

# ESTRUCTURAS DE MADERA

## 2.1. Anatomía y especies

FACULTAD DE  
INGENIERIA



# 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

## 2.1. ANATOMÍA Y ESPECIES

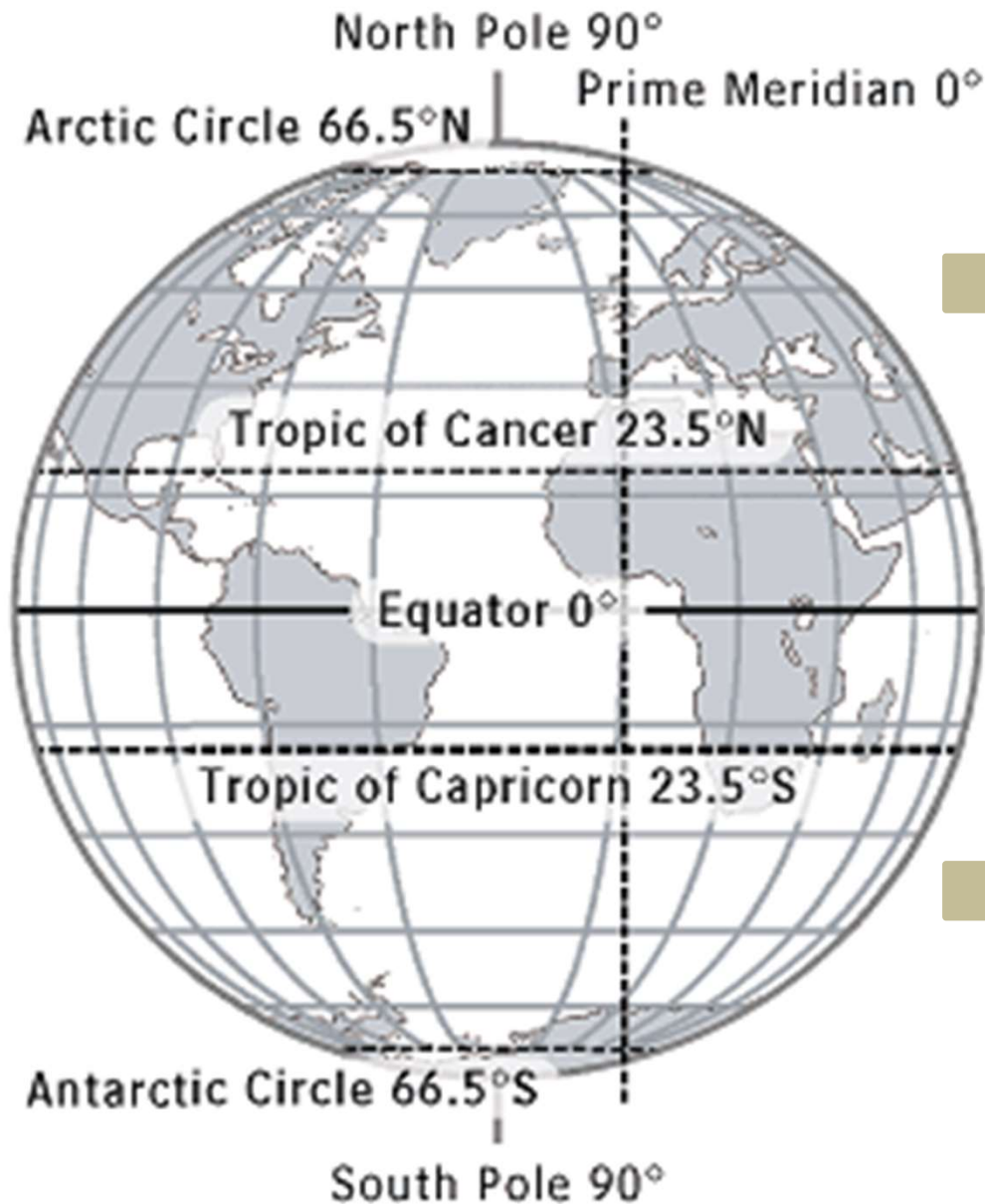
Arguelles y Arriaga, 2000

16.000 ESPECIES MADERERAS

2.000 COMERCIALES

500 CONÍFERAS

1.500 FRONDOSAS



FRONDOSAS BOREALES

FRONDOSAS TROPICALES

FRONDOSAS AUSTRALES

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

ESPECIES MADERERAS

CONÍFERAS / SOFTWOOD (ej. Pino)



FRONDOSAS / HARDWOOD / DECIDUOUS (ej. Ceibo)



<http://floradeluruguay.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



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

PINOPSIDA

GINGKGOPSIDA



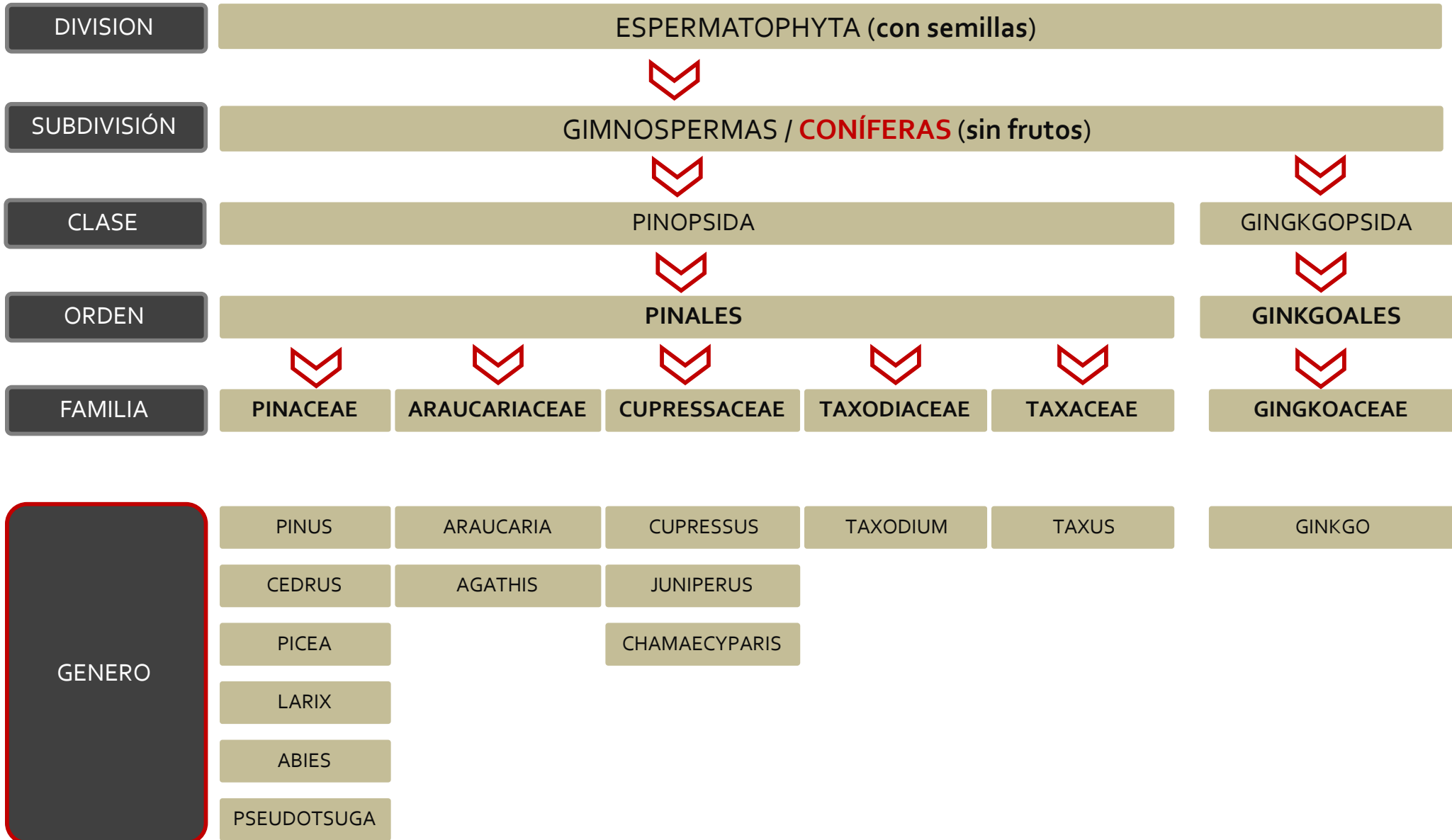
ORDEN

PINALES

GINGKGOALES



# TAXONOMIA



## TAXONOMIA

DIVISION

ESPERMATOPHYTA (con semillas)



SUBDIVISIÓN

GIMNOSPERMAS / **CONÍFERAS** (sin frutos)



CLASE

PINOPSIDA

GINGKGOPSIDA



ORDEN

PINALES

GINKGOALES



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 / **FRONDOSAS** (con flores y frutos)



CLASE

MAGNOLIOPSIDA / **DICOTILEDÓNEAS** (plantas leñosas)



ORDEN

FAGALES

CASUARINALES

LAURALES



FAMILIA

FAGACEAE

JUGLANDACEAE

BETULACEAE

CASUARINACEAE

LAURACEAE

GENERO

CASTANEA

JUGLANS

BETULA

CASUARINA

LAURUS

FAGUS

CARYA

ALNUS

QUERCUS

CARPINUS

CORYLUS

ESPECIES

*Castanea sativa*  
*Castanea crenata*  
*Fagus sylvatica*  
*Quercus robur*  
*Quercus suber*

*Juglans regia*  
*Juglans nigra*  
*Carya illioinensis*

*Betula celtiberica*  
*Betula tremula*  
*Alnus glutinosa*  
*Carpinus betulus*  
*Corylus avellana*

*Casuarina cunninghamia*

*Laurus nobilis*

# 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	LIROIDENDRON
	MALUS				
	PRUNUS				
ESPECIES	<i>Pyrus communis</i> <i>Malus domestica</i> <i>Prunus avium</i> <i>Rosa chinensis</i>	<i>Ulmus minor</i> <i>Ulmus glabra</i>	<i>Populus nigra</i> <i>Populus alba</i> <i>Salix viminalis</i> <i>Salix babilonica</i>	<i>Eucaliptus grandis</i> <i>Eucaliptus globulus</i> <i>Myrtus communis</i>	<i>Magnolia grandiflora</i> <i>Liriodendron tulipifera</i>

# Plantaciones en Uruguay

## 2.1. ANATOMÍA Y ESPECIES

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



## 2.1. ANATOMÍA Y ESPECIES

PLANTACIONES FORESTALES URUGUAY

GENERO:

EUCALYPTUS

*Eucalyptus 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-medicina.es](http://www.canal-medicina.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

NOMBRE COMÚN

NOMBRE CIENTÍFICO

ESPINILLO

*Acacia caven*

CEIBO

*Erythrina crista-galli*



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

## 2.1. ANATOMÍA Y ESPECIES

### 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

*Acacia caven*

CEIBO

*Erythrina crista-galli*

IBIRÁ-PITÁ

*Peltophorum dubium*

TALA

***Celtis tala (C.espinosa)***

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



[www.guayubira.org.uy](http://www.guayubira.org.uy)

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	<b><i>Eugenia uniflora</i></b>

Uso: ornamental, fruto



## 2.1. ANATOMÍA Y ESPECIES

### 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

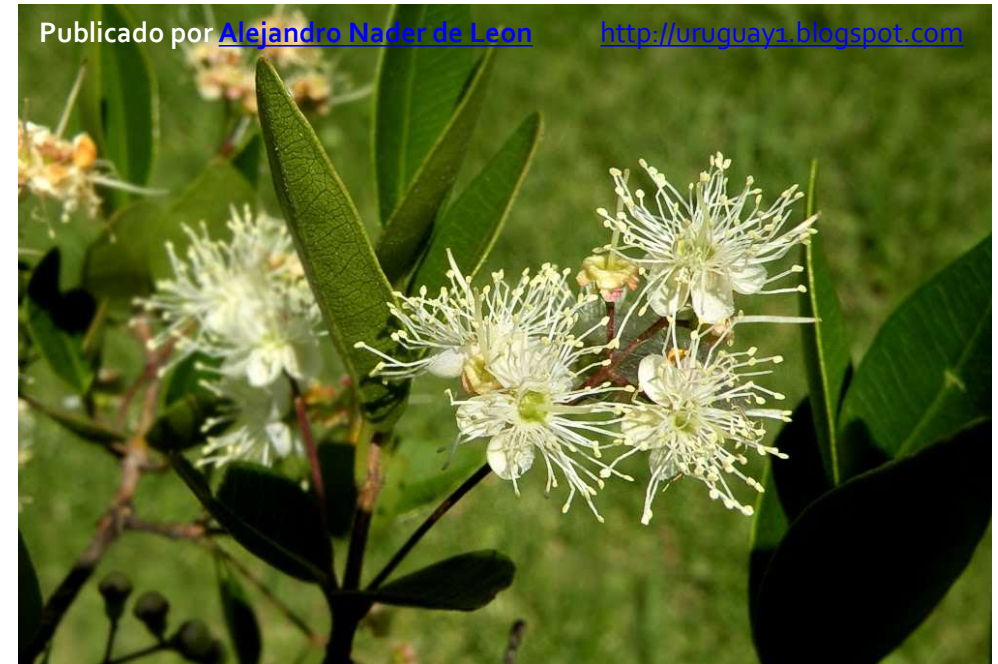
*Celtis tala (C. espinosa)*

PITANGA

*Eugenia uniflora*

**GUAYABO COLORADO**

***Myrcianthes cisplatensis***



**Uso:** ornamental por la fragancia de sus flores



## 2.1. ANATOMÍA Y ESPECIES

### 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>



**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

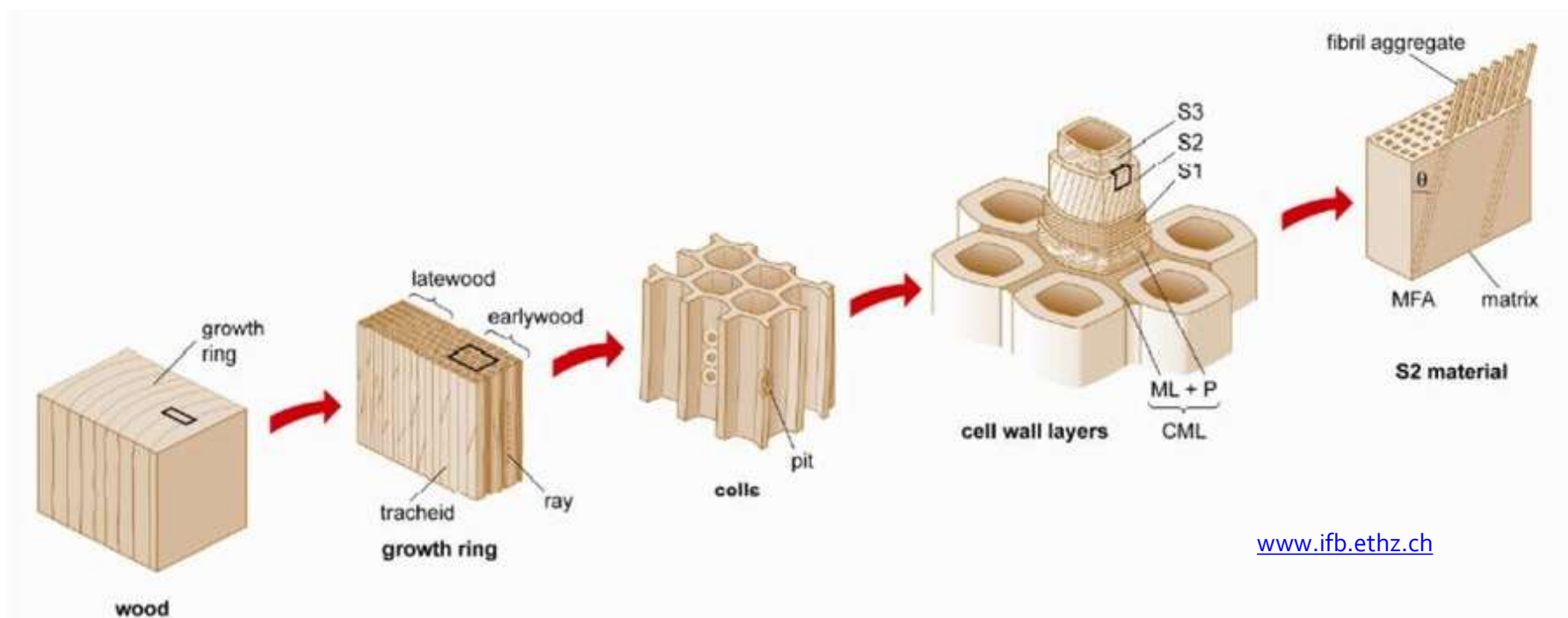
Resistencia de la madera

Estructura microscópica

Rigidez de la madera

Estructura sub-microscópica

Pared celular: movimientos de agua en la madera

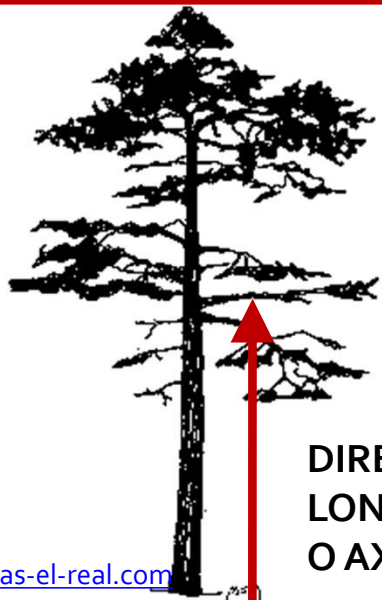


1. Especies
2. Anatomía de la madera
3. Estructura macroscópica
4. Estructura microscópica
5. Estructura sub-microscópica

## 2.1. Anatomía y especies

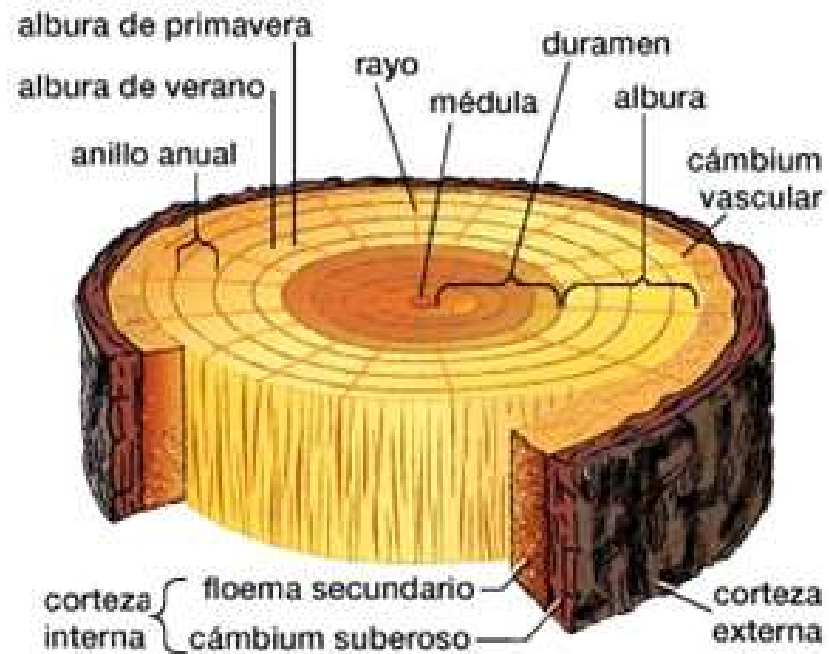
Estructura del  
tronco del árbol

## 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

CAMBIO

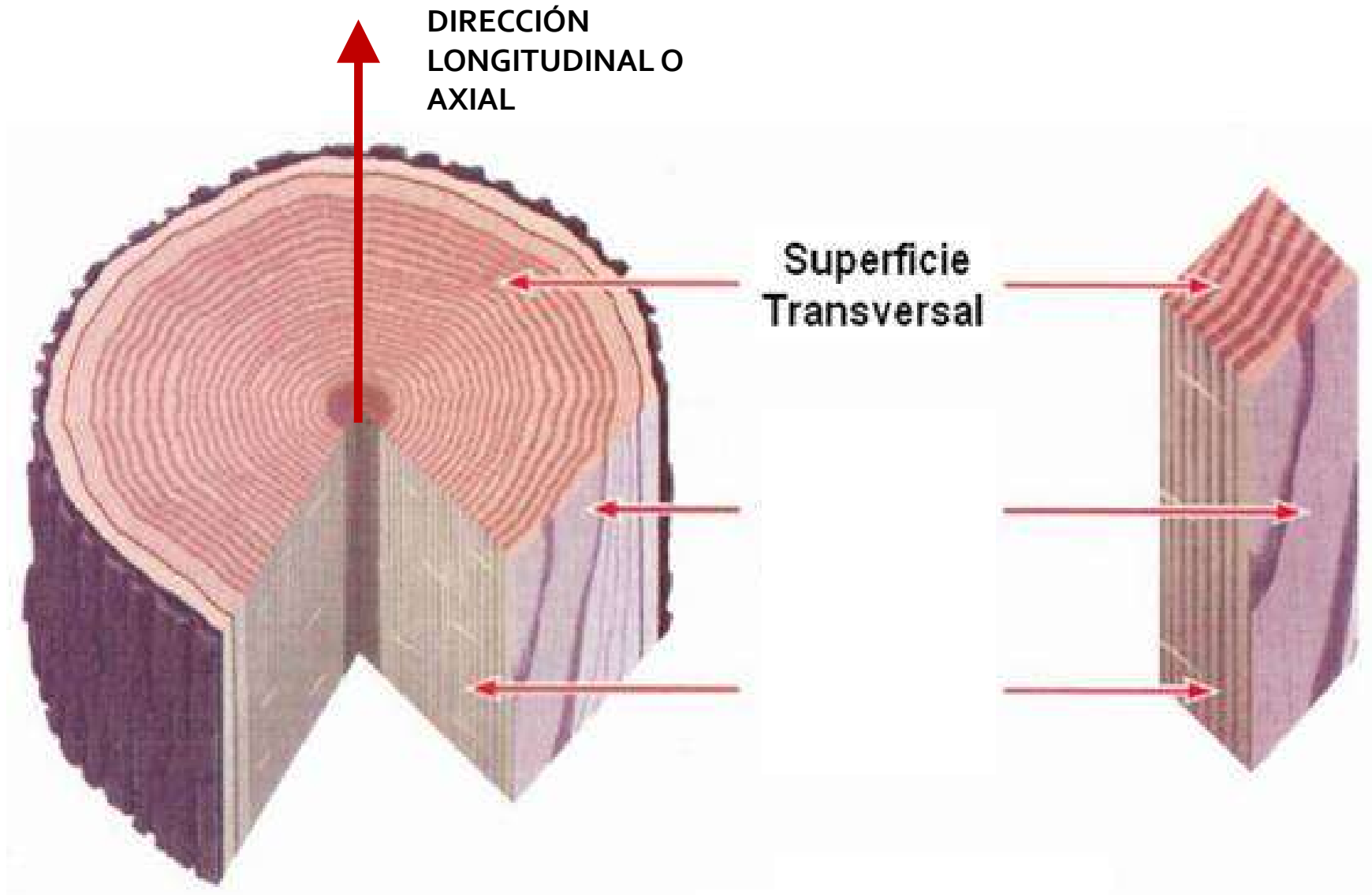
MADERA DE ALBURA

MADERA DE DURAMEN



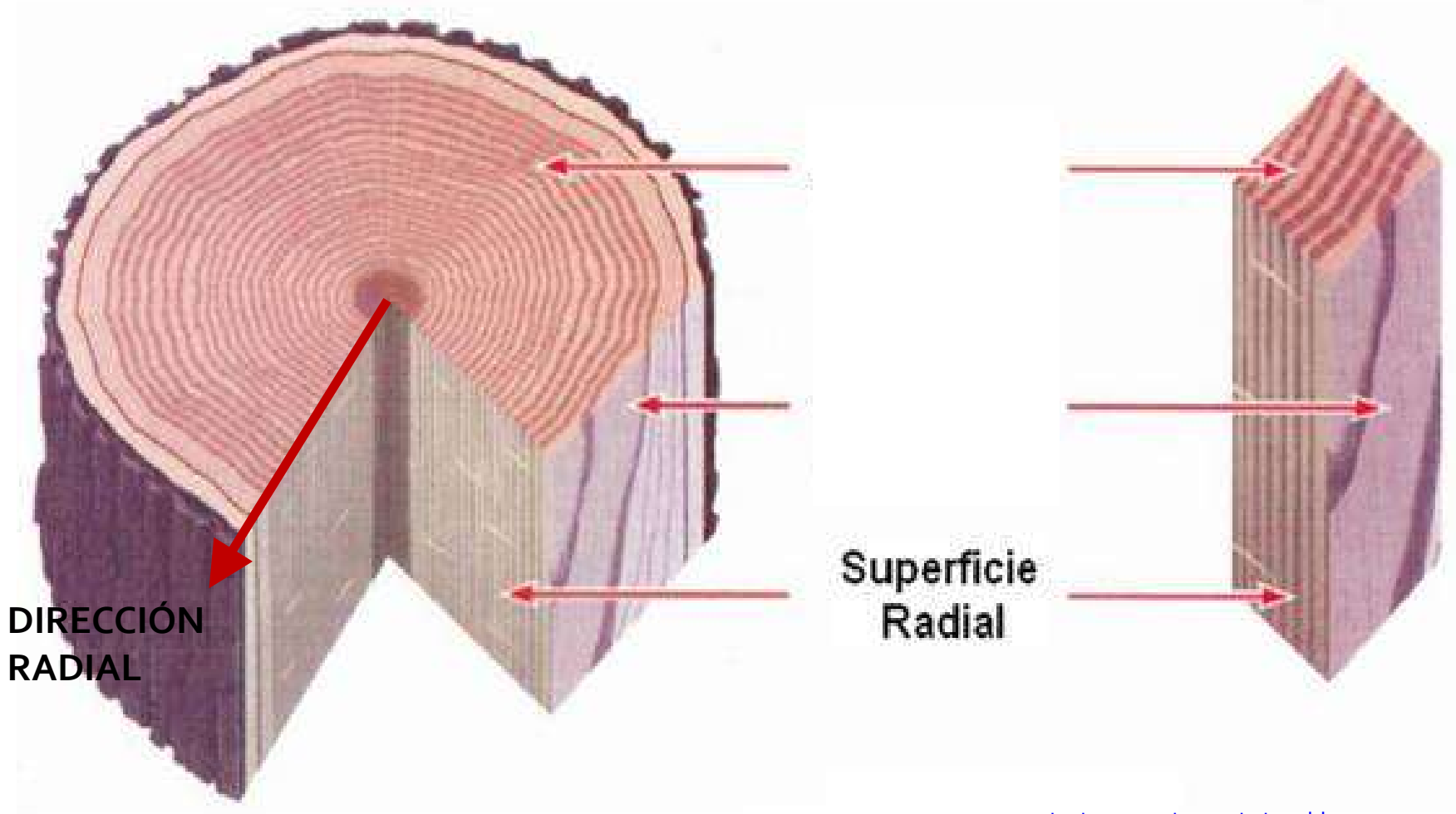
Planos de corte de  
un árbol

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO



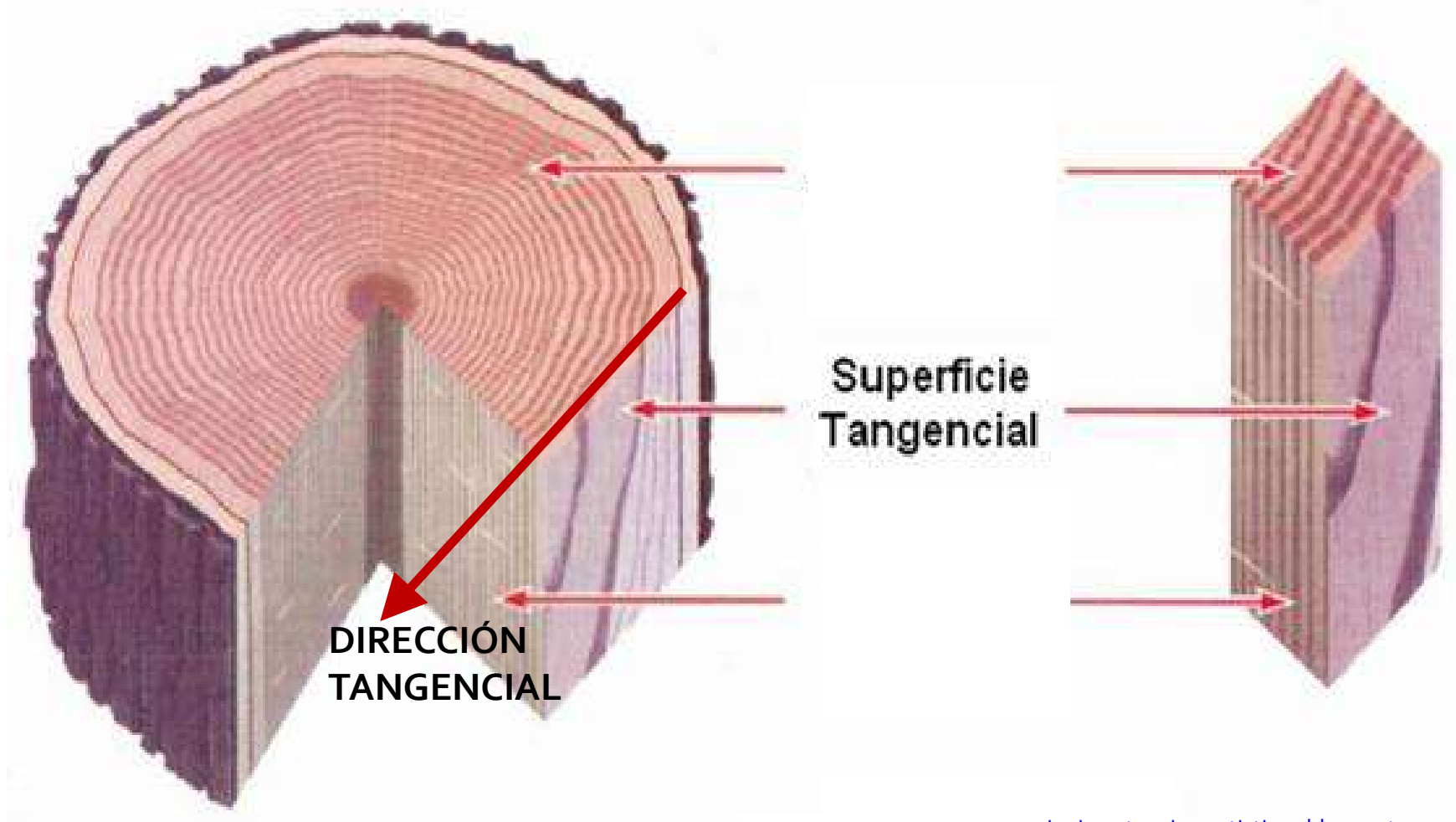
[jenicorstecnicasartisticas.blogspot.com](http://jenicorstecnicasartisticas.blogspot.com)

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO



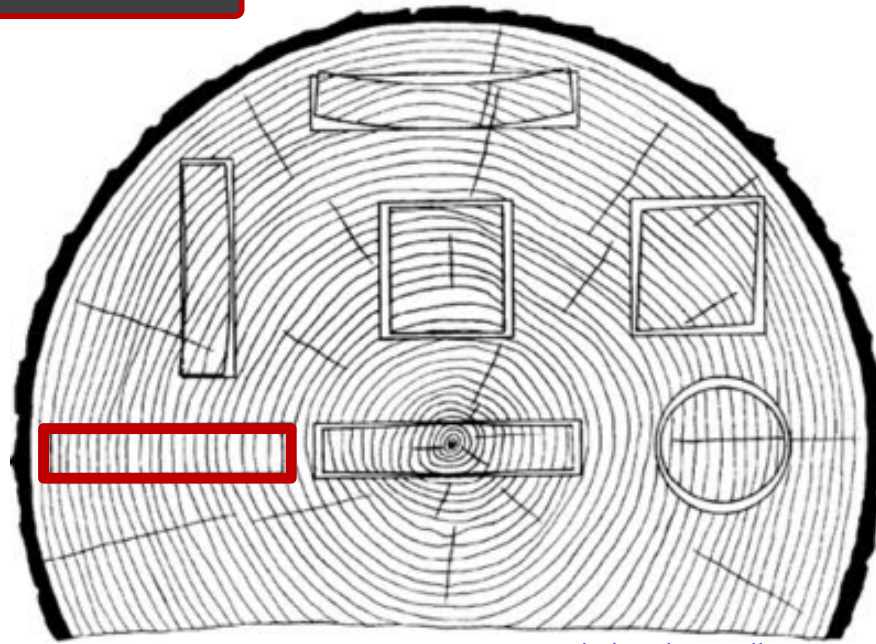
[jenicorstecnicasartisticas.blogspot.com](http://jenicorstecnicasartisticas.blogspot.com)

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO



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

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO

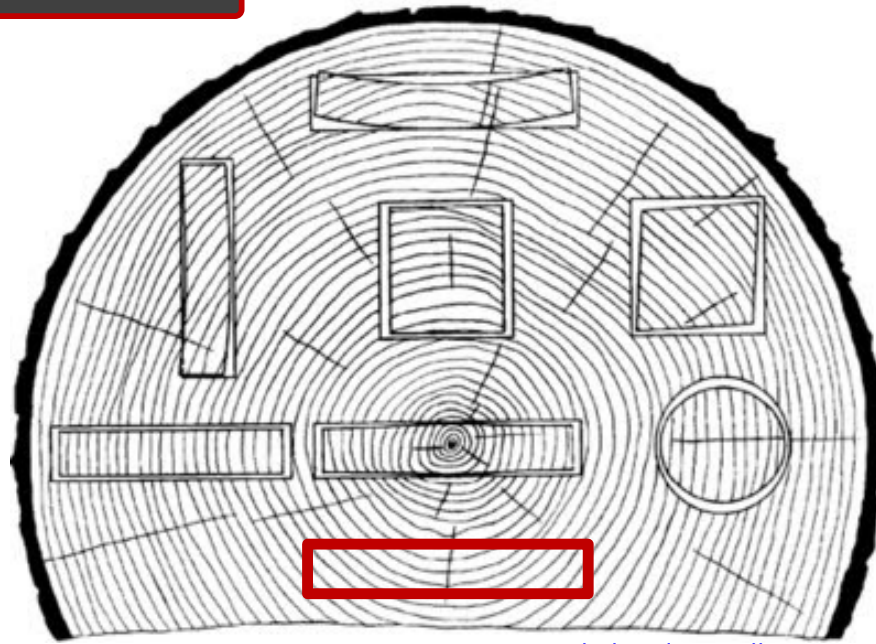


[www.ledyardsawmill.org](http://www.ledyardsawmill.org)

CORTE RADIAL



PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO



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

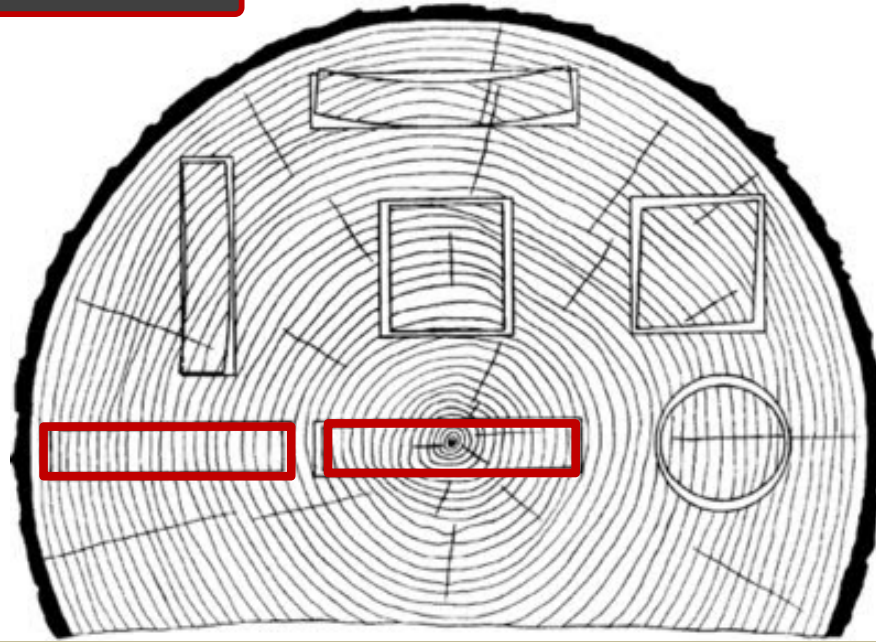
CORTE RADIAL

CORTE TANGENCIAL



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

PLANOS DE CORTE DE UN TRONCO



CORTE RADIAL



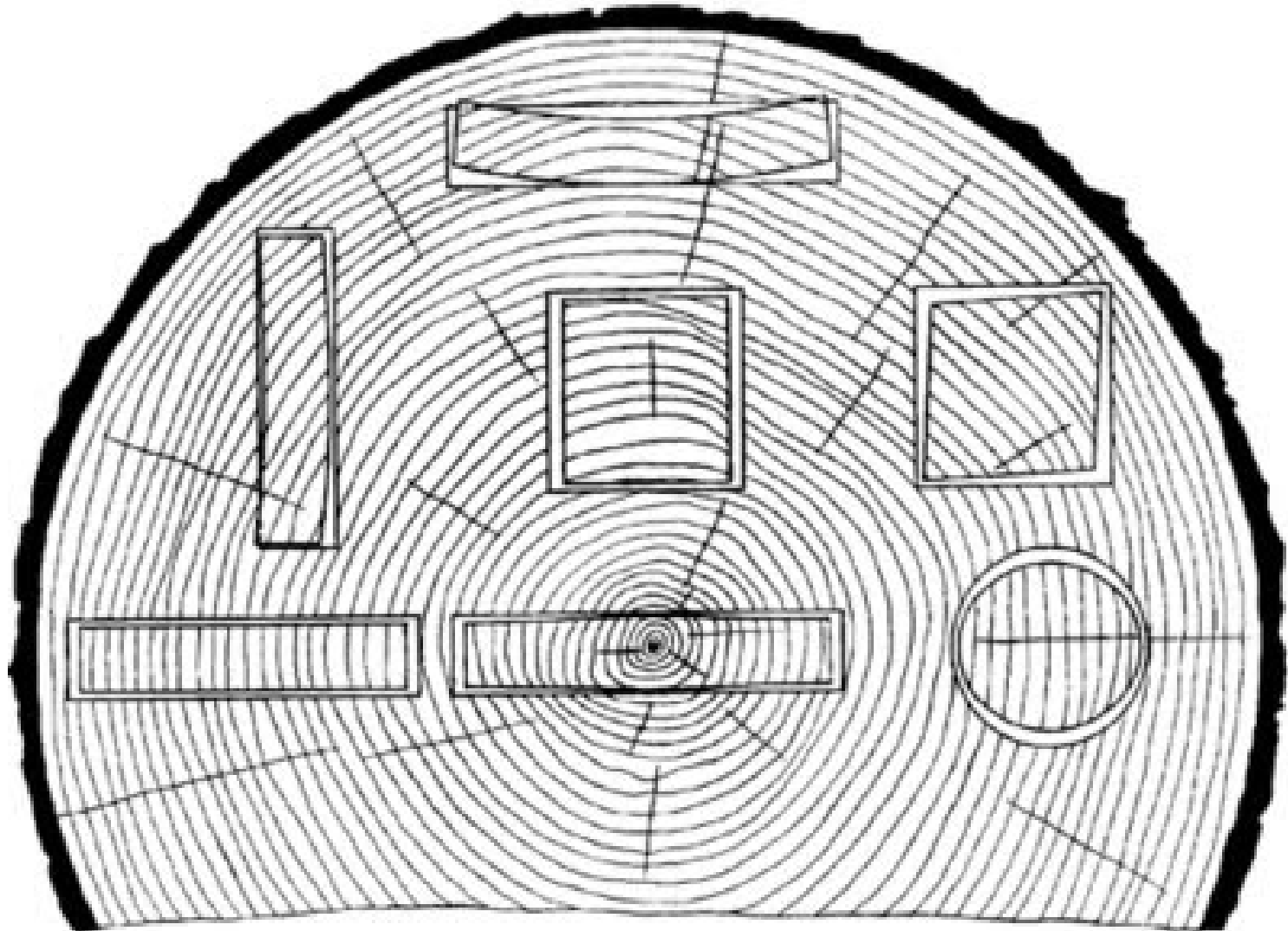
FRONDOSA



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



Anillos de  
crecimiento

CONÍFERAS

CORTE TRANSVERSAL

ANILLOS DE CRECIMIENTO

MADERA DE VERANO

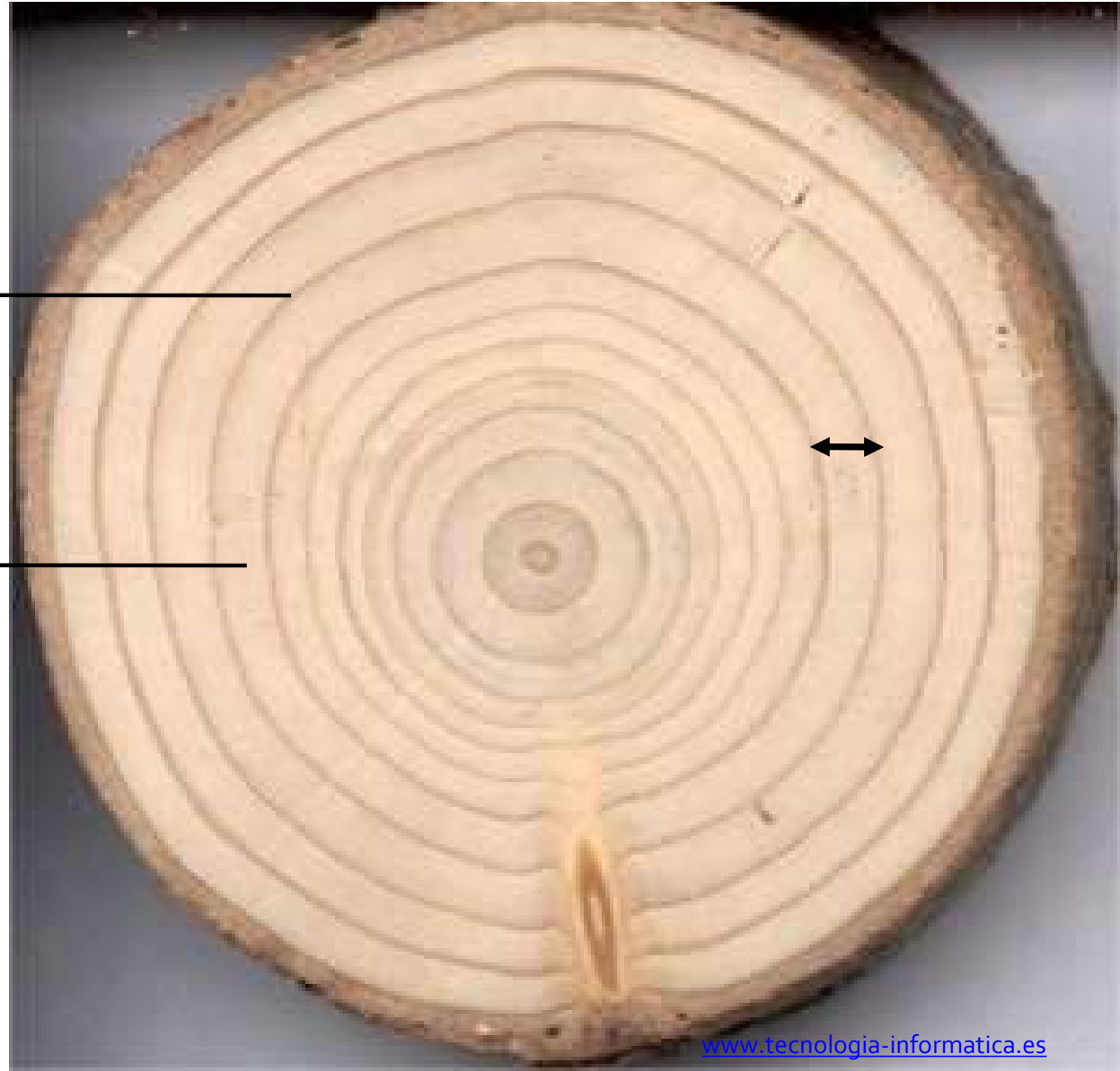
DENSIDAD ELEVADA  
ESPESOR CONSTANTE

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

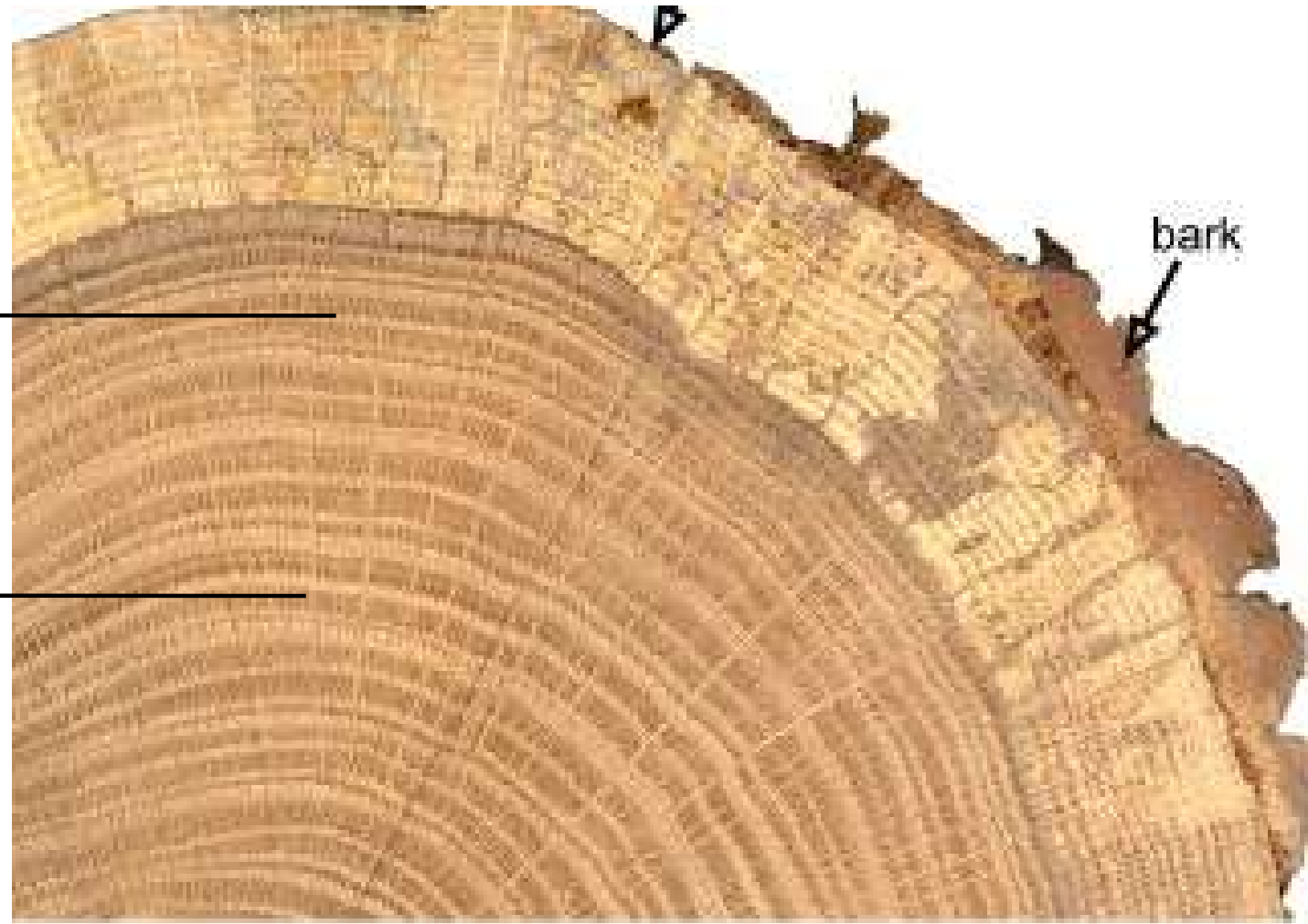
ANILLOS DE CRECIMIENTO

MADERA DE **PRIMAVERA**  
CONCENTRACIÓN DE VASOS  
ESPESOR CONSTANTE

MADERA DE **VERANO**  
MAYOR DENSIDAD  
ESPESOR MAYOR



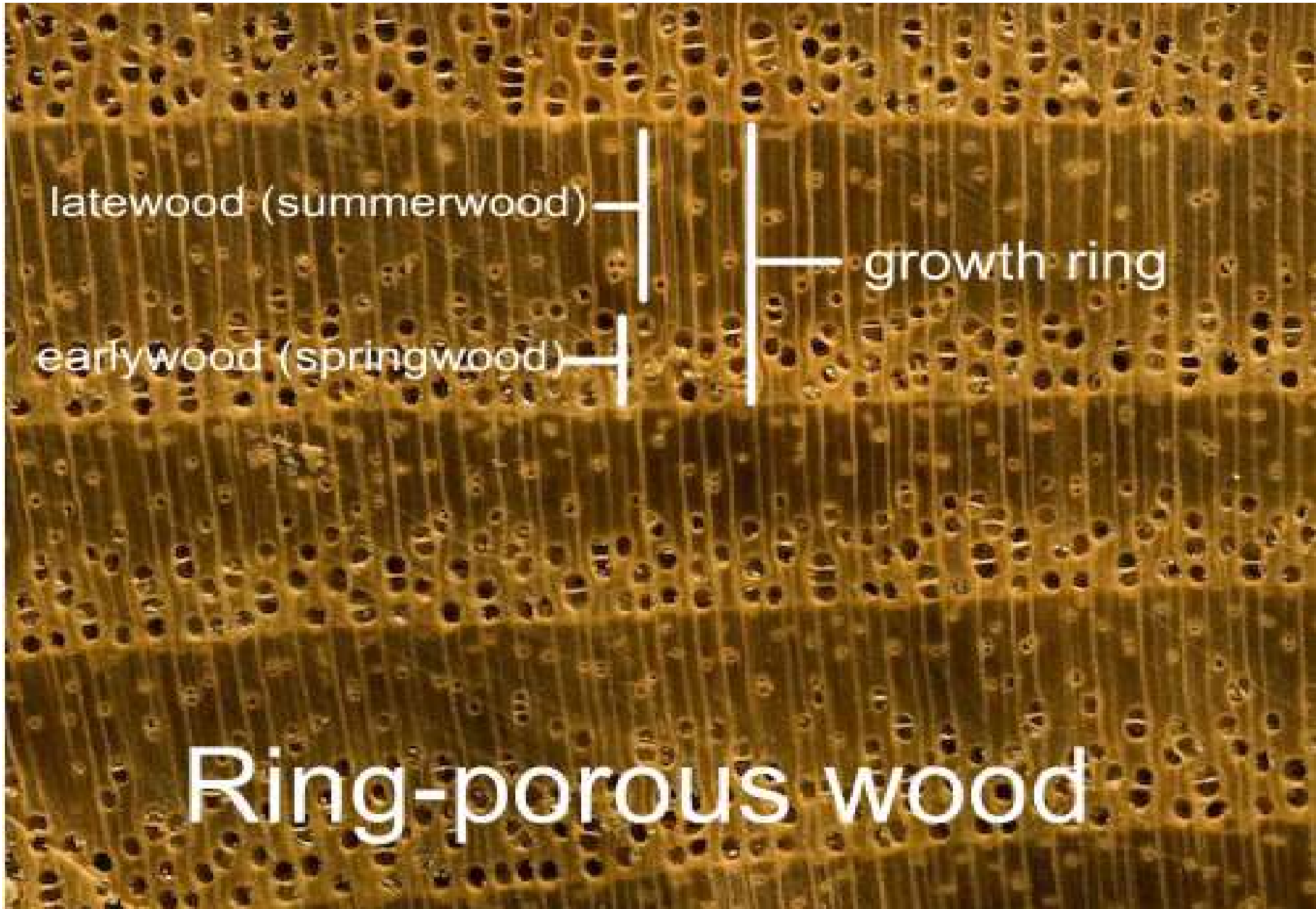
A mayor anchura del anillo de crecimiento, mayor densidad



Haneka et al., 2009

FRONDOSAS ANILLO POROSO

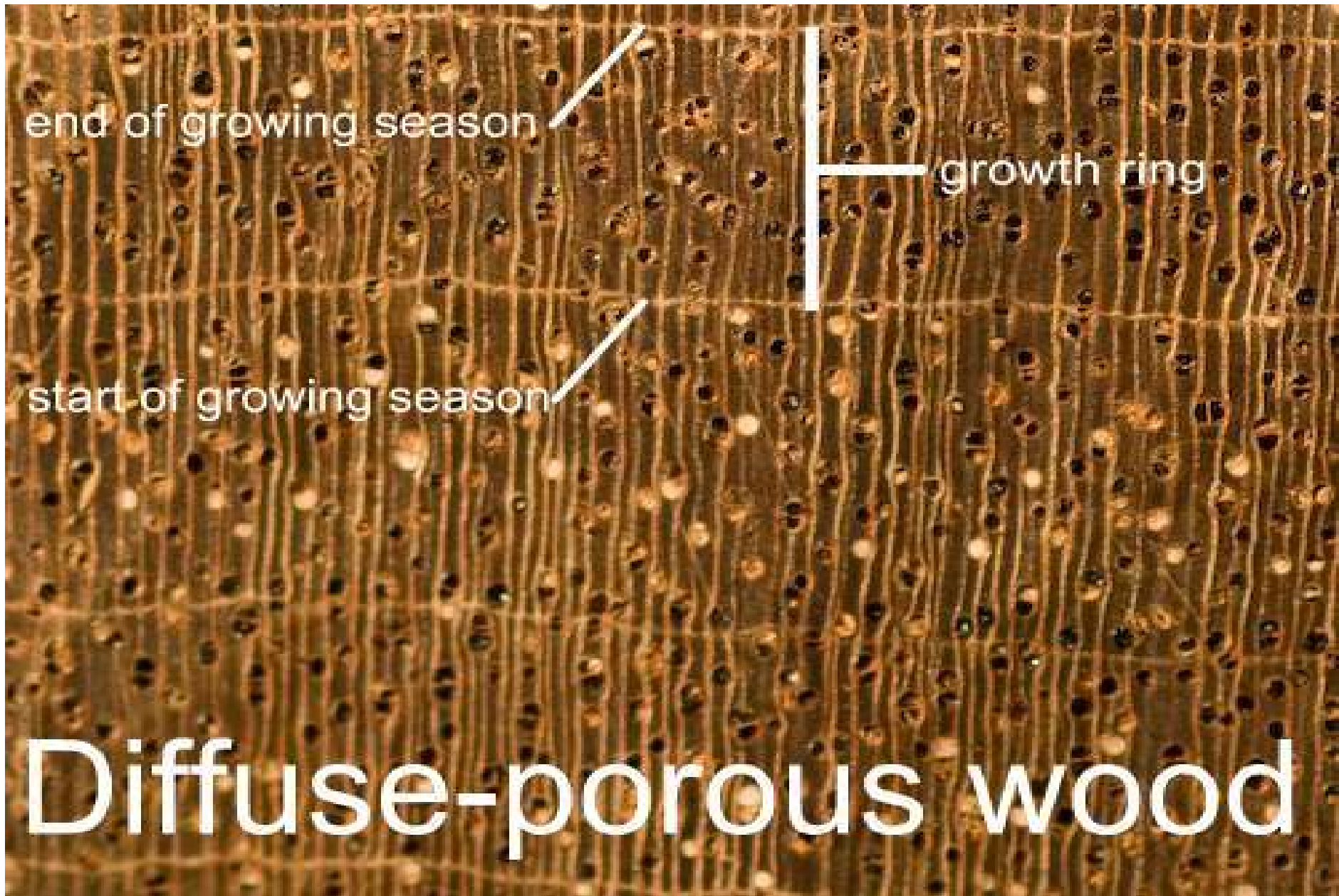
ANILLOS DE CRECIMIENTO



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

FRONDOSAS ANILLO DIFUSO

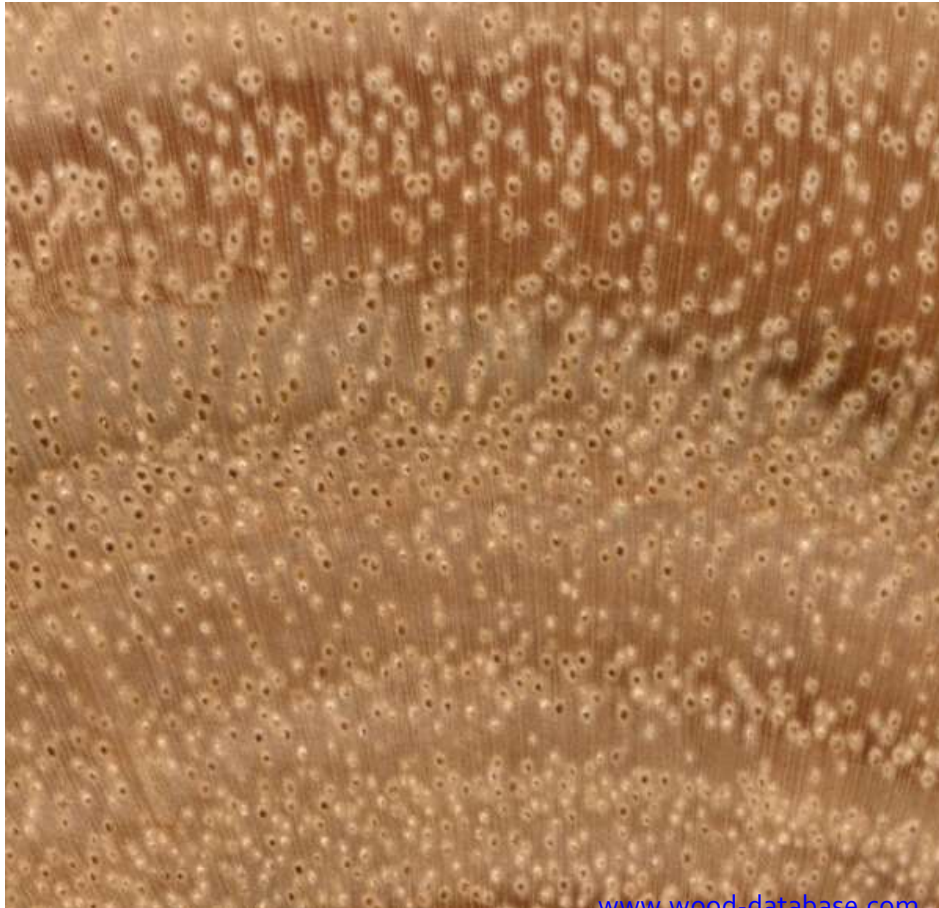
ANILLOS DE CRECIMIENTO



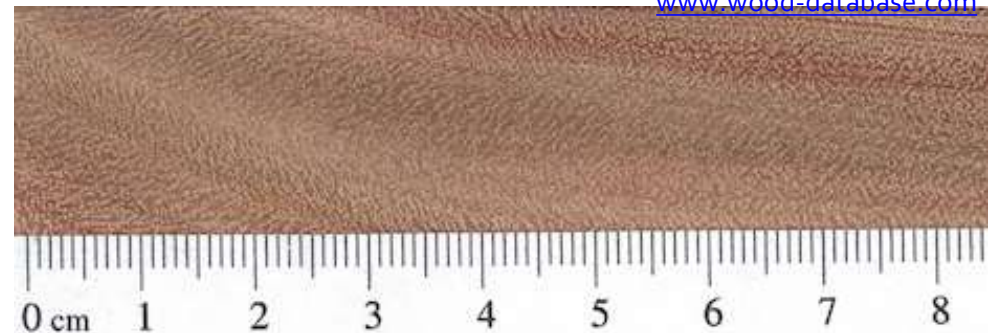
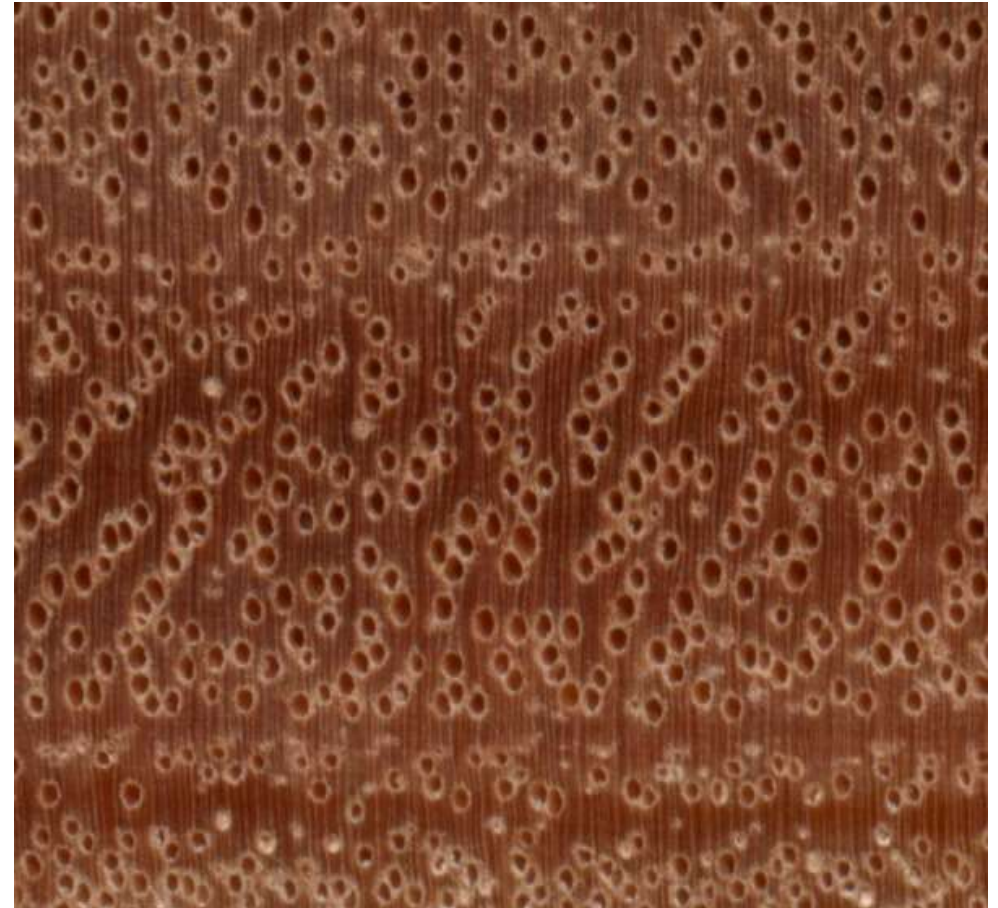
[www.matthewswoodworks.com](http://www.matthewswoodworks.com)

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*)

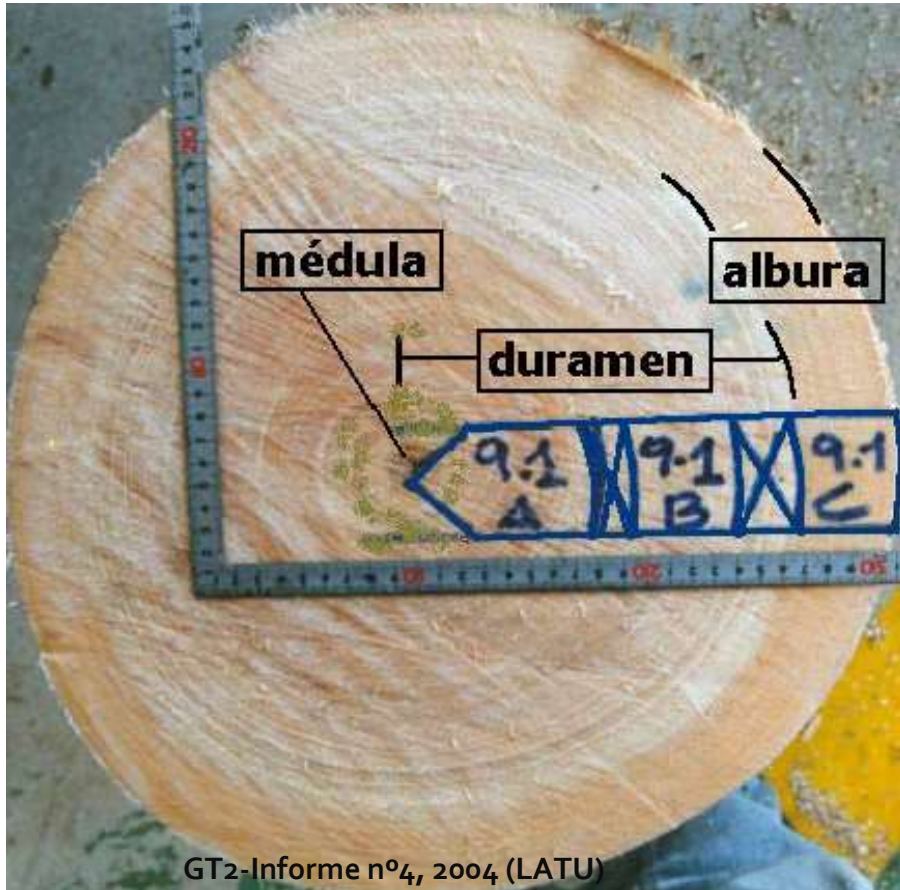
## ALBURA Y DURAMEN

	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*)



ALBURA Y DURAMEN

PINO TAEDA/ELLIOTTII (Uruguay)



# Radios leñosos

RADIOS LEÑOSOS

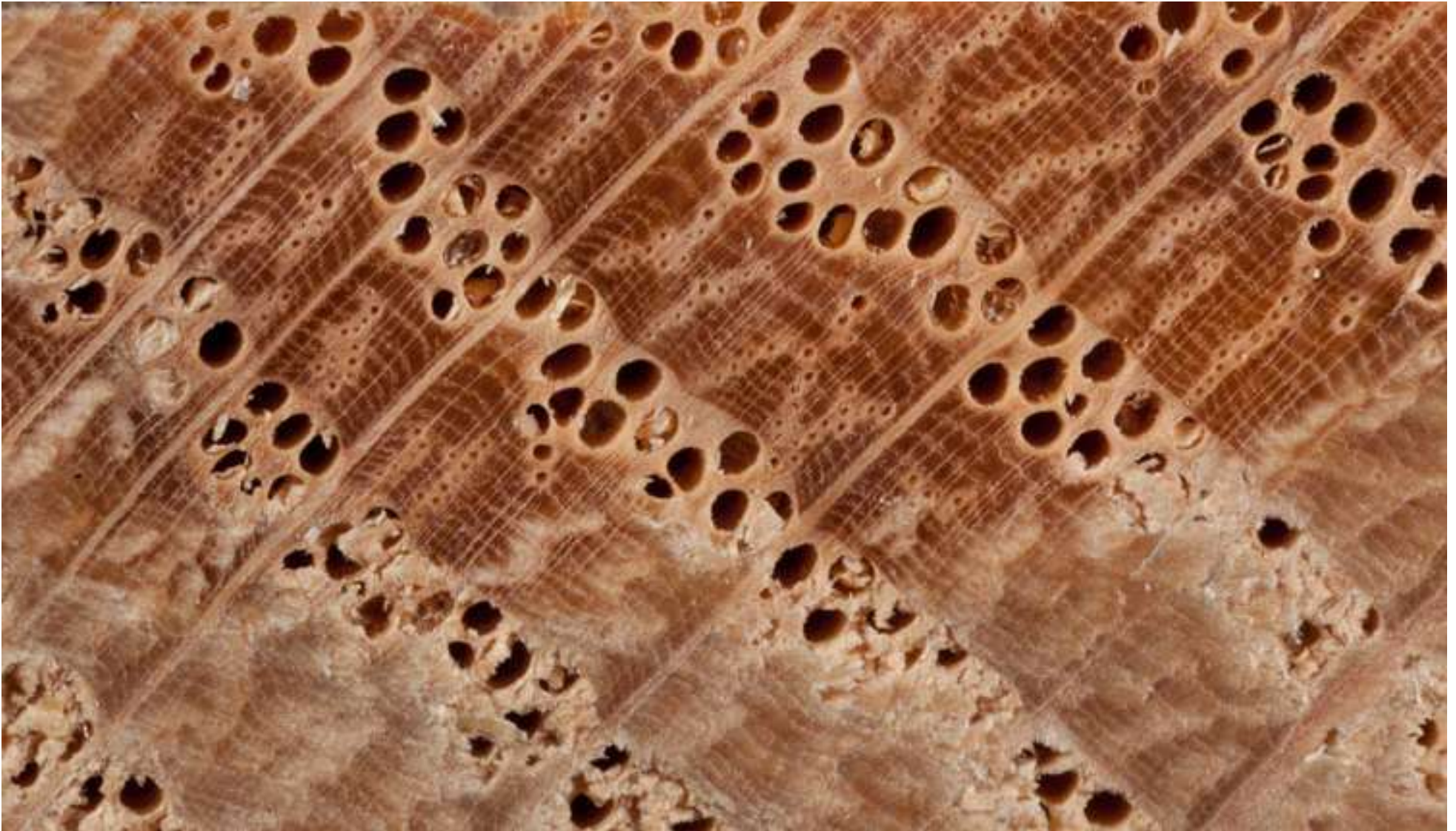


*Oak (Quercus robur) cross section: photo by Sten Porse, 200*

[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

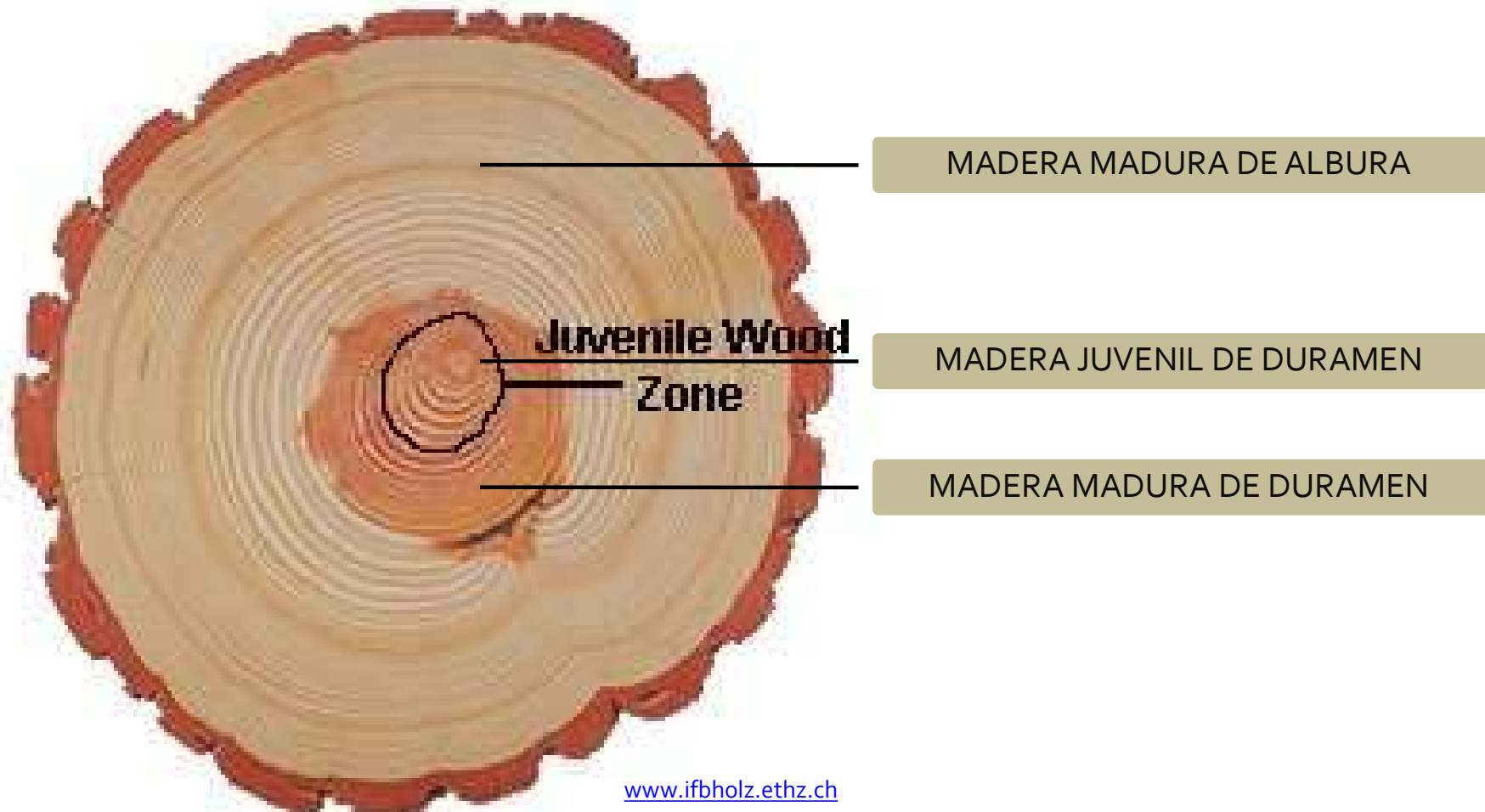
Madera juvenil



## 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

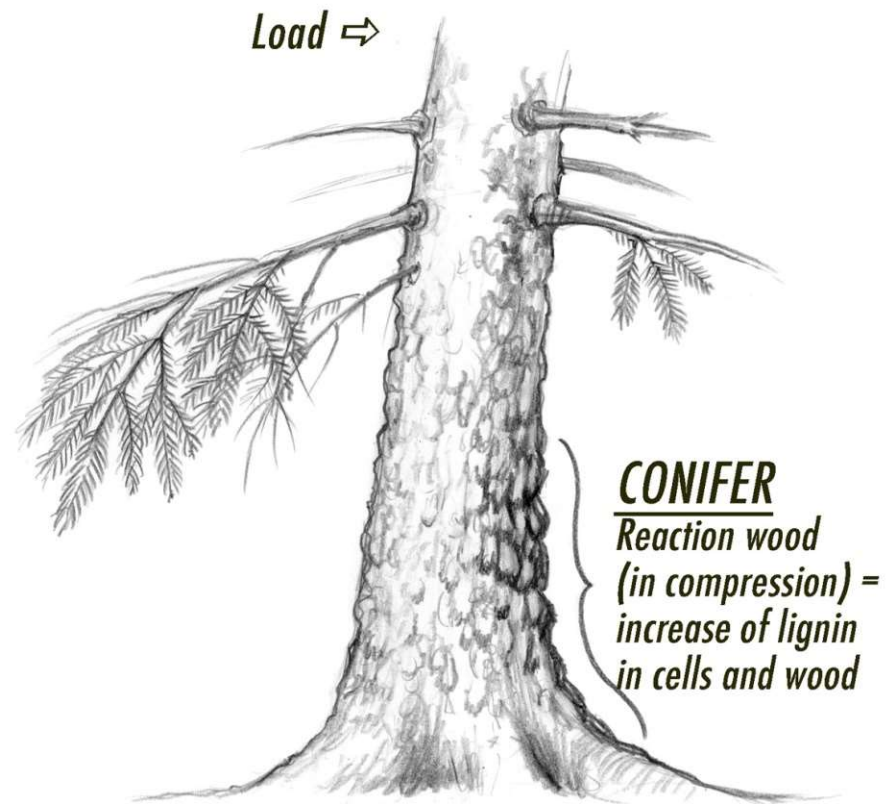
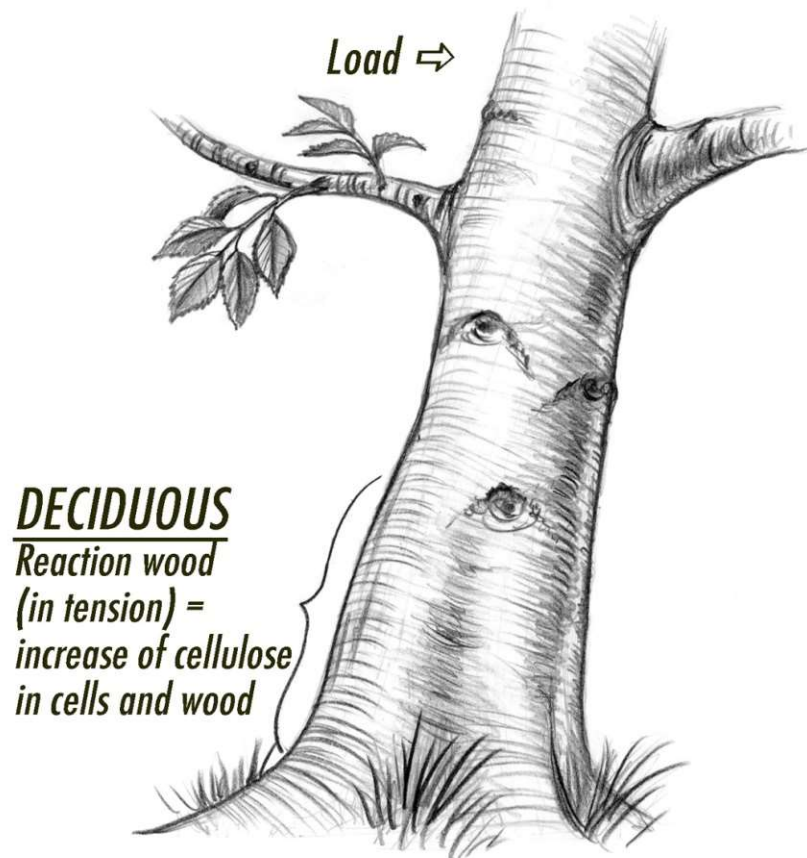


Madera de  
reacción

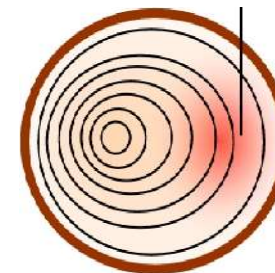
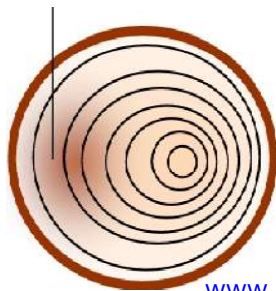
## MADERA DE REACCIÓN

FRONDOSAS: MADERA DE TRACCIÓN

CONÍFERAS: MADERA DE COMPRESIÓN



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



## 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

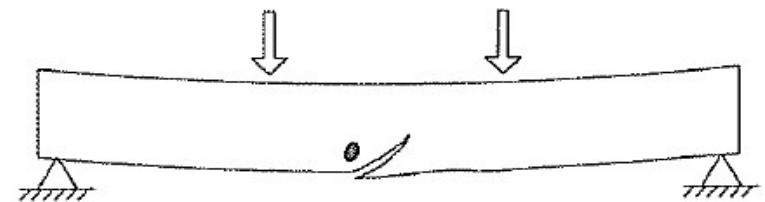
> Deformaciones durante secado

> 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

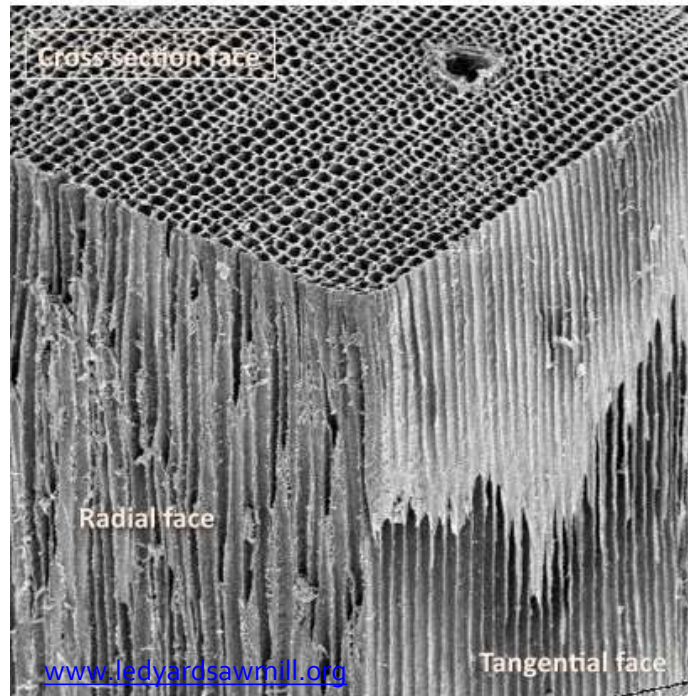
FIBRAS TRANSVERSALES

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

**TRAQUEIDAS (RADIOS LEÑOSOS)**

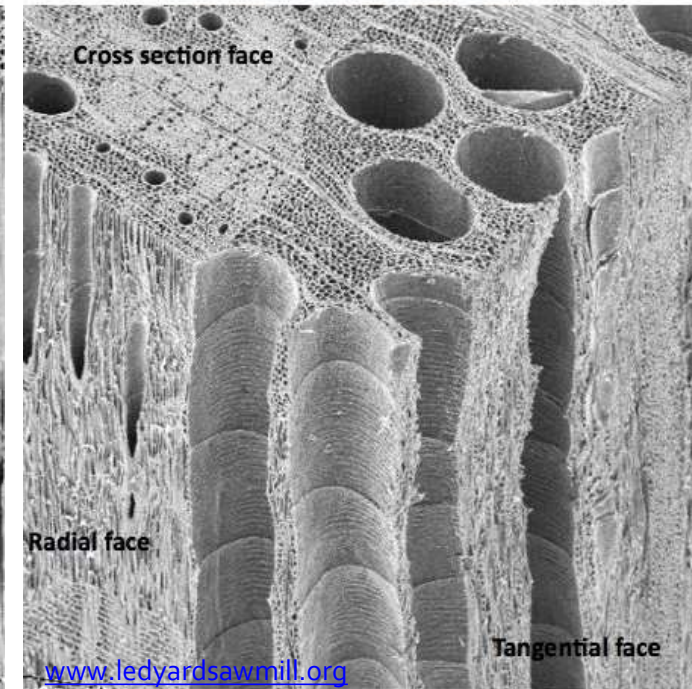
#### Eastern White Pine Cube

(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)

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

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



# ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

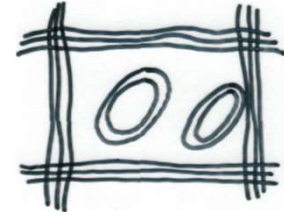
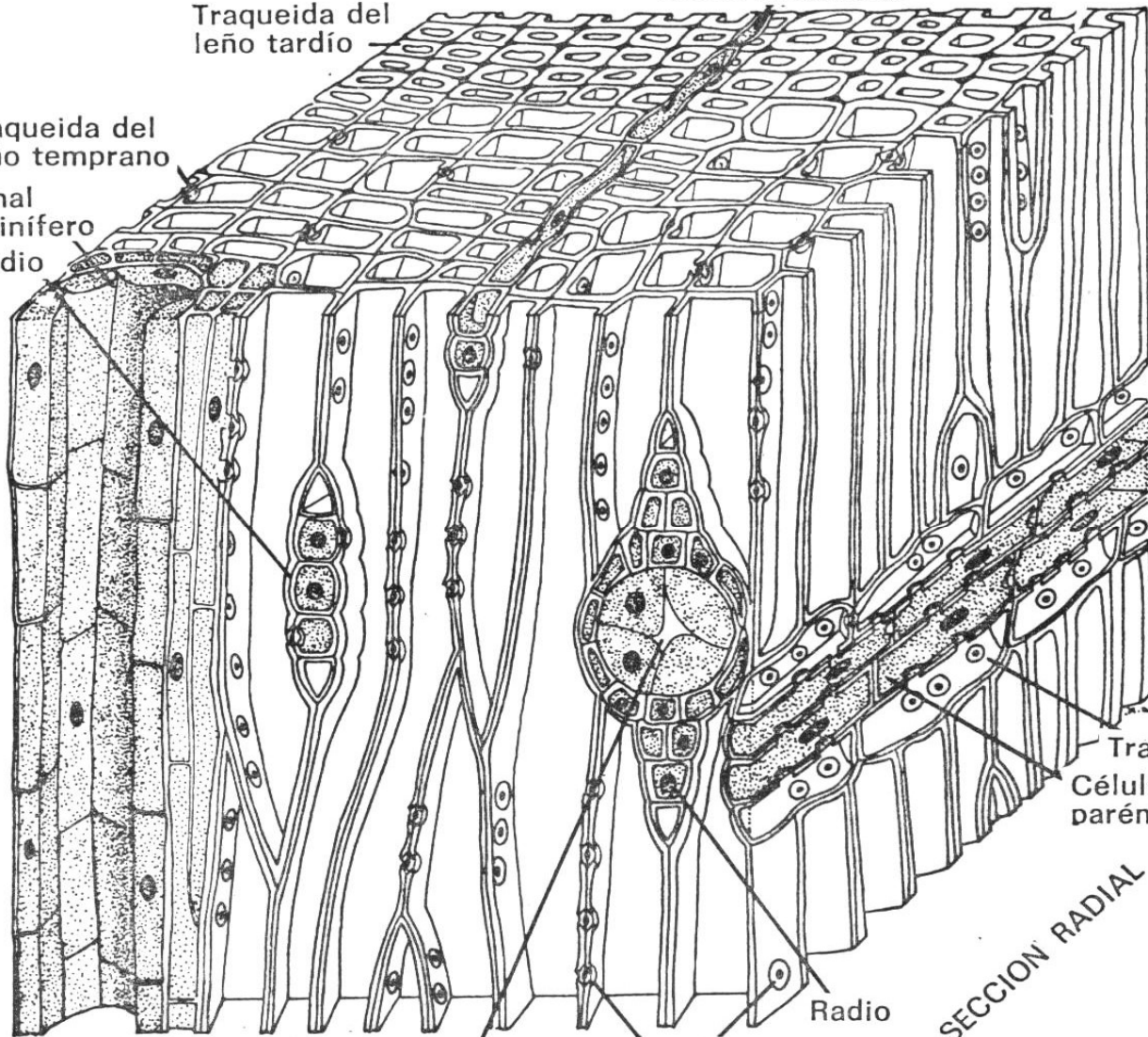
## CONÍFERAS

SECCION TRANSVERSAL

Radio xilemático

Traqueida del  
leño tardío

Traqueida del  
leño temprano  
Canal  
resinífero  
Radio



Punteadura tipo pinoide II

Traqueida radial  
Célula del  
parénquima radial

Radio

SECCION RADIAL

Canal resinífero  
Punteaduras  
areoladas

SECCION TANGENCIAL

SECCIÓN  
TRANSVERSAL

SECCIÓN  
TANGENCIAL

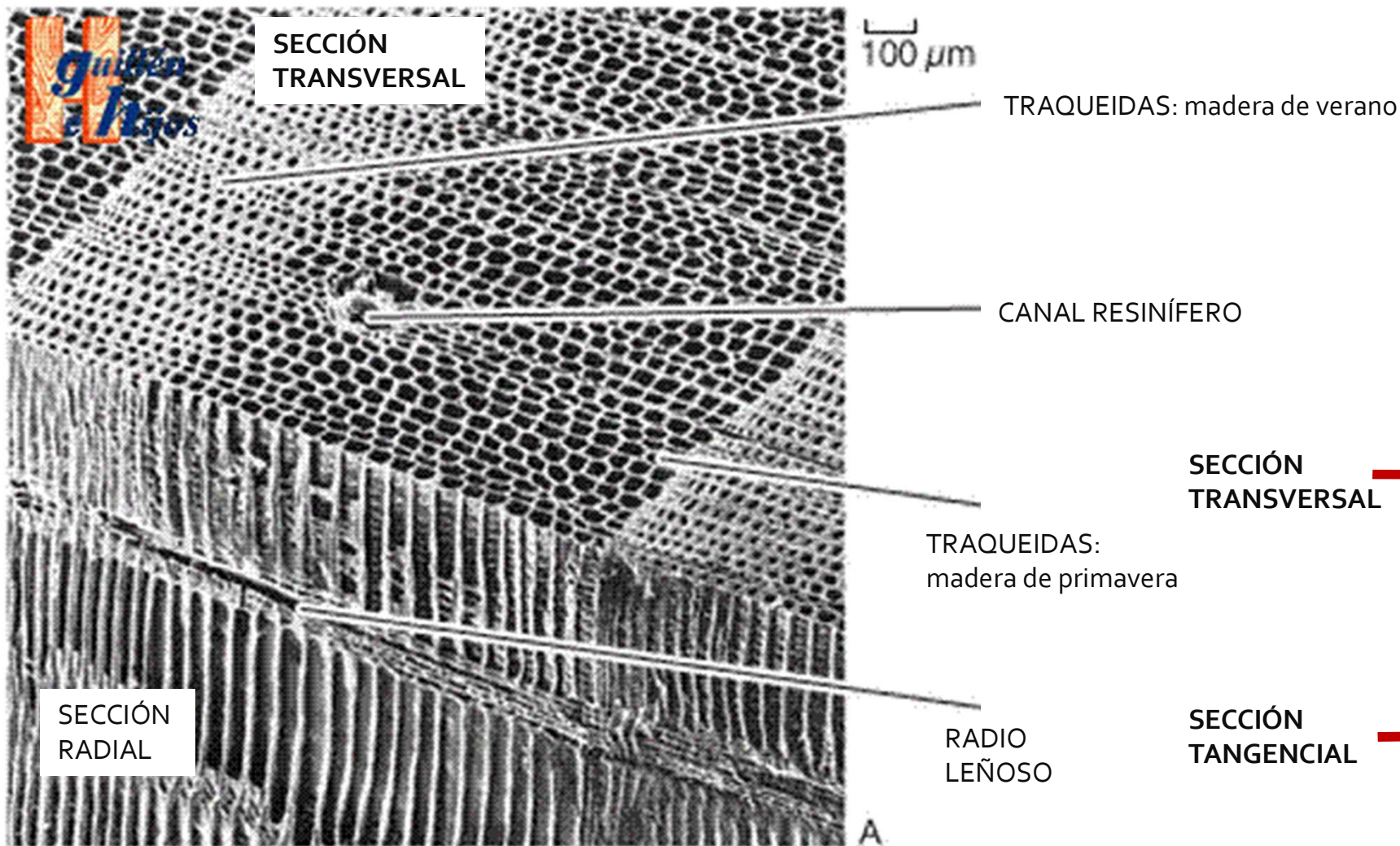
SECCIÓN  
RADIAL



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

# ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

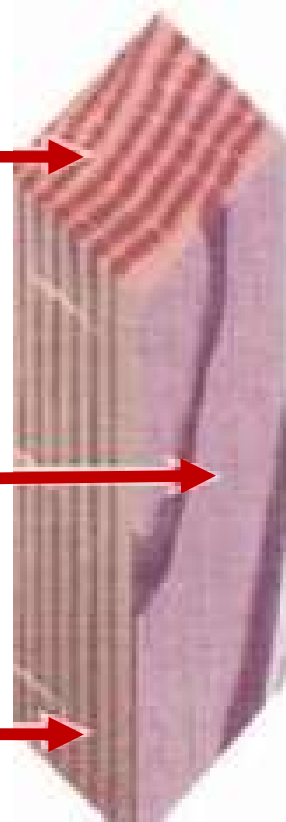
## CONÍFERAS



SECCIÓN TRANSVERSAL

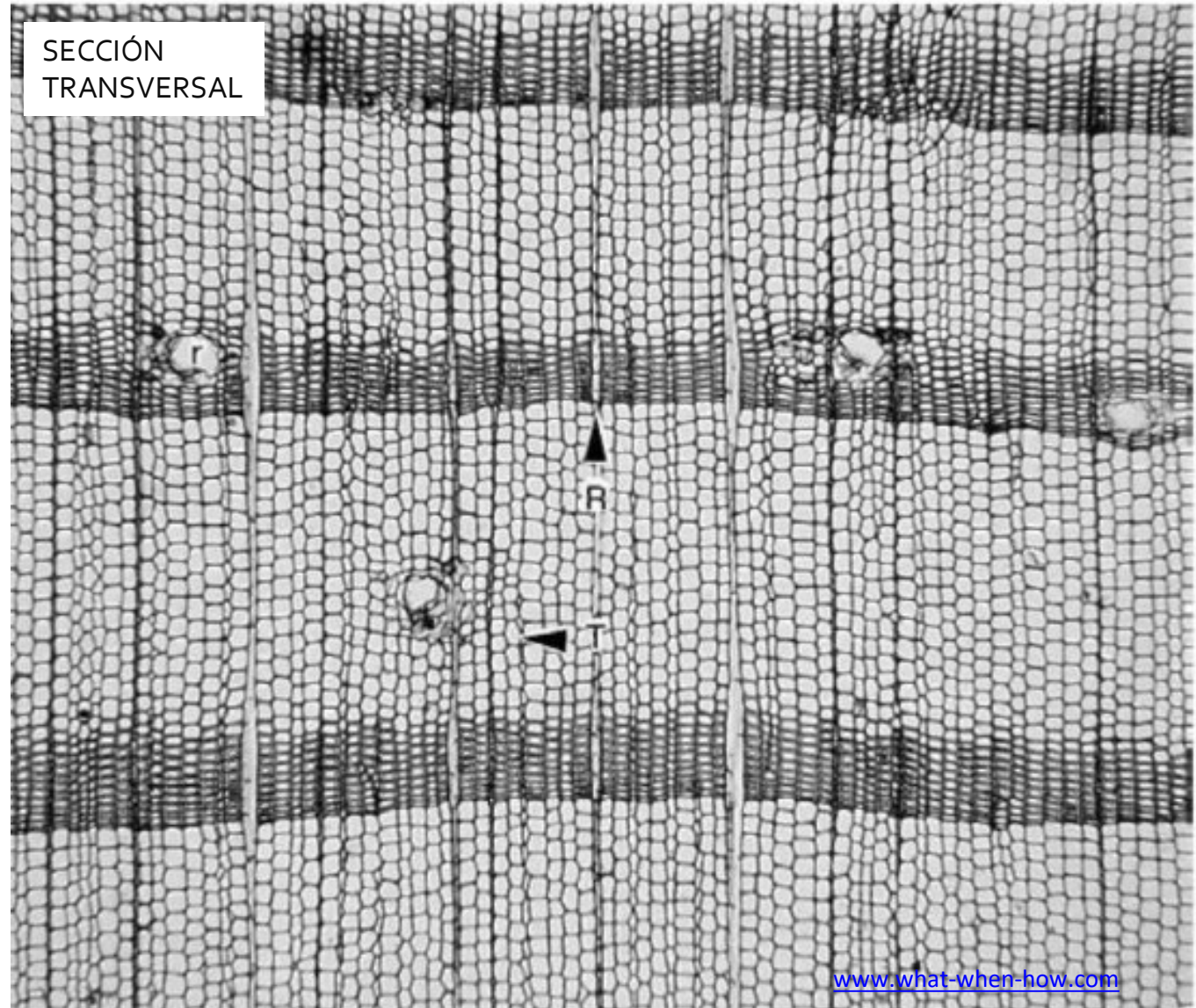
SECCIÓN TANGENCIAL

SECCIÓN RADIAL



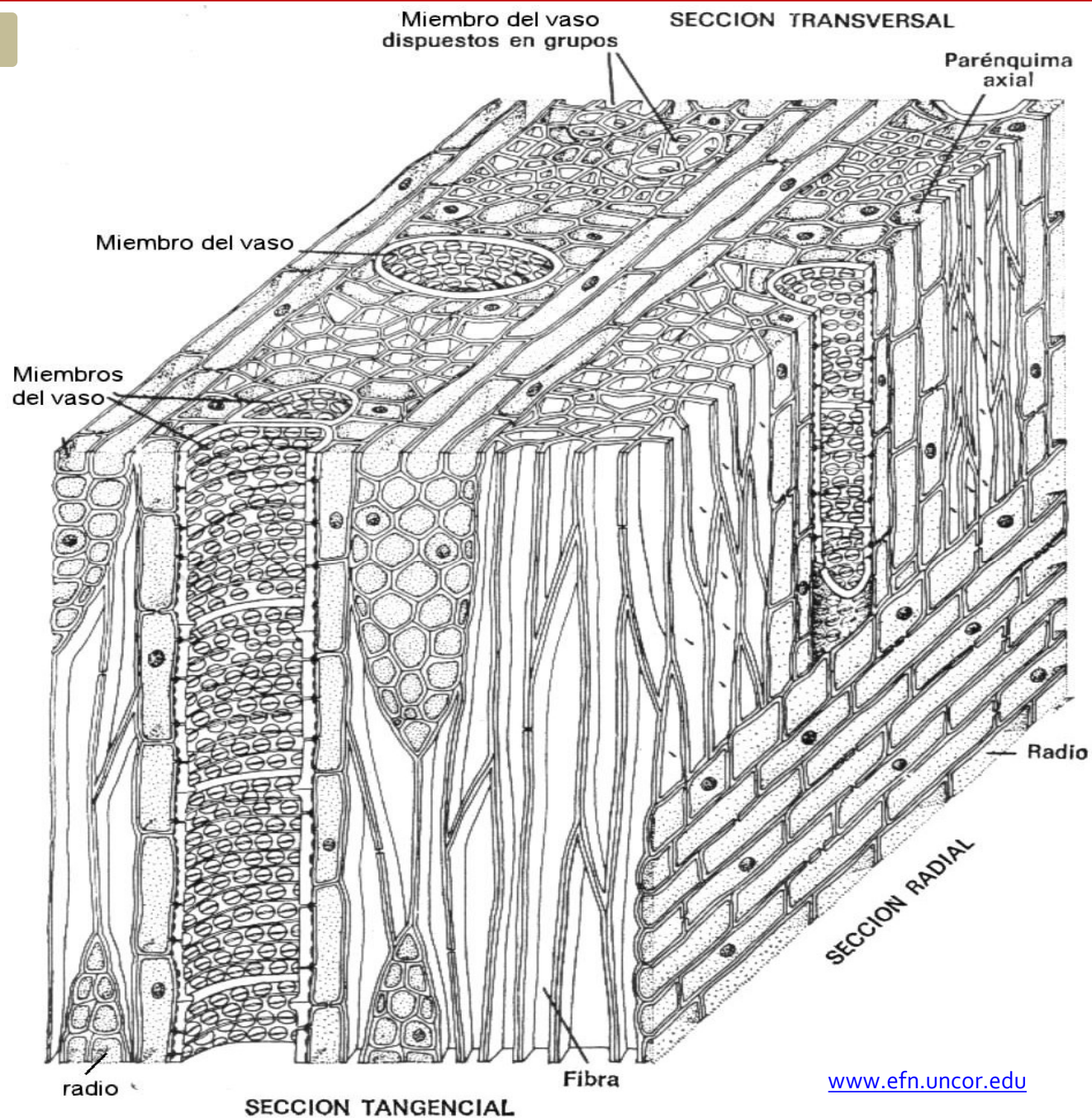
ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

CONÍFERAS



# ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

## FRONDOSAS

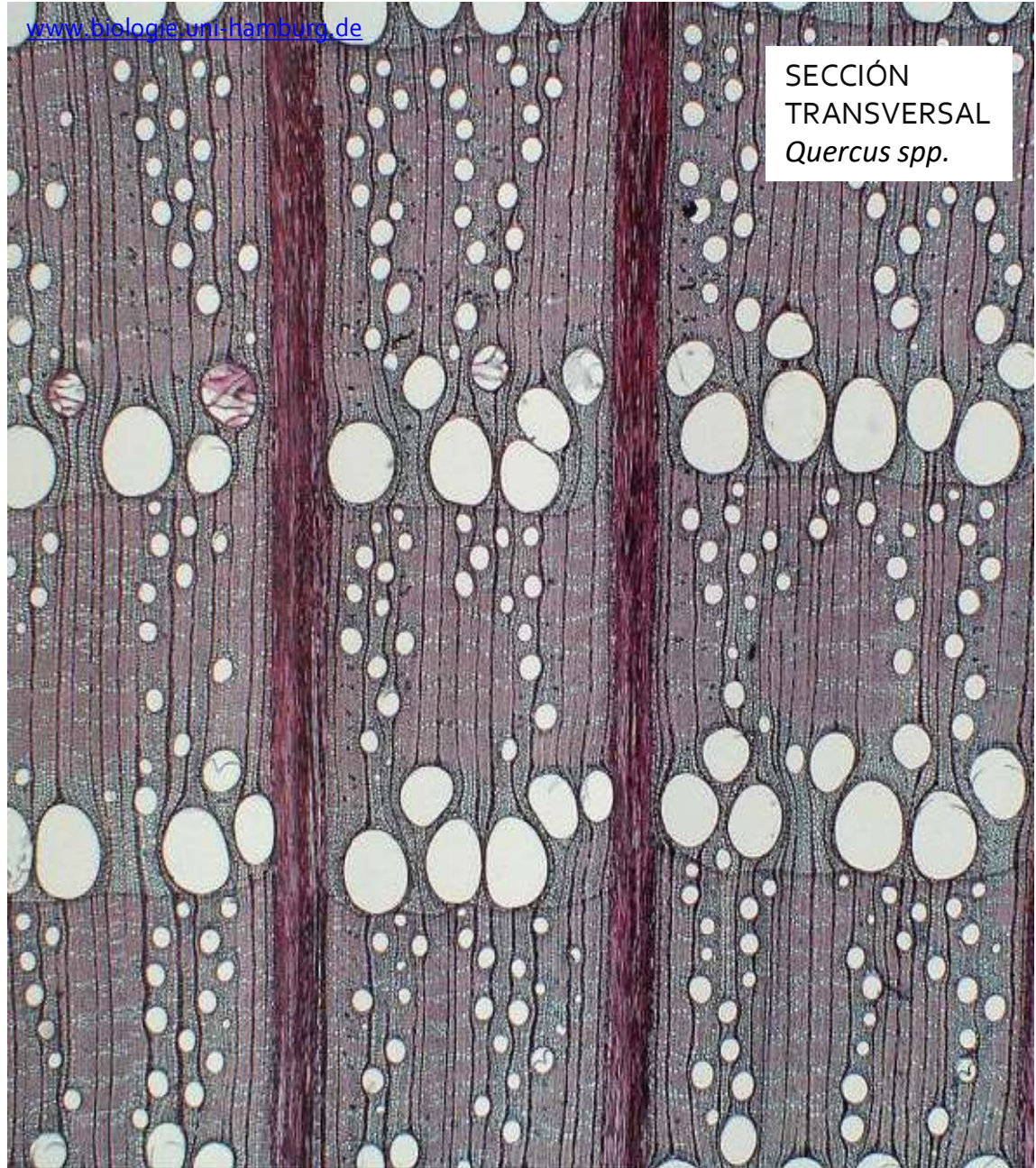


ESTRUCTURA MICROSCÓPICA

FRONDOSAS



Haneka et al., 2009



SECCIÓN TRANSVERSAL  
*Quercus spp.*

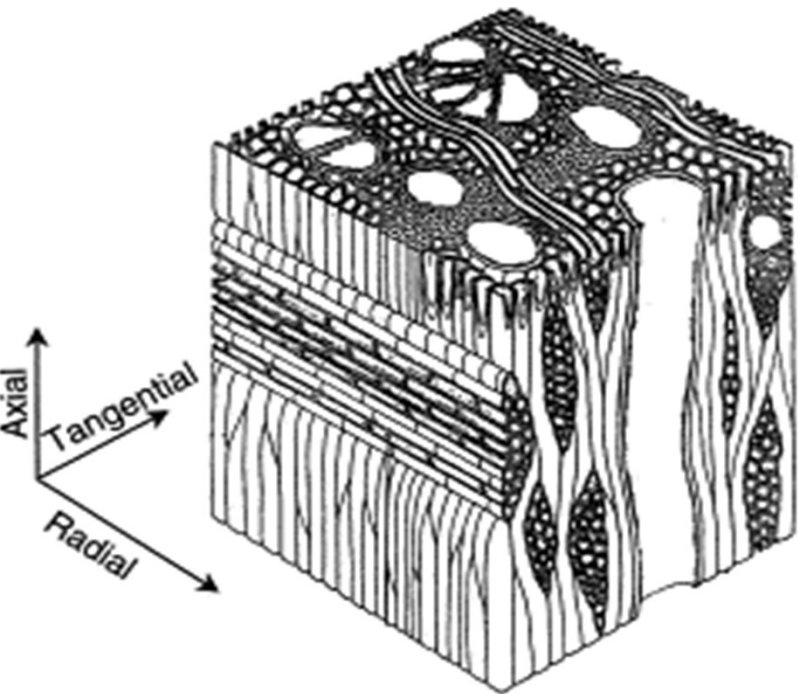
1. Especies
2. Anatomía de la madera
3. Estructura macroscópica
4. Estructura microscópica
5. Estructura sub-microscópica

## **2.1. Anatomía y especies**

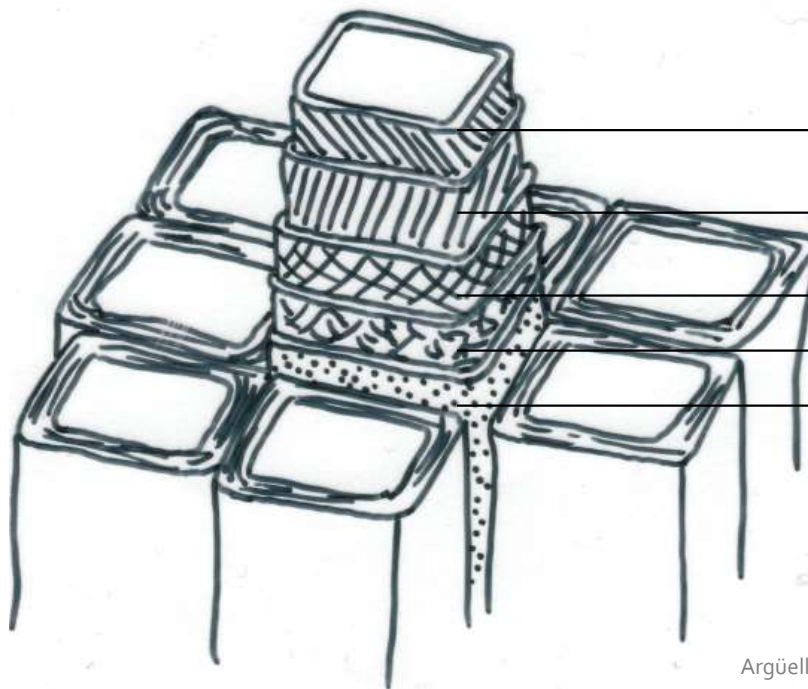
ESTRUCTURA SUB-MICROSCÓPICA

CONSTITUCIÓN DE LA PARED CELULAR		Formada por:	Comportamiento:
LAMINILLA MEDIA		Lignina	Isótropo
PARED PRIMARIA		Celulosa y lignina desordenada	Anisótropo
PARED SECUNDARIA	Capa exterior (S <sub>1</sub> )	Microfibrillas celulosa	Ayudan soportar la compresión
	Capa intermedia (S <sub>2</sub> )		Resiste bien la tracción
	Capa interior (S <sub>3</sub> )		Ayudan soportar la compresión

PARED CELULAR DE UNA FIBRA DE MADERA:



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



Capa S<sub>3</sub> (sin orden)

Capa S<sub>2</sub> (5-20°)

Capa S<sub>1</sub> (50-70°)

Pared primaria

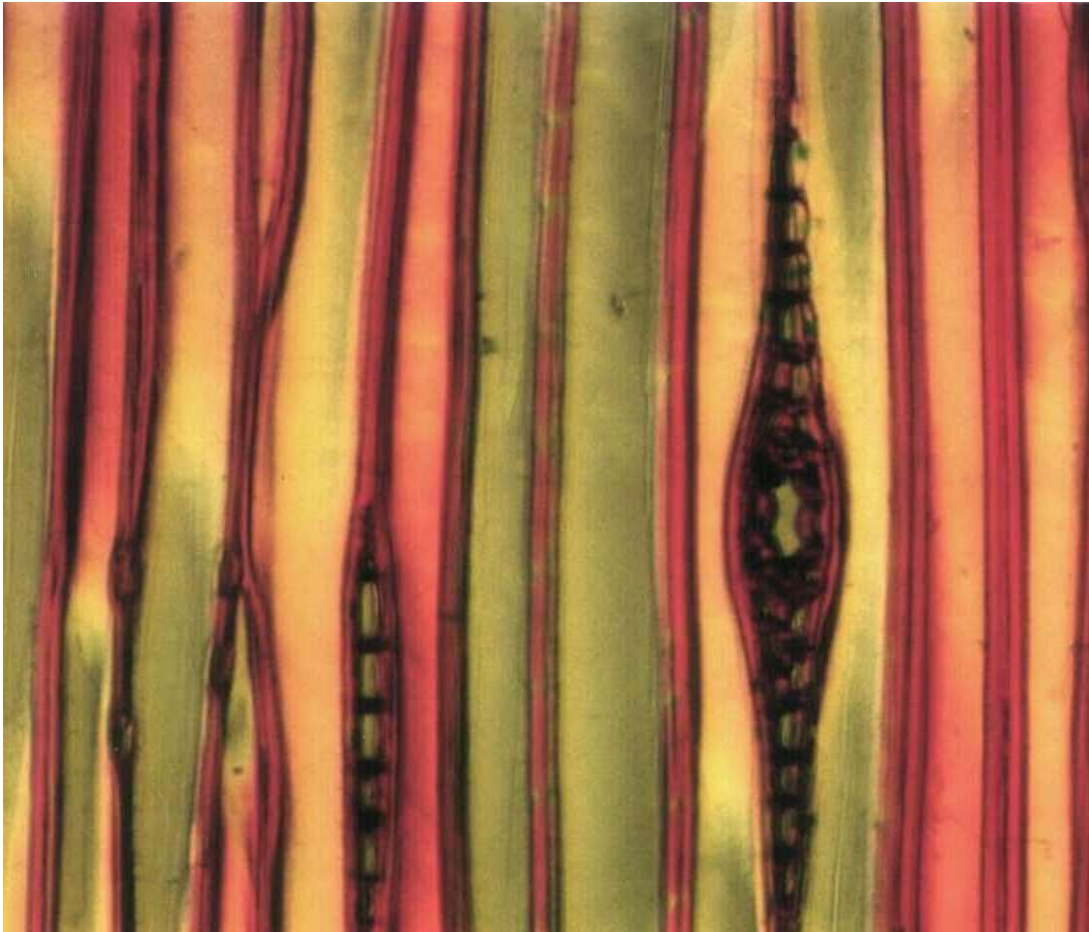
Laminilla media

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

FACULTAD DE  
INGENIERIA

