

SISTEMA VASCULAR EN LAS PLANTAS

Clase preparada por
Ing. Agr. M. Sc. Myrna Herrera
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de
Guatemala

SISTEMA VASCULAR

- El xilema, junto con el floema, conforman el Sistema Vascular de las “Plantas Vasculares” (musgos, helechos, Pinophytas, Magnoliophytas).
- El Sistema Vascular es continuo a lo largo de toda la planta.
- Se encarga del transporte a larga distancia en las plantas.

El sistema vascular
está conformado por
2 tejidos complejos:

Xilema ←

y

Floema ←



XILEMA

XILEMA

El Xilema es un tejido complejo conformado por células conductoras, fibras y células de parénquima



Fotografía : Myrna Herrera

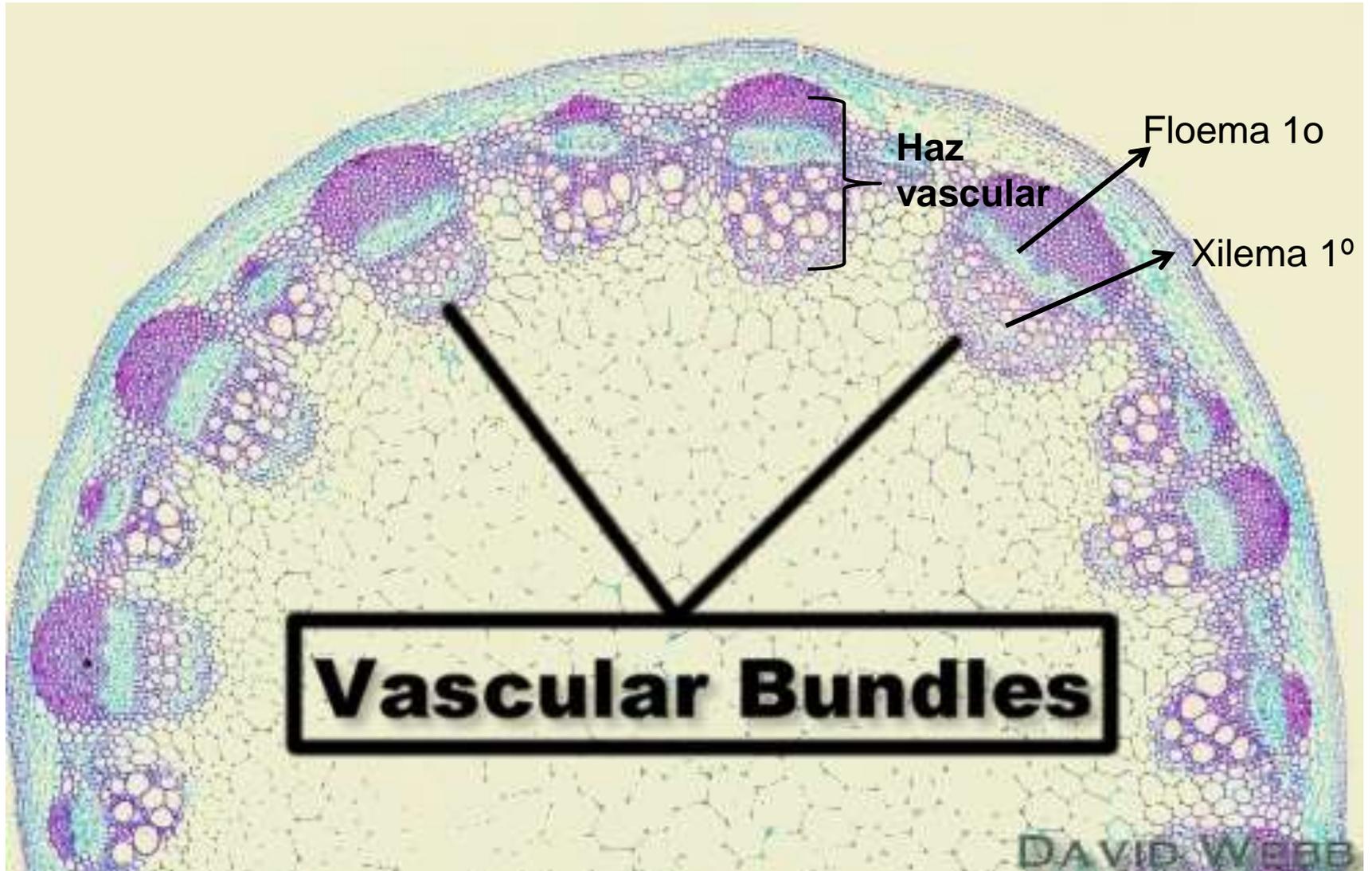
FUNCIONES DEL XILEMA

- 1. Conducción y agua y minerales en dirección ascendente en la planta.**
- 2. Soporte mecánico de la planta.**
- 3. Almacenamiento de Sustancias de Reserva como almidón, proteínas, agua, etc.**

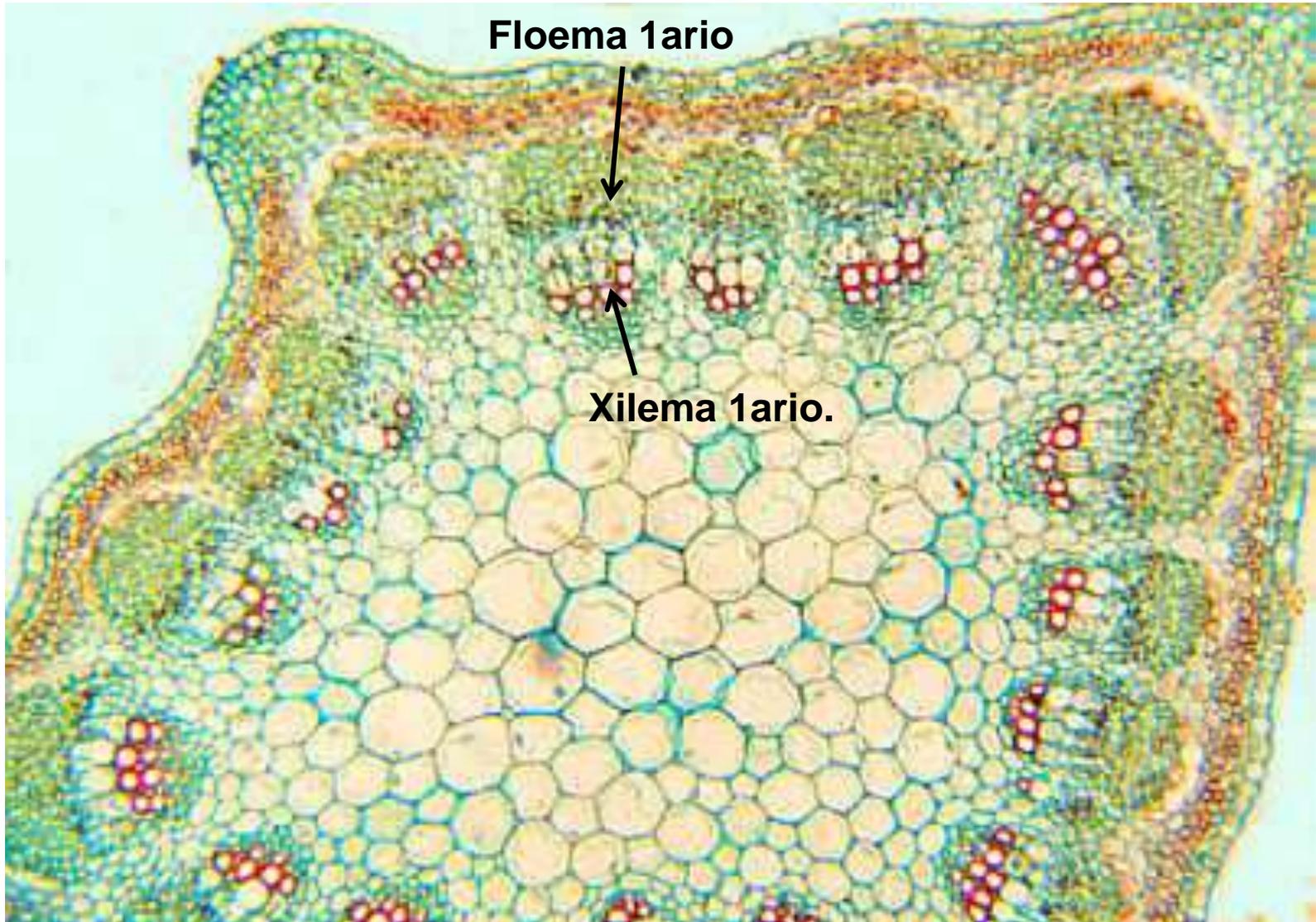
CLASIFICACIÓN DEL XILEMA POR SU ORIGEN

- **XILEMA PRIMARIO: Se origina del procambium.**
- **XILEMA SECUNDARIO: Se origina del Cambium Vascular.**

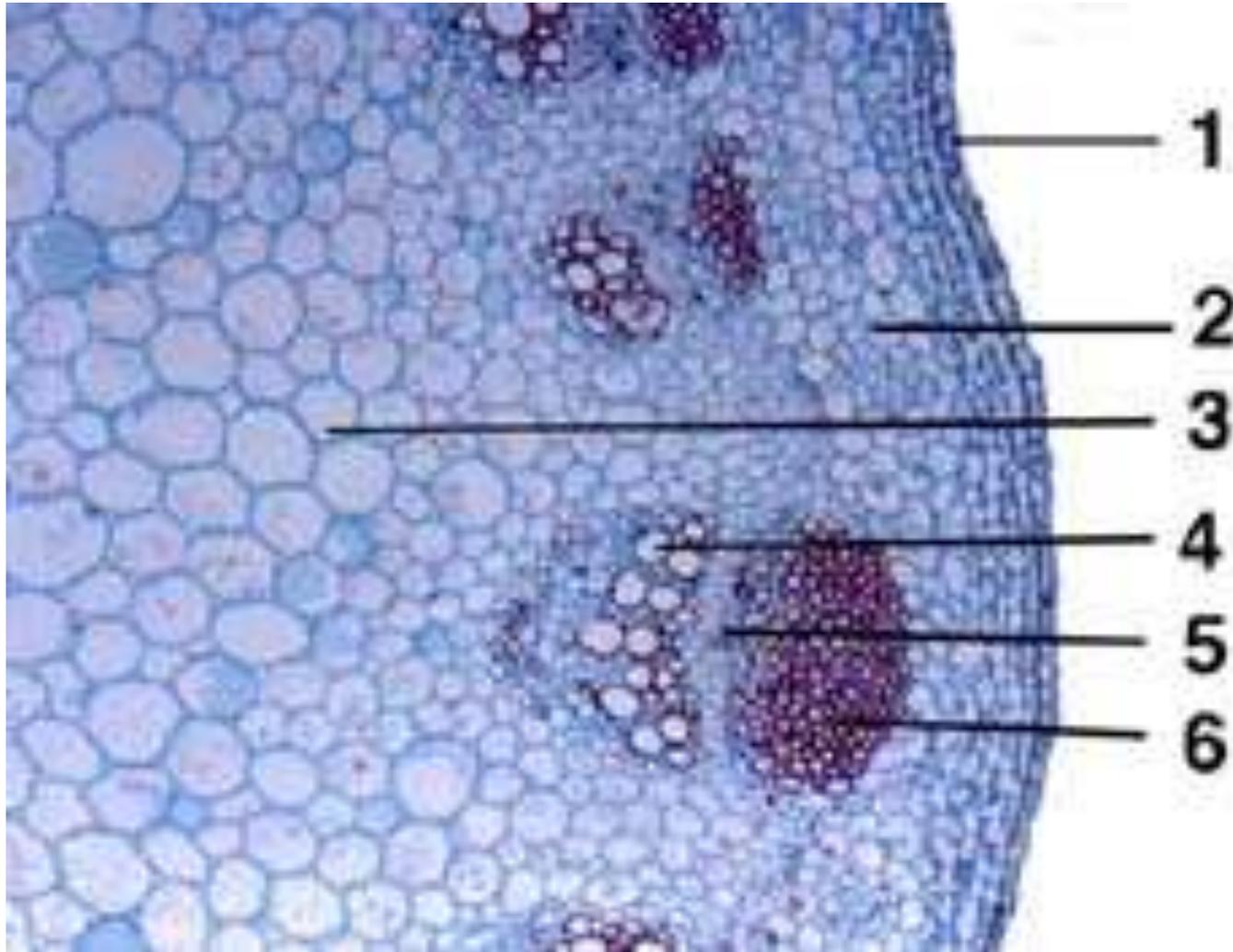
Tallo dicotiledonea con crecimiento primario



Tallo dicotiledonea con crecimiento primario

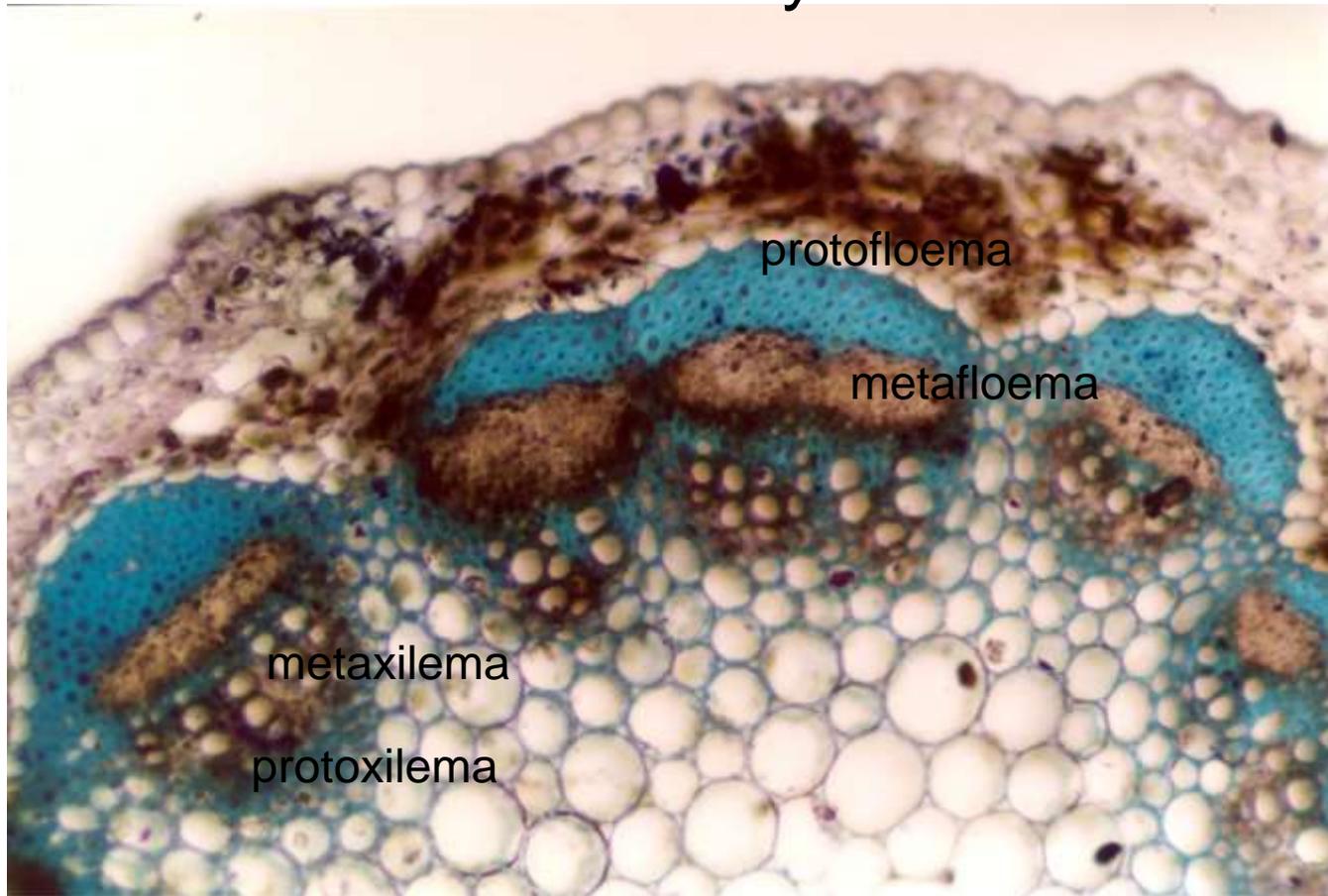


Tallo dicotiledonea con crecimiento primario

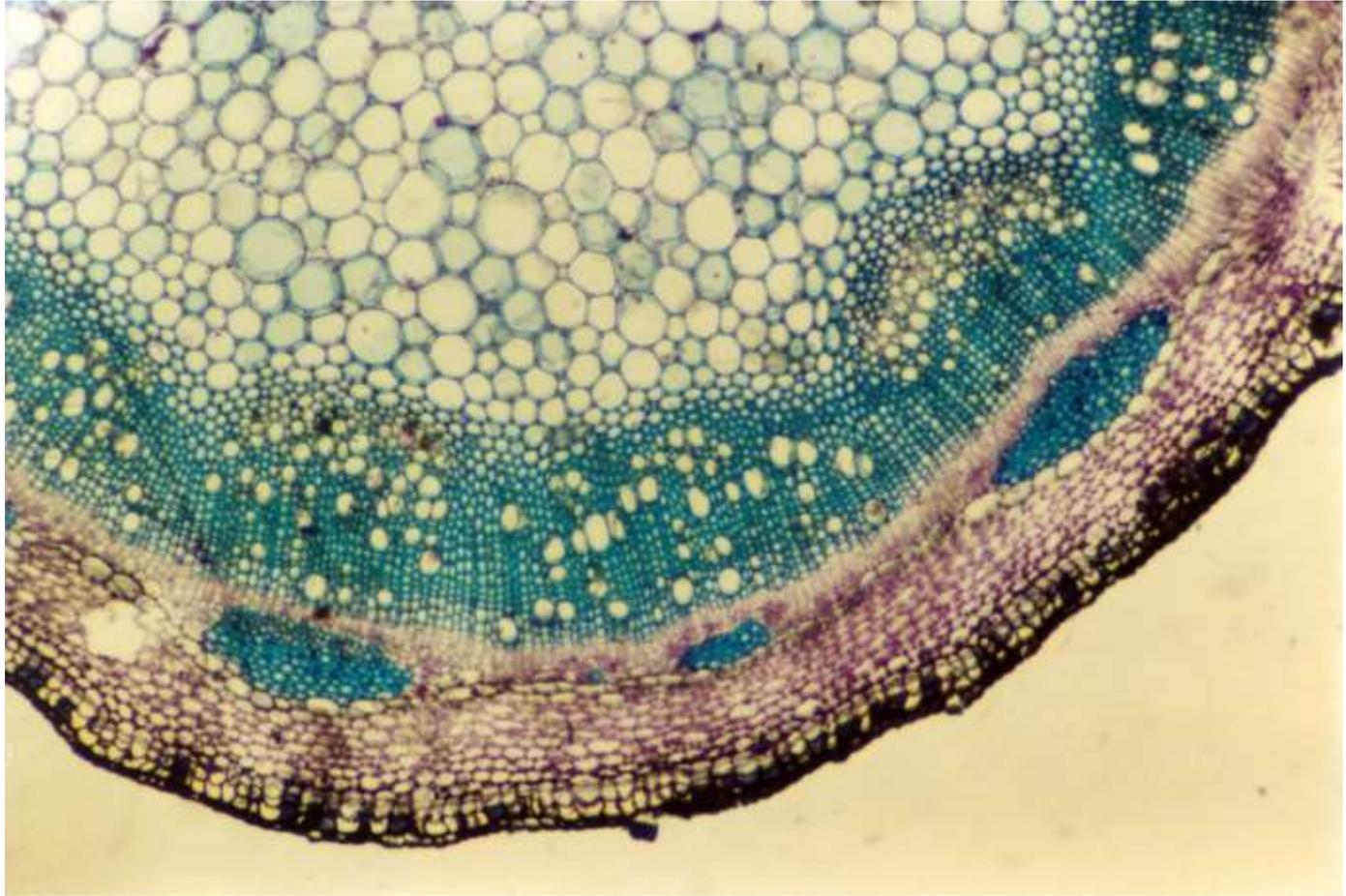


Tallo de Pericón con Xilema Primario:
En el xilema primario hay:

Protoxilema y Metaxilema

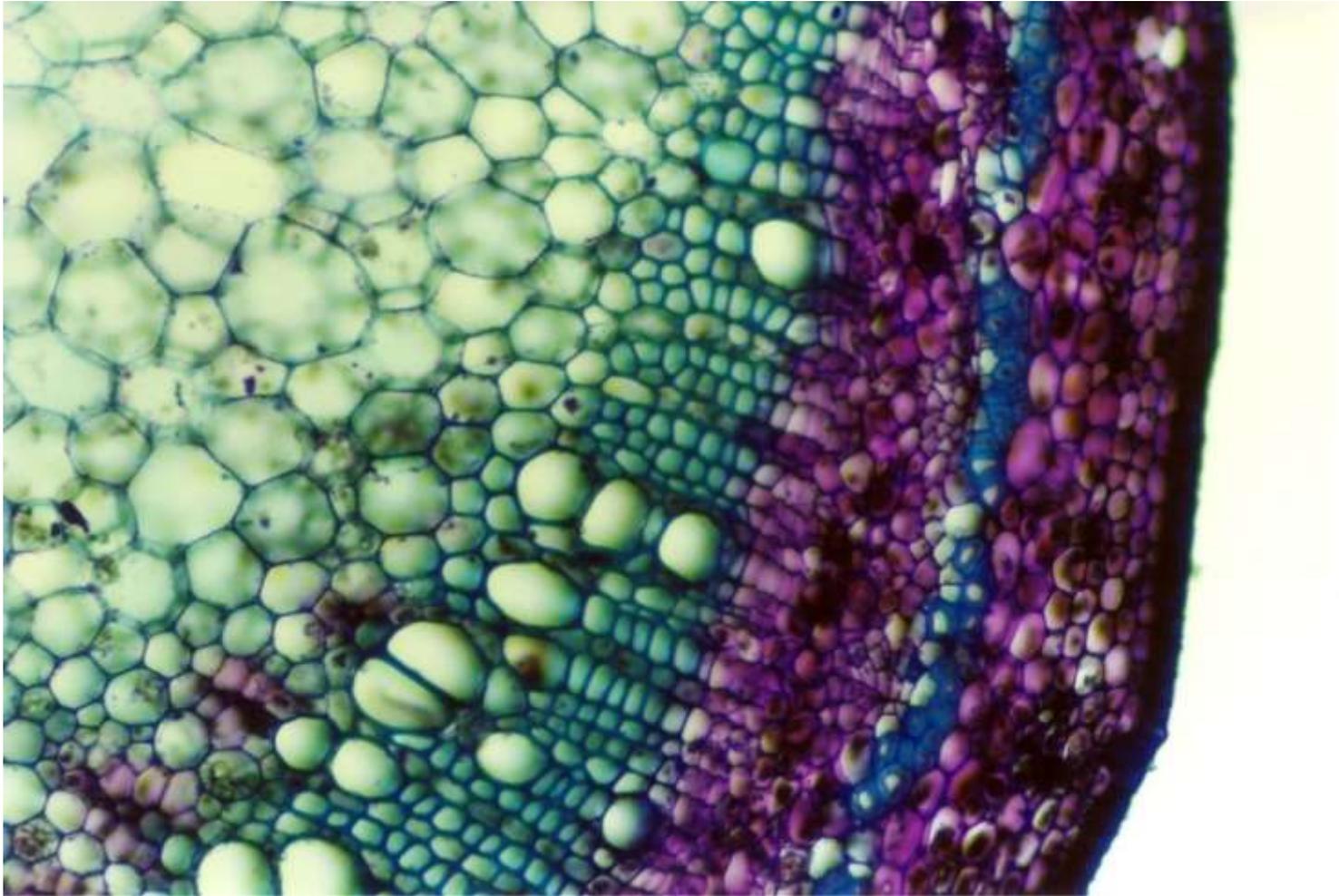


Tallo de Magnoliopsida con xilema2



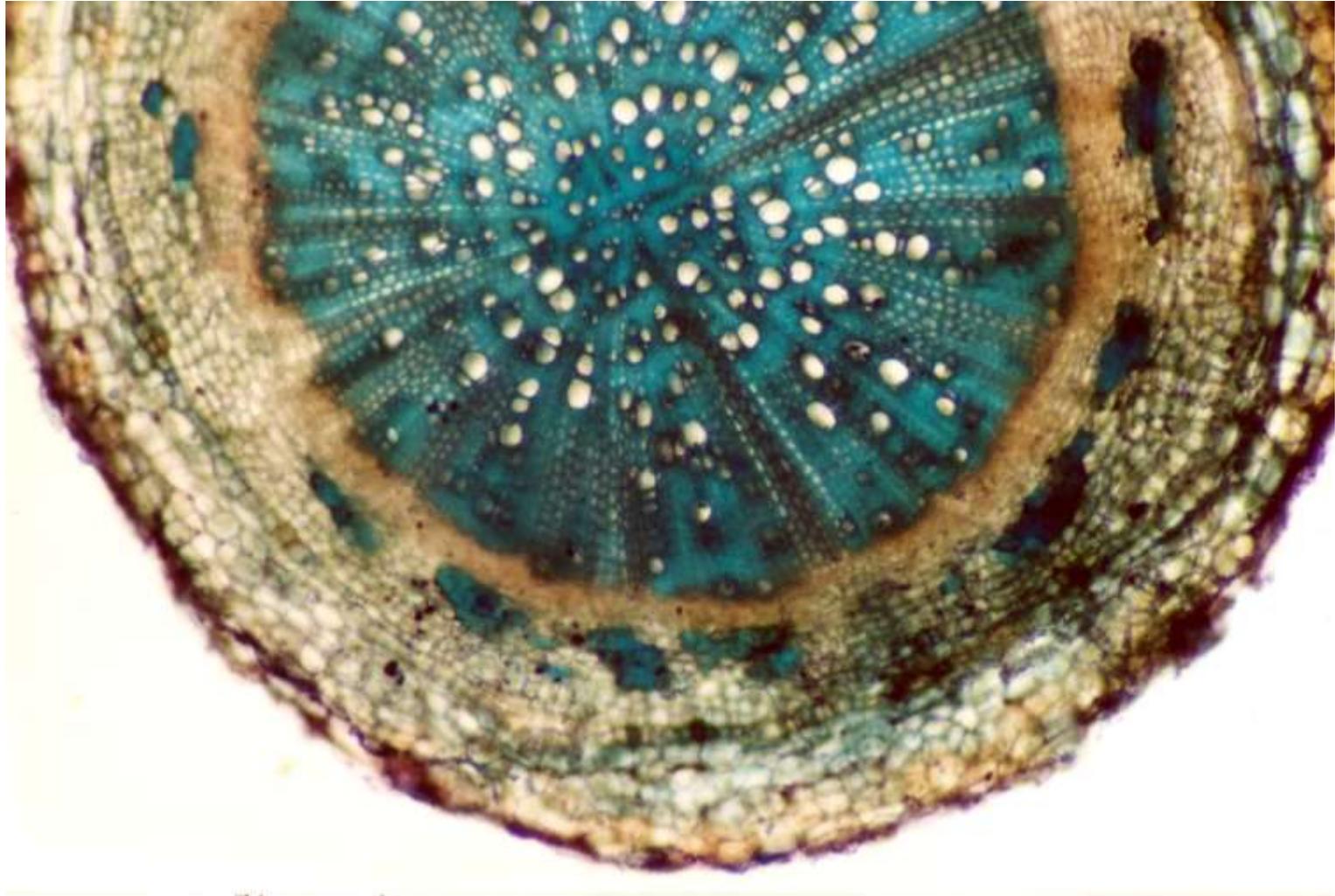
Myrna Herrera

Tallo de Magnoliopsida con xilema2

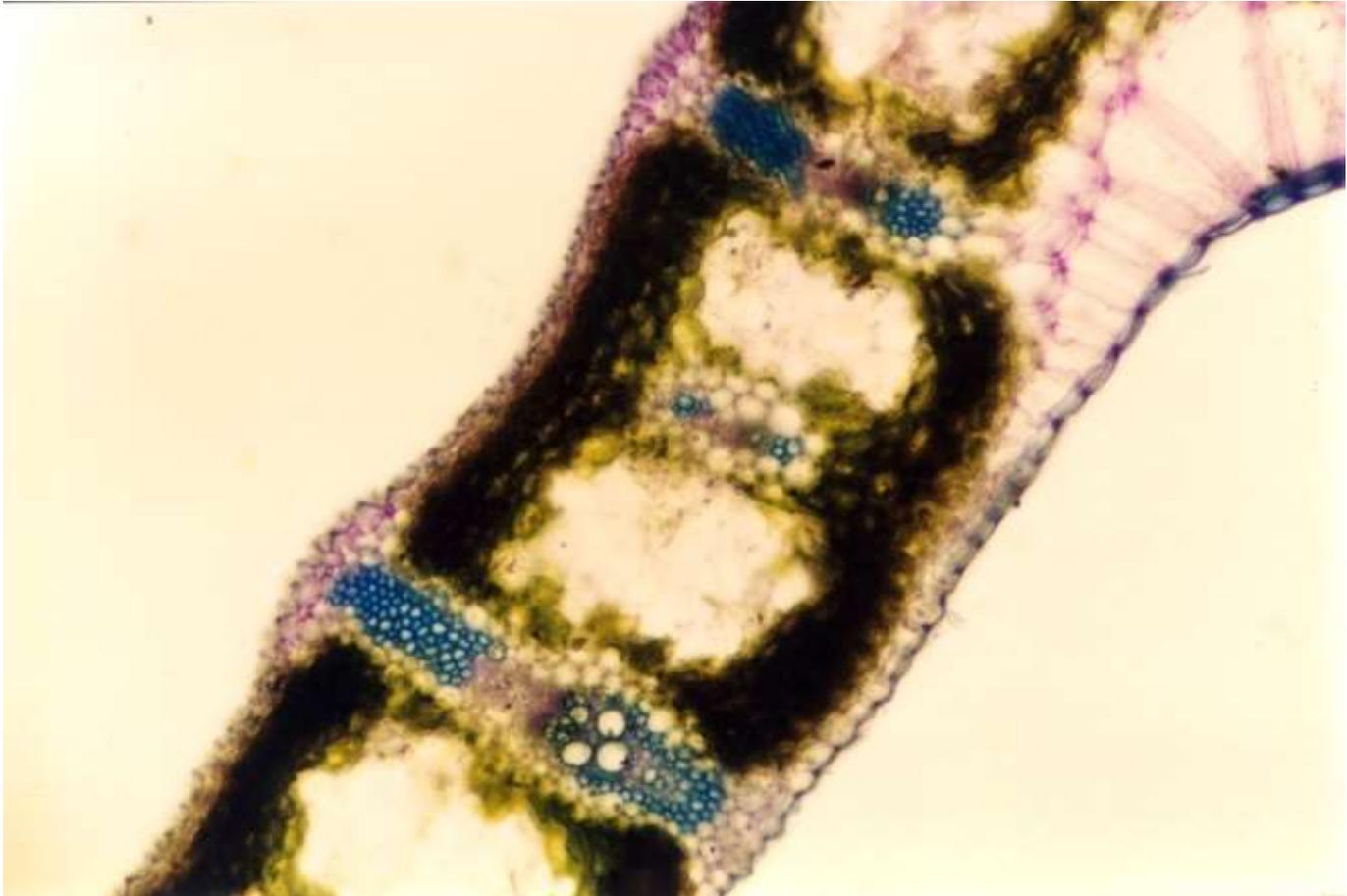


Myrna Herrera

Raíz de Magnoliopsida con xilema 2



Xilema en hoja de lirio



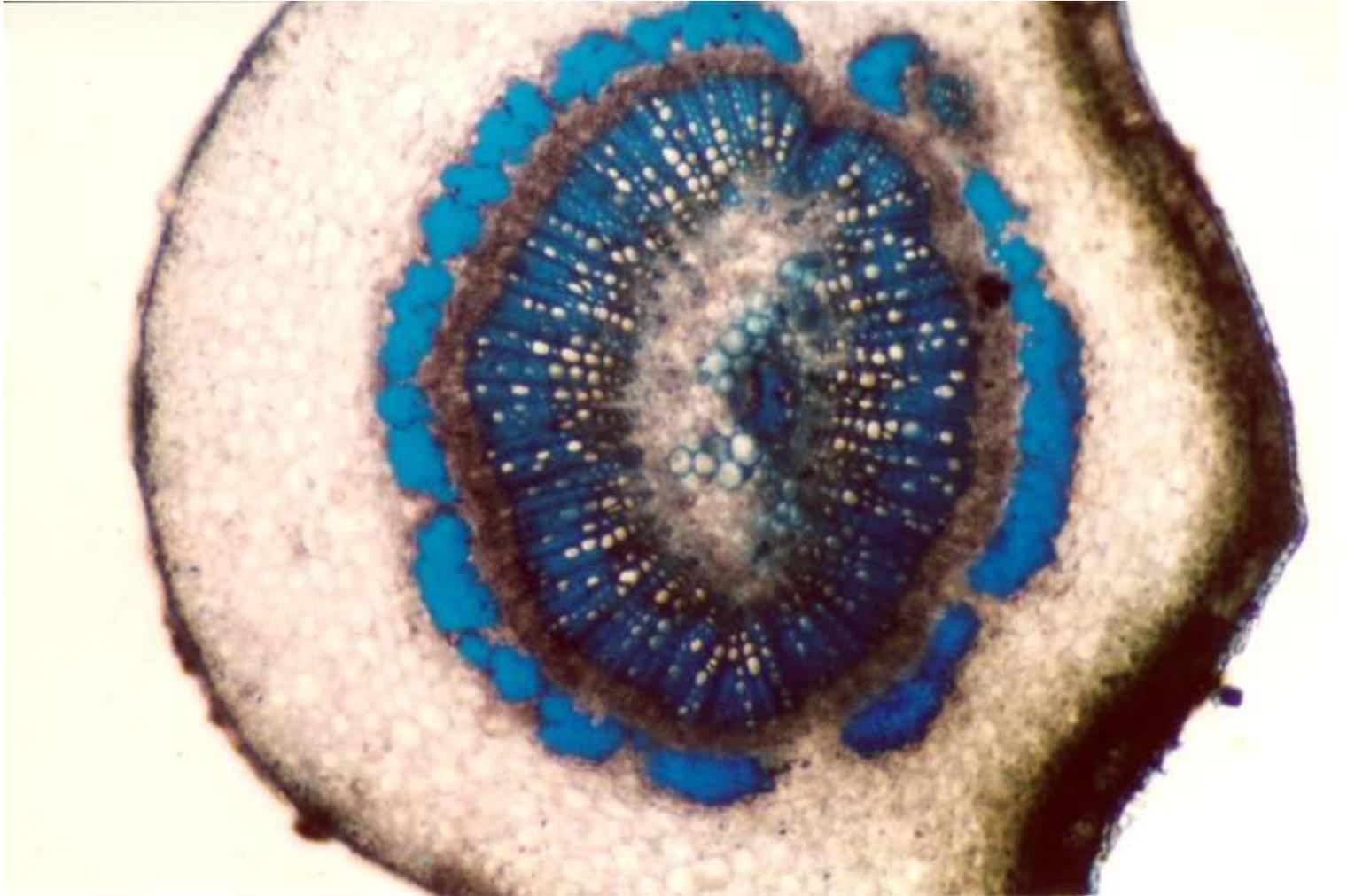
Myrna Herrera

Xilema en nervadura central Hoja de Alcanfor



Myrna Herrera

Nervadura central de hoja de Lima



Myrna Herrera

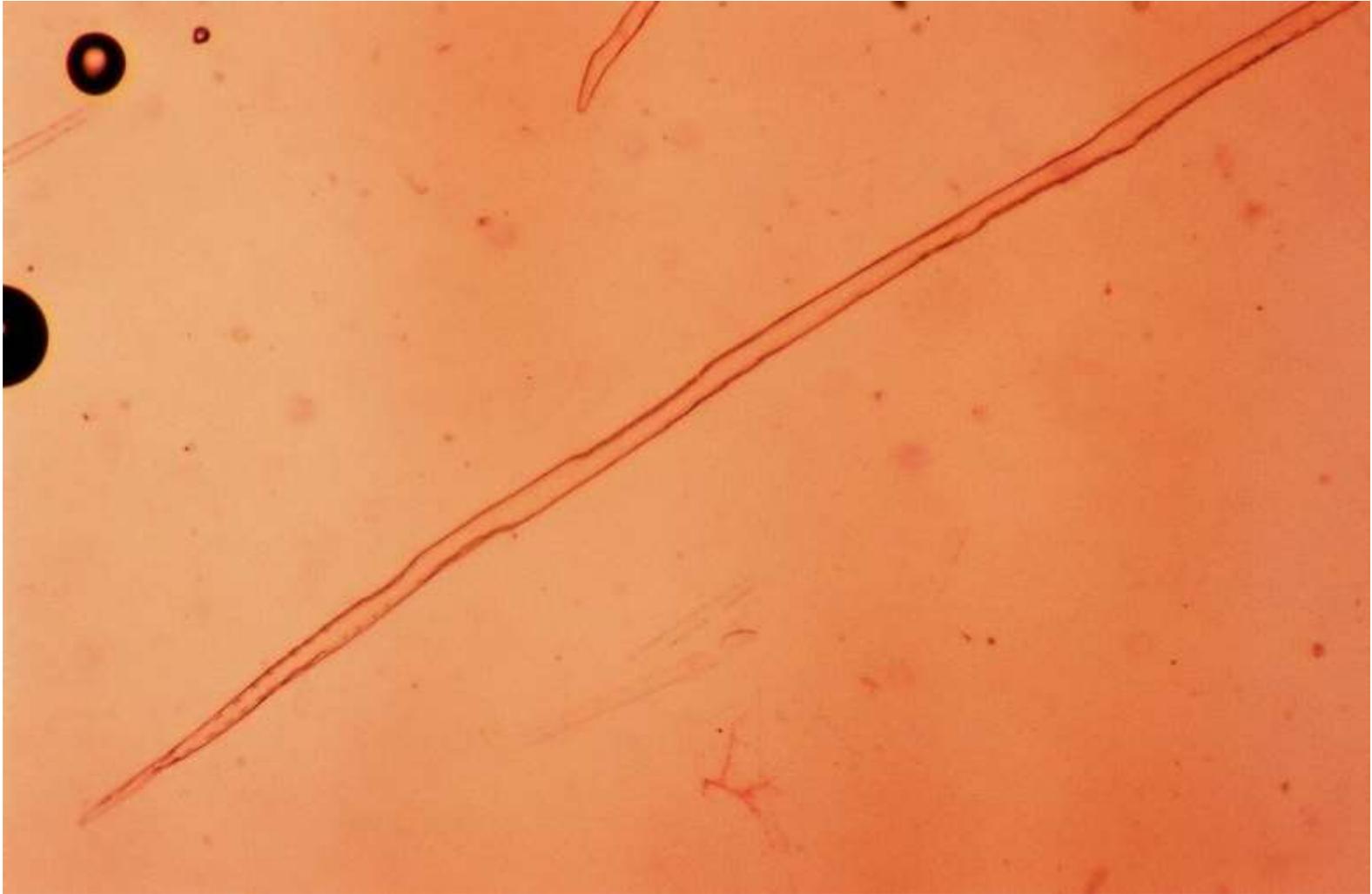
TIPOS DE CÉLULAS DEL XILEMA

- CÉLULAS CONDUCTORAS
 - TRAQUEIDAS
 - ELEMENTOS DE LOS VASOS DEL XILEMA
- FIBRAS
- CÉLULAS DE PARÉNQUIMA

TRAQUEIDAS

- Son células largas, puntiagudas; presentan paredes secundarias.
- Tienen punteaduras.
- **FUNCIONES:**
 - Conducen agua y minerales a larga distancia con dirección ascendente.
- Plantas en las que están presentes:
 - Pinophytas, helechos, musgos, otras vasculares inferiores

Traqueidas en X2 de Ciprés



4x myrna Herrera

Traqueidas en X2 de Ciprés



Vista longitudinal de traqueidas en ciprés



4x Myrna Herrera

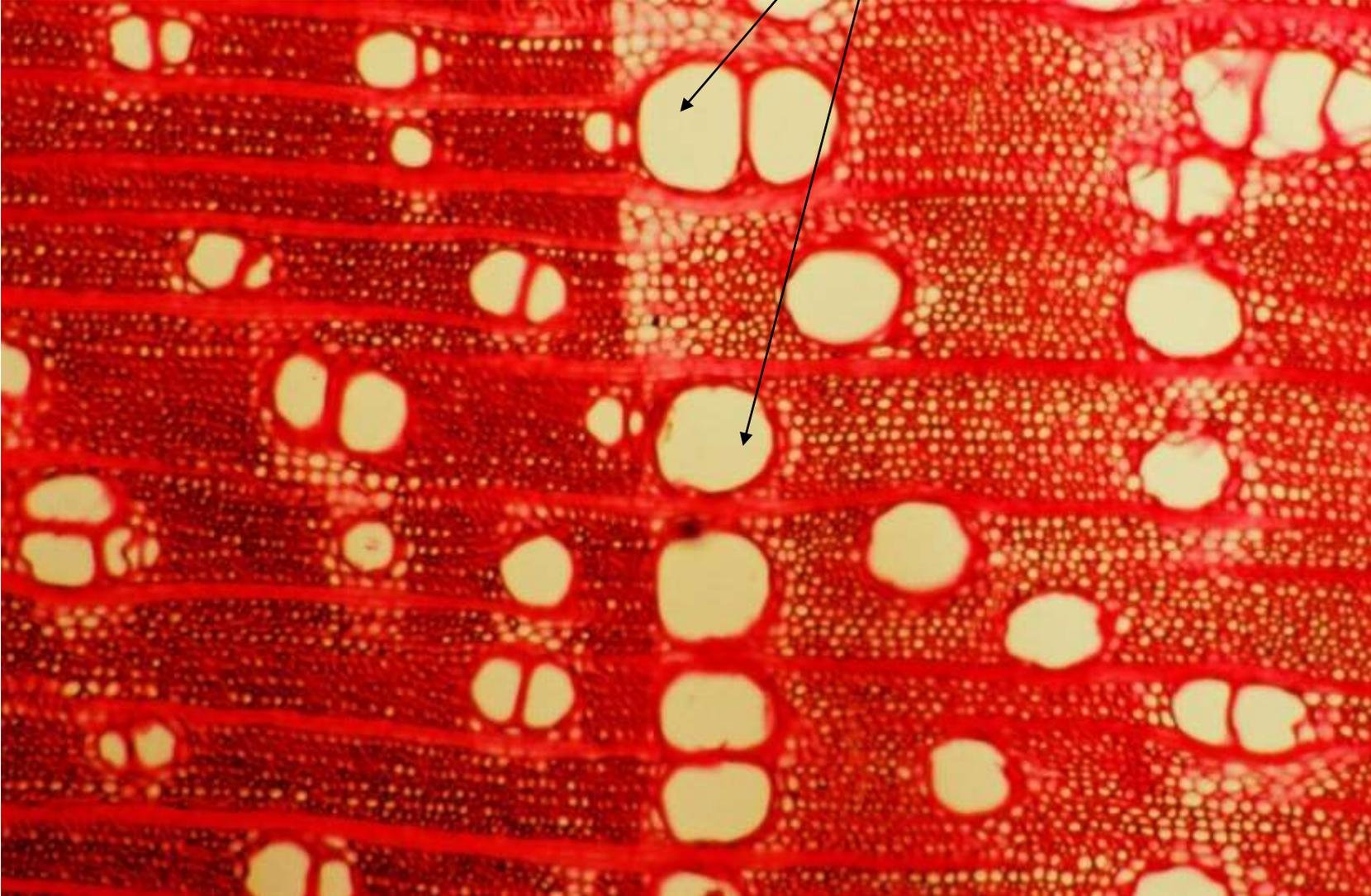
Elementos de los Vasos del Xilema

- Son Células cilíndricas, unidas entre sí para formar largos vasos conductores de agua y minerales.
- Presentan paredes secundarias y punteaduras.
- **FUNCIONES:**
- Conducir agua y minerales a largas distancias, en forma ascendente

Plantas que presentan elementos de los vasos del xilema

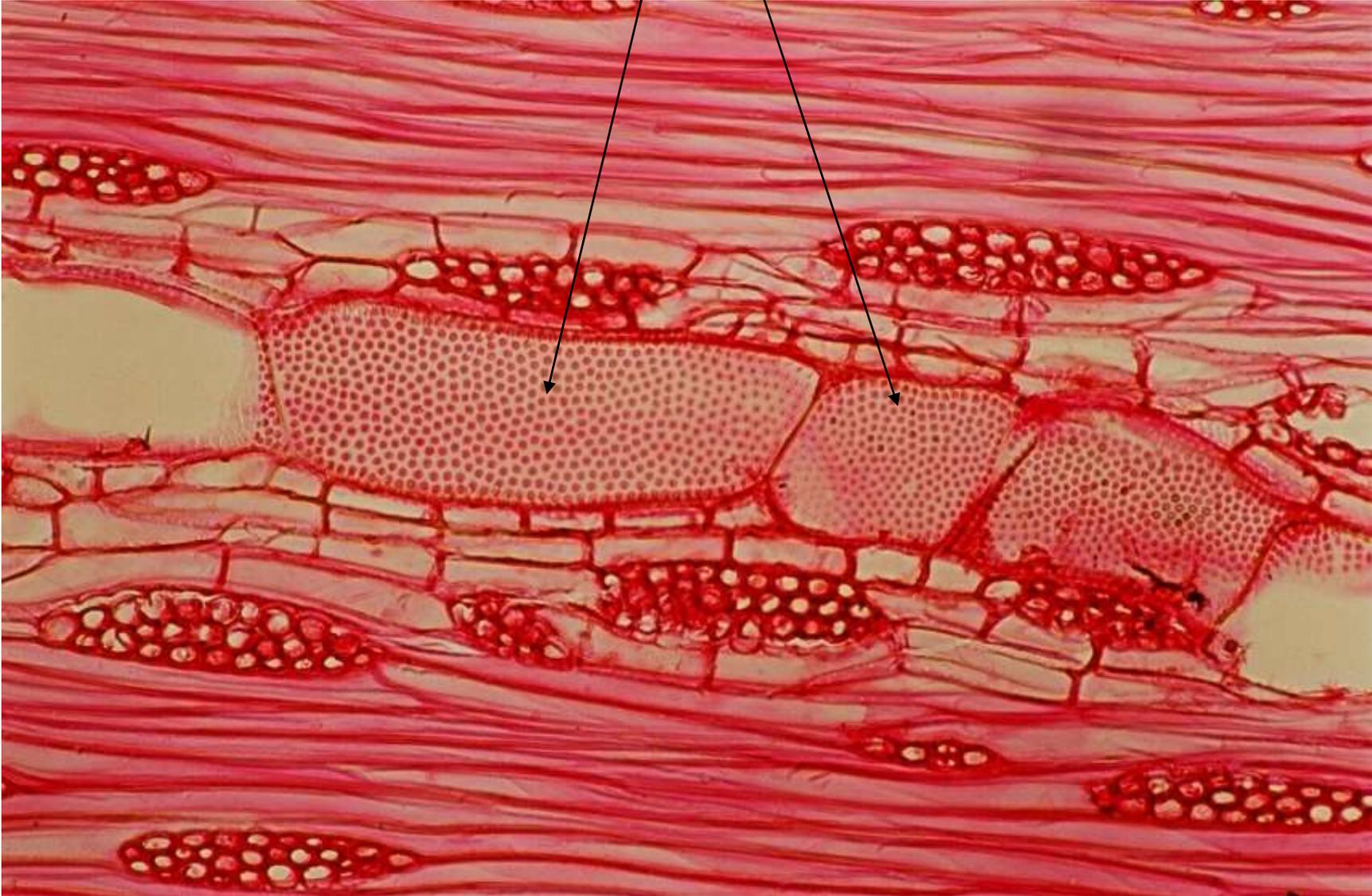
- La gran mayoría de Magnoliopsidas.
- Todas las Liliopsidas

Elementos de los Vasos del Xilema



40X Myrna Herrera

Elementos de los Vasos del Xilema



20X

Myrna Herrera

Elementos de los Vasos del Xilema



40X

Myrna Herrera

Engrosamiento de la pared secundaria de los elementos de los vasos del xilema

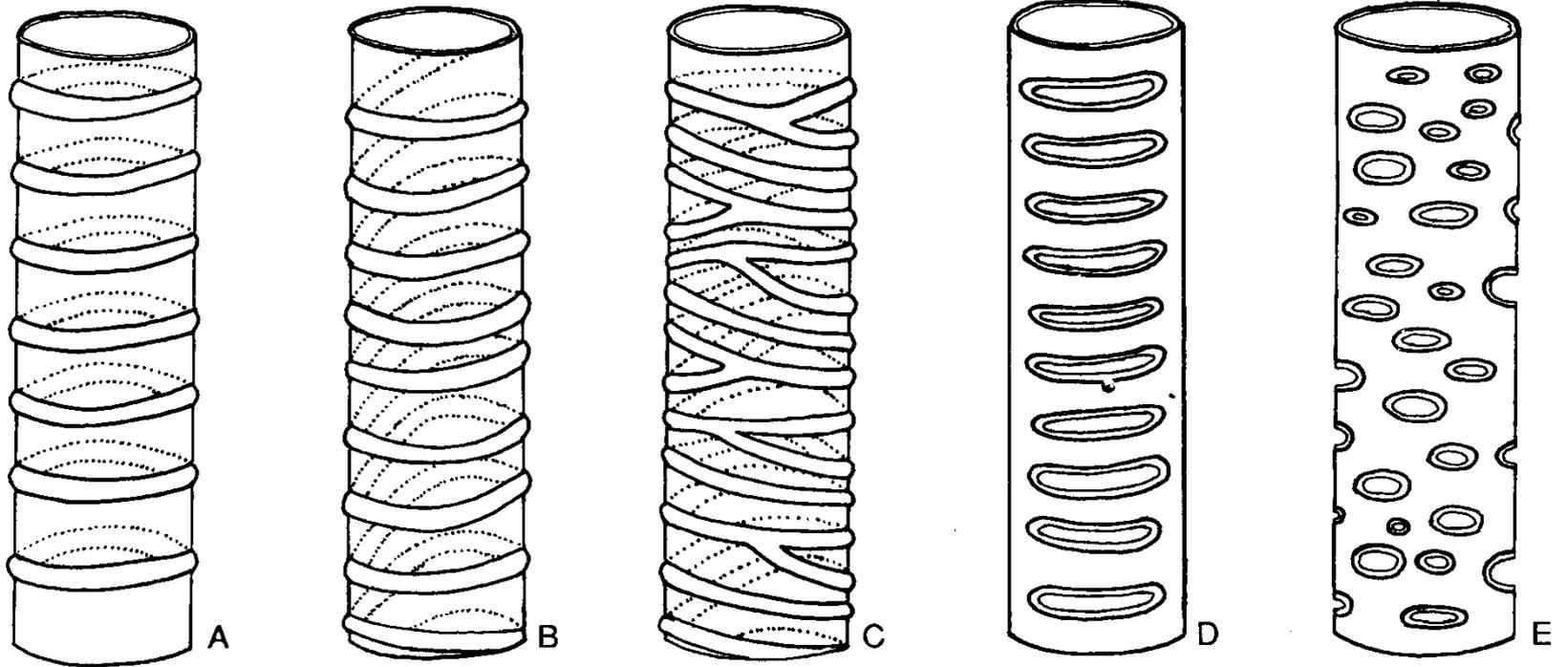


FIGURA No. 97. Esquema de los engrosamientos secundarios en las paredes laterales de los elementos traqueales. A, anular; B, helicoidal; C, reticulado; D, escalariforme; E, punteado.

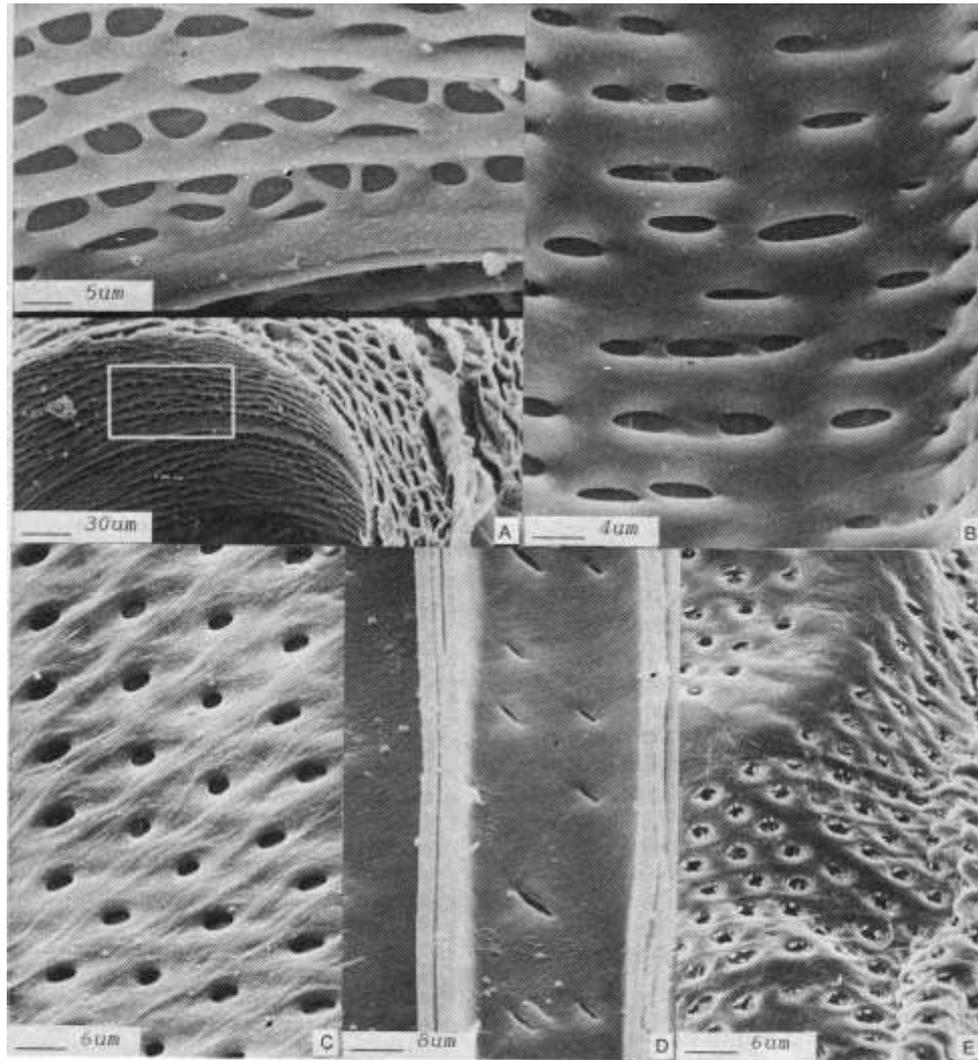


FIGURA No. 98. Variación en la ornamentación de la pared lateral secundaria de diversos elementos traqueales. A y B, reticulada, chayote (*Sechium edule*); C, punteada alterna, sauce (*Salix* sp.); D, simples en fibrotraqueidas de mango (*Mangifera indica*); E, punteadas revestidas alternas, vainillo (*Stryphnodendron excelsum*).

Tipos de punteaduras en paredes secundarias de elementos de vasos del xilema

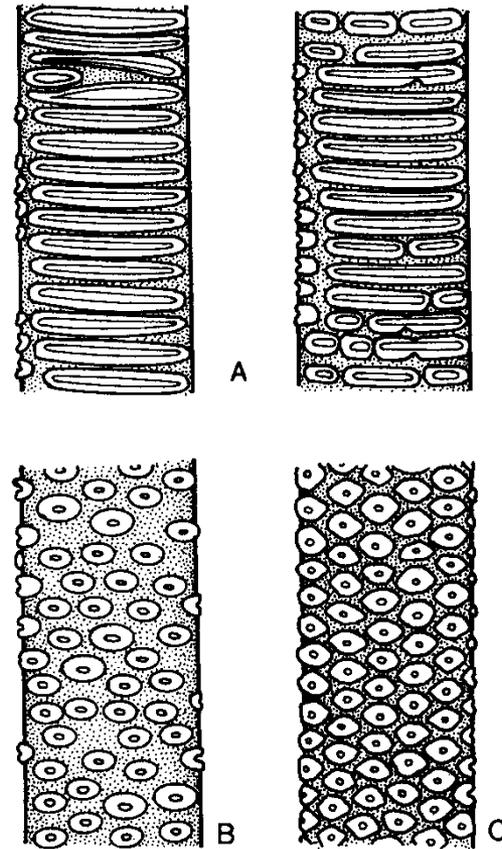


FIGURA No. 100. Tipos de puntuaciones en las paredes laterales de elementos traqueales. A, escalariformes; B, alternas; C, opuestas.

Tipos de Placas Perforadas en elementos de los vasos del xilema

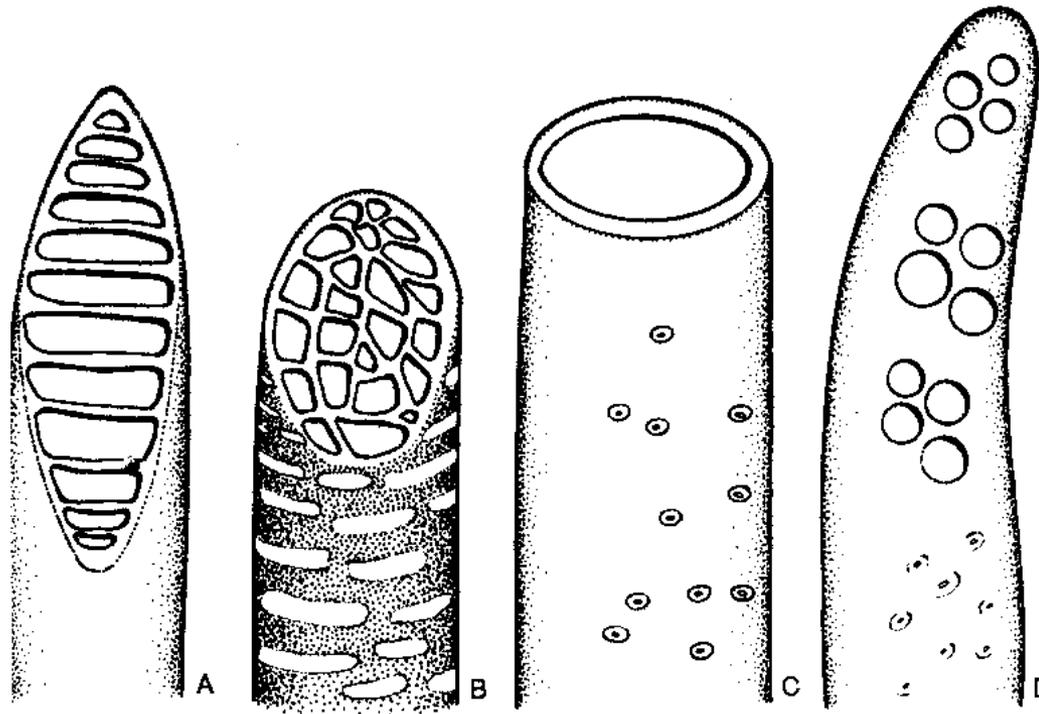


FIGURA No. 101. Esquema de los tipos de placas perforadas en miembros de los vasos. A, escalariforme; B, reticulada; C, simple; D, foraminada (típica de Gimnospermas).

Distintos Elementos de los Vasos del Xilema y Fibras del Xilema

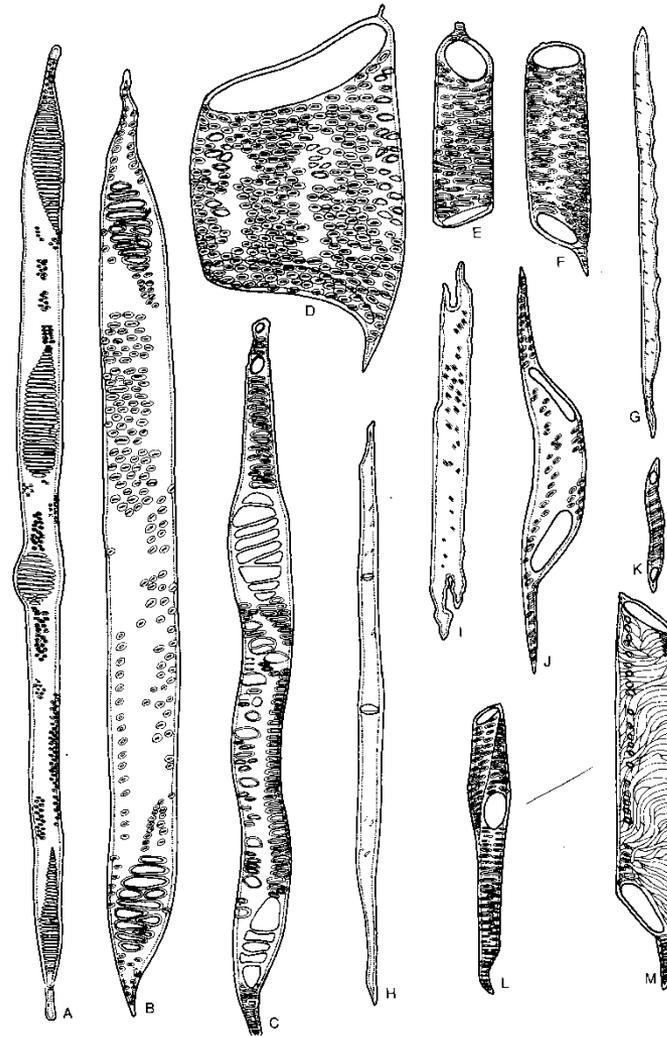


FIGURA No. 104. Esquema de diversos elementos traqueales en el xilema de las dicotiledóneas. A, B, C, elemento de los vasos con placas perforadas escalariformes y crecimiento intrusivo en sus extremos terminales; D, elemento de los vasos cortos con puntuaciones alternas y placa perforada simple; E, F, elementos de los vasos cortos con puntuaciones escalariformes y los extremos perforados; G, fibra libriforme; H, fibra septada; I, fibra libriforme con extremos ramificados; J, elemento de los vasos con crecimiento intrusivo y placa perforada simple; K, L, elementos de los vasos con puntuaciones escalariformes y placa perforada simple; M, elemento de los vasos con crecimientos terciarios anastomosados y doble perforación en sus extremos.

TÍLIDES

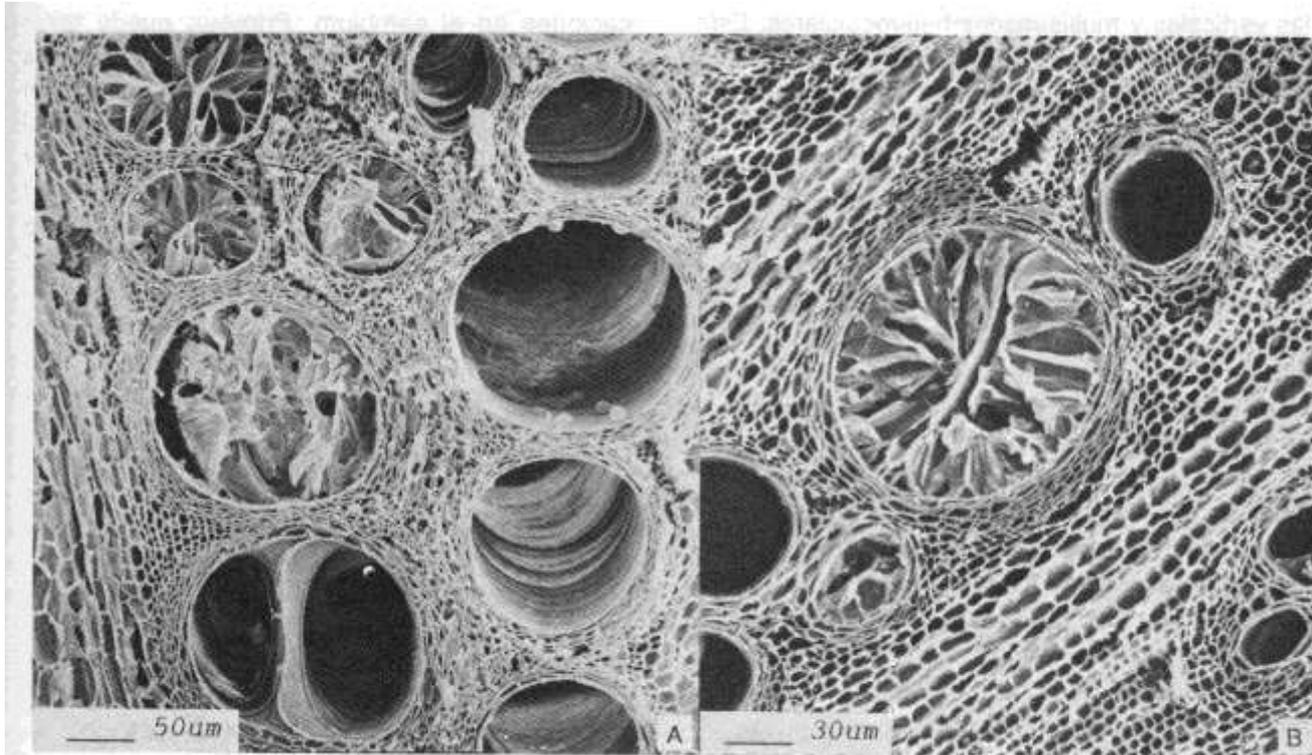
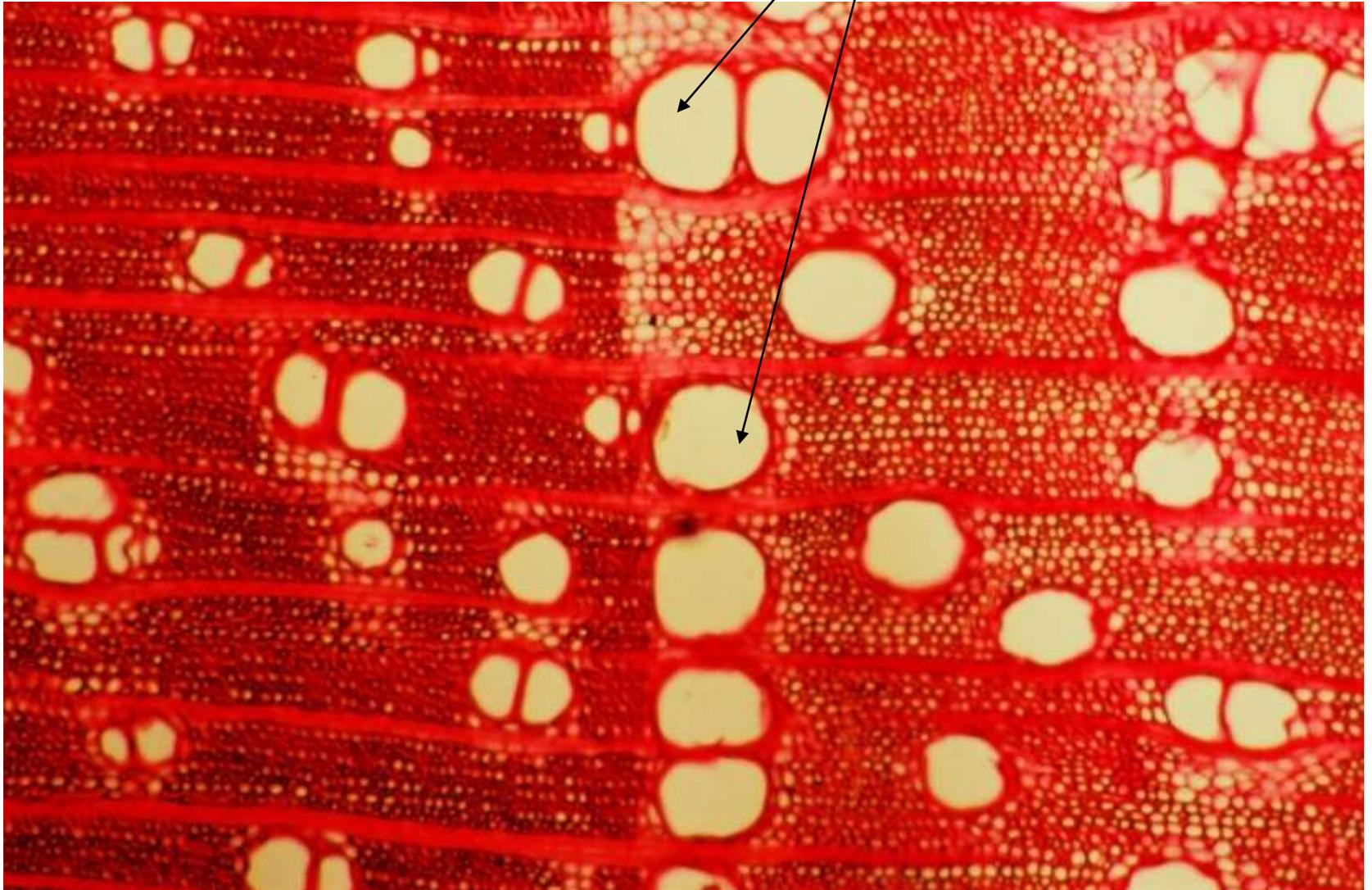


FIGURA No. 115. Tilides en el xilema secundario del tallo de dos Cucurbitaceae. A, chayote (*Sechium edule*); B, tacaco (*Sechium tacaco*; Sin. *Polakowskia tacaco*).

Vasos del Xilema Simples y Múltiples



Vasos de xilema o Poros múltiples

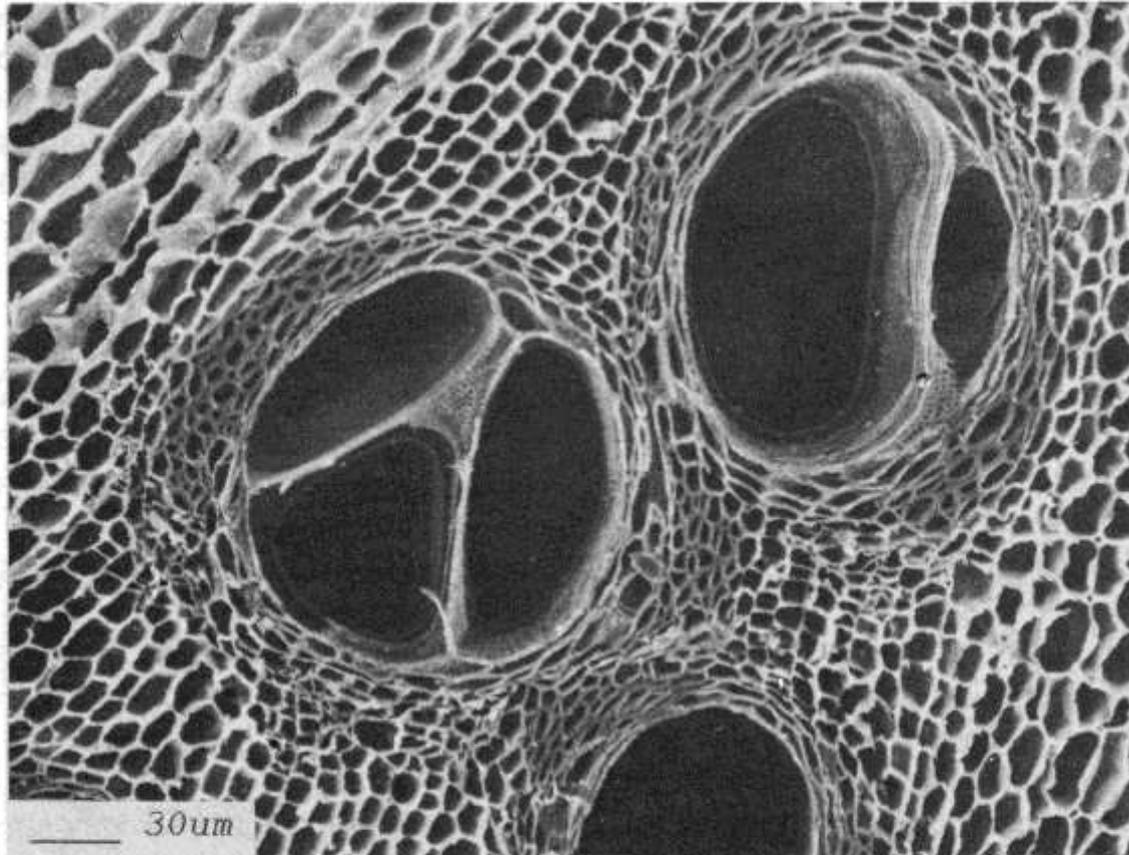
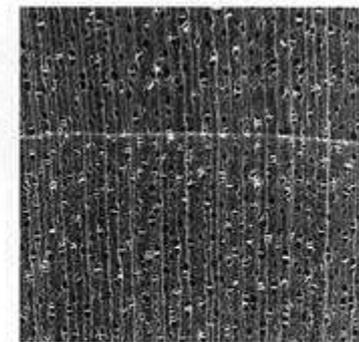
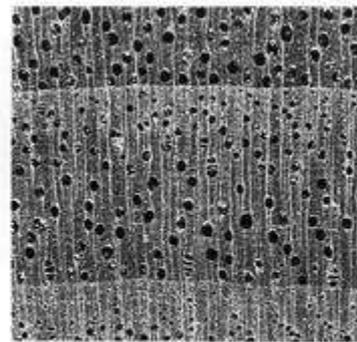
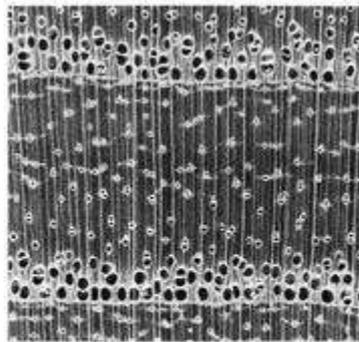
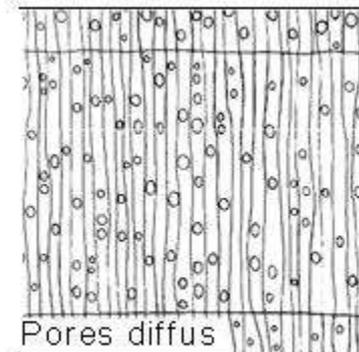
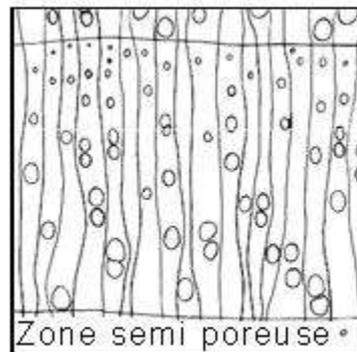
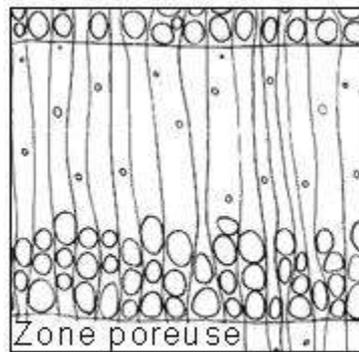


FIGURA No. 116. Sección transversal del xilema secundario de chayote (*Sechium edule*) con poros múltiples. Obsérvense las paredes aplanadas de los miembros de los vasos en las áreas de contacto.

POROSIDAD: Distribución de los poros o vasos de xilema en el anillo.



Poro anular

Poro semi-anular

Poro Difuso

FIBRAS

- **FUNCIONES.**
 - Dar sostén y soporte mecánico al xilema.
- Plantas que las presentan: Todas las Magnoliophytas o plantas con Flores, tanto en xilema primario como en xilema secundario.

Fibras en xilema secundario de Melina



10X Myrna Herrera

Fibras en xilema secundario de Palo Blanco



4X Myrna Herrera

Fibras en xilema secundario de Palo Blanco

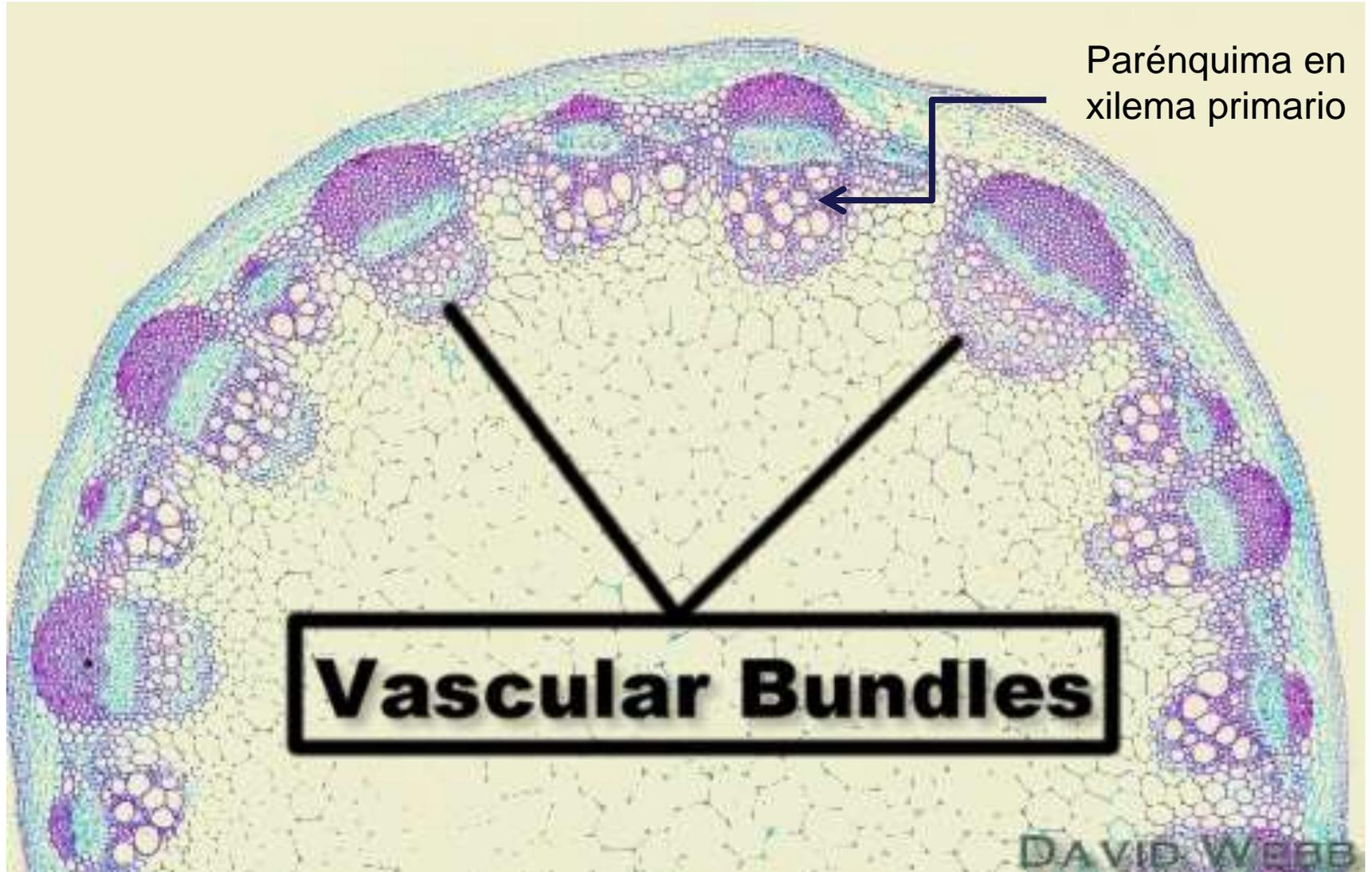


10X Myrna Herrera

PARÉNQUIMA

- **FUNCIONES:**
 - Almacenamiento de sustancias de reserva como almidón y agua.
 - Transporte de agua a corta distancia, especialmente en dirección horizontal
- **PLANTAS QUE LAS PRESENTAN:**
 - Todas, tanto en X1 como en X2

Tallo dicotiledonea con crecimiento primario



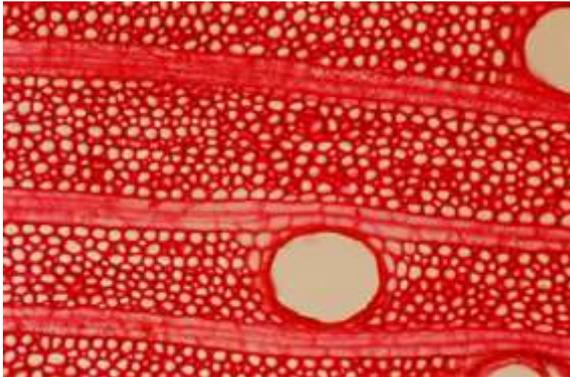
Tipos de parénquima del Xilema secundario

- Radial: en los rayos de parénquima o rayos de xilema
- Axial: Independiente de los rayos de parénquima

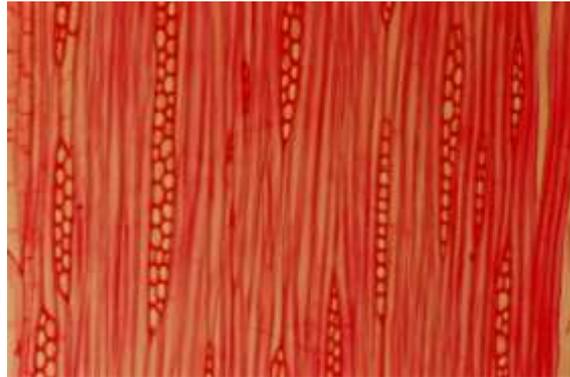
Parénquima Radial: en los rayos de parénquima o rayos de xilema

TECA

Rayos en corte transversal



Rayos en corte Long. Tang.



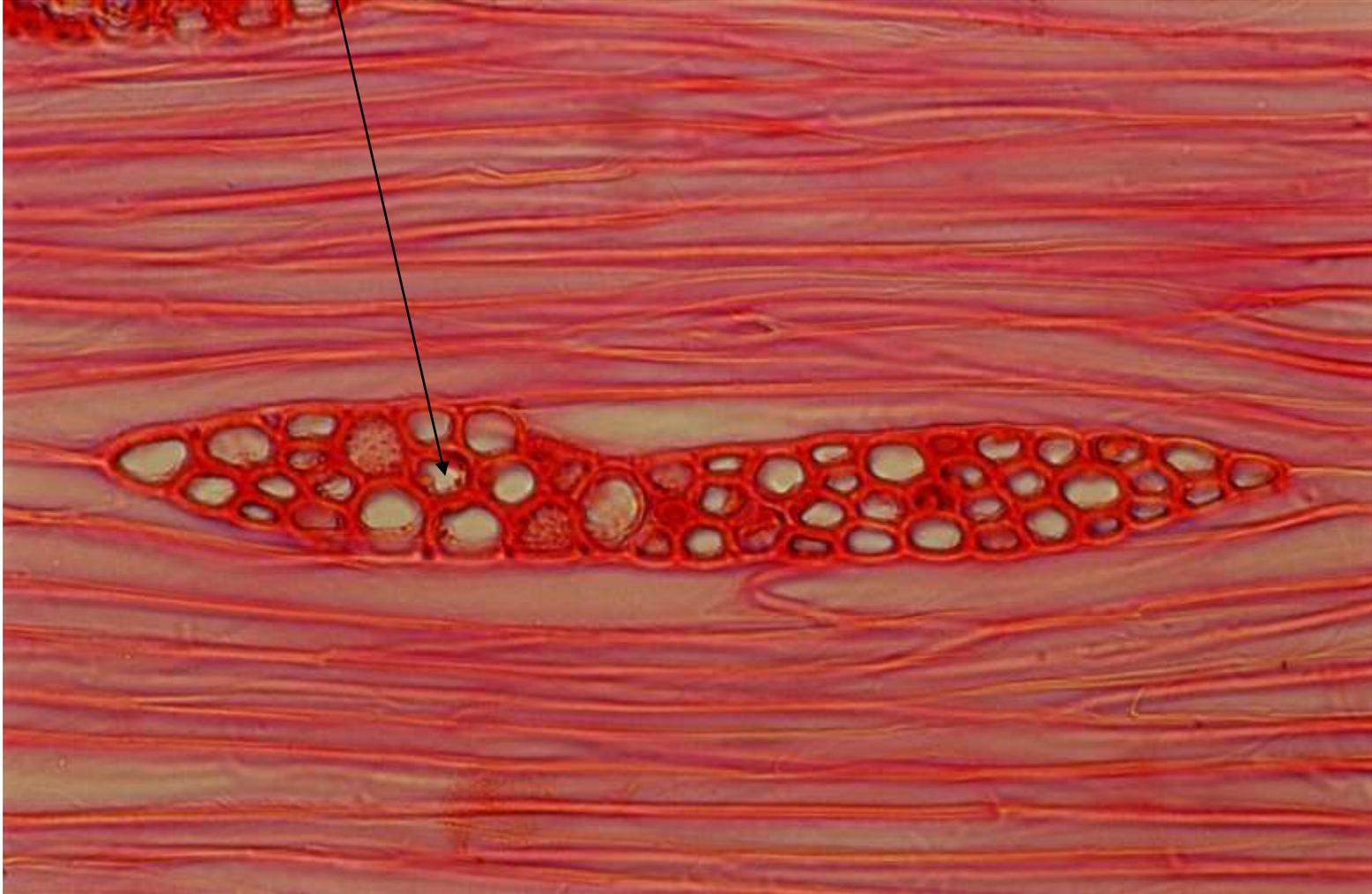
Rayos en corte Long. Radial



Parénquima en Xilema2 de Palo Blanco



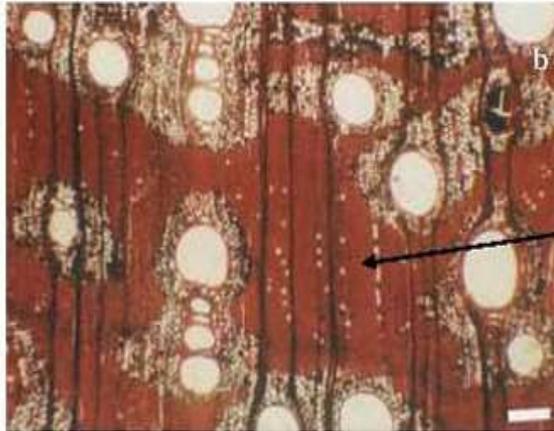
Rayos de Parénquima en Xilema2 de Palo Blanco



Clasificación del Parénquima axial:

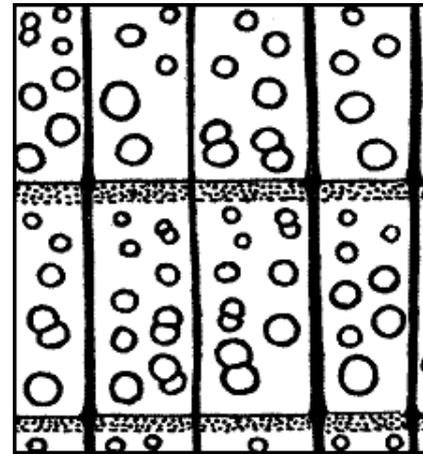
- Parénquima Apotraqueal: Independiente de los vasos del xilema.
- Parénquima Paratraqueal: Asociado y en contacto con los vasos del xilema.

Parénquima apotraqueal

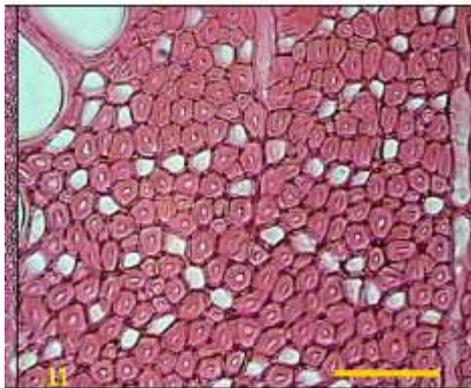


Apotraqueal
Difuso

<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor/rt/printerFriendly/3023/4656>

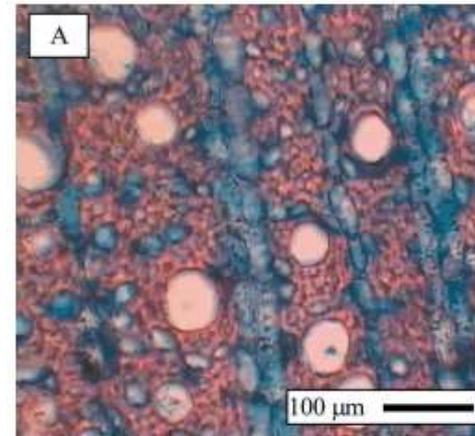


Apotraqueal
Bandeado
marginal



Apotraqueal
Difuso en
agregados

http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2007000100006&script=sci_arttext

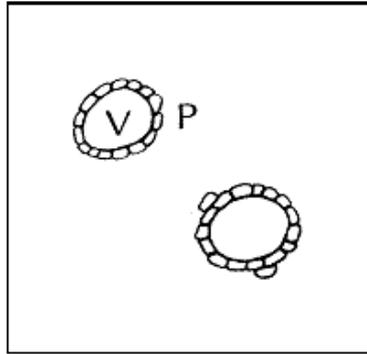
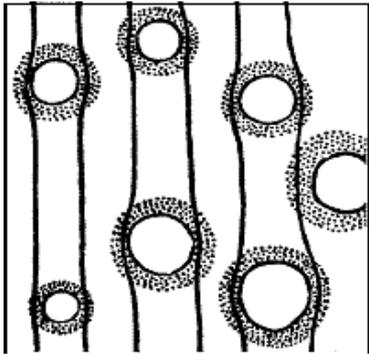


Apotraqueal
Bandeado
con
tendencia a
reticulado

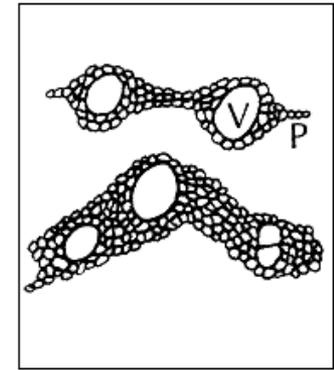
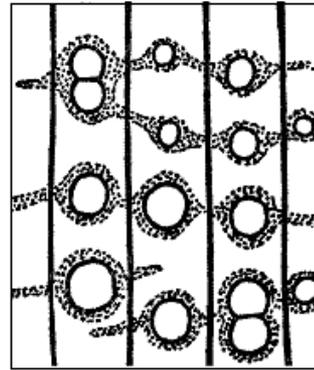
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-23722012000200006&script=sci_arttext

Parénquima Paratraqueal

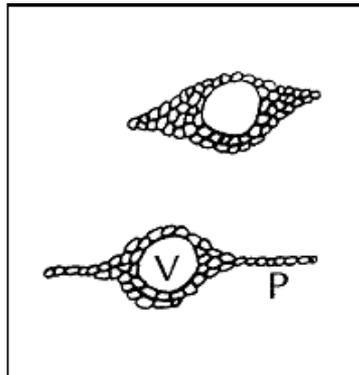
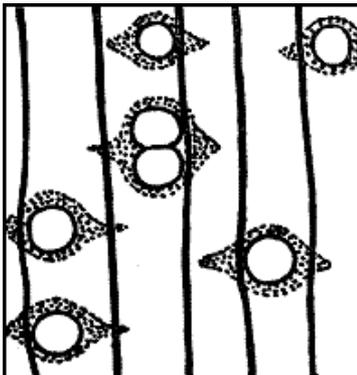
Paratraqueal Vasicéntrico



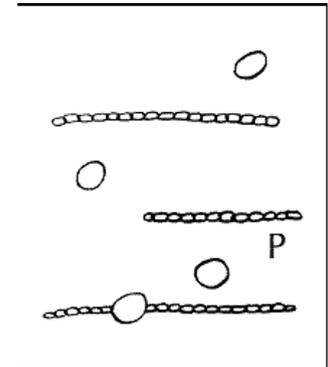
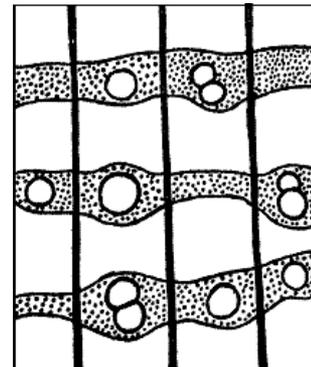
Paratraqueal Aliforme Confluente



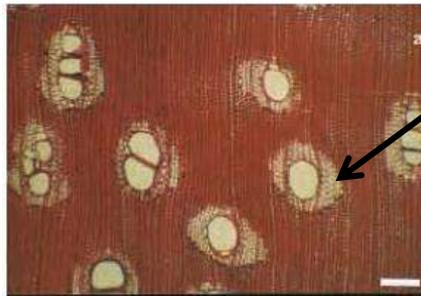
Paratraqueal Aliforme



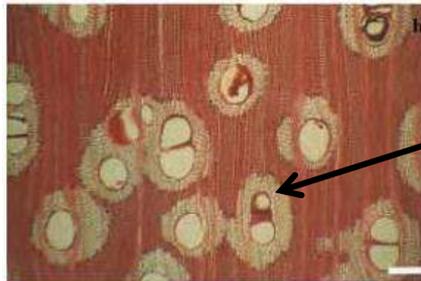
Paratraqueal en bandas



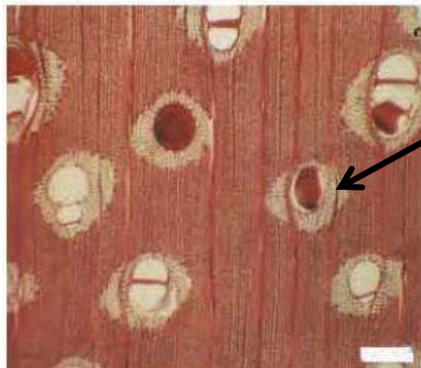
Parénquima Paratraqueal



Paratraqueal
Aliforme

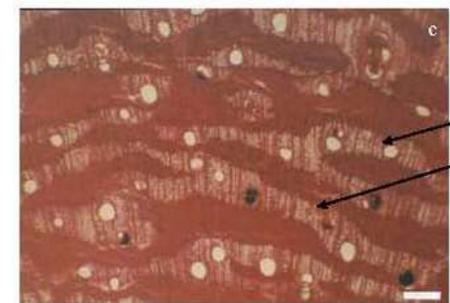


Paratraqueal
Aliforme
confluente



Paratraqueal
Aliforme

Paratraqueal en
bandas



Parénquima
en bandas
anchas

Sección transversal de *Pentaclethra maculosa* (a), *Samanea saman* (b) y *Zygia longifolia* (c)

Paratraqueal bandeado
terminal

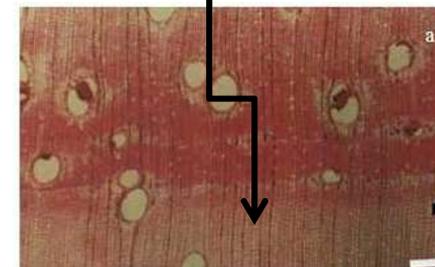


Figura 1. Sección transversal de *Abarema jupunba* var. *trapezifolia* (a), *Albizia niopoides* (b) y *Enterolobium schomburgkii* (c) (barra = 300 μ m).

León-H., W.J. (2008). Anatomía de madera en 31 especies de la subfamilia Mimosoideae (Leguminosae) en Venezuela. Colombia Forestal, 11, 113-136.

Esquema de un trozo de madera de pino (*Pinus hondurensis*)

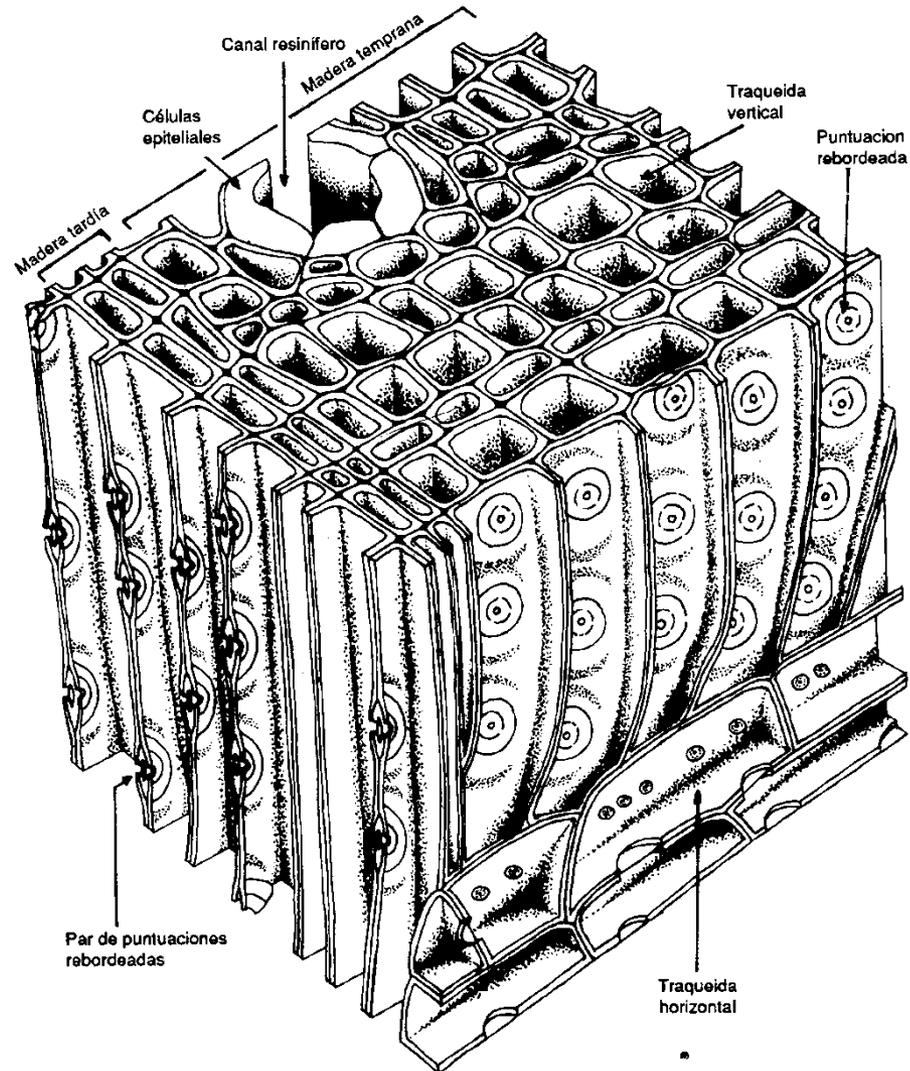
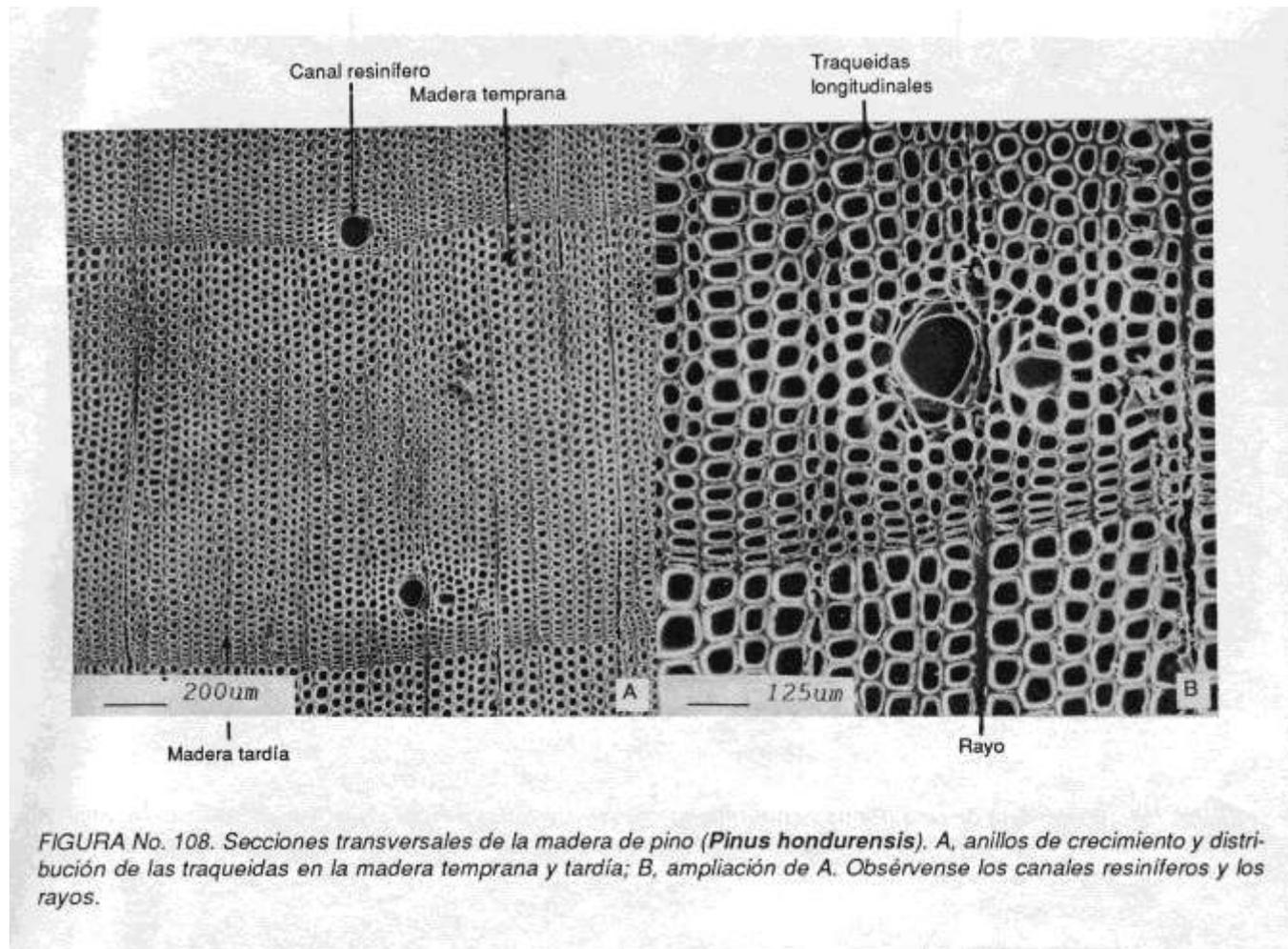


FIGURA No. 107. Esquema de un trozo de madera de pino (*Pinus hondurensis*).

Secciones transversales de madera de pino: Madera temprana y madera tardía



Esquema de un trozo de madera de una Magnoliophyta o Angiosperma

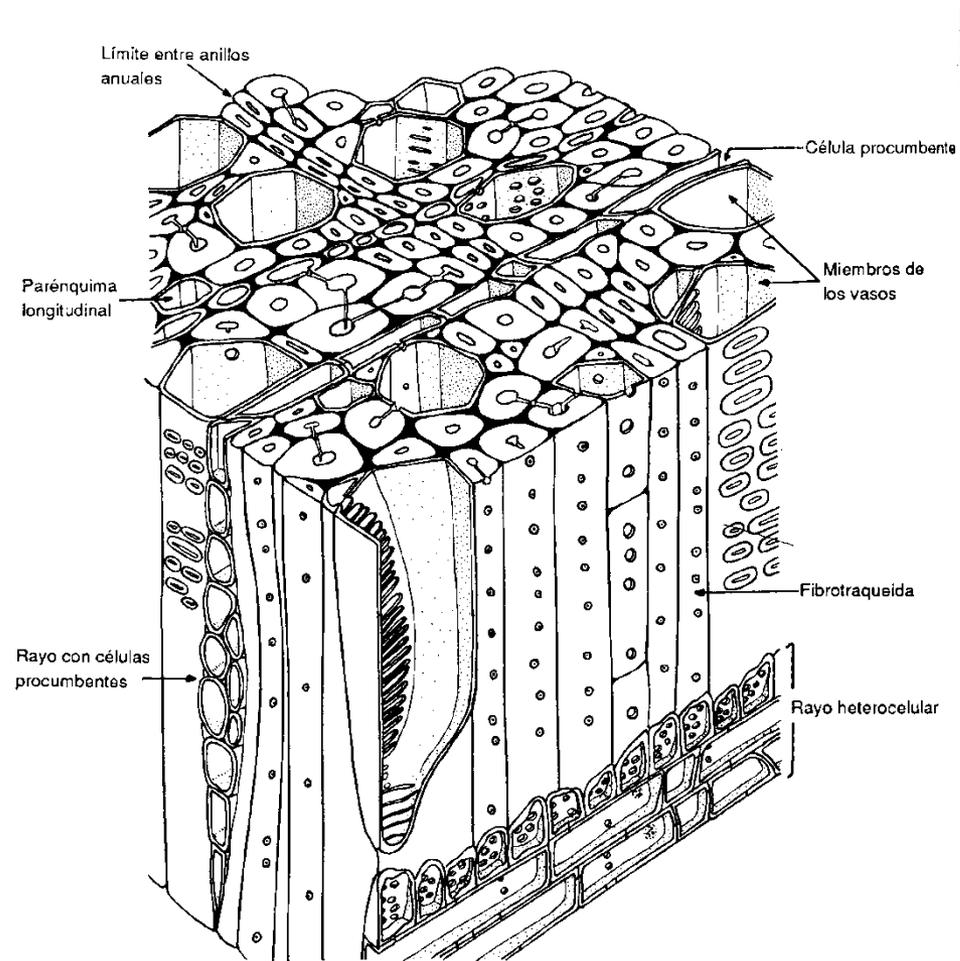
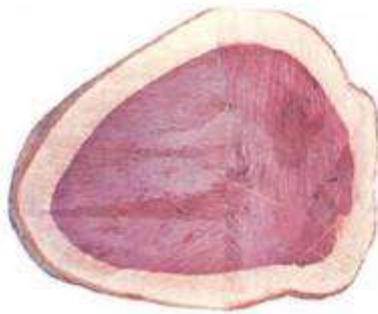


FIGURA No. 114. Bloque diagramático de una dicotiledónea que muestra células del sistema axial y radial en xilema secundario, en cortes radial, transversal y tangencial. Una pequeña porción del cambium vascular se ve a la derecha del dibujo.

CARÁCTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DE LA MADERA

DURAMEN Y ALBURA



Albura y duramen
Claramente diferenciado



Albura y duramen
poco diferenciado

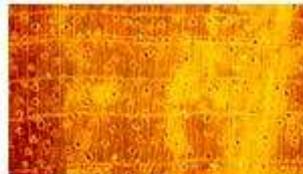


Albura y duramen
no diferenciado

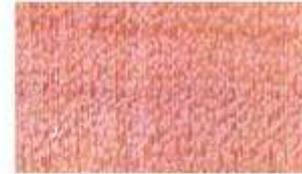
TEXTURA DE LA MADERA



Textura Gruesa



Textura Media



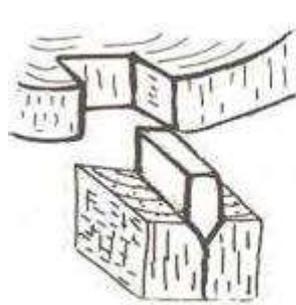
Textura Fina

GRANO:

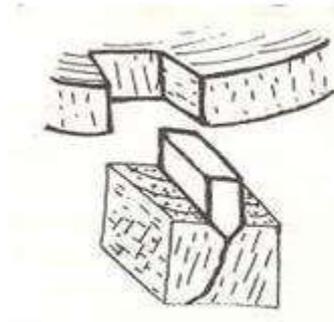
Es la orientación de los elementos longitudinales de la madera con respecto al eje longitudinal del tronco.

- **Grano recto:** cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos rectos con respecto al eje del árbol. Ejemplo: Caoba, Cedro, etc.
- **Grano oblicuo:** cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos agudos con respecto al eje del árbol. Ejemplo: Diablo Fuerte, Tornillo, etc.
- **Grano entrecruzado:** cuando la dirección de los elementos leñosos se encuentran en dirección alterna u opuesta haciendo que la separación de la madera sea difícil. Ejemplo: Congona, Shihuahuaco, Estoraque, Capirona, Huayruro, etc.

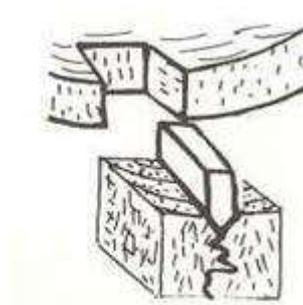
Tipos de Grano



Grano recto



Grano inclinado



Grano entrecruzado

<http://www.monografias.com/trabajos75/manual-identificacion-maderas-forestales/manual-identificacion-maderas-forestales2.shtml>

Figura, Veteado o Veta

- Dibujos observables en vista longitudinal pulida (tangencial o radial) de la madera, debido a la disposición de los anillos de crecimiento, dirección del grano y/o distribución del color, radios leñosos y parénquima, así como también por el tamaño y la abundancia de ellos (Chavesta).

Figura o Veteado (Veta)

- TIPOS DE VETA:
- de bandas paralelas,
- satinado,
- Jaspeado,
- ondulado,
- De arcos superpuestos.

TIPOS DE VETA



Arcos superpuestos



jaspeado

Arcos superpuestos: característica dada principalmente por los anillos de crecimiento y visible sólo en corte tangencial de algunas maderas como cedro y caoba.

Jaspeado: visible solo en corte radial y en especies que poseen radios anchos, pues son los responsables de este diseño. Al realizar el corte radial, el plano de seccionamiento sigue una dirección paralela a los radios y si estos son visibles se presentan como manchas o bandas

Tipos de Veta



Bandas paralelas



satinado

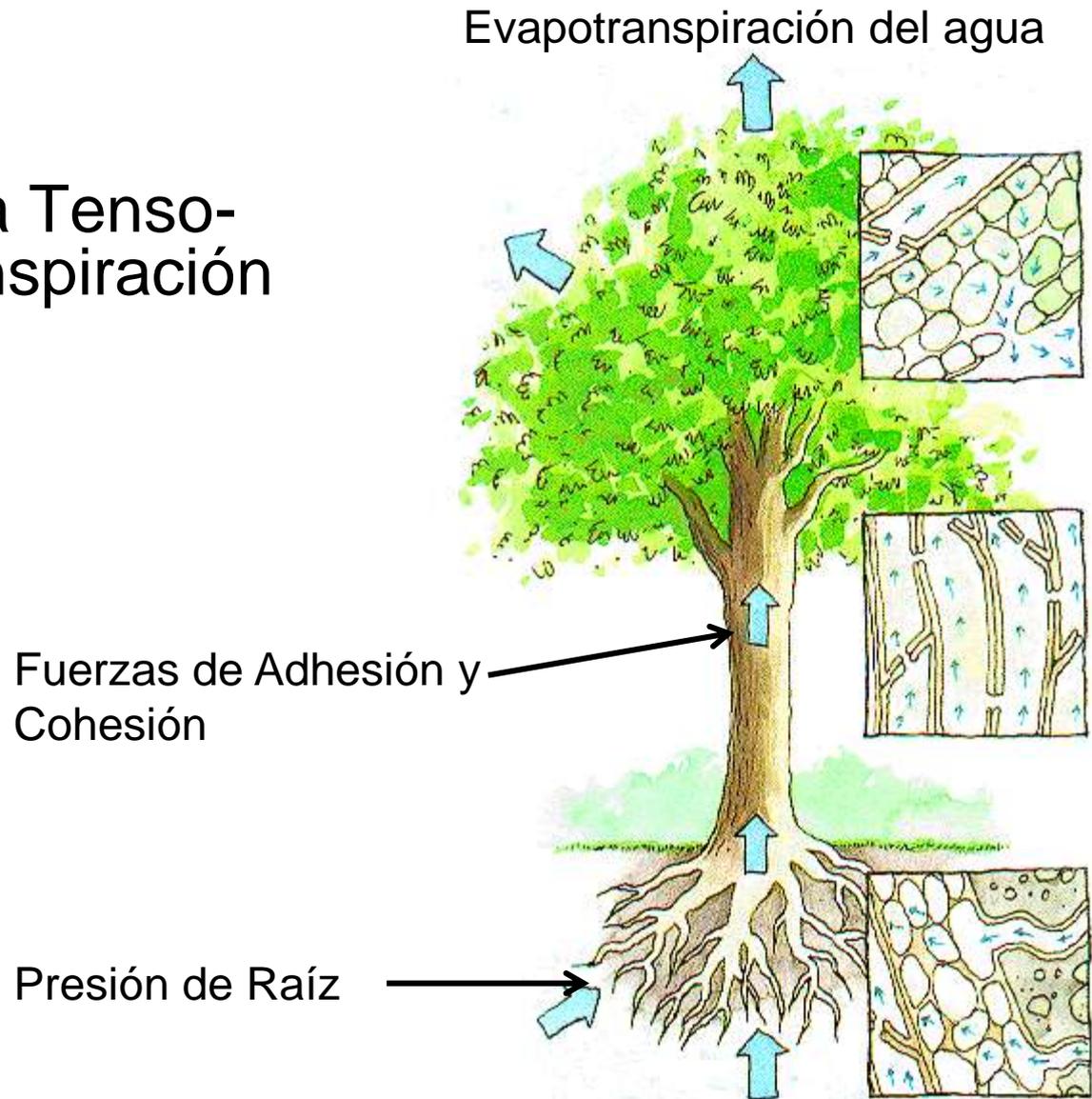
Bandas paralelas: observable en corte radial, en especies que tienen anillos de crecimiento bien marcados o abundancia de tejido parenquimático. Ejemplo Pinos.

Satinado: el factor determinante de este diseño es el grano entrecruzado. Se ve en secciones radiales y se caracteriza por la presencia de franjas o bandas claras y oscuras paralelas entre sí. Dentro de cada franja, los elementos leñosos siguen una dirección oblicua y paralela entre ellos, pero formando ángulos con los elementos del leño presentes en las bandas adyacentes.

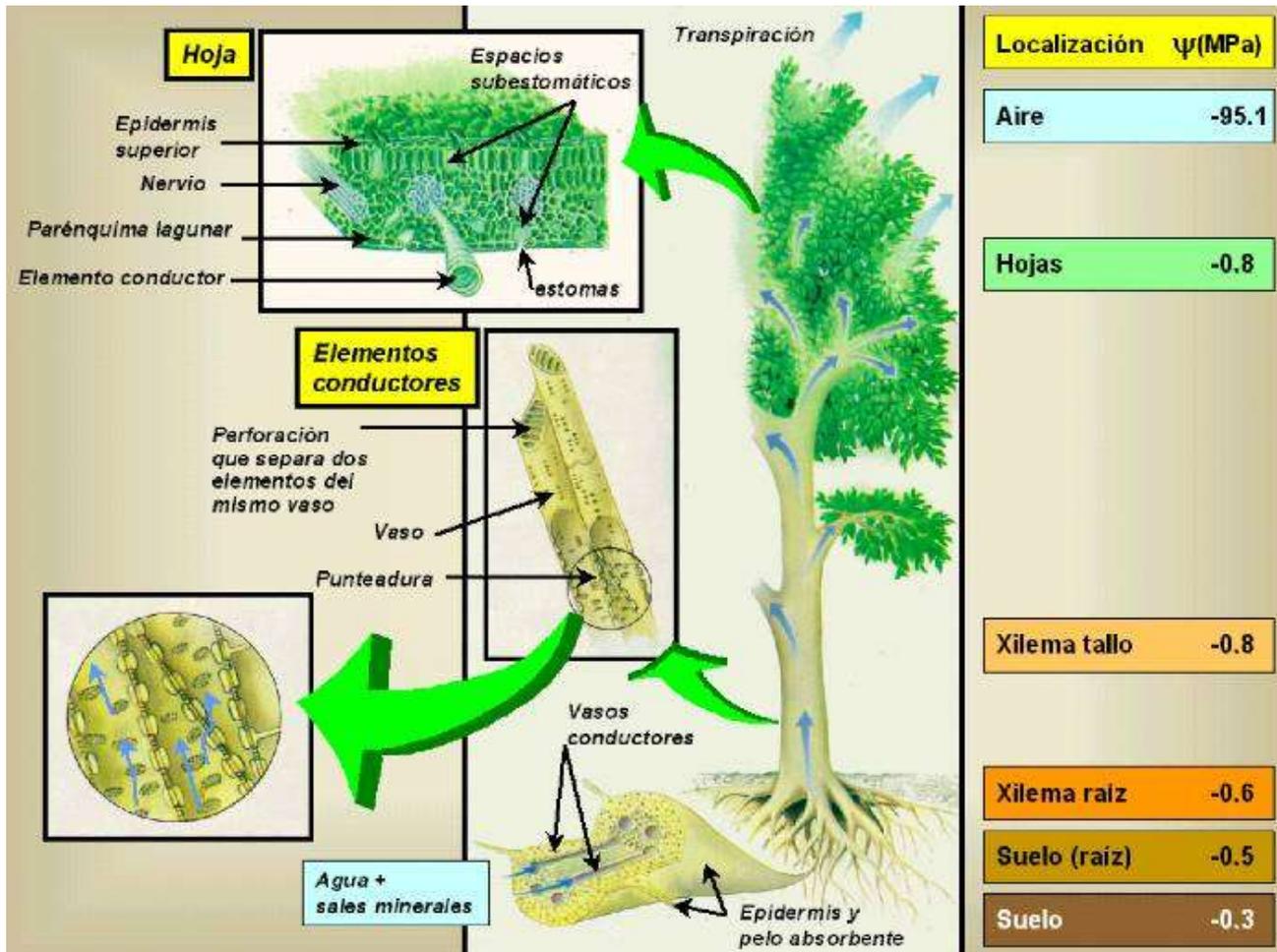
Teoría de la Tenso-Coheso-Transpiración

- Según la teoría de la Tenso-Coheso-Transpiración, el agua es absorbida del suelo y asciende hasta lo más alto de la planta por la acción de las siguientes fuerzas:
 1. Presión de Raíz
 2. Adhesión-Cohesión en el sistema vascular
 3. Transpiración a través de los estomas

Teoría de la Tenso-Coheso-Transpiración



El agua es absorbida en las raíces por los pelos radicales, ésta se mueve horizontalmente hasta llegar al xilema, por donde asciende hasta llegar a las hojas, de donde sale a la atmósfera por la evapotranspiración



Más negativo

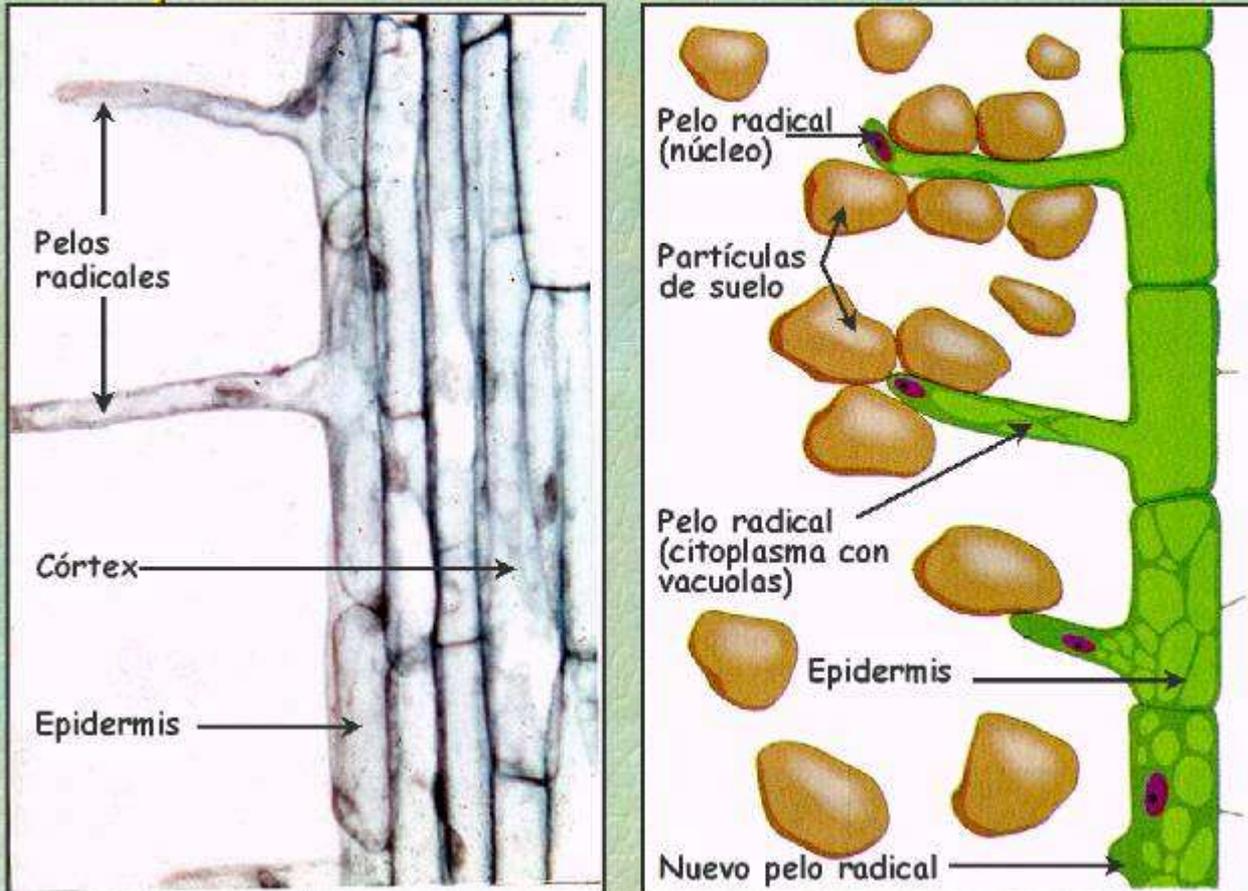


Gradiente de potencial hídrico

Menos negativo

El agua del suelo entra a los pelos radicales y demás células de la rizodermis por fuerzas osmóticas. Eso es la Presión de raíz

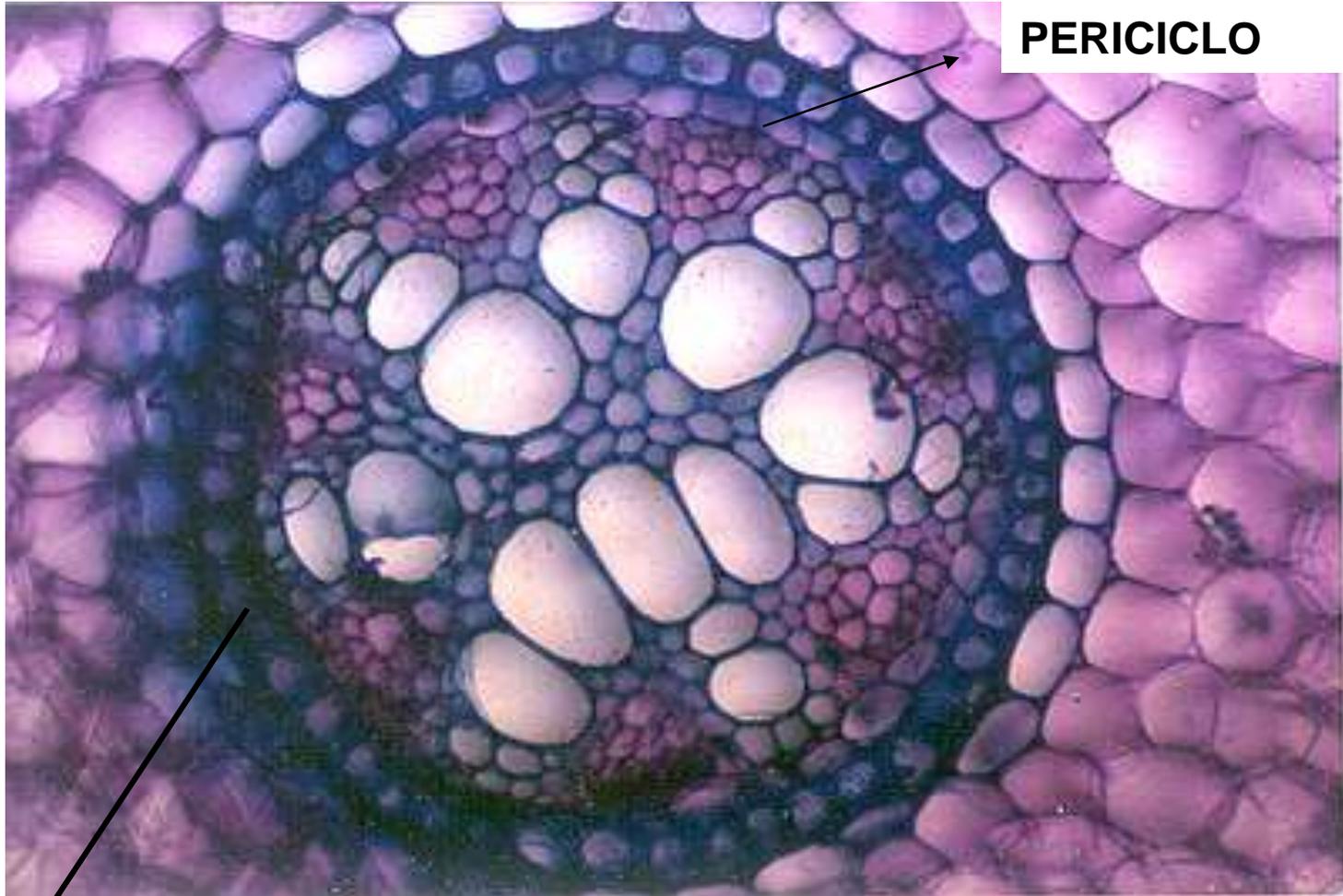
Los pelos radicales



CORTE TRANSVERSAL DE RAÍZ



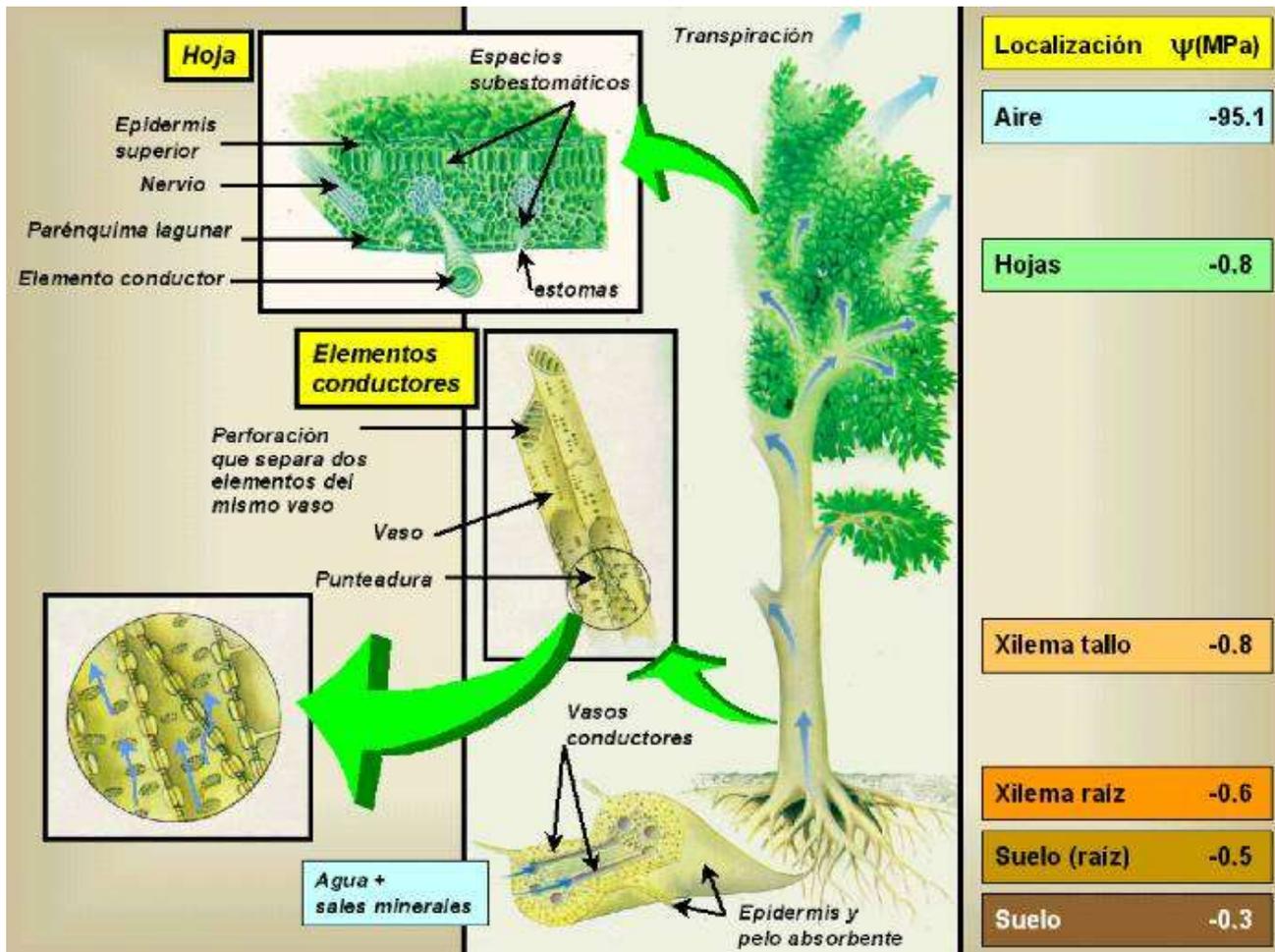
Raíz de Azucena (Liliopsida)



PERICICLO

ENDODERMIS

El agua es absorbida en las raíces por los pelos radicales, ésta se mueve horizontalmente hasta llegar al xilema, por donde asciende hasta llegar a las hojas, de donde sale a la atmósfera por la evapotranspiración



Más negativo



Gradiente de potencial hídrico

Menos negativo

Transporte de nutrientes inorgánicos

- Cuando los iones inorgánicos son secretados en el interior de los vasos de xilema radical, son rápidamente conducidos hacia arriba y por toda la planta gracias a la corriente de transpiración.
- Algunos iones se mueven lateralmente desde el xilema hacia los tejidos circundantes de las raíces y de los tallos, mientras que otros son transportados hacia las hojas.

Transporte de nutrientes inorgánicos

- Cuando los iones inorgánicos son secretados en el interior de los vasos de xilema radical, son rápidamente conducidos hacia arriba y por toda la planta gracias a la corriente de transpiración.
- Algunos iones se mueven lateralmente desde el xilema hacia los tejidos circundantes de las raíces y de los tallos, mientras que otros son transportados hacia las hojas.

Transporte de nutrientes inorgánicos

- Cuando los iones inorgánicos son secretados en el interior de los vasos de xilema radical, son rápidamente conducidos hacia arriba y por toda la planta gracias a la corriente de transpiración.
- Algunos iones se mueven lateralmente desde el xilema hacia los tejidos circundantes de las raíces y de los tallos, mientras que otros son transportados hacia las hojas.

SENTIDO DE LA TRANSLOCACIÓN

- El **N**, el **P**, el **K**, y el **Mg** son típicamente **móviles** y pueden ser transportados con relativa facilidad a otros órganos, mientras que
- El **Ca**, el **S** y el **Fe** son más o menos **inmóviles** y tienden a permanecer en el primer destino alcanzado hasta la muerte de ese órgano.

*El esfuerzo que implica prepararse a conciencia
para ser Ingenieros Agrónomos de Excelencia
es una inversión para toda la Vida!*