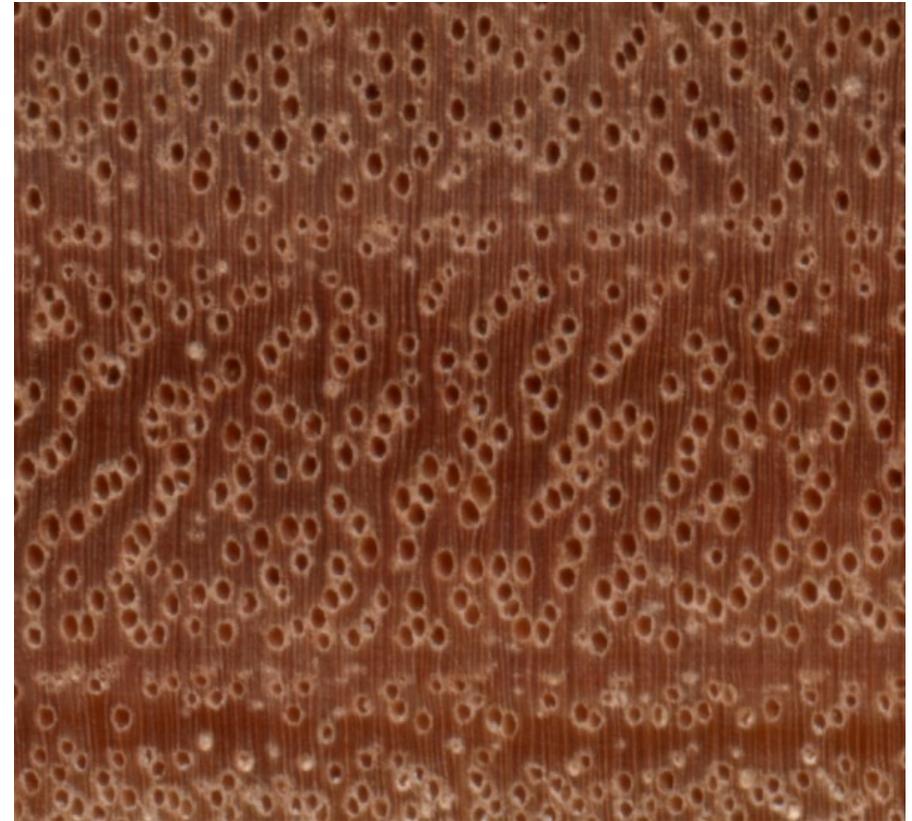
FRONDOSAS ANILLO DIFUSO

ANILLOS DE CRECIMIENTO



[www.matthewswoodworks.com](http://www.matthewswoodworks.com)

## ANILLOS DE CRECIMIENTO

E. GLOBULUS (*Eucalyptus globulus*)E. URUGRANDIS (*E. grandis* x *E. uruphylla* hybrid)

Albura y duramen

ALBURA Y DURAMEN

MADERA DE ALBURA

MADERA DE DURAMEN

<http://es.wikipedia.org>



TEJO (*Taxus baccata*)

<http://es.wikipedia.org>



PINO SILVESTRE (*Pinus sylvestris*)

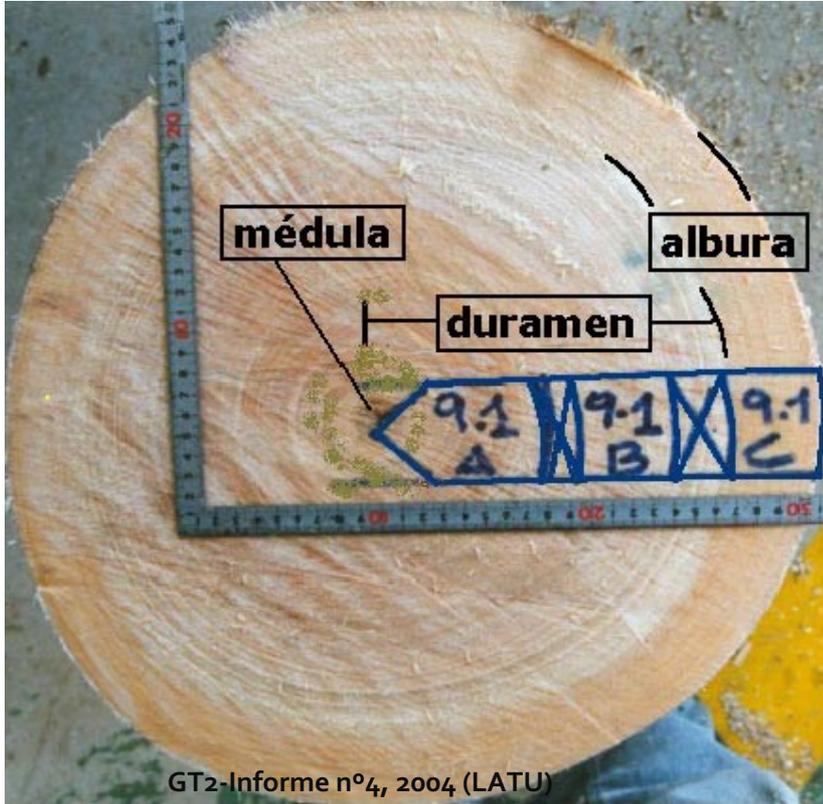
## ALBURA Y DURAMEN

|             | MADERA DE ALBURA                  | MADERA DE DURAMEN                |
|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| COLOR       | MÁS CLARO                         | MÁS OSCURO                       |
| EDAD        | JOVEN: ANILLOS PRÓXIMOS A CORTEZA | VIEJA: ANILLOS PRÓXIMOS A MÉDULA |
| FUNCIÓN     | CONDUCCIÓN DE SAVIA               | SOSTÉN                           |
| DENSIDAD    | BAJA                              | MÁS ALTA                         |
| RESISTENCIA | BAJA RESISTENCIA MECÁNICA         | MÁS ALTA                         |
| DURABILIDAD | NO DURABLE                        | MAYOR RESISTENCIA A ATAQUES      |



## ALBURA Y DURAMEN

EUCALIPTO GRANDIS (*Eucalyptus grandis*)



EUCALIPTO COLORADO (*Eucalyptus tereticornis*)



ALBURAY DURAMEN

PINO TAEDA/ELLIOTTII (Uruguay)



# Radios leñosos

## RADIOS LEÑOSOS



*Oak (Quercus robur) cross section: photo by Sten Porse, 200*

[www.tomclarkblog.blogspot.com](http://www.tomclarkblog.blogspot.com)

## RADIOS LEÑOSOS

ROBLE AMERICANO (*Quercus rubra*)



CÉLULAS DISPUESTAS EN LA DIRECCIÓN RADIAL  
SIRVEN DE TRABAZÓN A LAS FIBRAS LONGITUDINALES

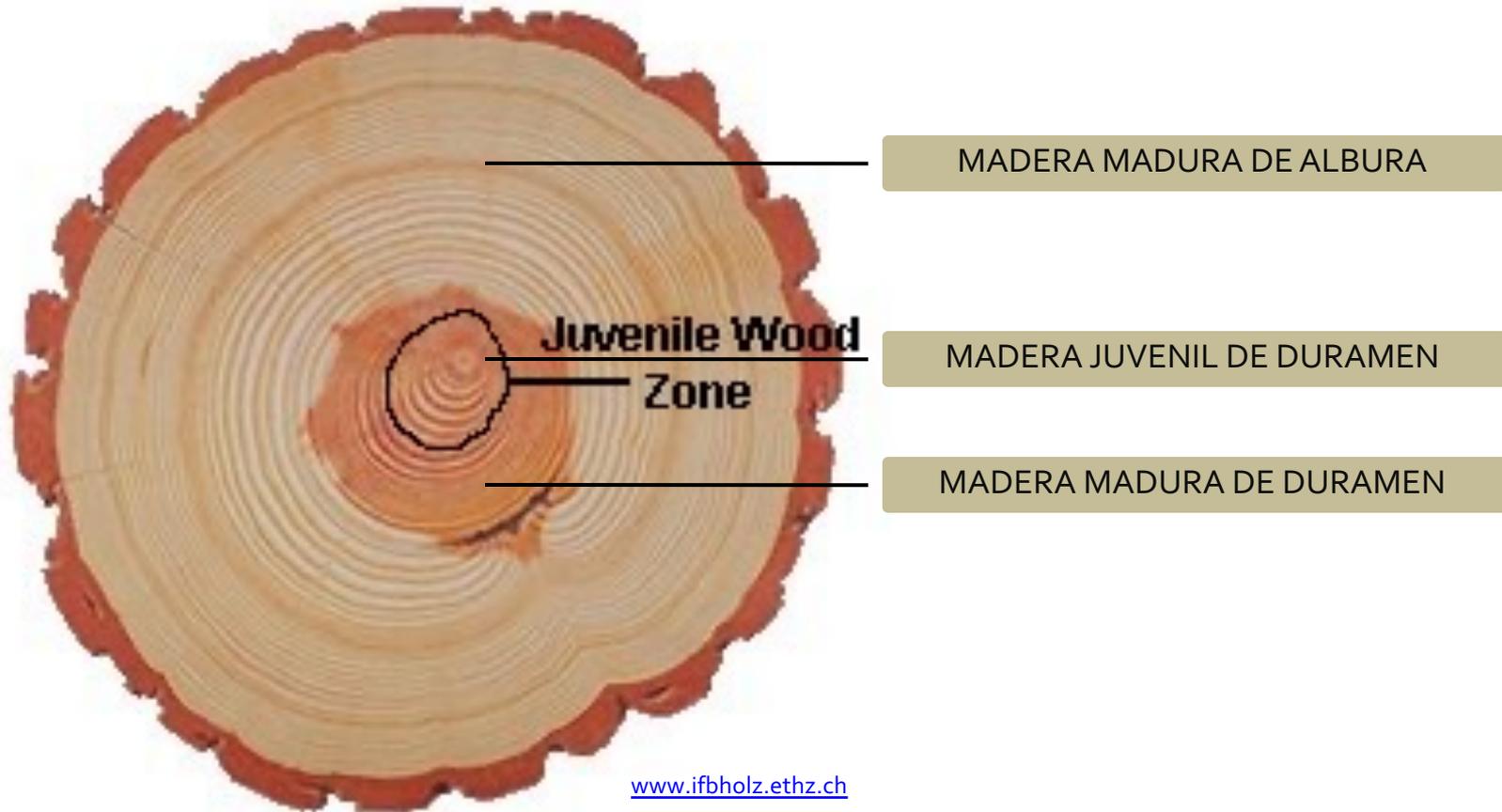
MENOR RESISTENCIA A LA HIENDA Y A LA RAJADURA  
AUMENTAN LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN RADIAL

Madera juvenil

## MADERA JUVENIL

MADERA ENTRE LOS 5 Y 20 PRIMEROS ANILLOS DE CRECIMIENTO:

- MENOR RIGIDEZ Y RESISTENCIA (traqueidas de pared + delgada y  $>$  ángulo inclinación microfibrillas)
- MAYOR HINCHAZÓN Y MERMA EN LA DIRECCIÓN LONGITUDINAL QUE LA MADERA MADURA
- GENERALMENTE UBICADA EN EL DURAMEN

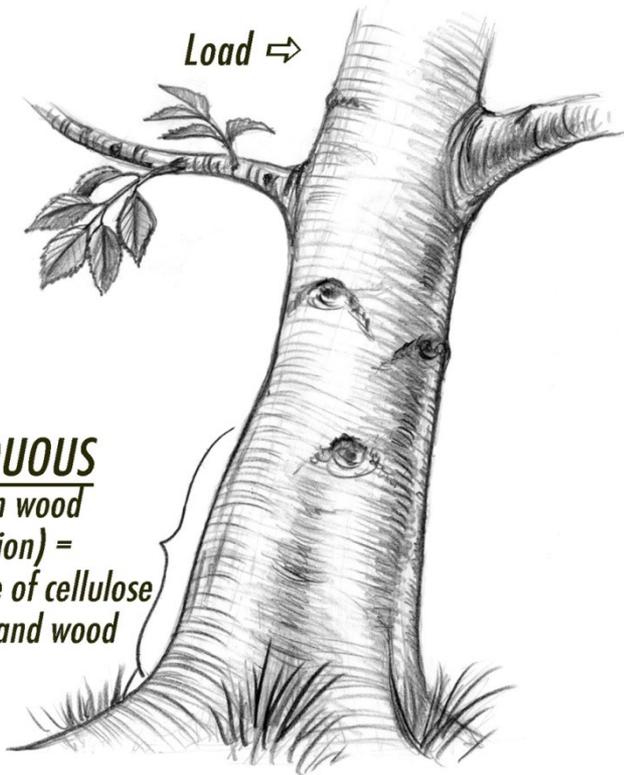


Madera de  
reacción

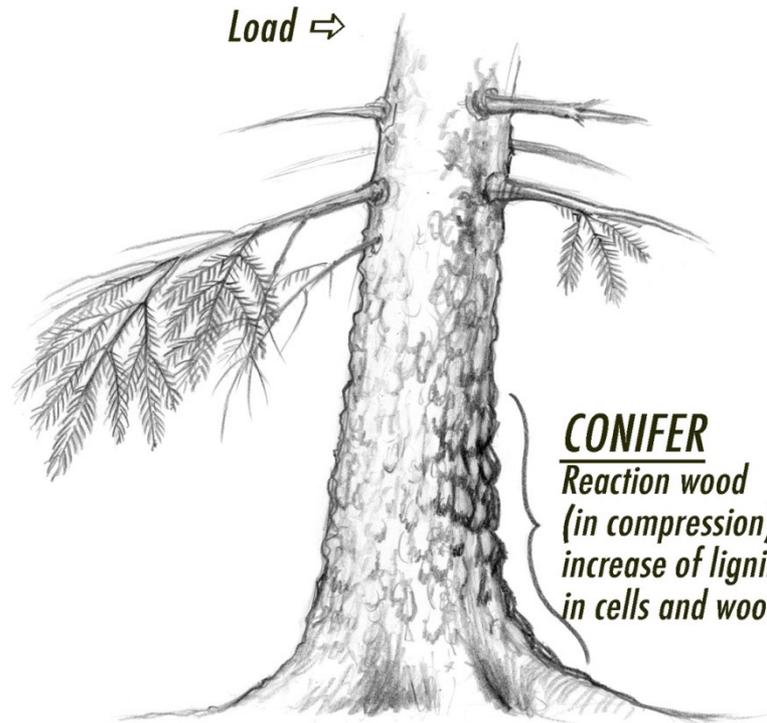
MADERA DE REACCIÓN

FRONDOSAS: MADERA DE TRACCIÓN

CONÍFERAS: MADERA DE COMPRESIÓN

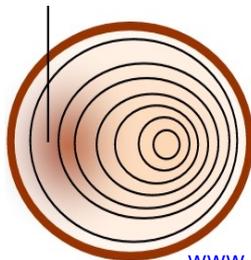


**DECIDUOUS**  
 Reaction wood  
 (in tension) =  
 increase of cellulose  
 in cells and wood

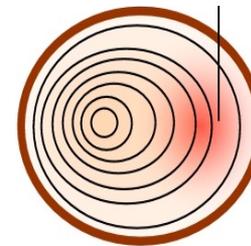


**CONIFER**  
 Reaction wood  
 (in compression) =  
 increase of lignin  
 in cells and wood

[www.massarbor.org](http://www.massarbor.org)



[www.cronodon.com](http://www.cronodon.com)



[www.cronodon.com](http://www.cronodon.com)

## MADERA DE REACCIÓN

## FRONDOSAS: MADERA DE TRACCIÓN



SIN PROBLEMAS ESTRUCTURALES

## CONÍFERAS: MADERA DE COMPRESIÓN



Anillos crecimiento de > anchura

> Proporción de madera de verano

> Hinchazón y merma en direcc. longit.

> Densidad: no merma las prop. mecánicas

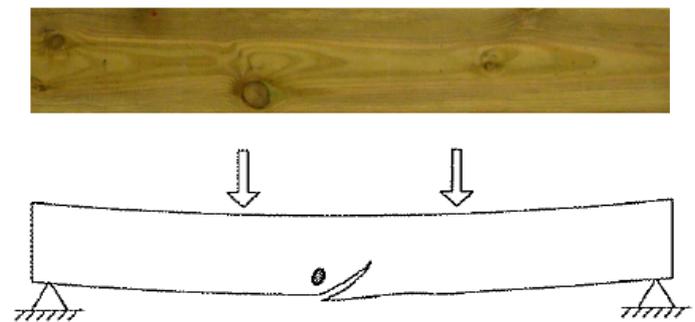
> Deformaciones durante secado

> Tendencia a la rotura



Nudos

# NUDOS



1. Especies
2. Anatomía de la madera
3. Estructura macroscópica
4. Estructura microscópica
5. Estructura sub-microscópica

## 2.1. Anatomía y especies

ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

CONÍFERAS

FRONDOSAS

FIBRAS LONGITUDINALES

90-95% **TRAQUEIDAS:**  
sostén y conducción

**TRAQUEIDAS:** sostén  
**VASOS:** conducción

FIBRAS TRANSVERSALES

**TRAQUEIDAS (RADIOS LEÑOSOS):**  
Almacenamiento, transporte  
y atado de traqueidas longitudinales

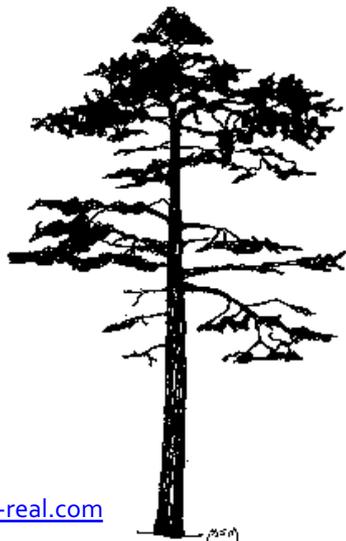
**TRAQUEIDAS (RADIOS LEÑOSOS)**

Eastern White Pine Cube

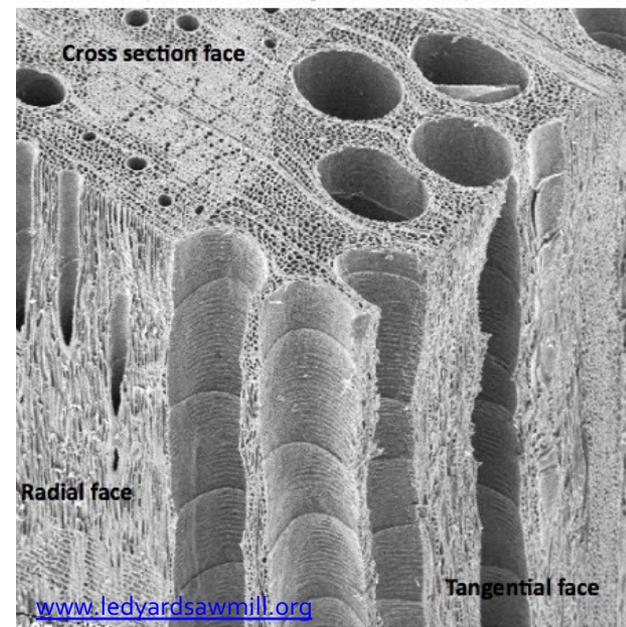
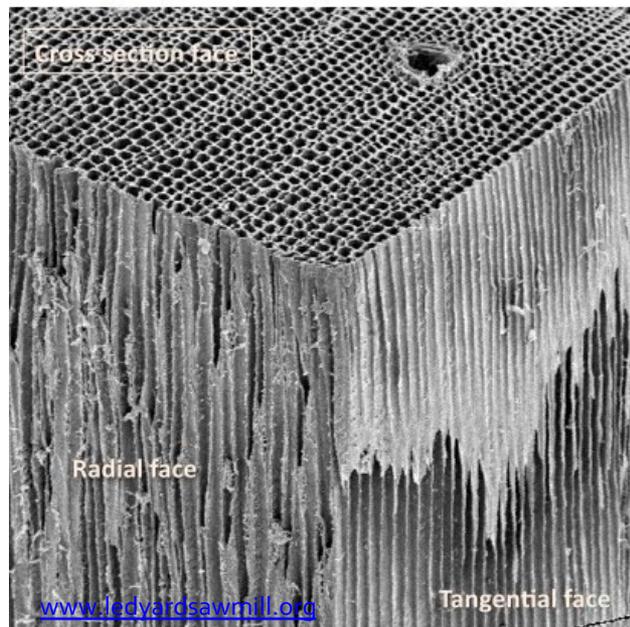
(Cross, radial and tangential views at 65X)

Red Oak Cube

(Cross, radial and tangential views at 65X)



[www.maderas-el-real.com](http://www.maderas-el-real.com)



# ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

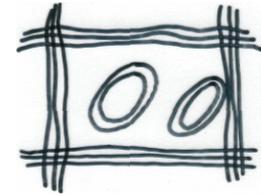
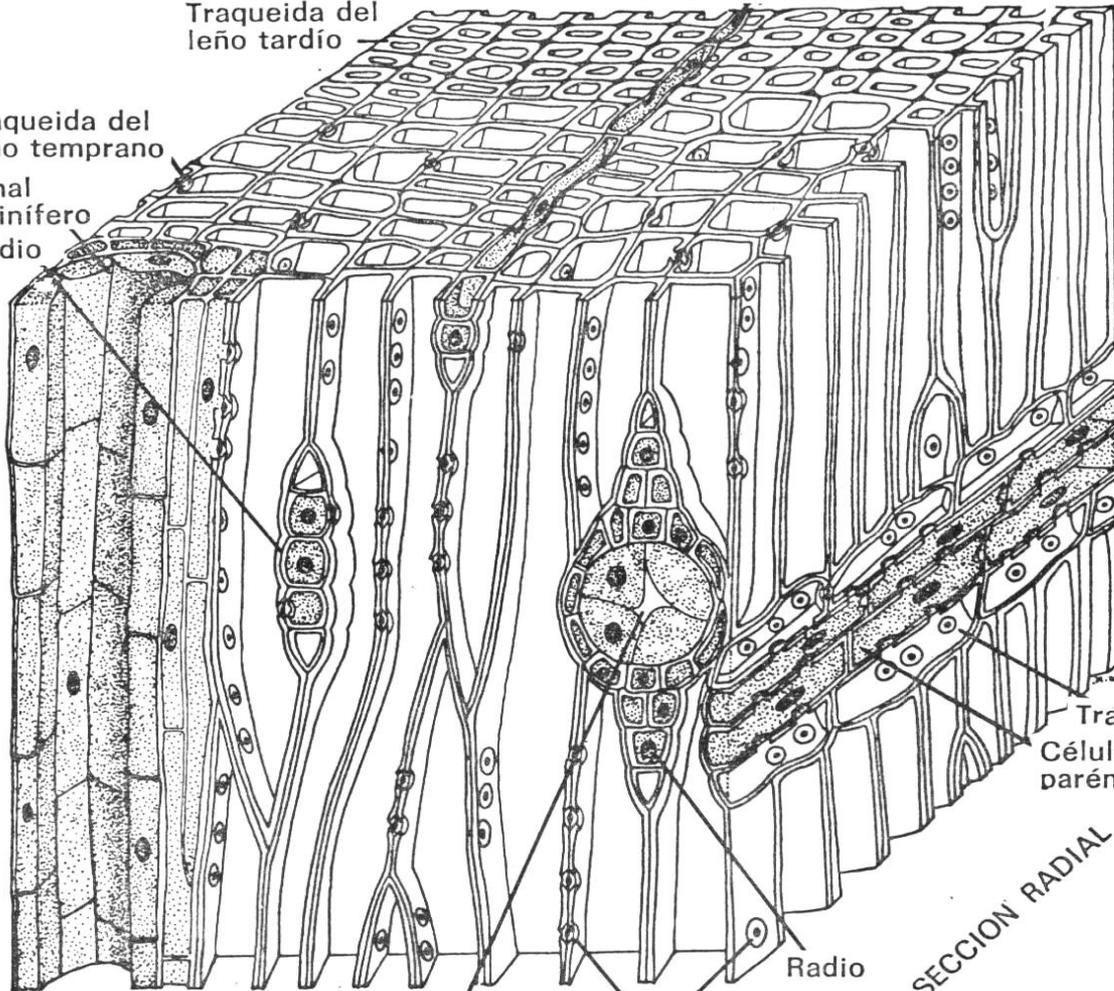
## CONÍFERAS

SECCION TRANSVERSAL

Radio xilemático

Traqueida del leño tardío

Traqueida del leño temprano  
Canal resinífero  
Radio



Punteadura tipo pinoide II

SECCION TANGENCIAL

Canal resinífero Punteaduras areoladas

Radio

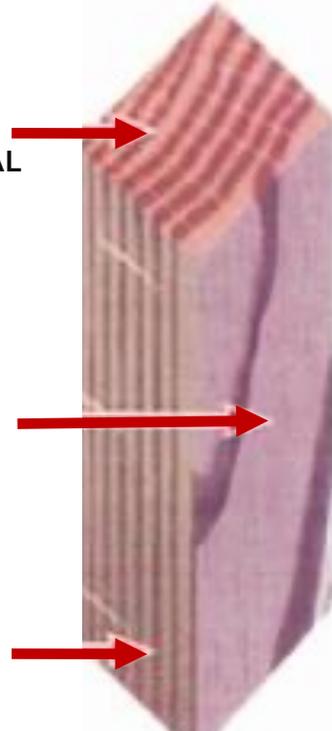
SECCION RADIAL

Traqueida radial  
Célula del parénquima radial

SECCIÓN TRANSVERSAL

SECCIÓN TANGENCIAL

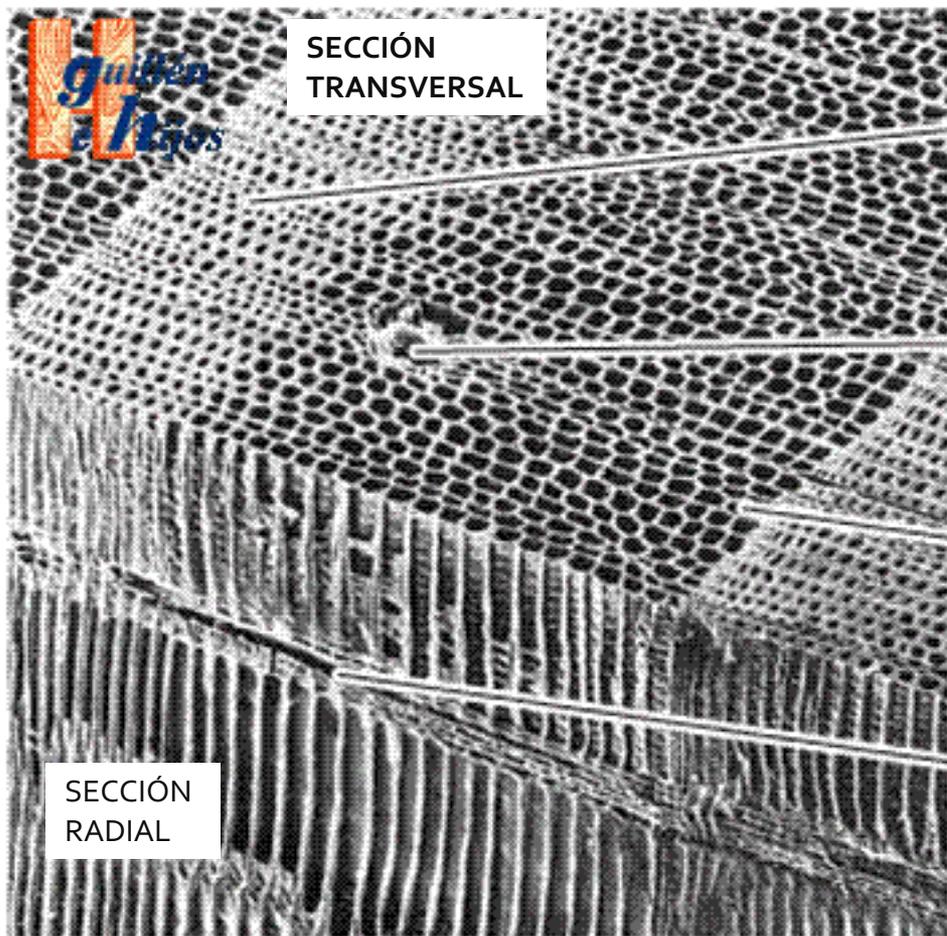
SECCIÓN RADIAL



[www.efn.uncor.edu](http://www.efn.uncor.edu)

# ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

## CONÍFERAS



SECCIÓN  
TRANSVERSAL

100 μm

TRAQUEIDAS: madera de verano

CANAL RESINÍFERO

TRAQUEIDAS:  
madera de primavera

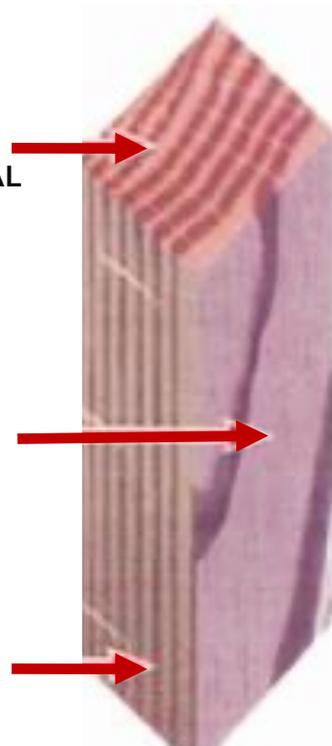
RADIO  
LEÑOSO

SECCIÓN  
RADIAL

SECCIÓN  
TRANSVERSAL

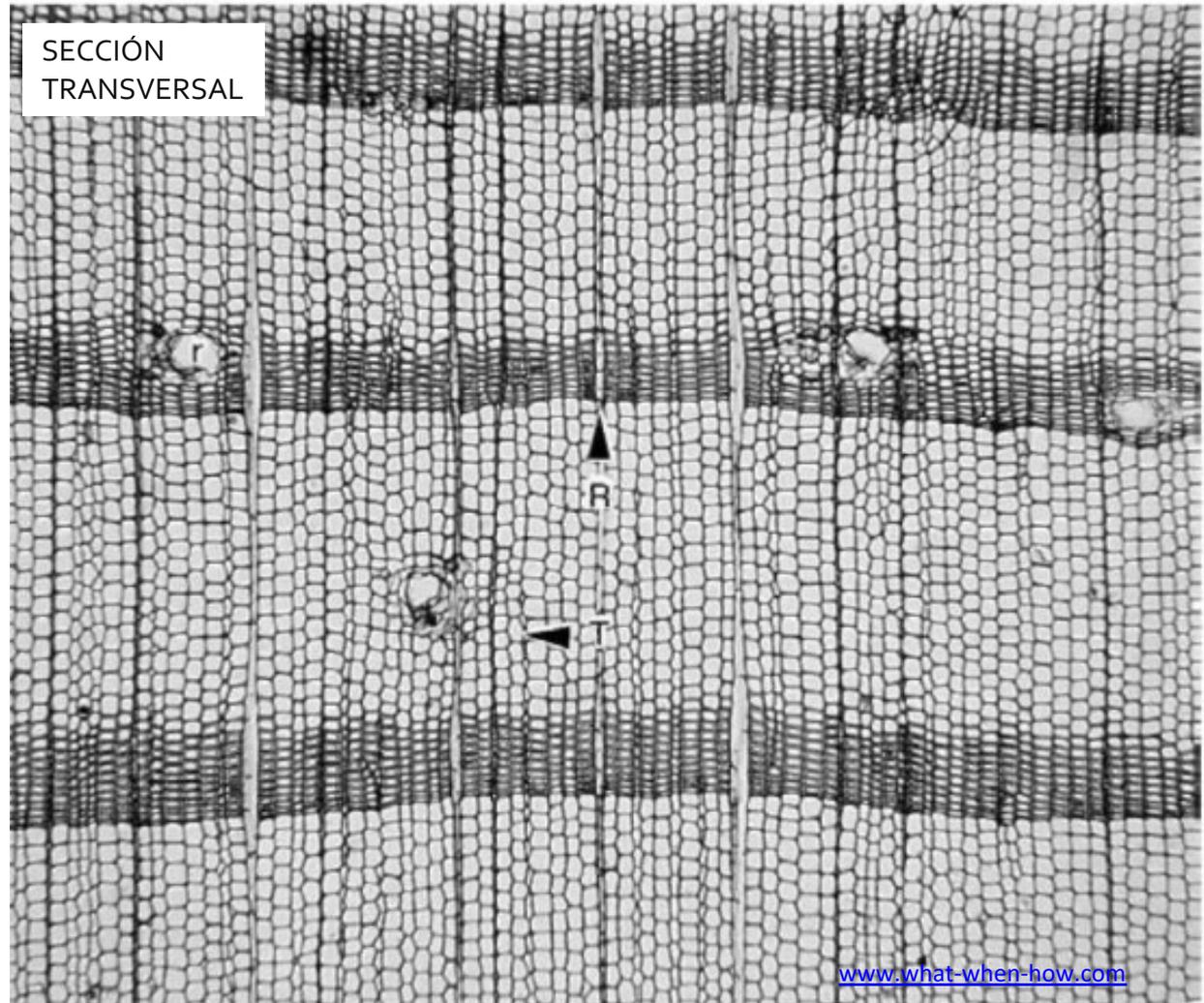
SECCIÓN  
TANGENCIAL

SECCIÓN  
RADIAL



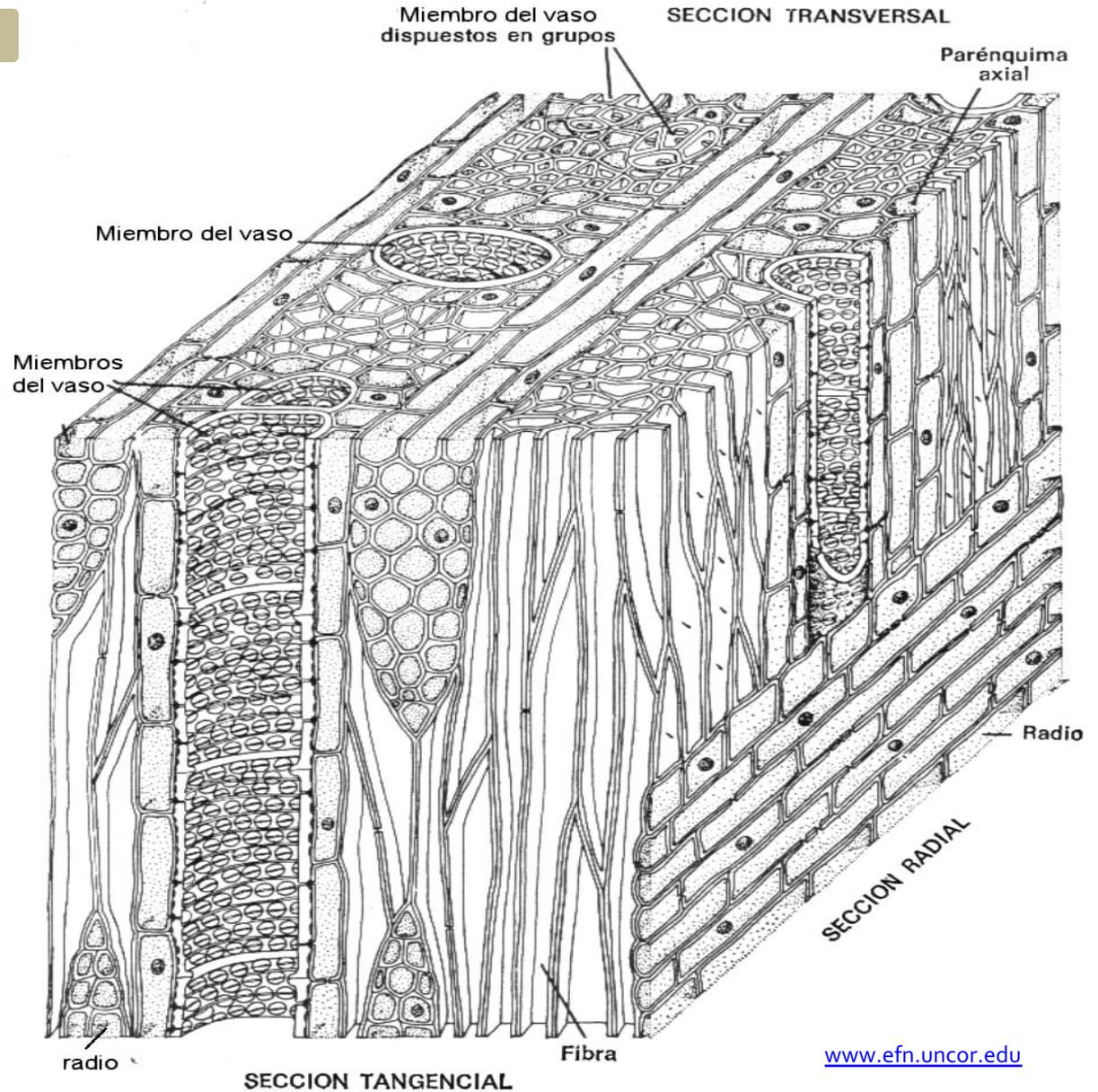
ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

CONÍFERAS



# ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

## FRONDOSAS



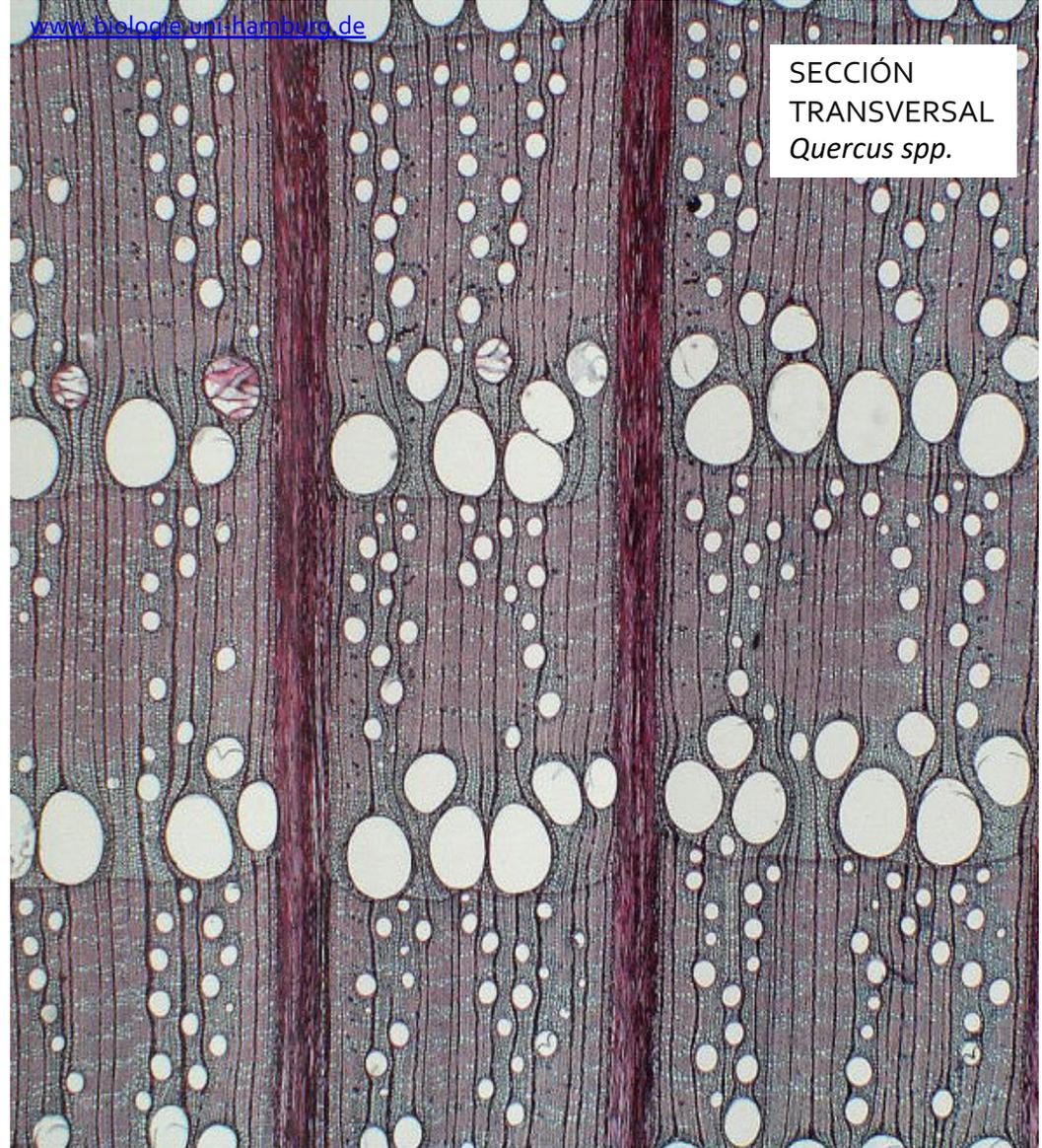
[www.efn.uncor.edu](http://www.efn.uncor.edu)

## ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

### FRONDOSAS



Haneka et al., 2009



SECCIÓN  
TRANSVERSAL  
*Quercus* spp.

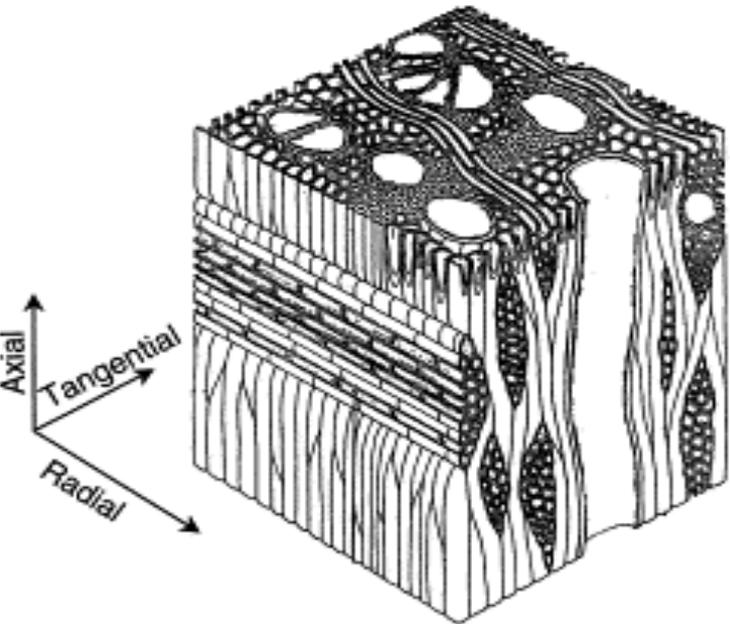
1. Especies
2. Anatomía de la madera
3. Estructura macroscópica
4. Estructura microscópica
5. Estructura sub-microscópica

## **2.1. Anatomía y especies**

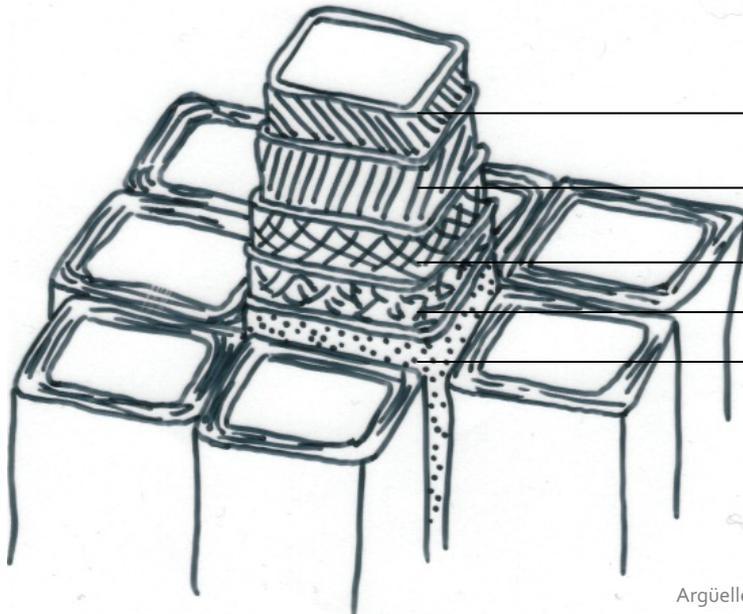
ESTRUCTURA SUB-MICROSCÓPICA

| CONSTITUCIÓN DE LA PARED CELULAR |                      | Formada por:                   | Comportamiento:               |
|----------------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| LAMINILLA MEDIA                  |                      | Lignina                        | Isótropo                      |
| PARED PRIMARIA                   |                      | Celulosa y lignina desordenada | Anisótropo                    |
| PARED SECUNDARIA                 | Capa exterior (S1)   | Microfibrillas<br>celulosa     | Ayudan soportar la compresión |
|                                  | Capa intermedia (S2) |                                | Resiste bien la tracción      |
|                                  | Capa interior (S3)   |                                | Ayudan soportar la compresión |

PARED CELULAR DE UNA FIBRA DE MADERA:



[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

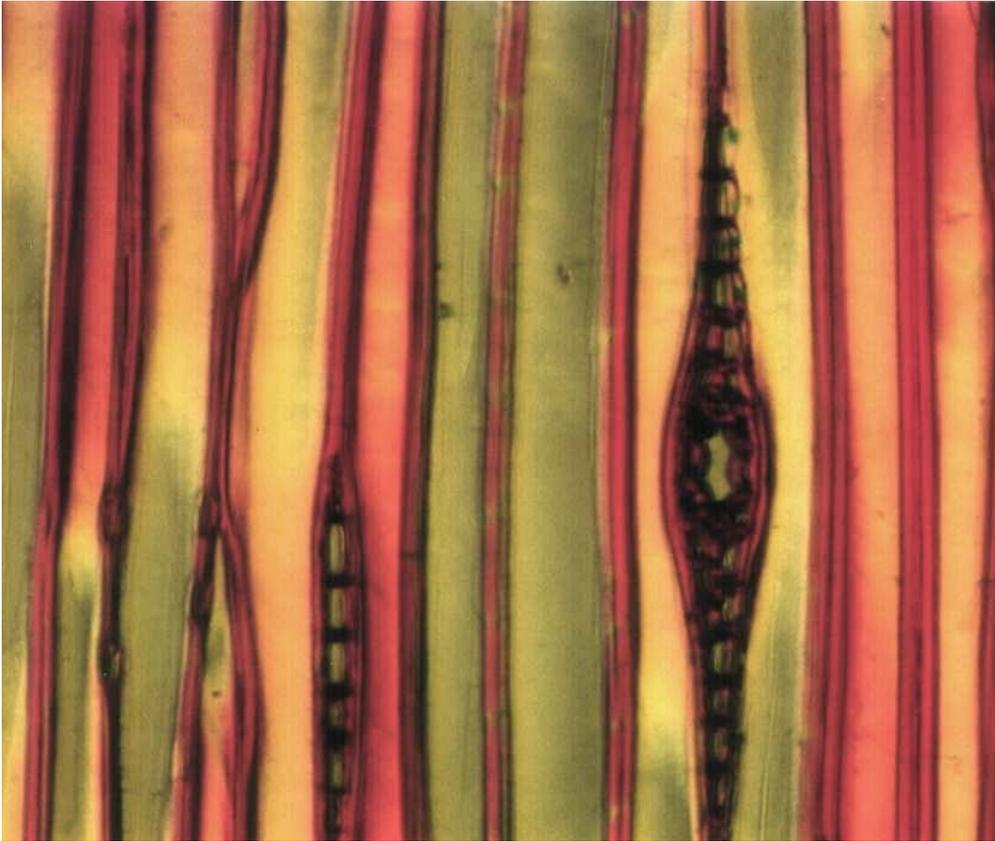


- Capa S3 (sin orden)
- Capa S2 (5-20°)
- Capa S1 (50-70°)
- Pared primaria
- Laminilla media

Argüelles y Arriaga, 2000

## BIBLIOGRAFÍA:

- Argüelles Álvarez, R.; Arriaga Martitegui, Francisco ; Martínez Calleja, Juan José (2000). Estructuras de madera. Diseño y cálculo. AITIM, Madrid .ISBN 84-87381-17-0
- GT-2 – Grupo técnico de madera aserrada de eucalipto GT2- (2004). Propiedades mecánicas de *Eucalyptus grandis* H. del norte de Uruguay. Informe nº 4
- Haneka, K; Cufar, K; Beeckman, H. (2009). Oaks, tree-rings and wooden cultural heritage: a review of the main characteristics and applications of oak dendrochronology in Europe. Journal of Archaeological Science, V.36, 1, pp.1-11
- Mayhead, G. J. (2008). Juvenile wood: problems. Woody Biomass. News and information on woody biomass utilization in California. [www.ucanr.edu](http://www.ucanr.edu)
- Moglia, J. G\*; Venturini, M.; Gerez, R. (2011). Relación entre el radio de duramen y algunas magnitudes alométricas de individuos selectos de *Eucalyptus camaldulensis* en Santiago del Estero, Argentina. Boletín del CIDEU 10: 107-117 .ISSN 1885-5237



GRACIAS POR  
LA ATENCIÓN