Anatomía 2: Anatomía secundaria del tallo y raíz

Subunidad A: Tallo

- Estructura secundaria en dicotiledóneas
- Anillos de crecimiento.
- Albura y duramen.

Subunidad B: Raíz.

- Crecimiento secundario

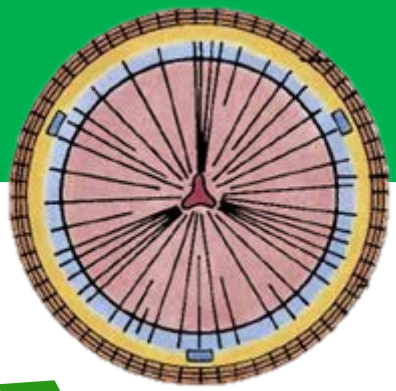
Crecimiento secundario

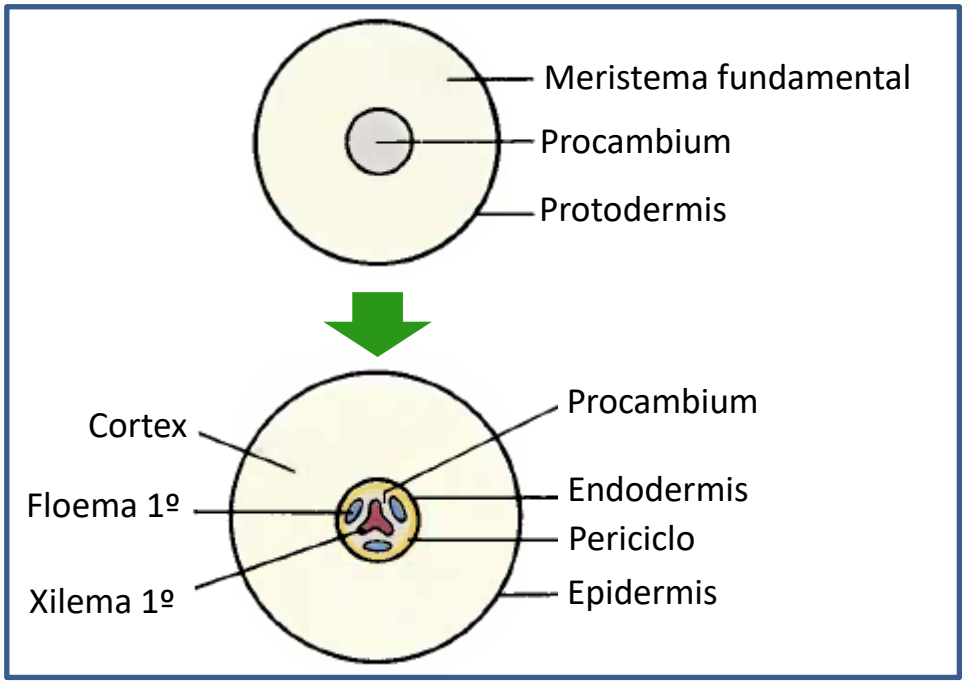
Formación de:

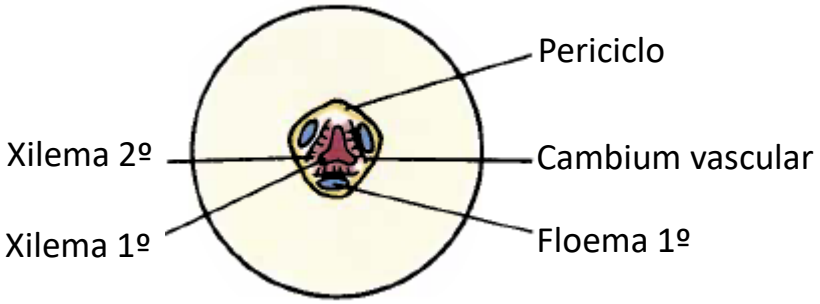
1) **Tejidos vasculares secundarios**: xilema secundario y floema secundario a partir del cambium vascular
2) **Peridermis**: compuesta mayoritariamente de corcho o súber a partir del cámbium suberógeno o felógeno

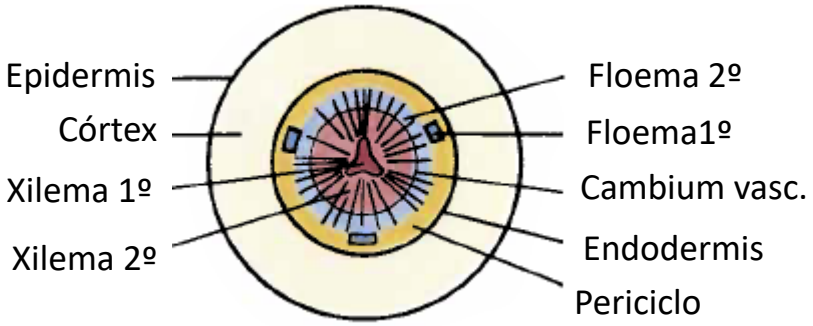
- Raíces de monocotiledóneas carecen de crecimiento secundario
- Los tejidos secundarios de la raíz son iguales a los del tallo en la misma planta
- En raíz: El cambium se inicia en forma de arcos sobre el borde interno del floema a partir de células procambiales no diferenciadas.
- En tallo: los arcos de cámbium fascicular son luego conectados por el cámbium interfascicular, que se forma por desdiferenciación de células del parénquima interfascicular

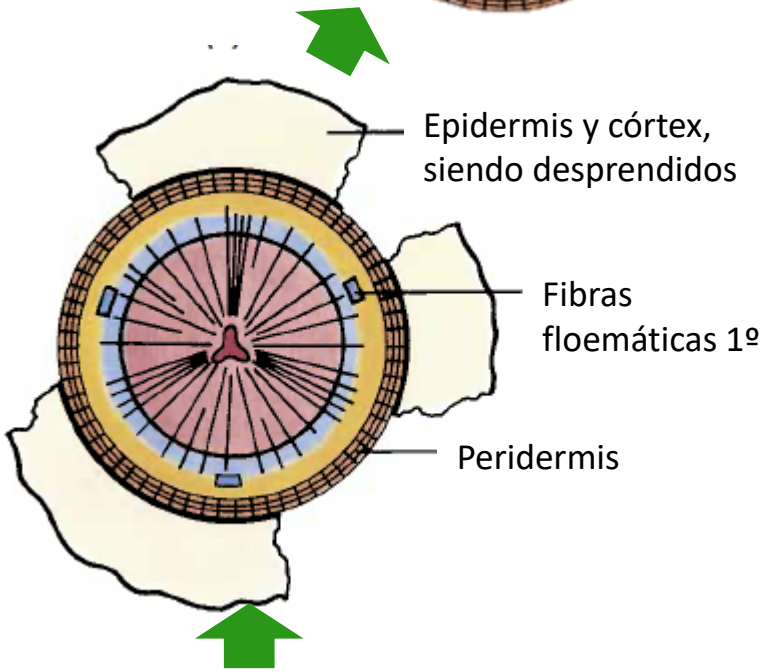
Crecimiento secundario en raíz







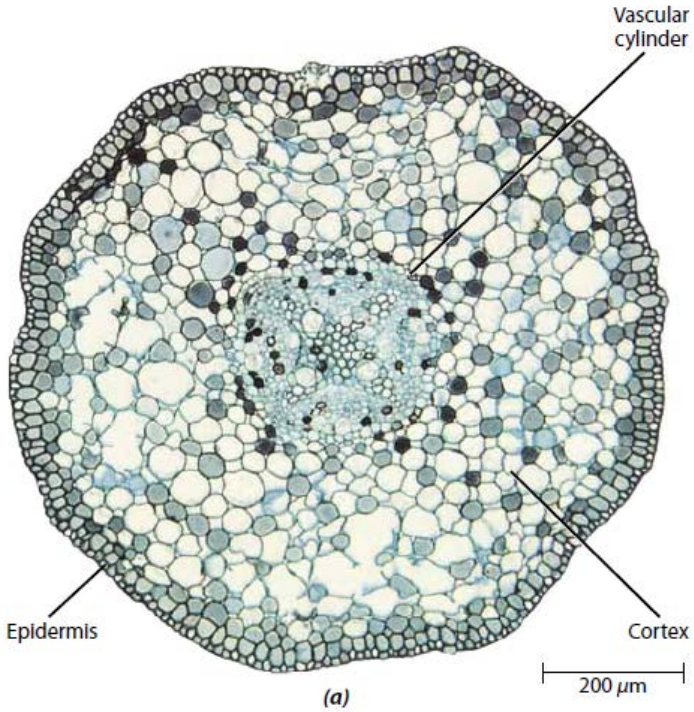




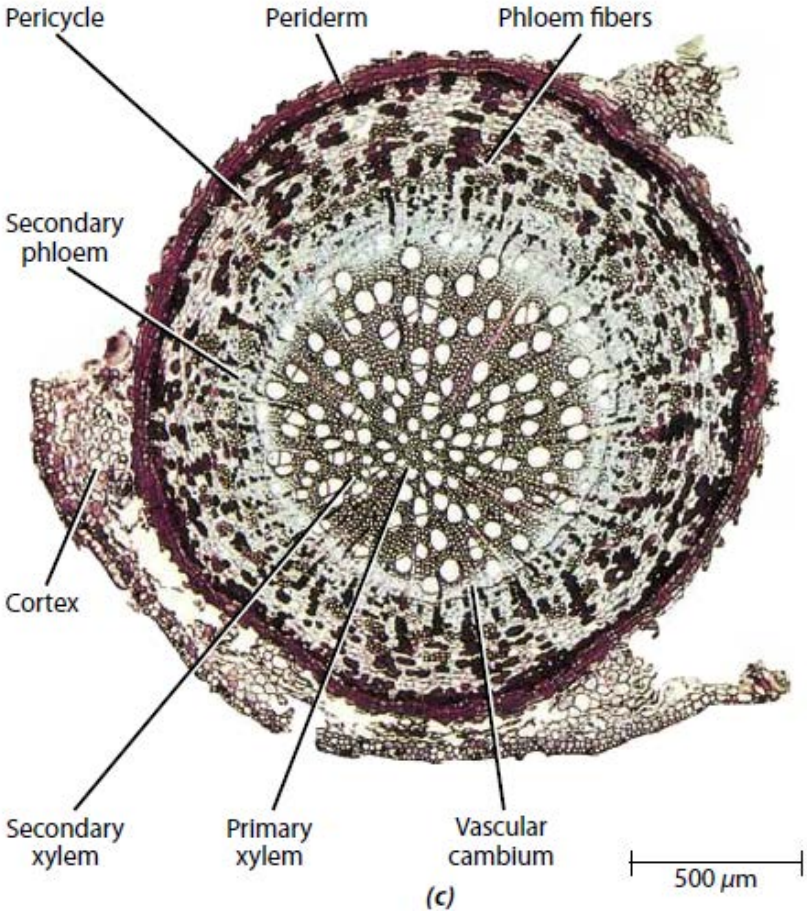
Crecimiento secundario en raíz

Secciones transversales de raíces de *Salix* sp “sauce”

Cerca de la finalización del **crecimiento primario**



Al final del 1º año: efecto del **crecimiento secundario**

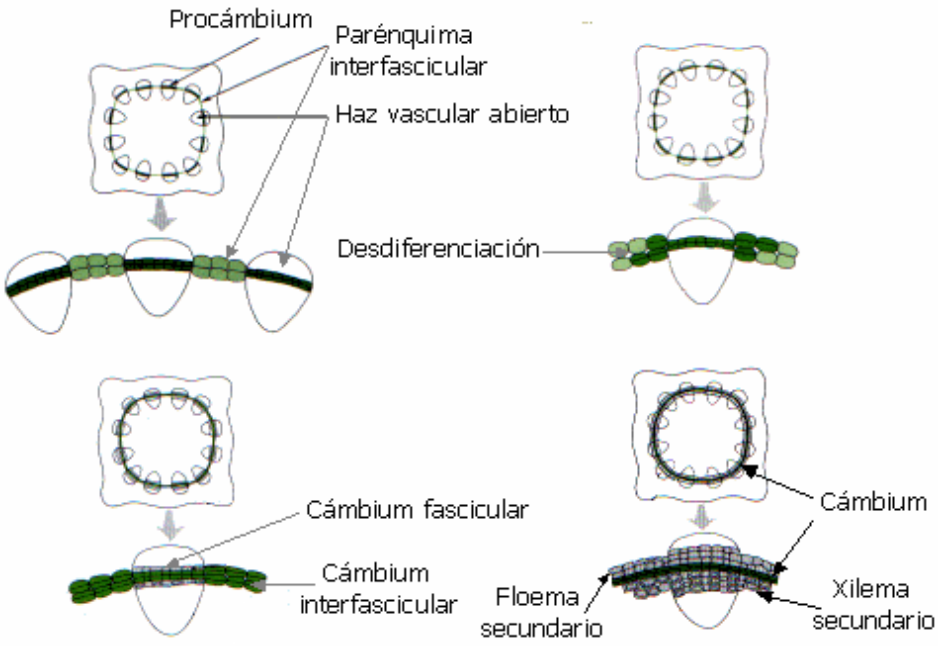


Fuente: Evert & Eichhorn 2013

Crecimiento secundario en tallo: transición

ORIGEN:

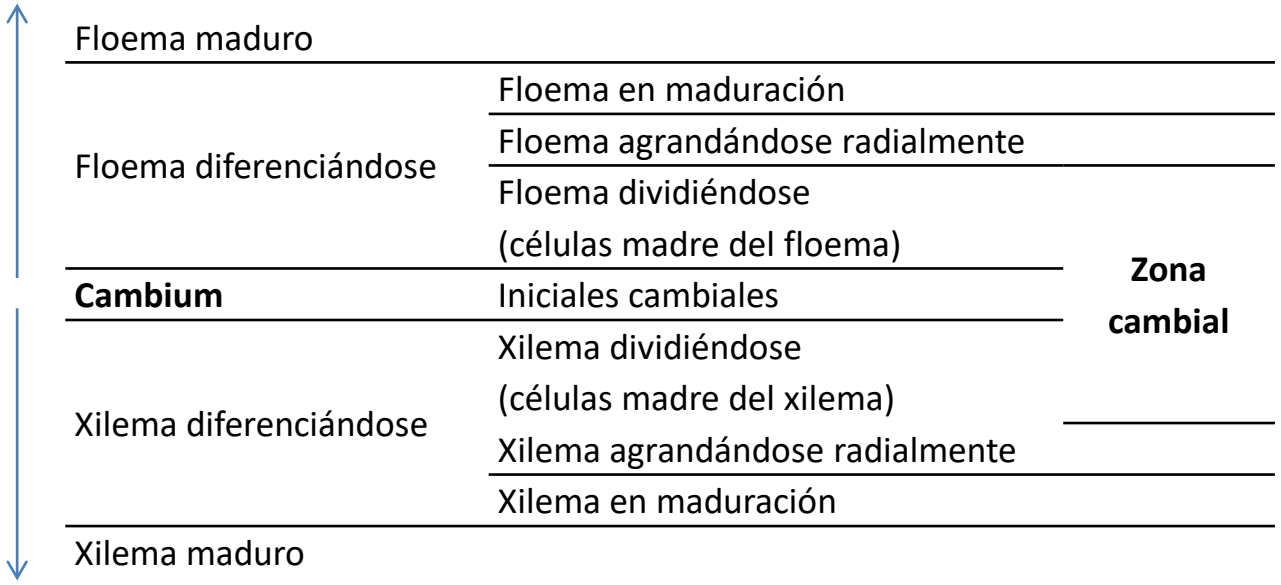
- Una vez terminado el crecimiento primario de la planta, **parte del procámbium permanece en estado meristemático en los haces conductores**, y luego se convierte en cámbium.
- Este **cámbium** se denomina **fascicular** porque se encuentra en los **haces vasculares primarios.**
- Los arcos de cámbium fascicular son luego conectados por el **cámbium interfascicula**r, que se forma por **desdiferenciación de células del parénquima interfascicular**.
- Esta desdiferenciación comienza cerca de los haces conductores y enseguida se extiende lateralmente hacia el parénquima interfascicular.



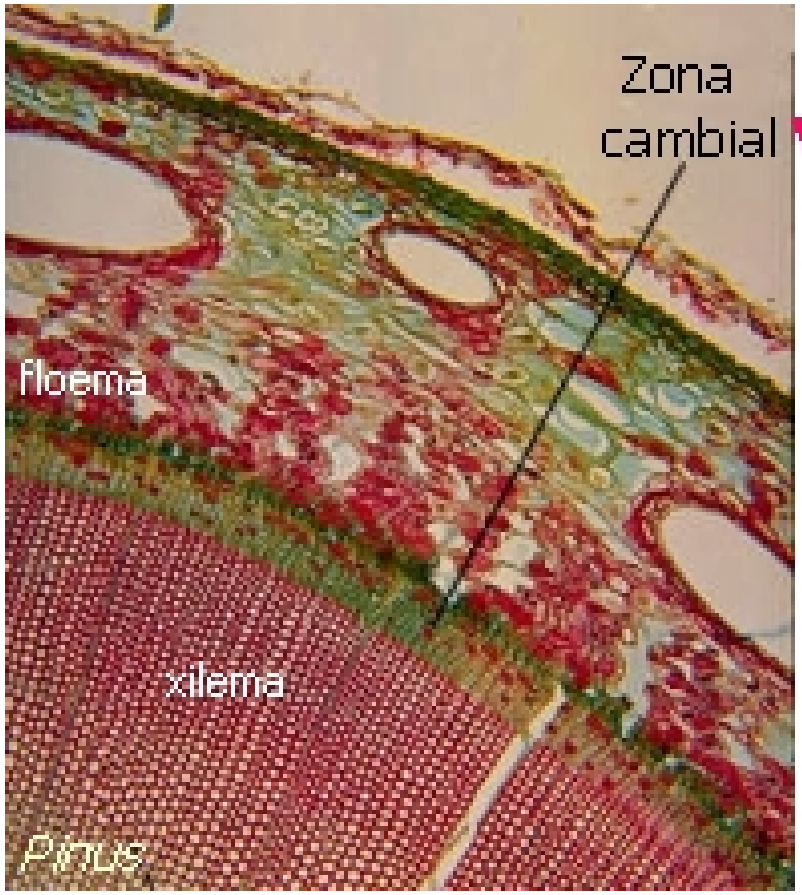
Cámbium vascular: división celular

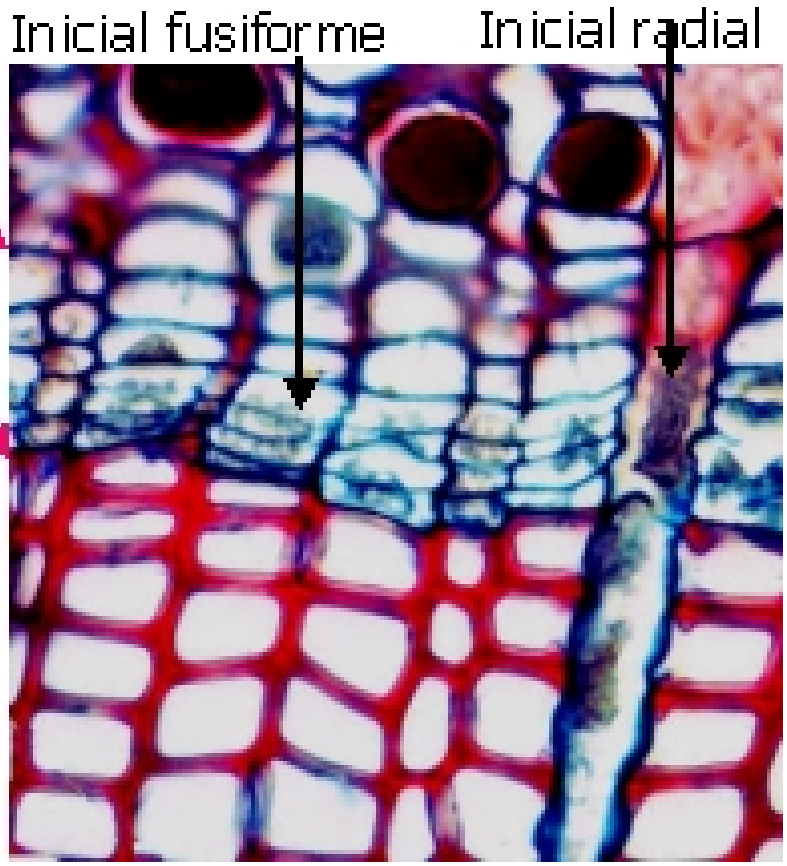
Cambium:

- utilizado para designar **una capa de células con capacidad de dividirse y diferenciarse** en nuevas células a ambos lados.
- Sin embargo, el término comúnmente aplicado a una **zona meristemática incluyendo porciones de floema y xilema** donde la células se están agrandando, pero aún con capacidad de dividirse.



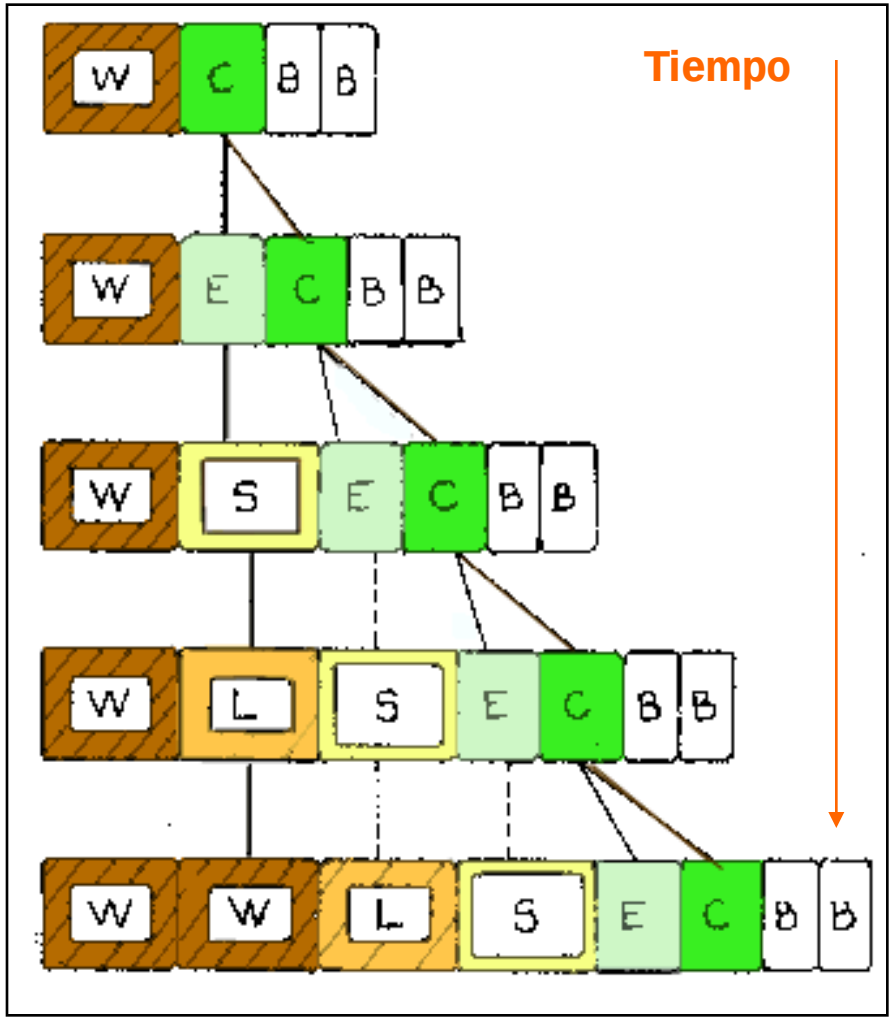
Cámbium vascular





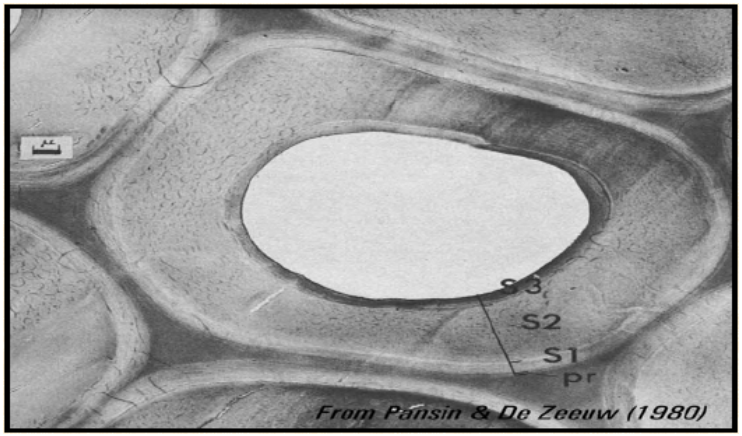
Ordenación de las células del cámbium en corte transversal del tallo de *Pinus*

Cámbium vascular: división celular y diferenciación

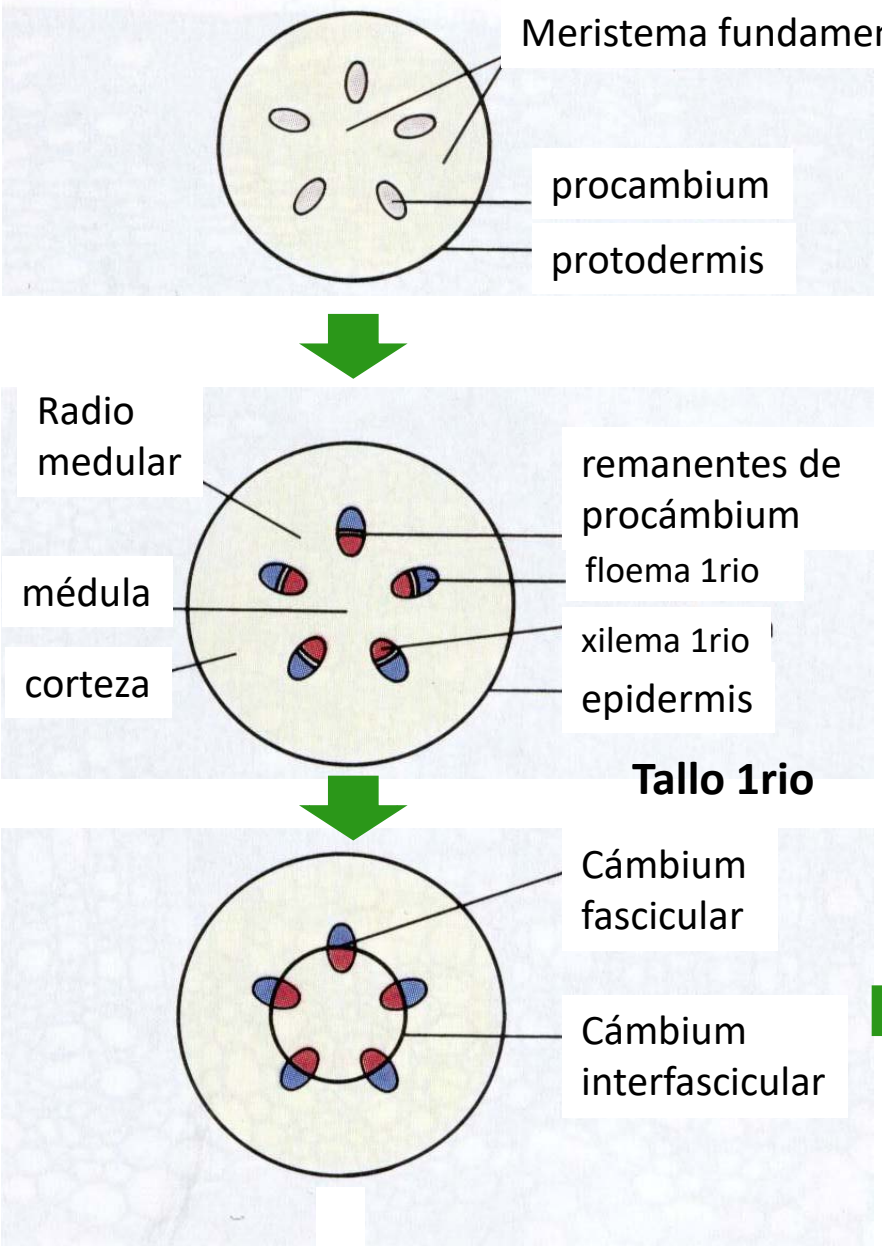


Seguimiento de una célula cambial

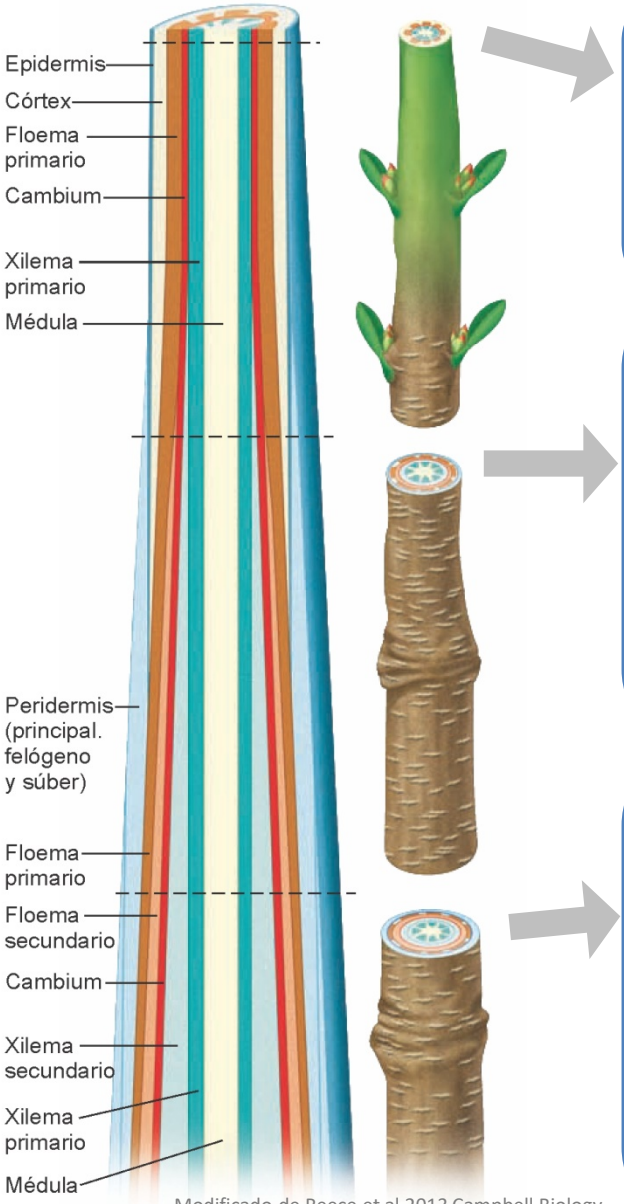
B = Corteza
C = Inicial cambial
E = En fase de alargamiento
S = Deposición de la pared secundaria
L = Lignificación
W = Célula de xilema madura



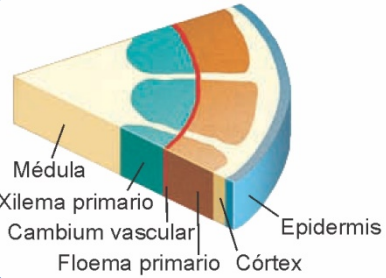
Crecimiento secundario en tallo



Crecimiento primario y secundario

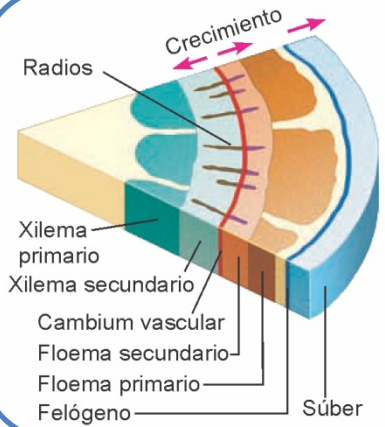


Modificado de Reece et al 2013 Campbell Biology

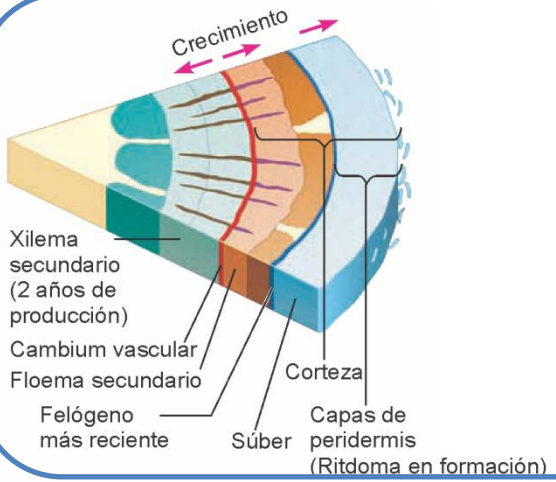


Crecimiento primario producto de la actividad de los meristemas apicales

*(nótese la formación del cambium vascular)



Aparición del crecimiento secundario

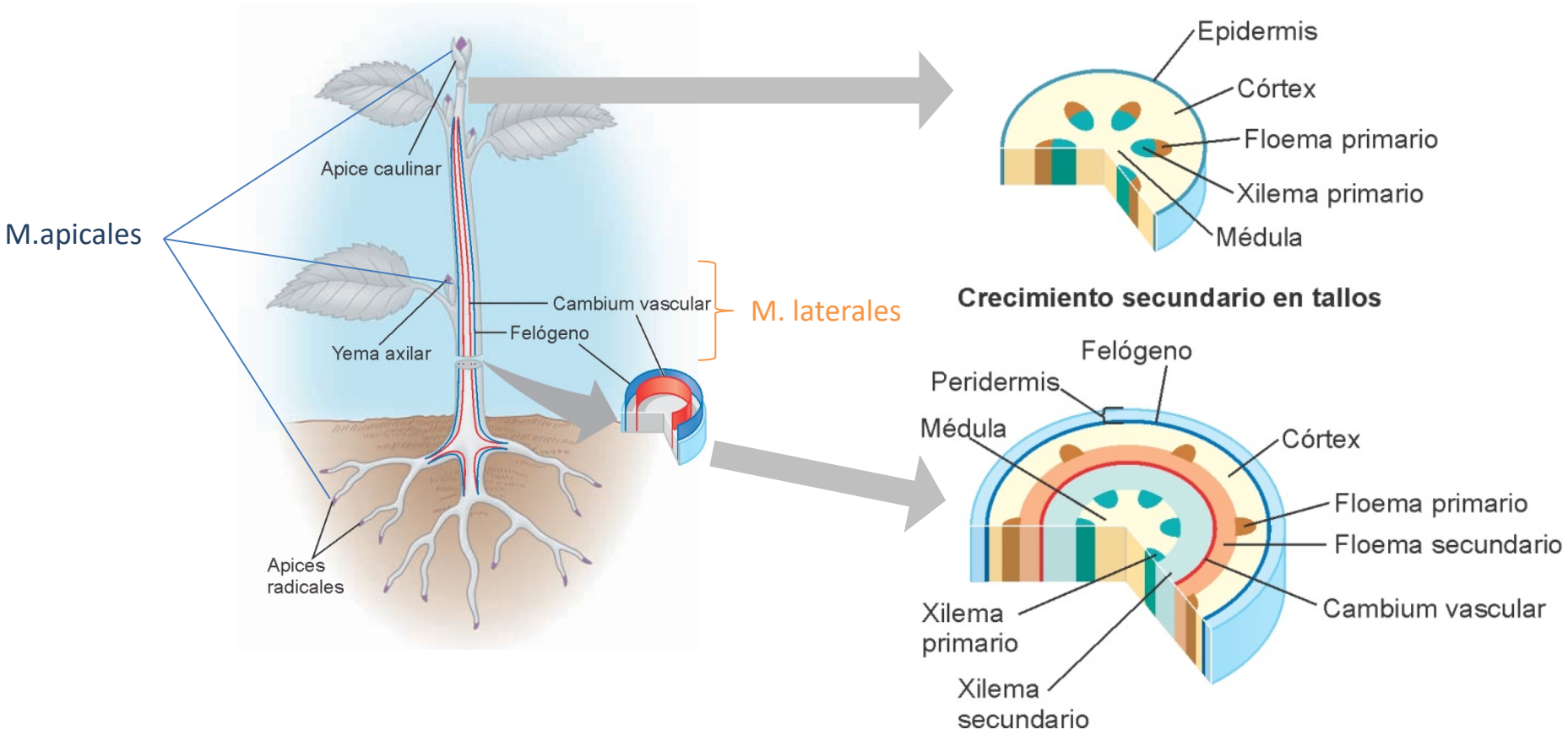


2 años de crecimiento secundario

Crecimiento primario y secundario

Meristemas primarios → Meristemas apicales → Crecimiento primario → **ELONGACIÓN**

Meristemas secundarios → Meristemas laterales → Crecimiento secundario → **ENGROSAMIENTO**

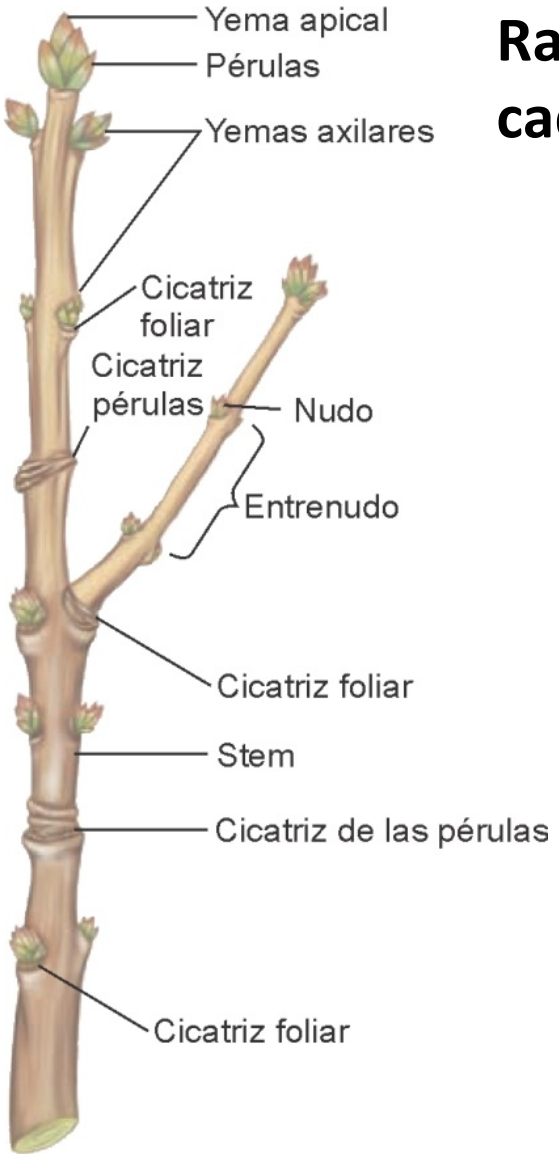


Acción conjunta del crec primario y secundario

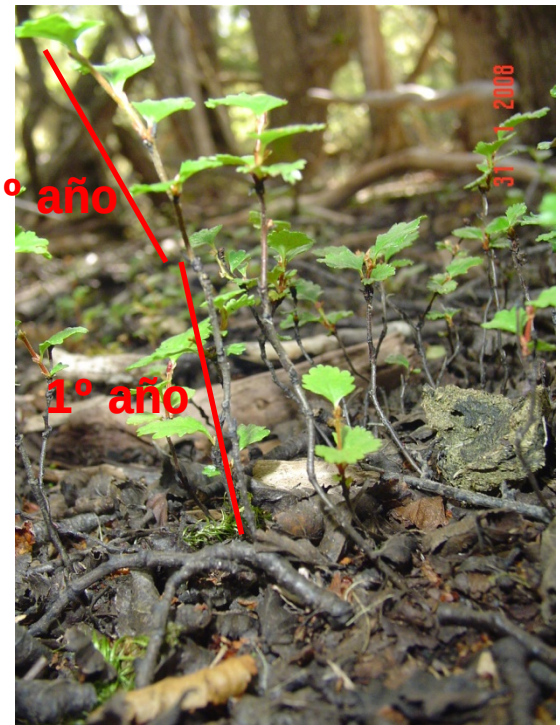
Crecimiento del último año

Crecimiento del año previo

Crecimiento de hace 2 años



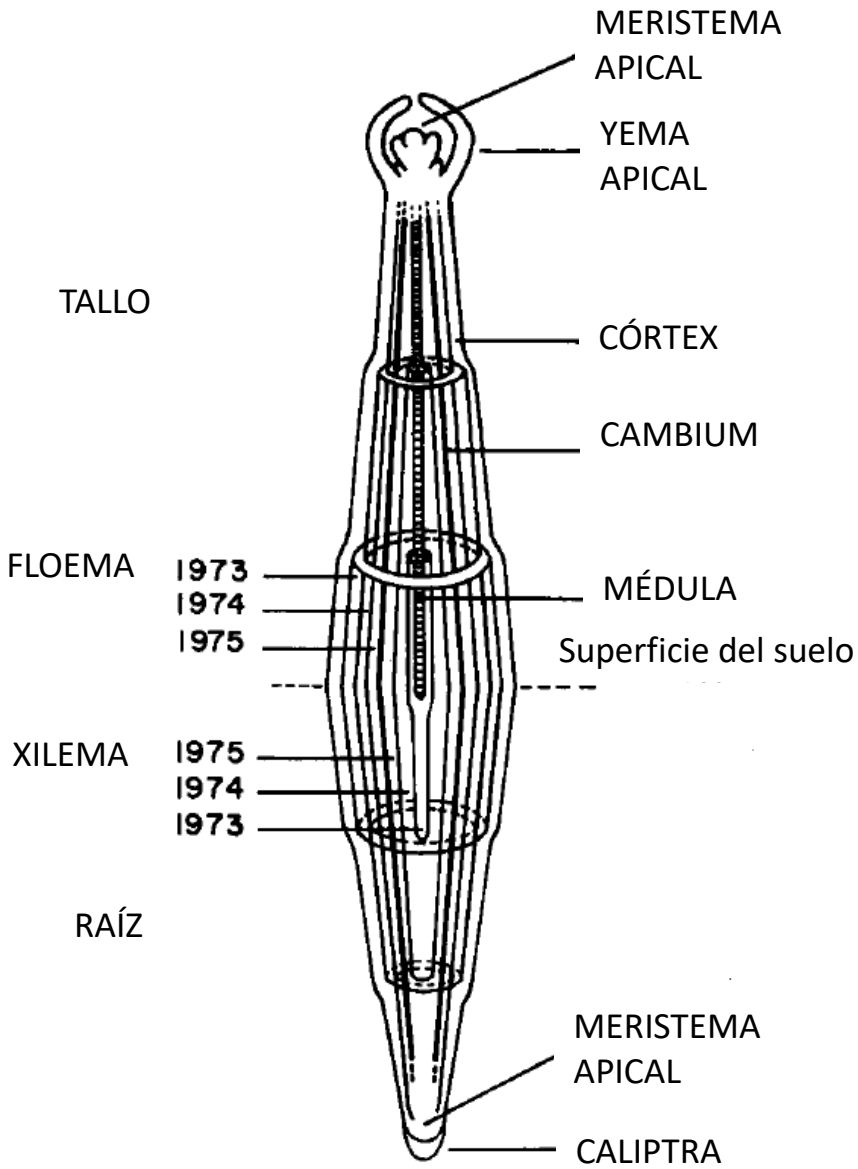
Rama de una especie caducifolia en invierno



Nothofagus antarctica

Plántula de 2 años

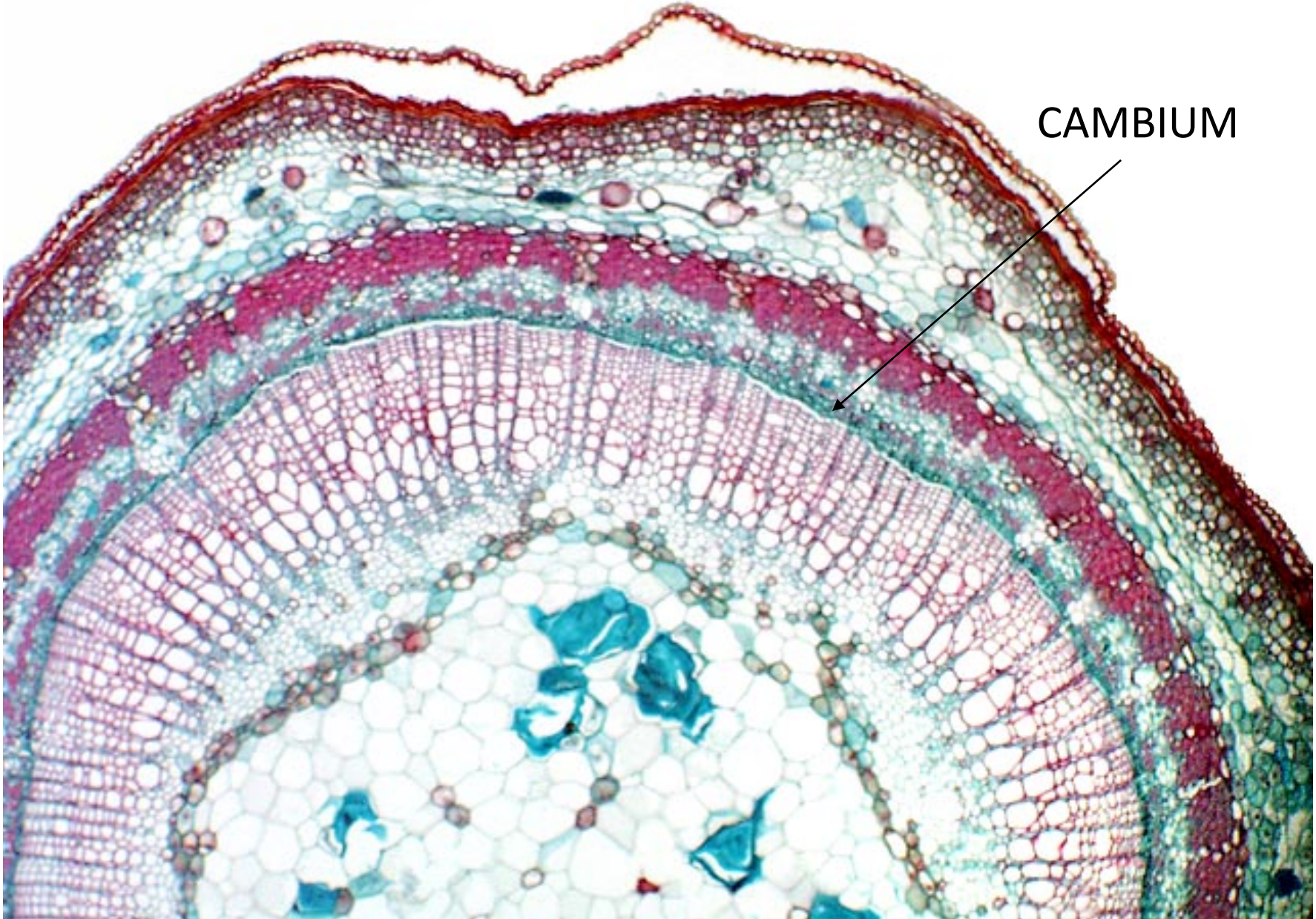
Adición de crecimiento secundario



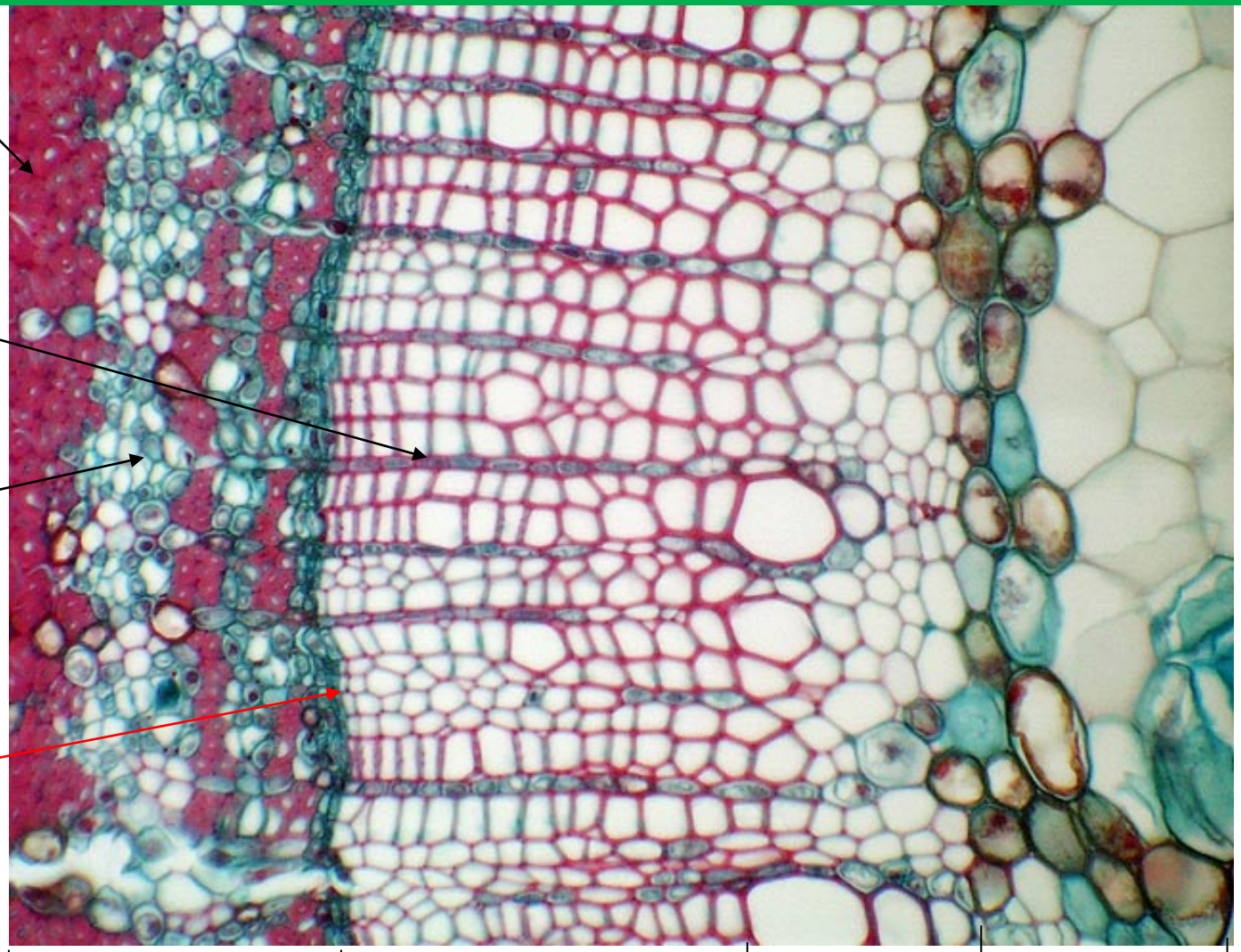
Modificado de Fritts 1976

Plántula de tres años que muestra las relaciones de los diversos tejidos con las capas/anillos de crecimiento en el floema y el xilema

Crecimiento secundario en tallo



Crecimiento secundario en tallo

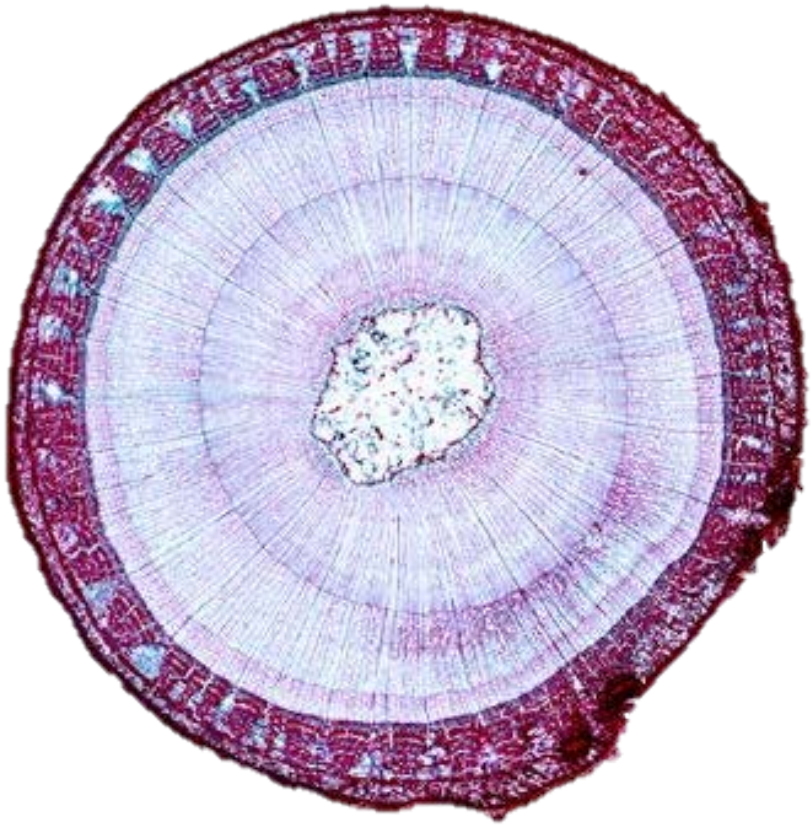


Crecimiento secundario en tallo

3 años en un tallo de tilo

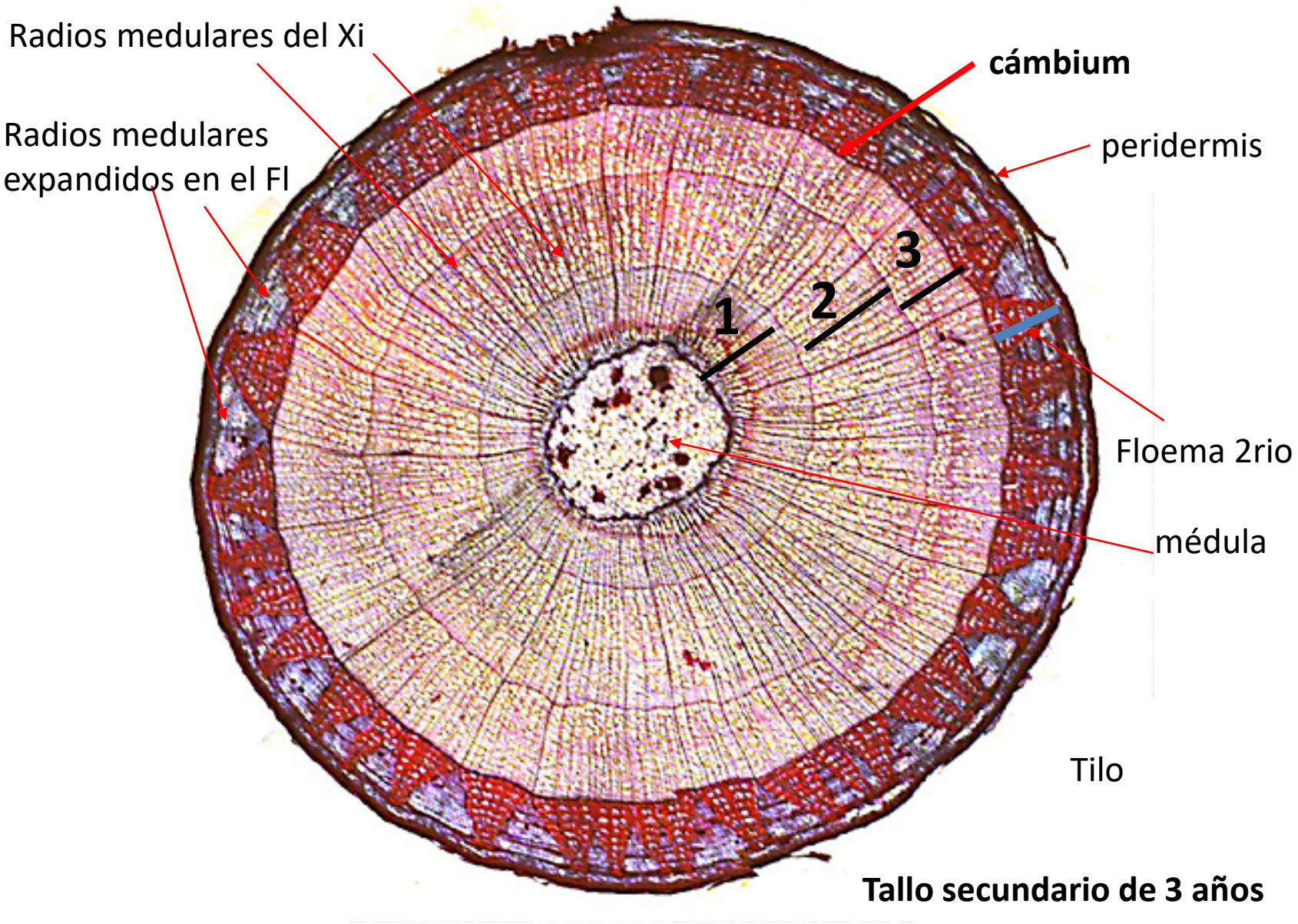
1er. año

2do. año



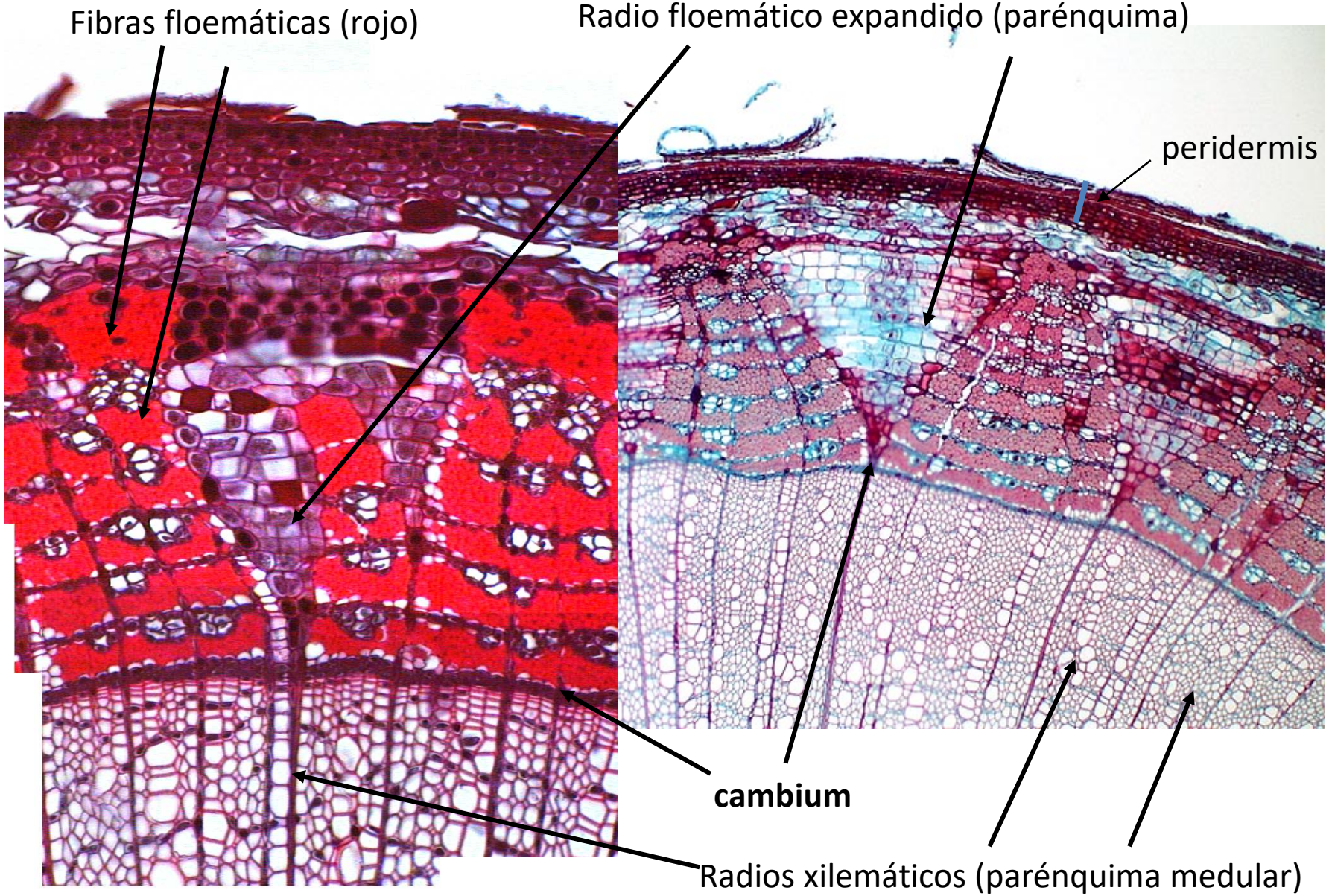
3er. año

Crecimiento secundario en tallo



Tallo secundario de 3 años

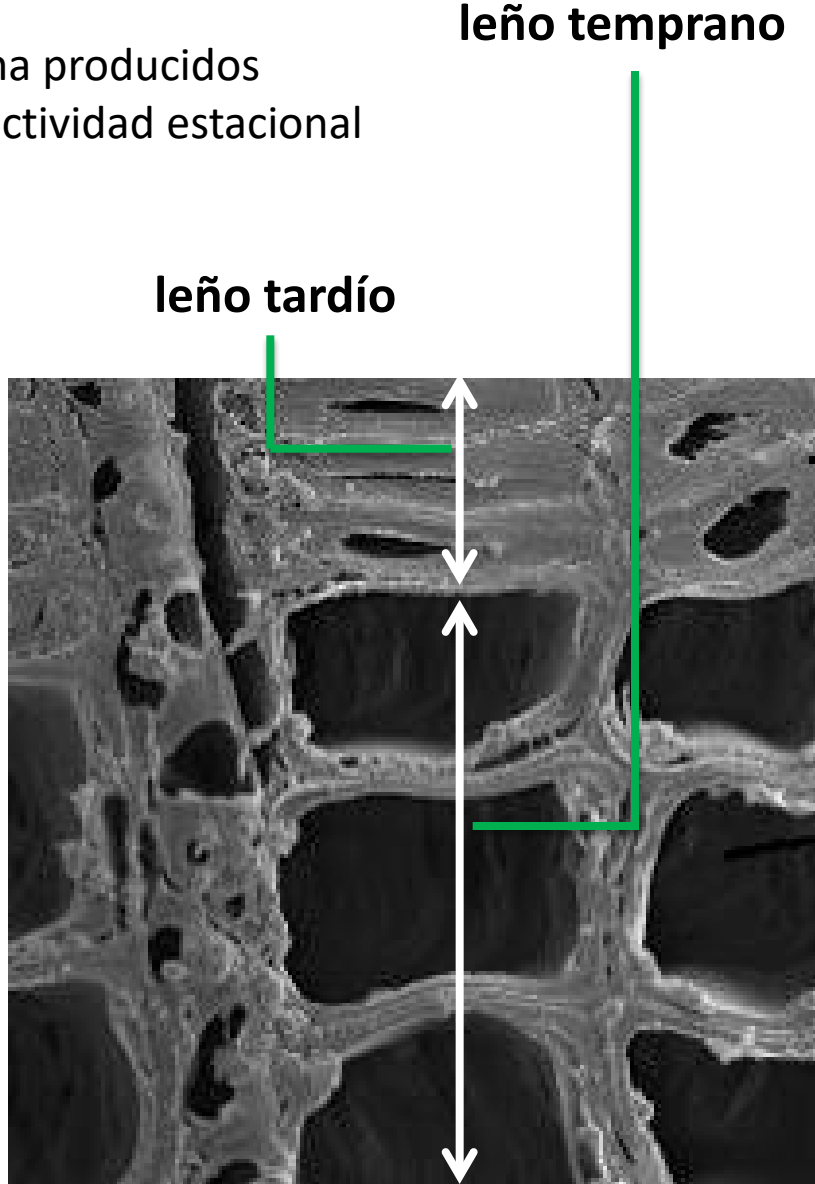
Crecimiento secundario en tallo



Crecimiento secundario en tallo

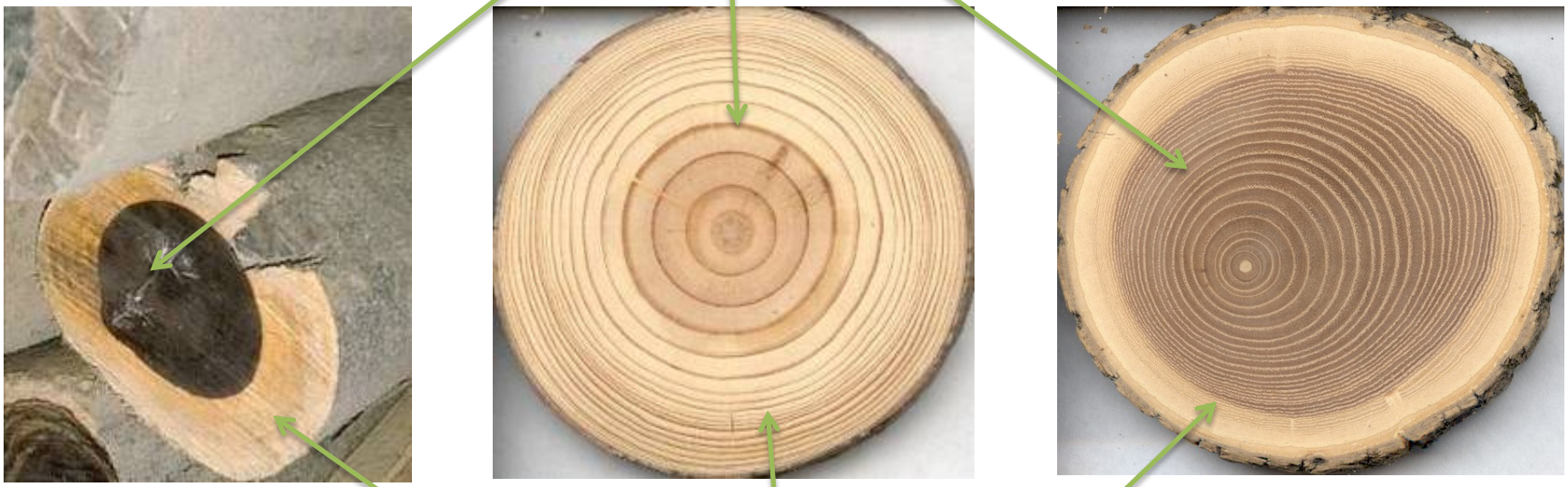
ANILLOS DE CRECIMIENTO

- incremento, banda o conjunto de células del xilema producidos durante una estación de crecimiento debido a la actividad estacional del cambium
- Fácilmente reconocibles en el plano transversal



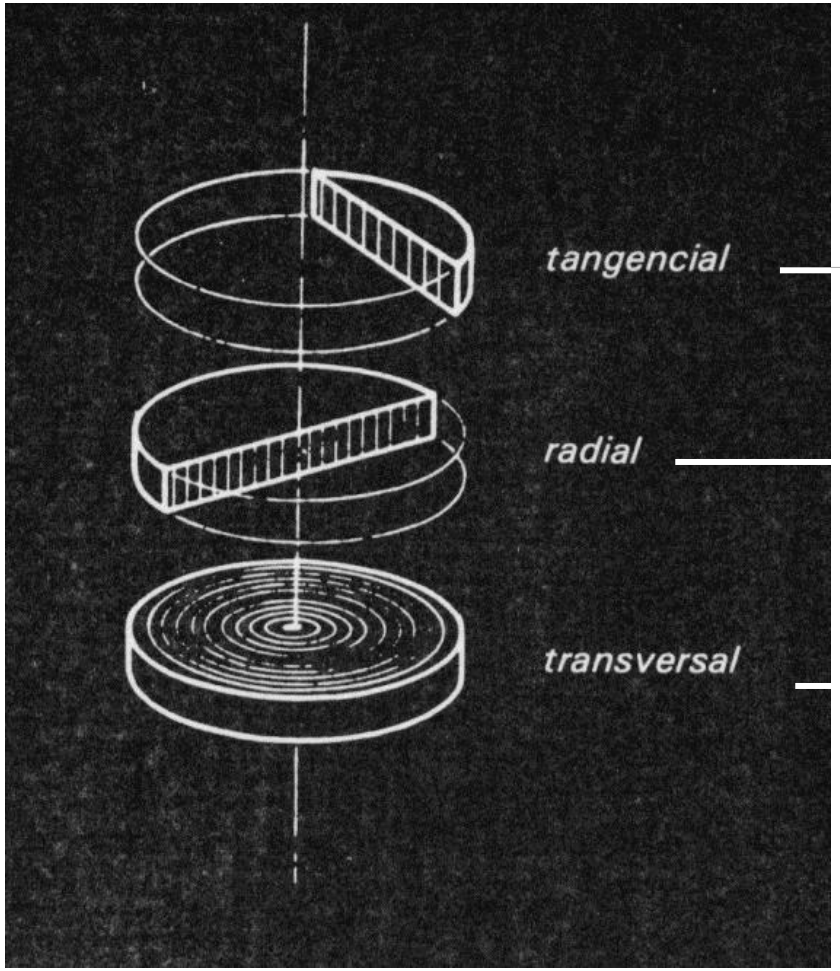
Albura y duramen

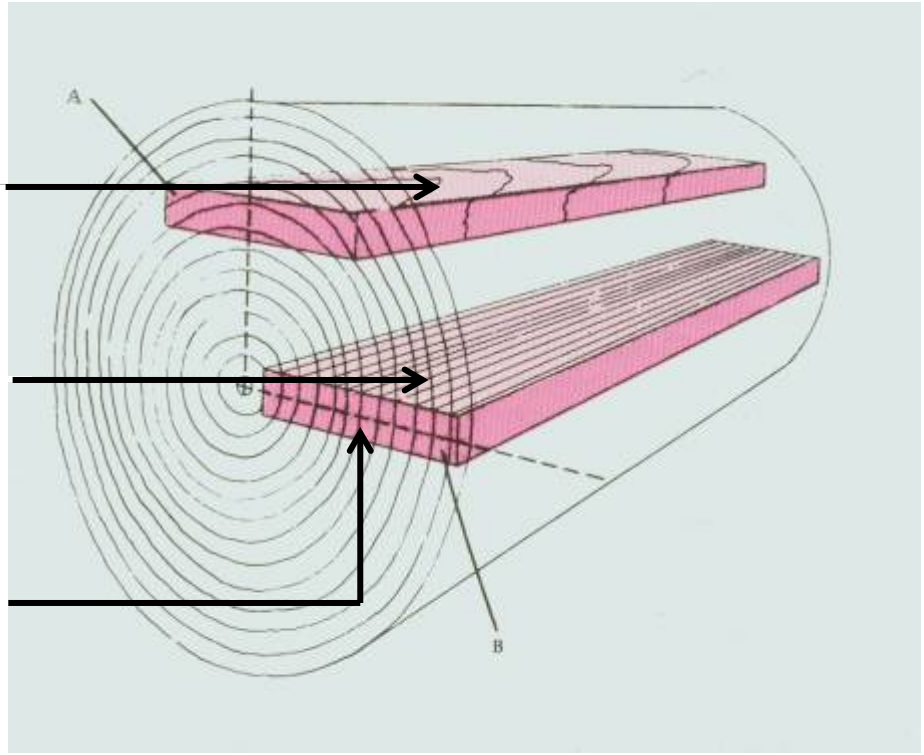
duramen: xilema inactivo



albura: xilema activo

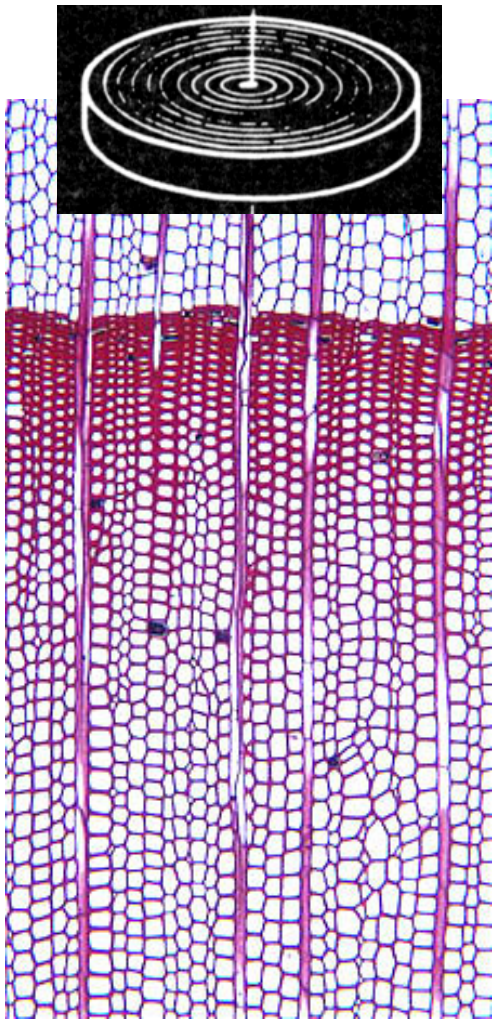
Secciones o planos de estudio



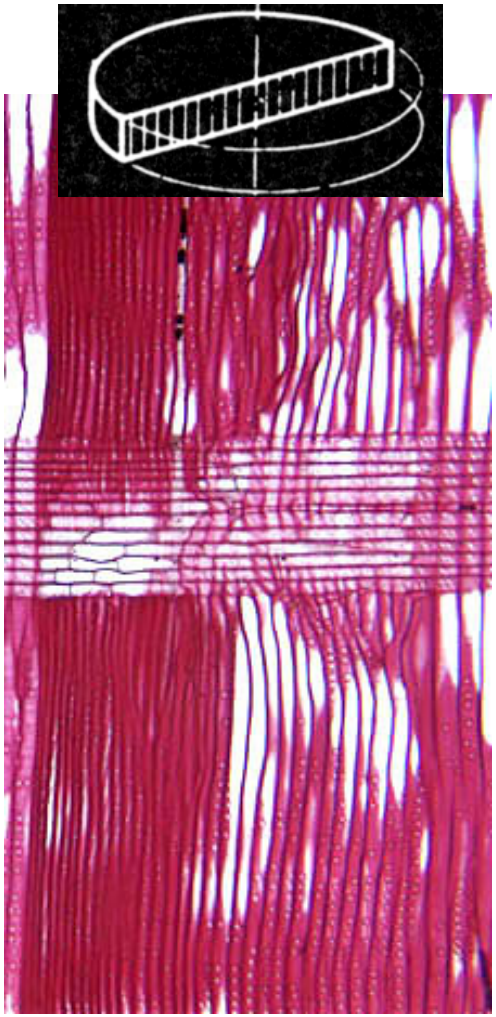


Secciones o planos de estudio

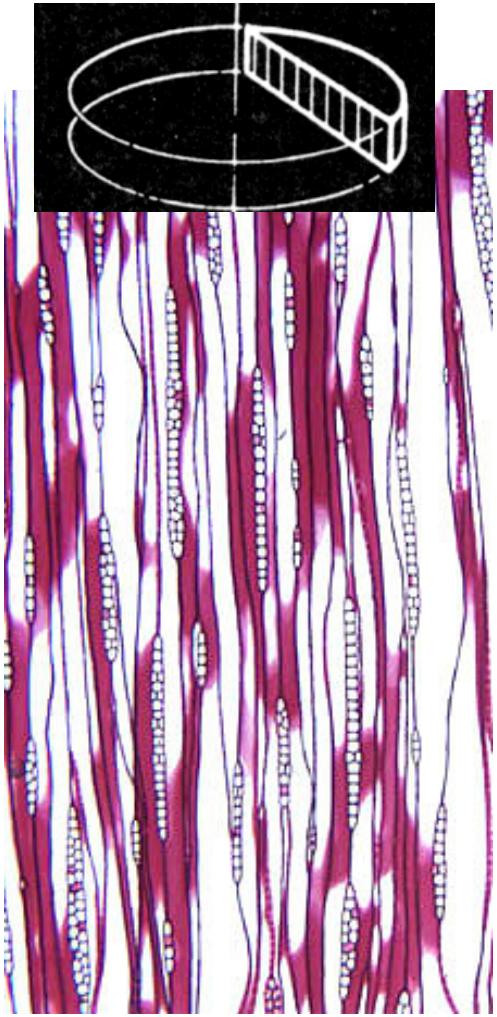
TRANSVERSAL



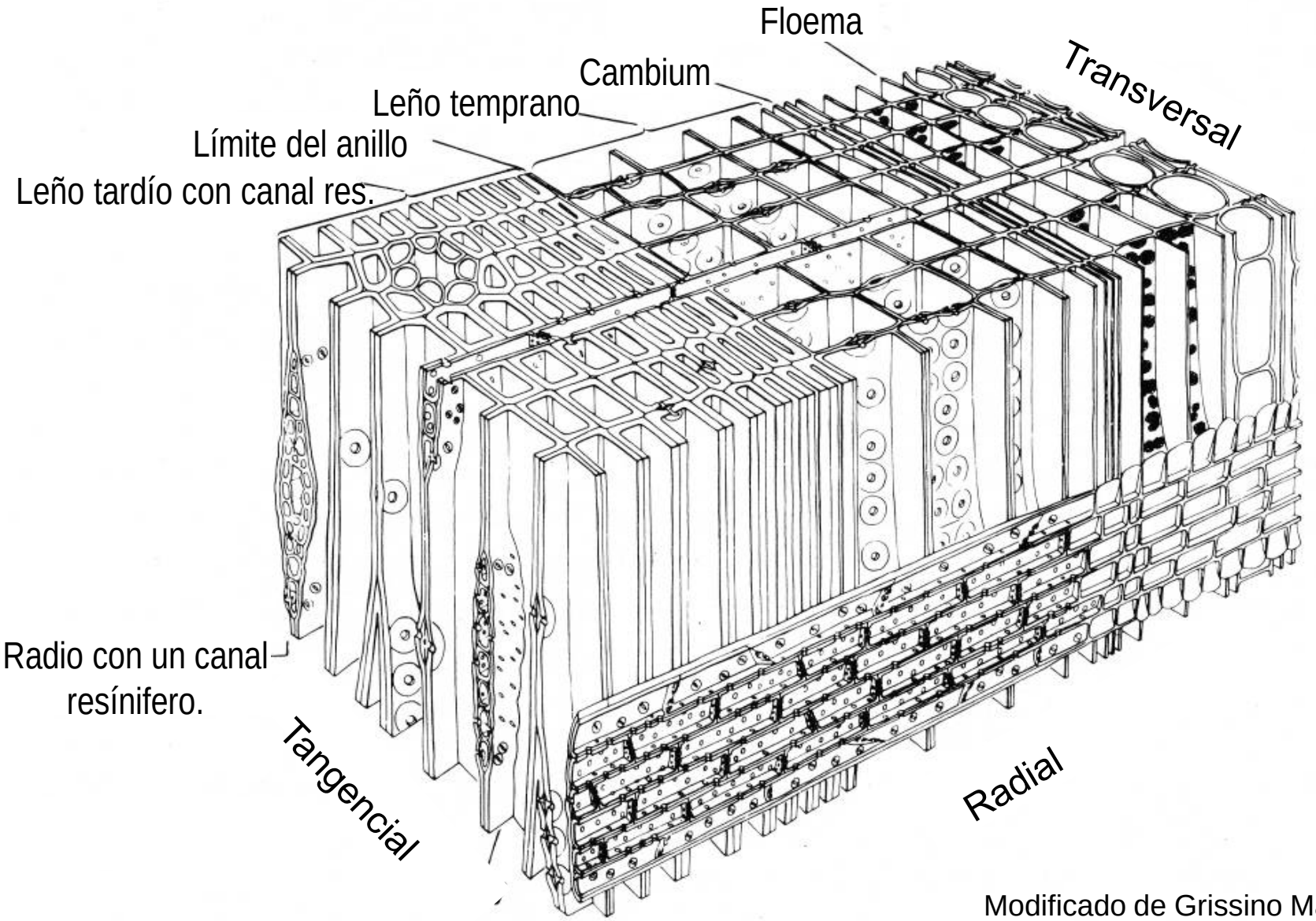
LONG. RADIAL



LONG. TANGENCIAL

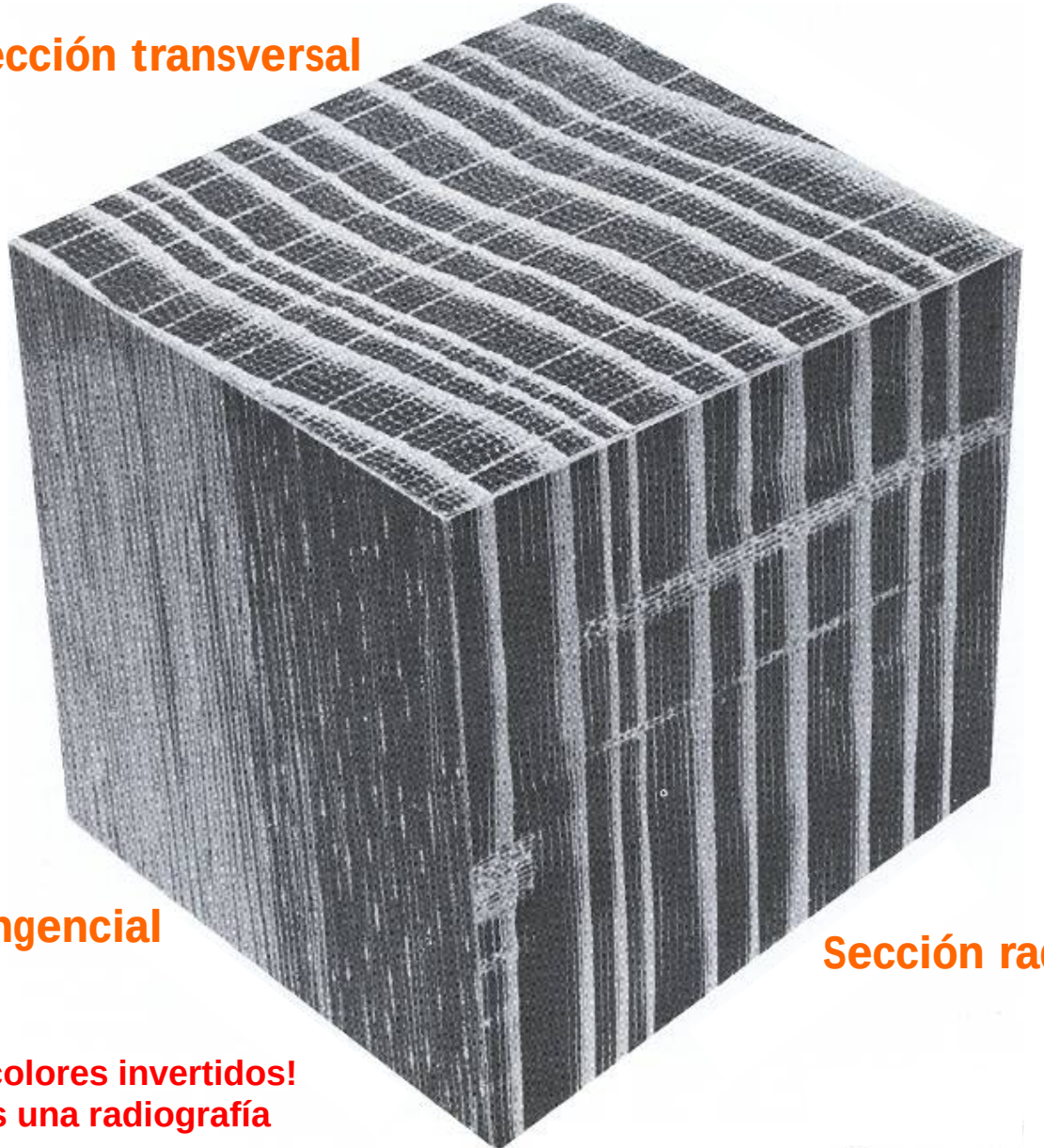


Leño de Gimnospermas



Modificado de Grissino Mayer

Leño de Gimnospermas



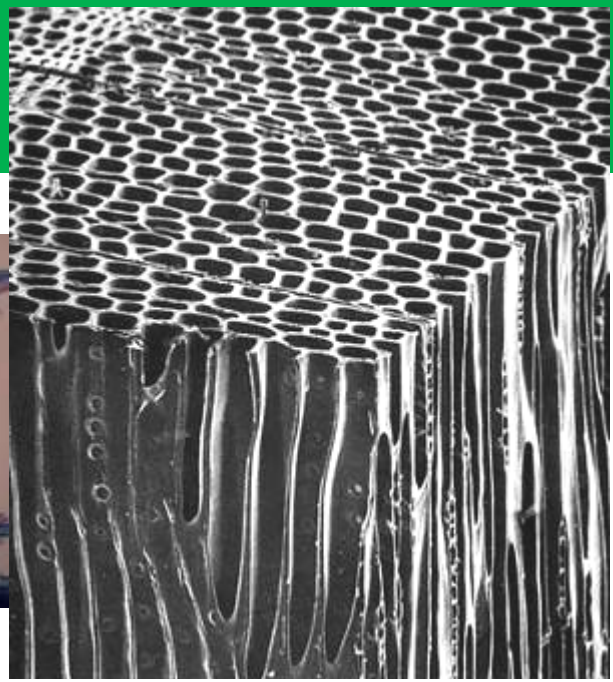
Nota: colores invertidos!
Esta es una radiografía

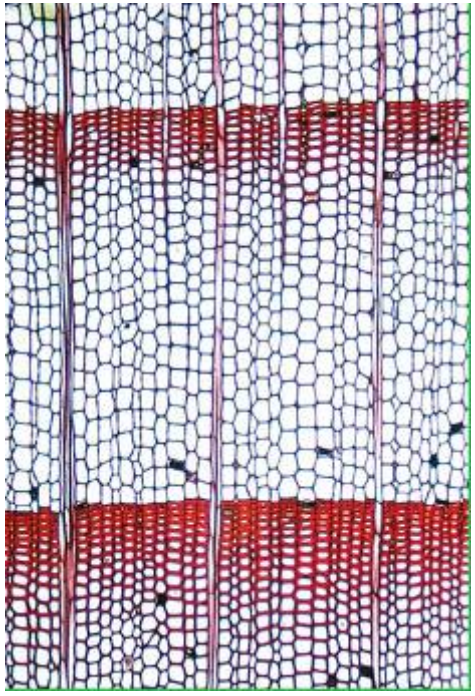
Modificado de
Grissino Mayer

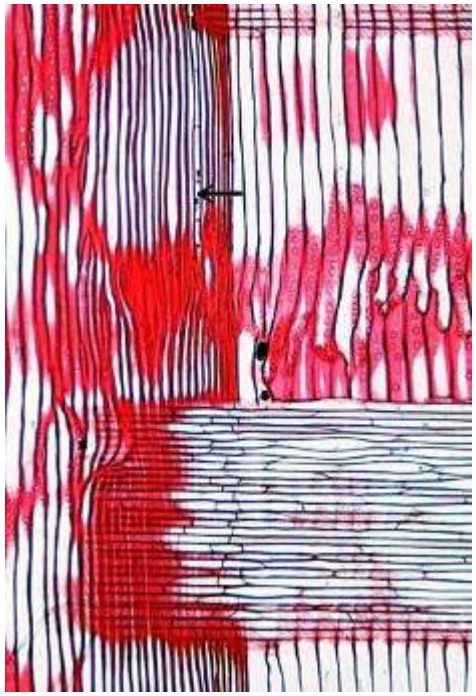
Leño de Gimnospermas

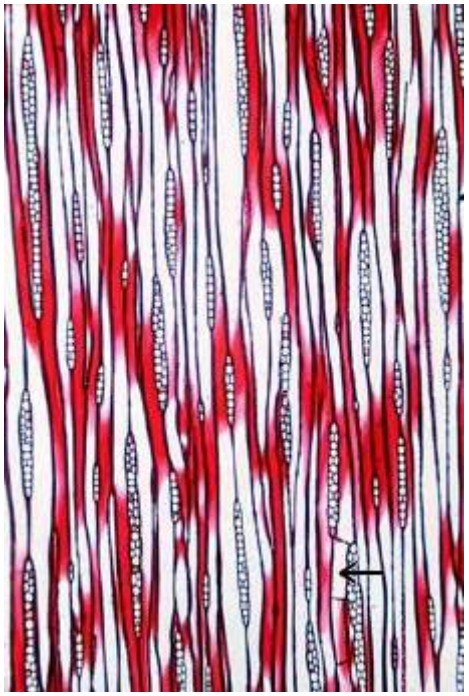
SIST. AXIAL traqueidas

SIST. RADIAL traqueidas
cel. parenquimát.

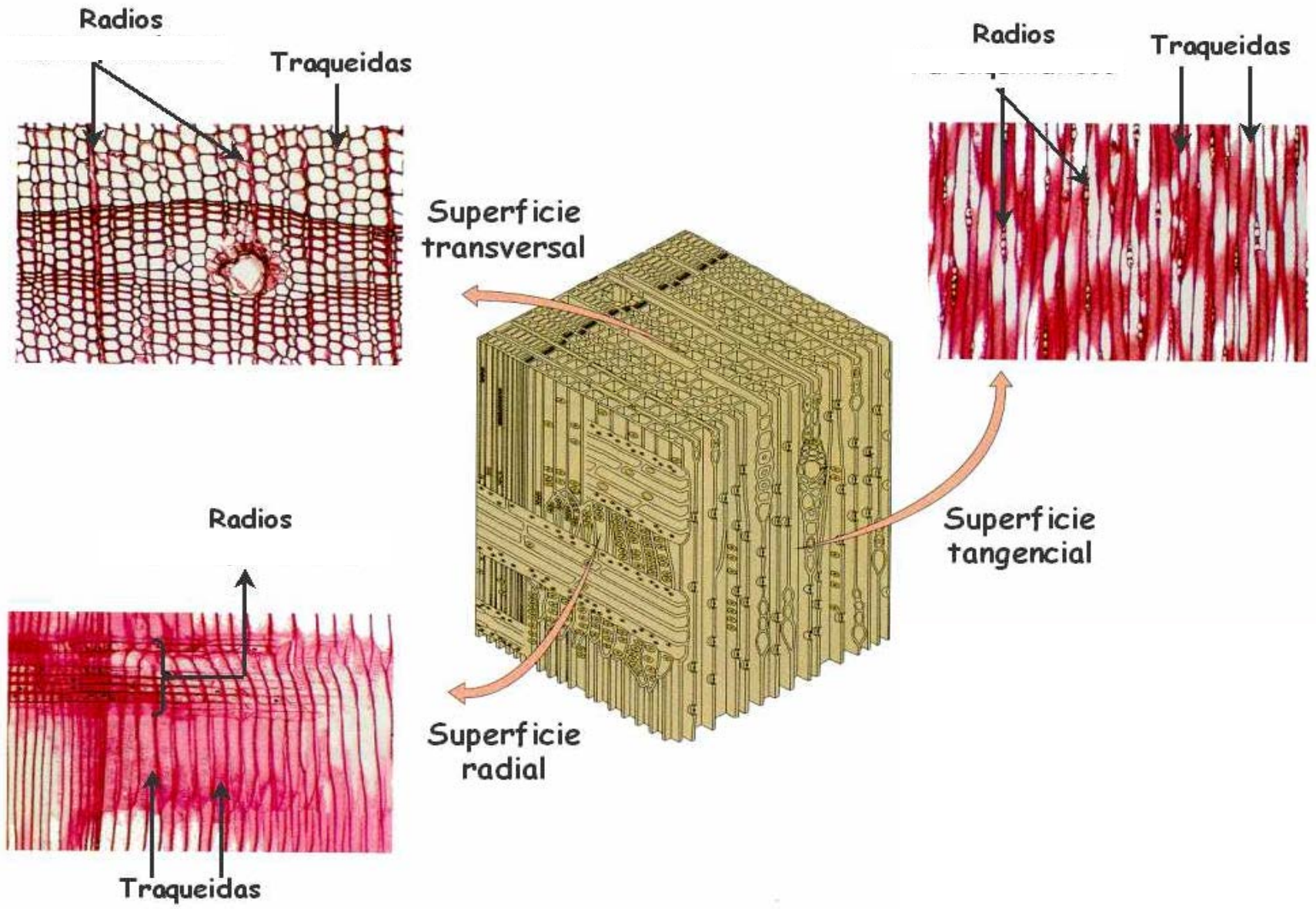




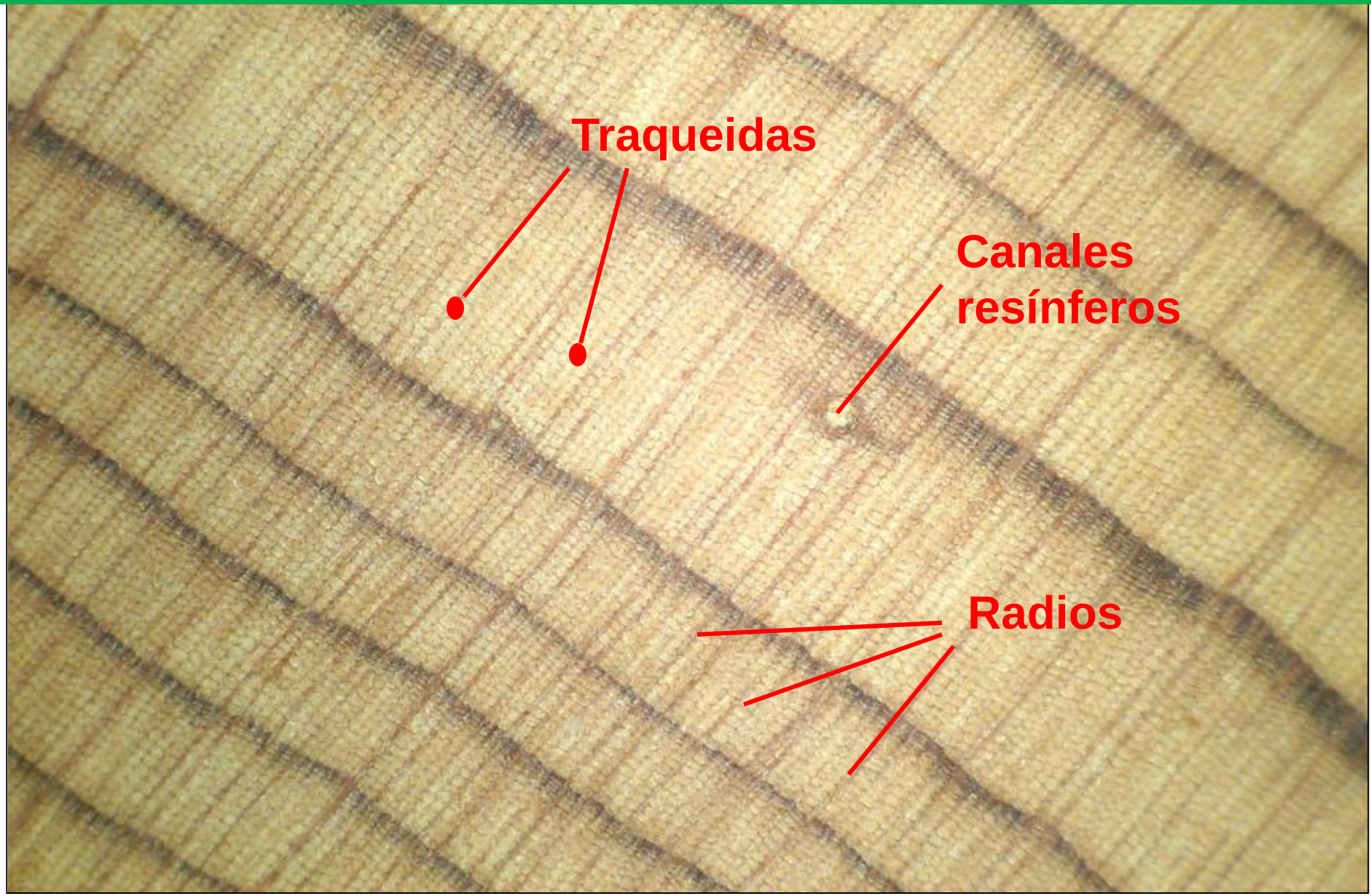




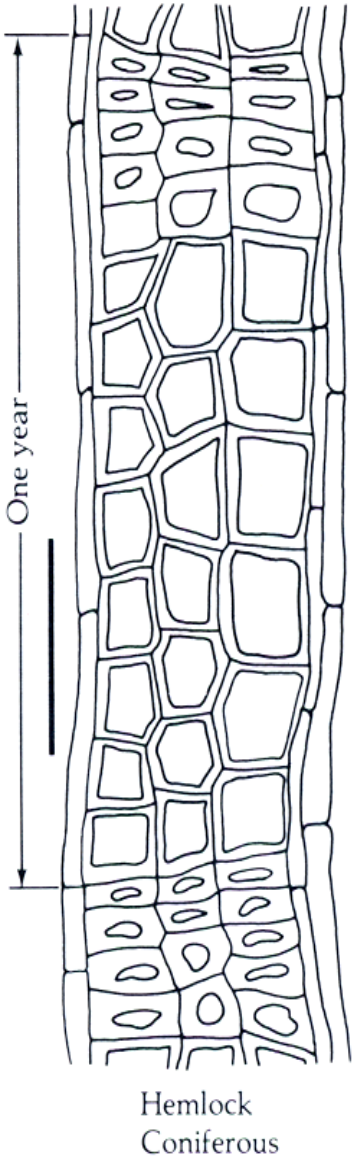
Leño de Gimnospermas



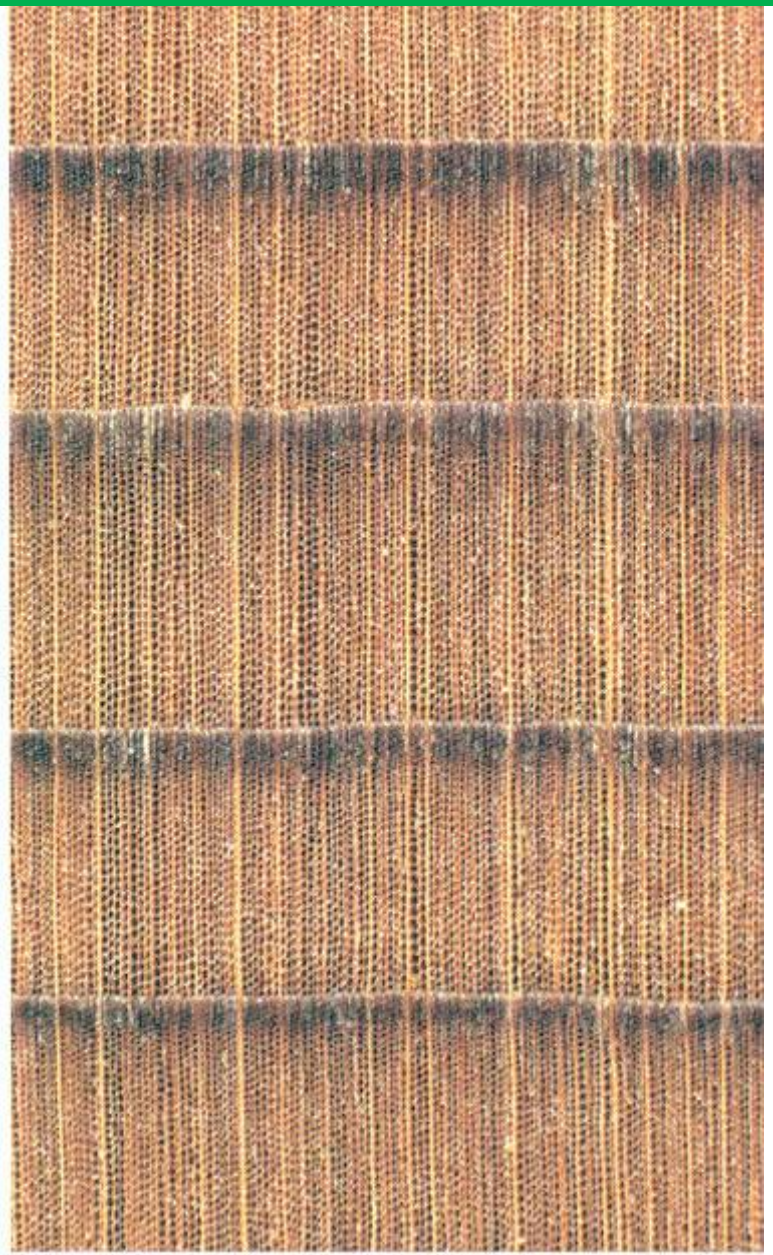
Leño de Gimnospermas

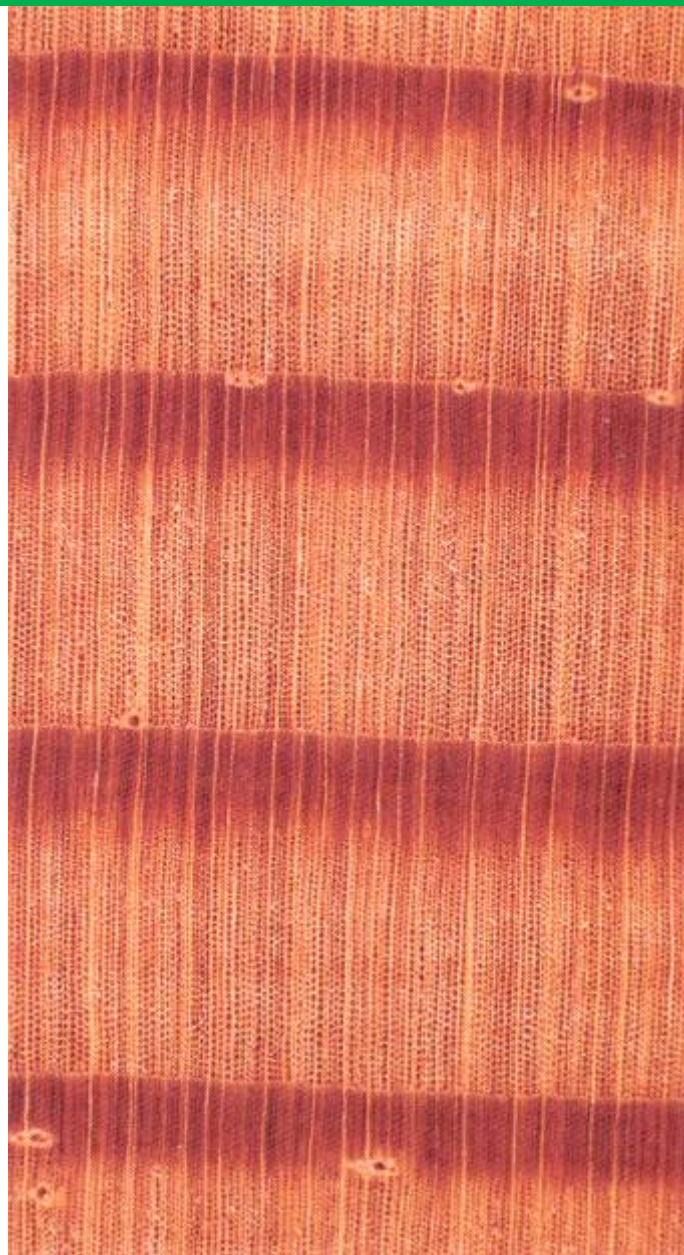


Leño de Gimnospermas



Modificado de Grissino Mayer

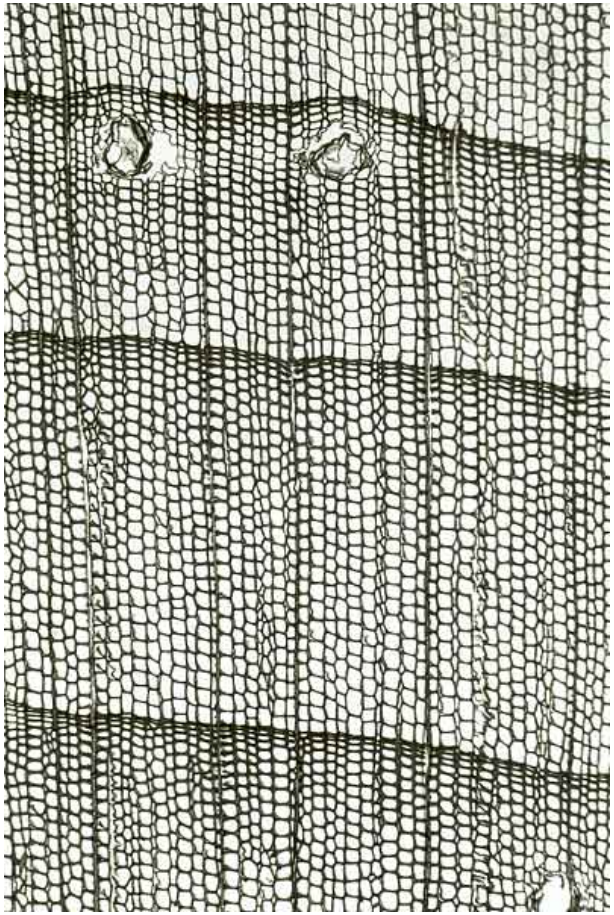




Leño de Gimnospermas

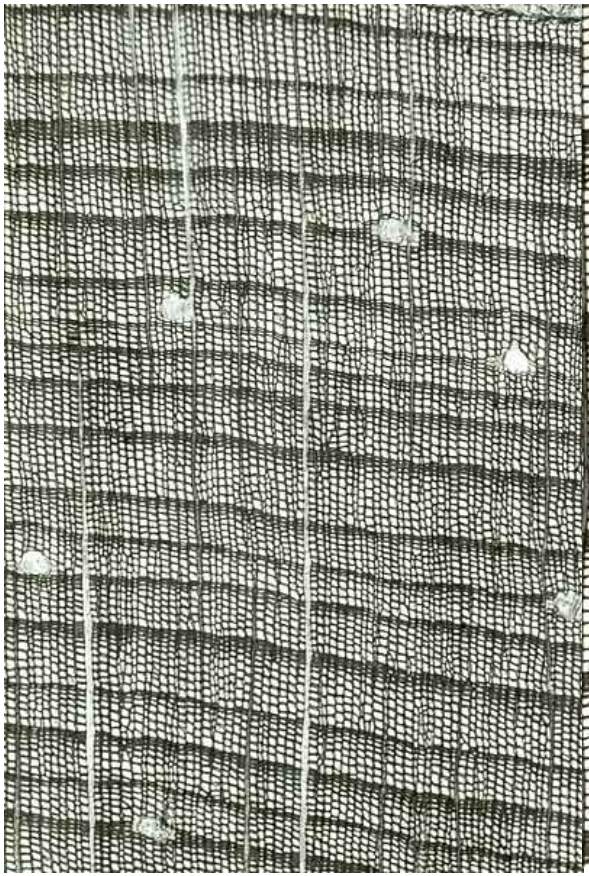
Clasificación en función del grado de transición entre leño temprano y tardío

Transición gradual

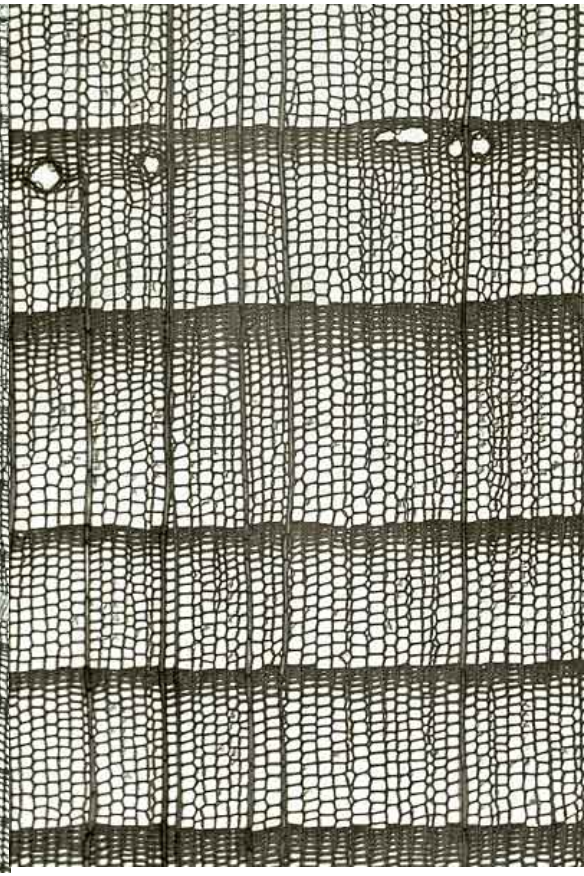


Pinus strobus

Transición abrupta

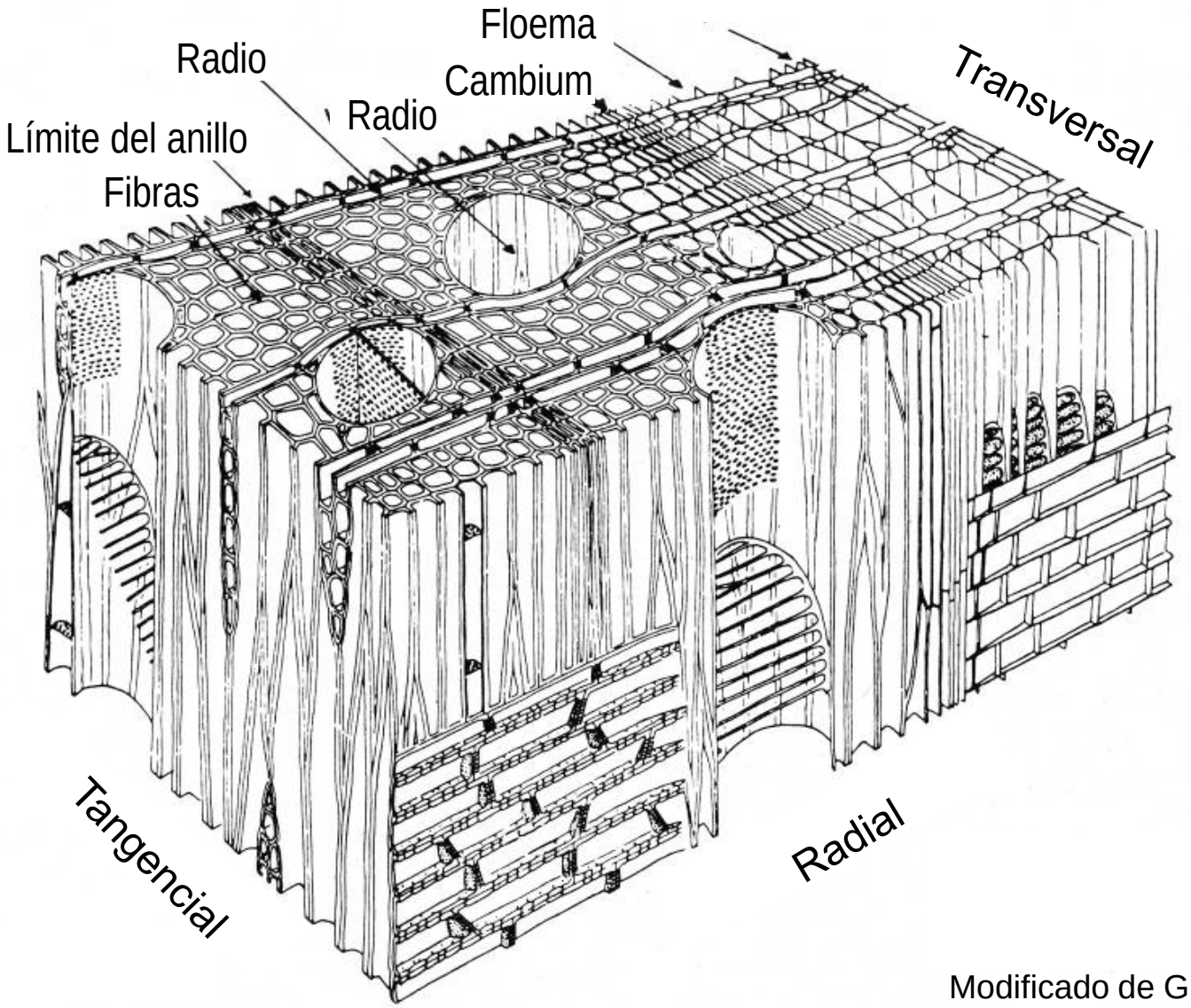


Pinus mugo



Pseudotsuga menziesii

Leño de Angiospermas

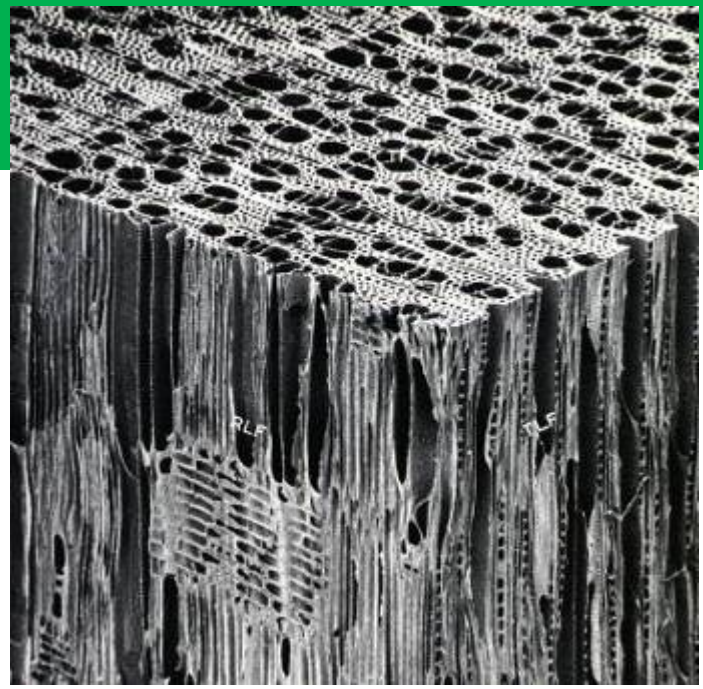


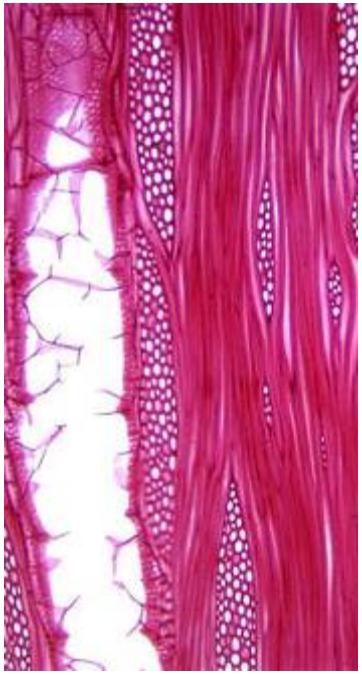
Modificado de Grissino Mayer

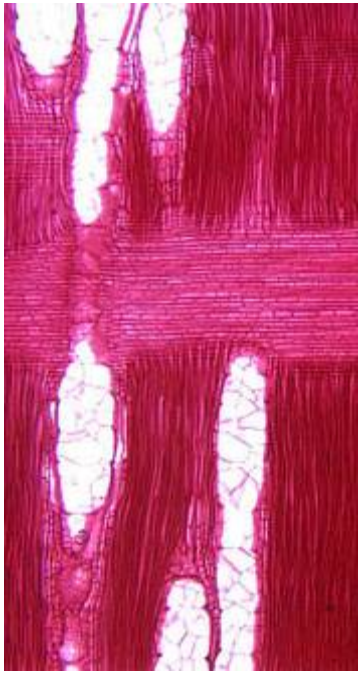
Leño de Angiospermas

SIST. AXIAL elementos de vaso y raro traqueidas
fibrotraqueidas, fibras y
cel. parenquimáticas

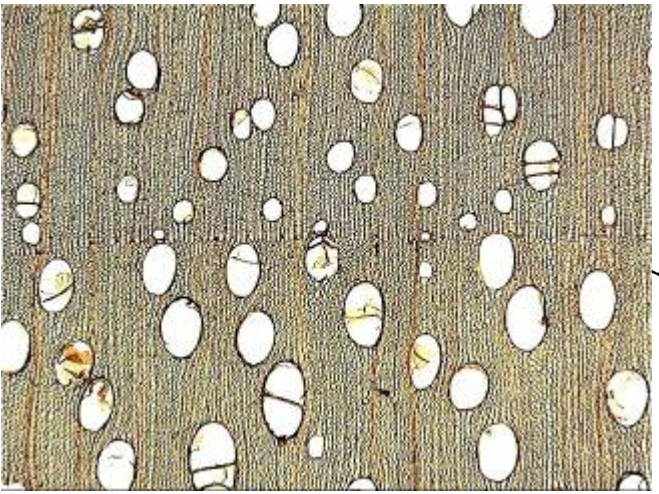
SIST. RADIAL cel. parenquimáticas





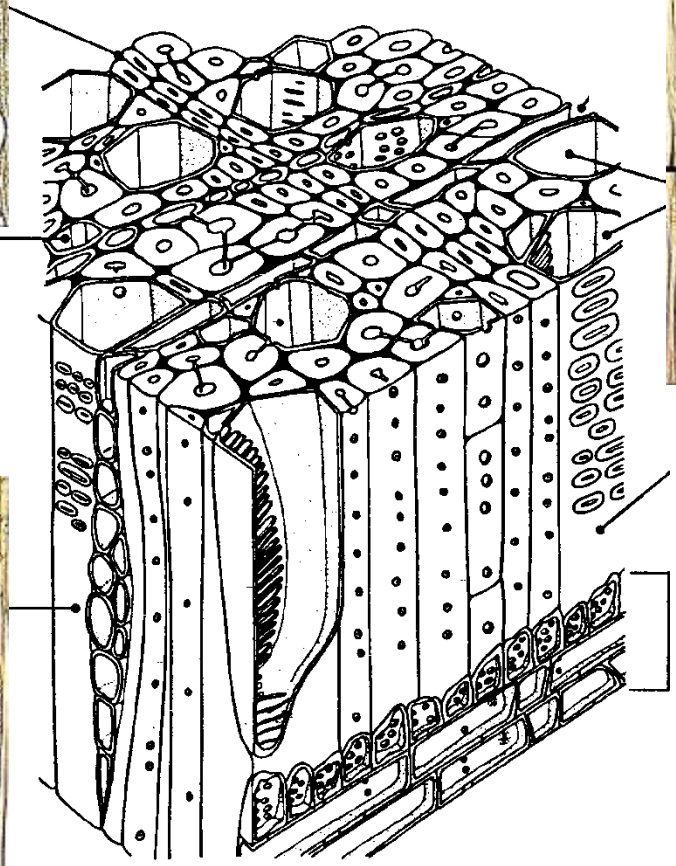


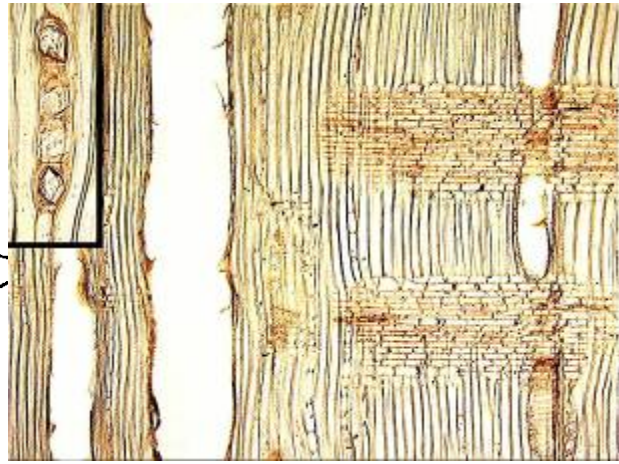
Leño de Angiospermas



Corte transversal

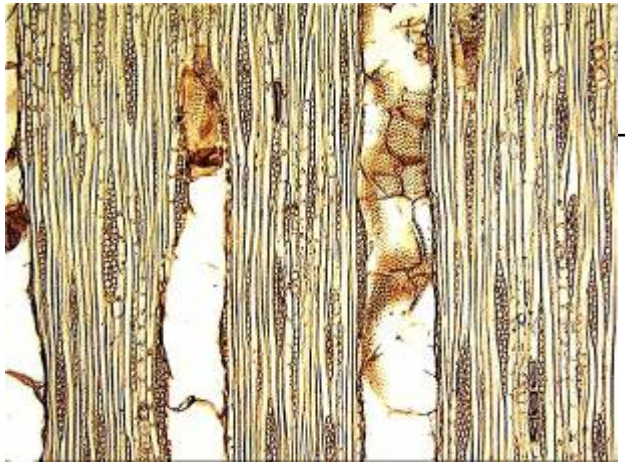
CTr





Corte longitudinal radial

Corte longitudinal tangencial



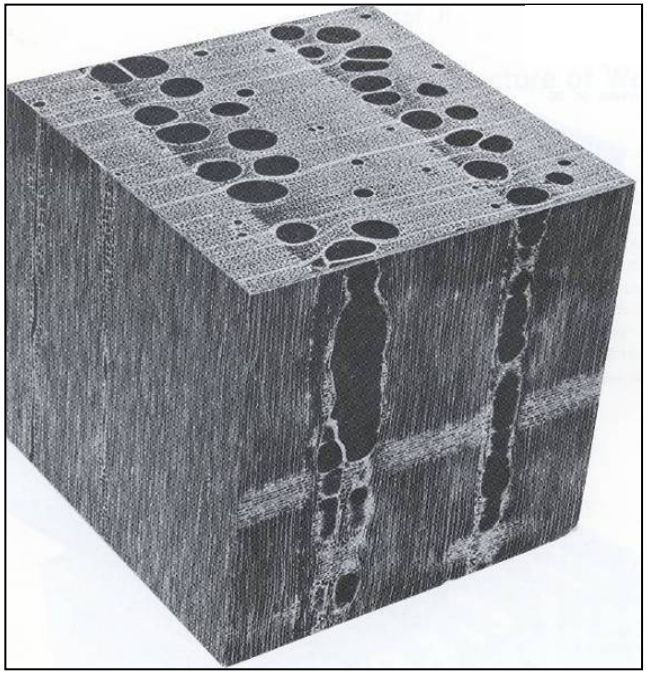
Leño de Angiospermas

¿Qué es la porosidad de una madera de Angiosperma?

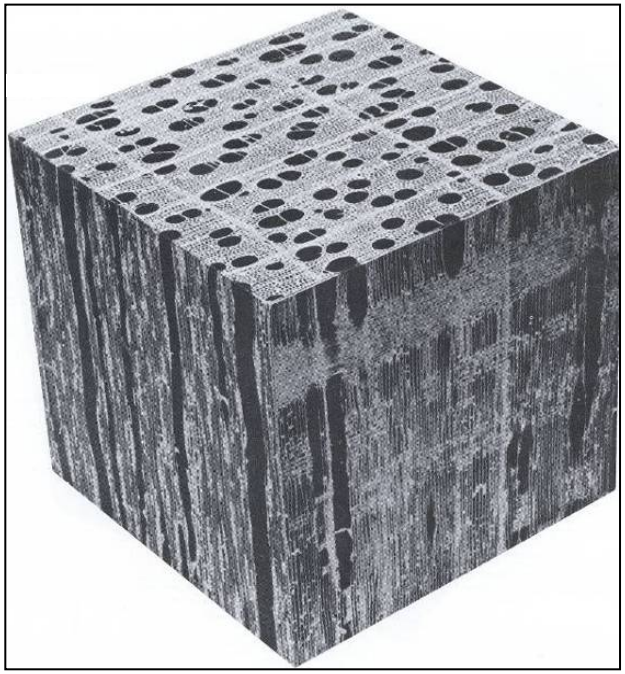
Es el ordenamiento de los vasos en el anillo de crecimiento.

3 grandes tipos:

Porosidad circular



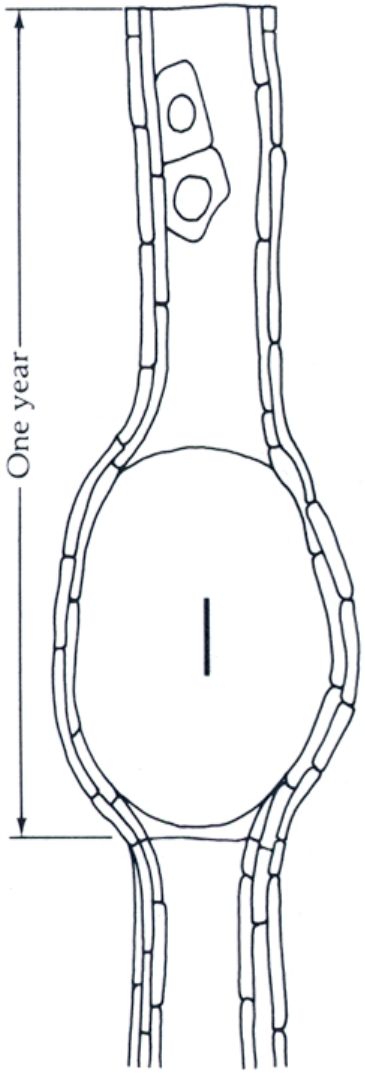
Porosidad difusa

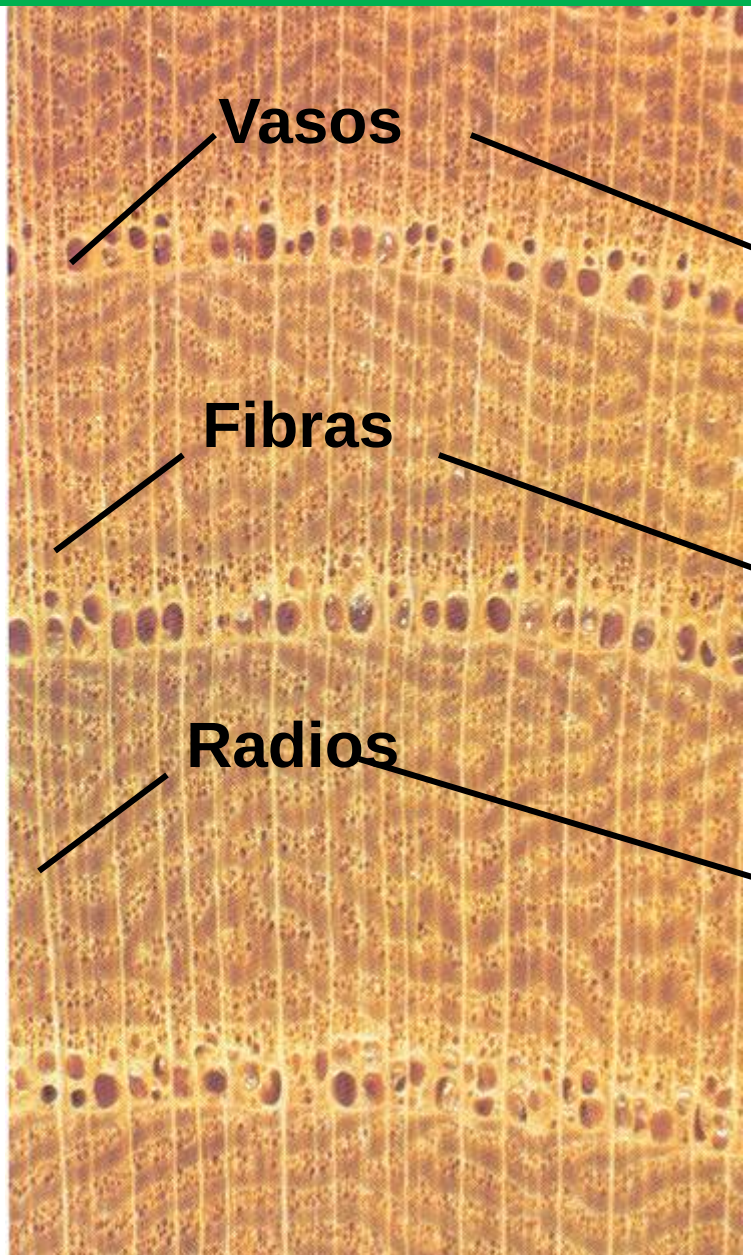


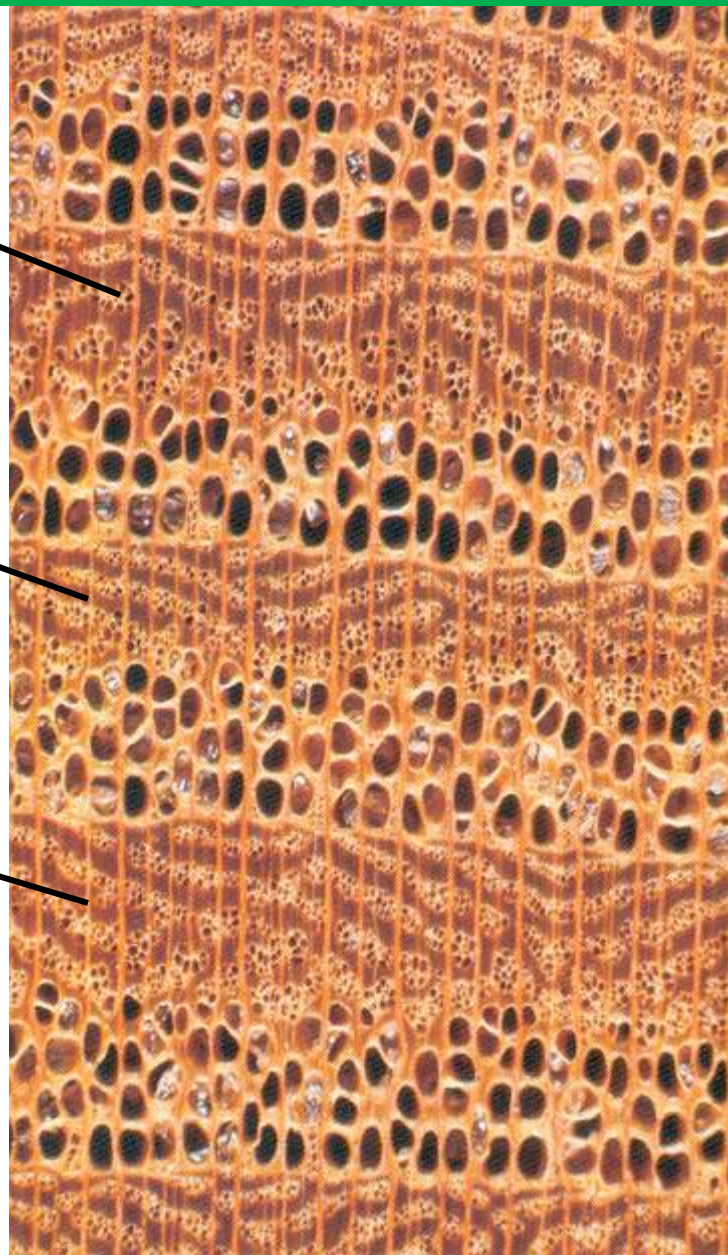
Porosidad semi-circular

Modificado de Grissino Mayer

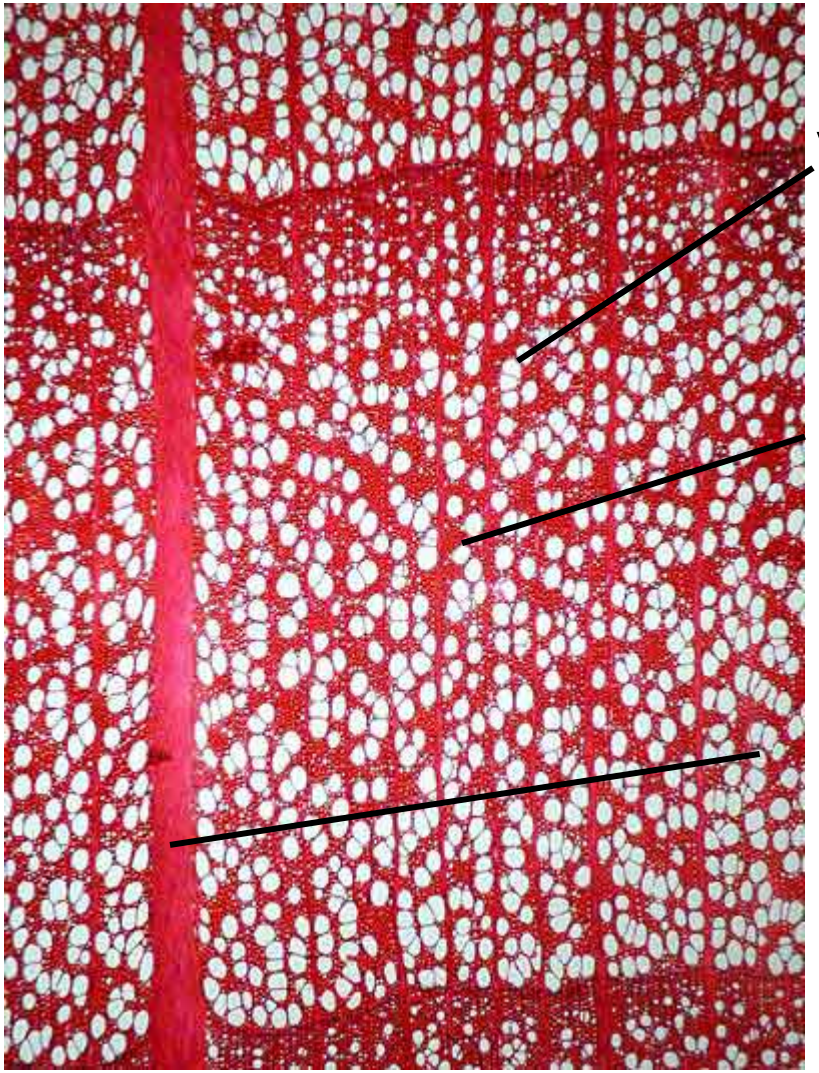
Leño de Angiospermas: porosidad circular



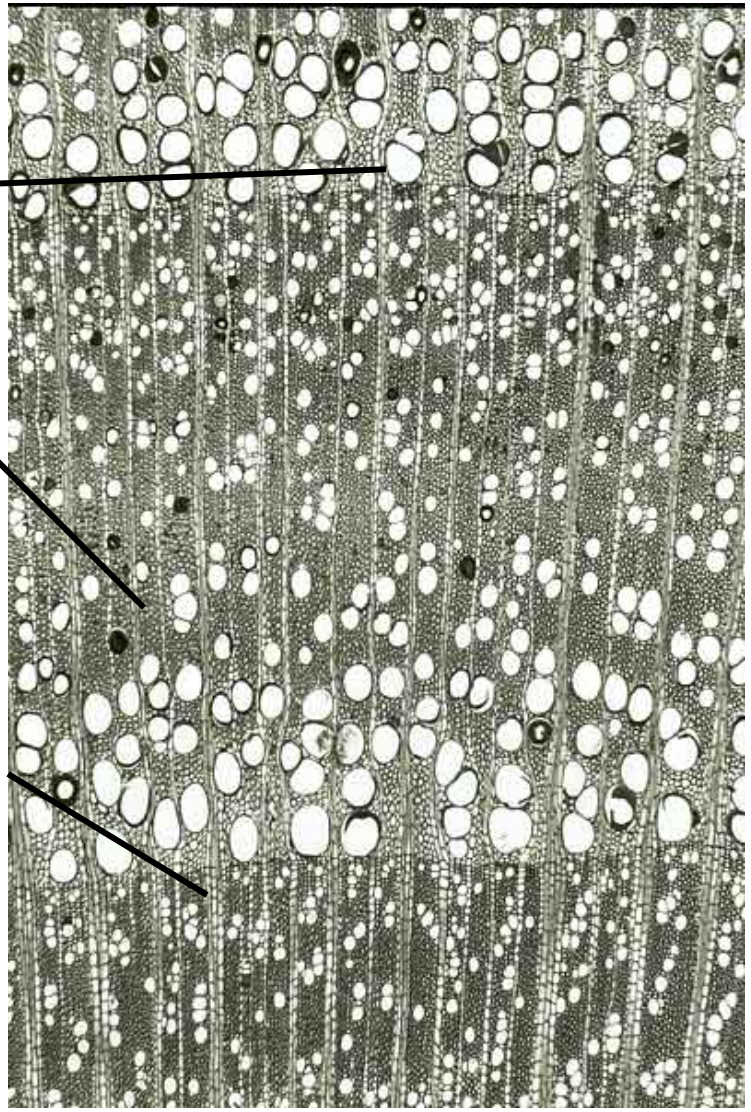




Leño de Angiospermas: porosidad semicircular



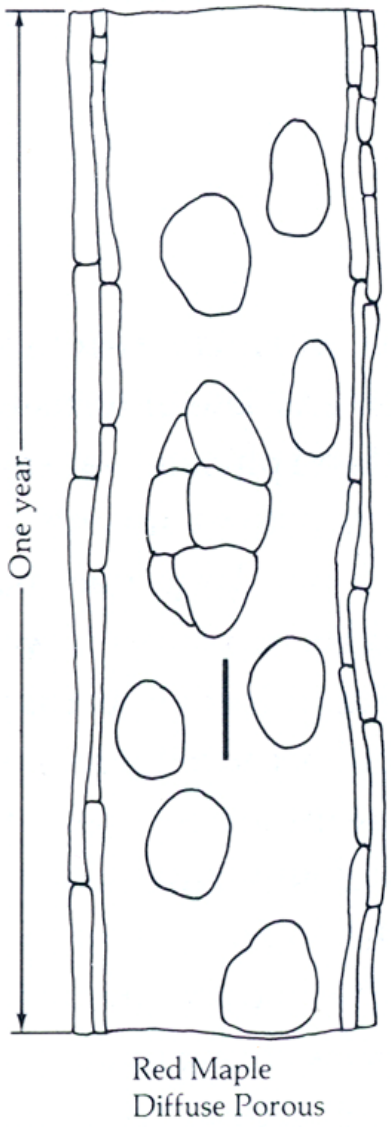
Fagus sylvatica

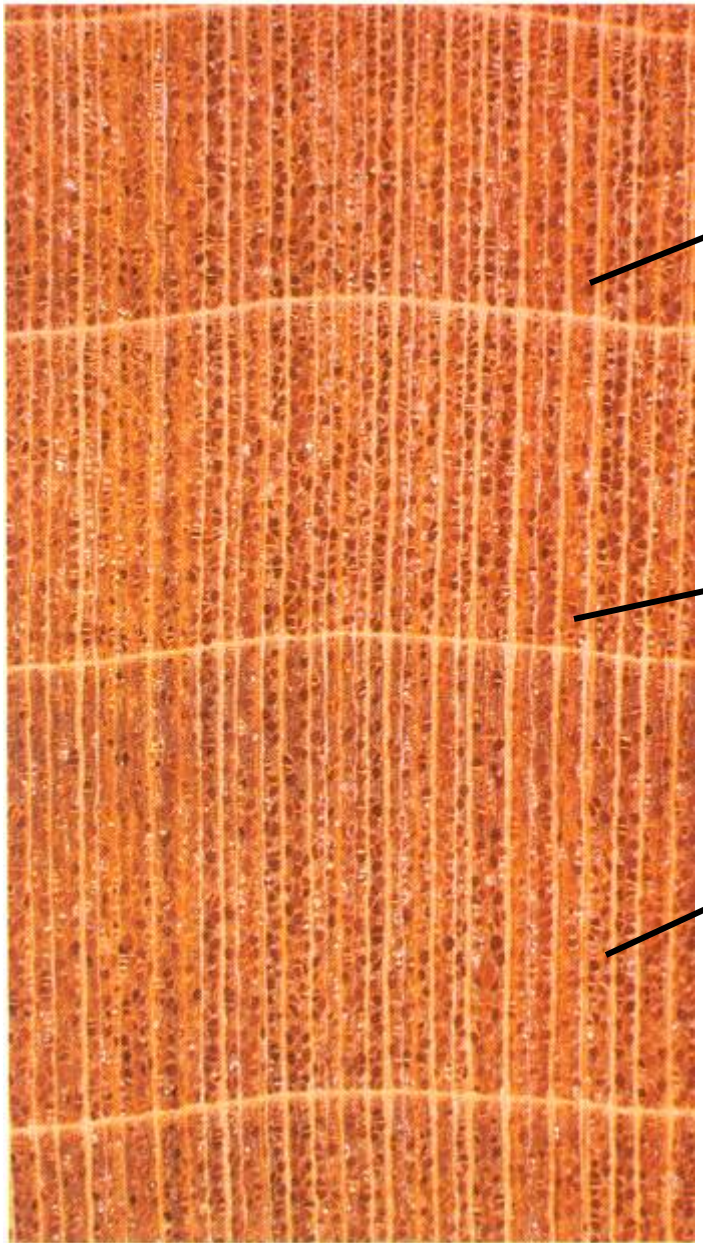


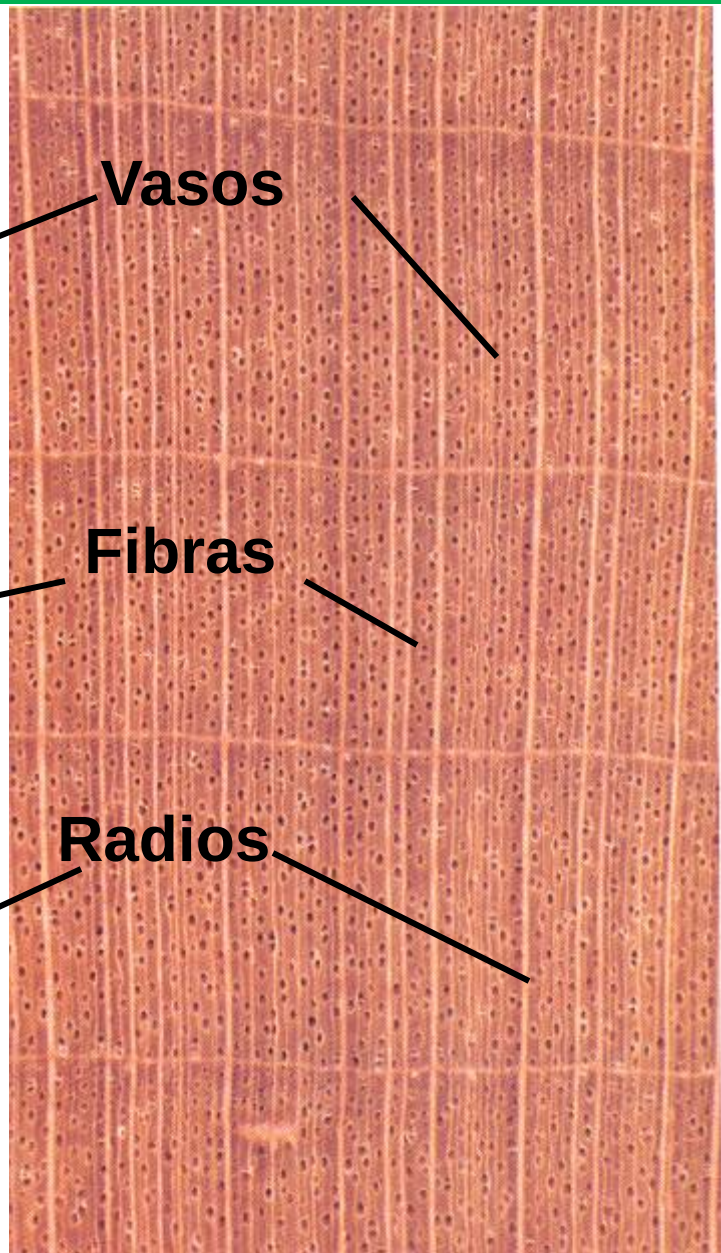
Prunus persica

Fuente: www.woodanatomy.ch

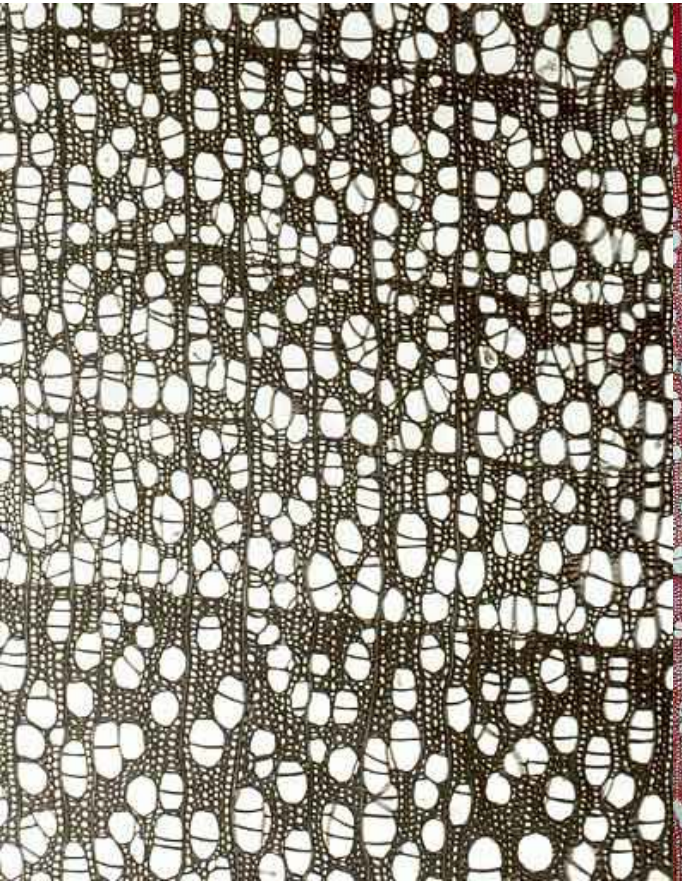
Leño de Angiospermas: porosidad difusa





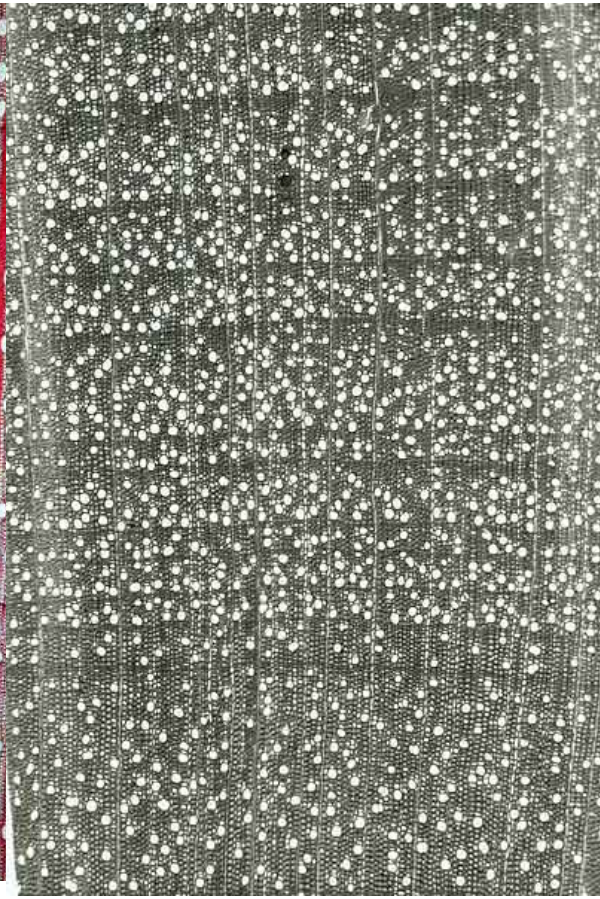


Leño de Angiospermas: porosidad difusa



Populus alba

Acer pseudoplatanus



Buxus sempervirens

Fuente: www.woodanatomy.ch

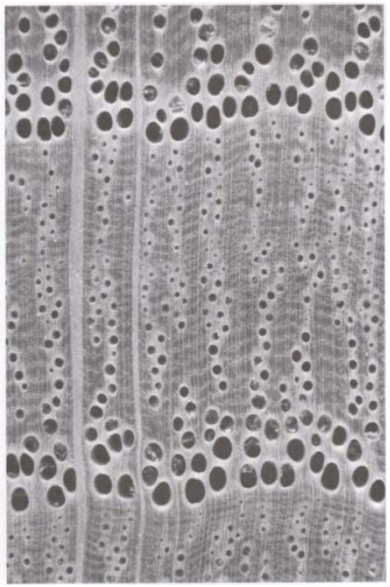
Leño de Angiospermas

¿Qué es la disposición de los poros?

Es el arreglo o dibujo de los poros determinando un patrón característico, independientemente del tipo de porosidad.

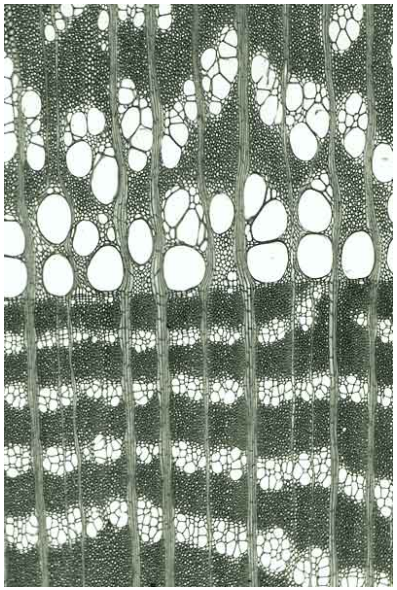
La mayoría de las maderas carece de una disposición particular de sus poros. Cuando este carácter se presenta, corresponde en general a alguno de los siguientes **3 tipos**:

dendrítica o flamiforme



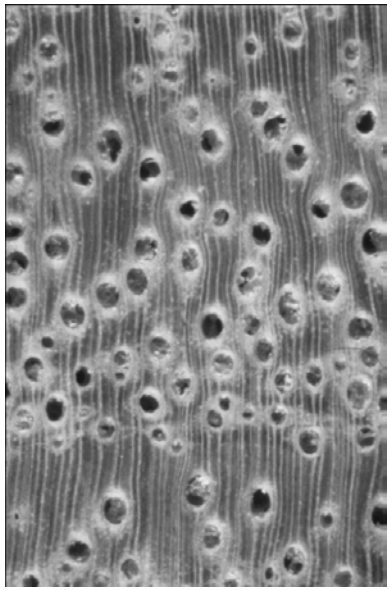
Quercus rubra

bandas tangenciales o ulmoide



Ulmus campestris

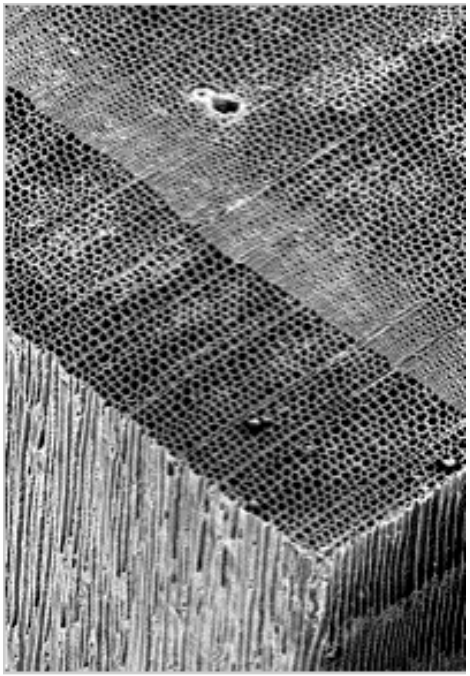
diagonal



Eucalyptus viminalis

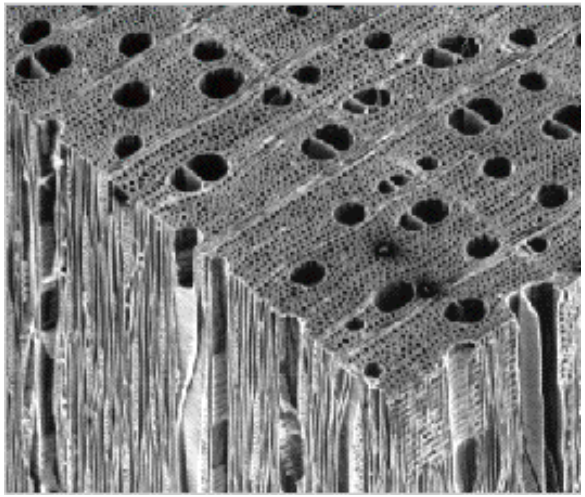
Fuentes: Hoadley 1990 ; Insidewood.com y www.woodanatomy.ch

Comparación leño gimnosp. Vs angiosp.



GIMNOSPERMAS

Conducción	Traqueidas long.
Sostén	Traqueidas long.
Almacenamiento	Parénquima radial
	Canales resíniferos



DICOTILEDÓNEAS

Conducción	Elementos de vaso
Sostén	Fibras, fibrotraqueidas y traqueidas
Almacenamiento	Parénquima axial y radial

Comparación leño gimnosp. Vs angiosp.

¿Qué elementos o características definen sus anillos de crecimiento?

Gimnospermas

1. Contraste entre el leño tardío y el leño temprano del año siguiente

Angiospermas

1. **Porosidad (circular o semi-circular)**
2. **Parénquima marginal**
3. **Achatamiento de fibras radialmente**
4. **Disposición**

Anatomía 2: Anatomía secundaria del tallo y raíz

Subunidad A: Tallo

- Estructura secundaria en dicotiledóneas
- Anillos de crecimiento.
- Albura y duramen.

Subunidad B: Raíz.

- Crecimiento secundario