

# Morfología de Plantas Vasculares

## Tema 15: TEJIDOS CONDUCTORES O VASCULARES

Cuanto mayor es el cuerpo de la planta y más numerosas son las partes que sobresalen del agua o del suelo, mayor es la necesidad de reemplazar el agua que se evapora y de transportar rápidamente materiales de construcción y consumo de un órgano a otro.

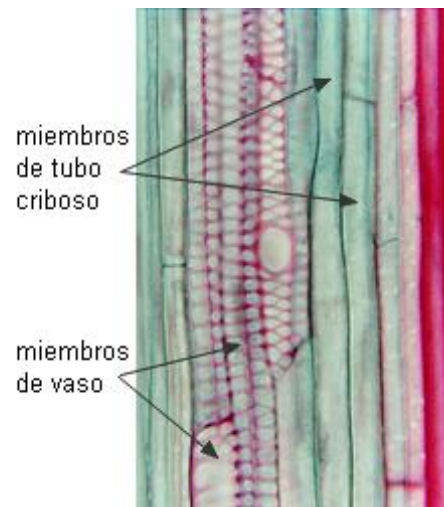
En el curso de la filogenia aparecieron los **tejidos vasculares** formados por células muy especializadas que reúnen las siguientes características:

- forma generalmente alargada en la dirección general del transporte.
- paredes terminales generalmente oblicuas para aumentar la superficie de contacto y facilitar el pasaje de sustancias.
- a menudo están fusionadas entre sí formando verdaderos tubos conductores.

*Citrus*: planta



Tejidos conductores en corte longitudinal de tallo

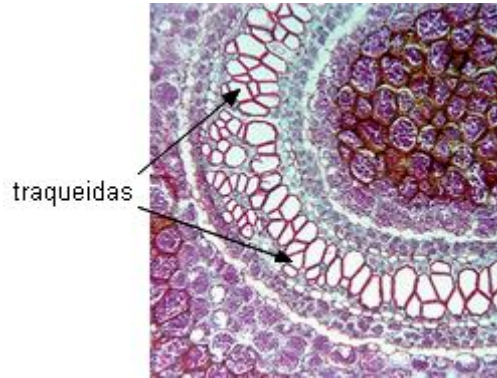


Estos tejidos son el **xilema** y el **floema**. Constituyen un sistema continuo a lo largo de todas las partes de la planta, el sistema vascular, que por su importancia fisiológica y filogenética ha sido utilizado para denominar un amplio grupo de plantas: las **traqueófitas** o **plantas vasculares** que comprenden las Pteridofitas y Espermatófitas.

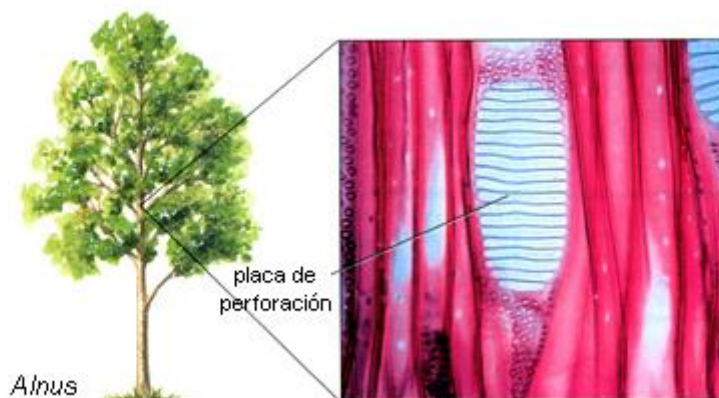
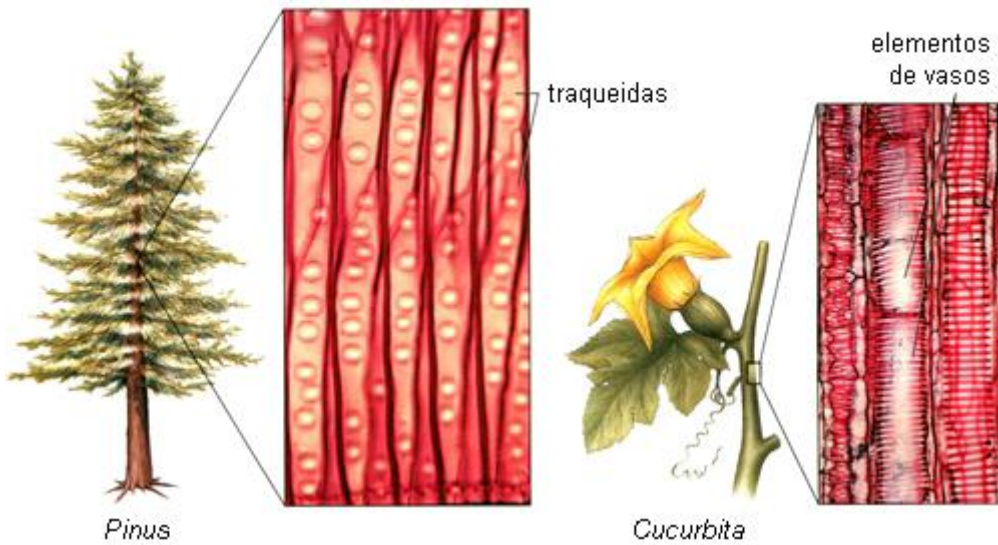
Pteridofita: *Adiantum*



Corte transversal de rizoma



Espermatofitas

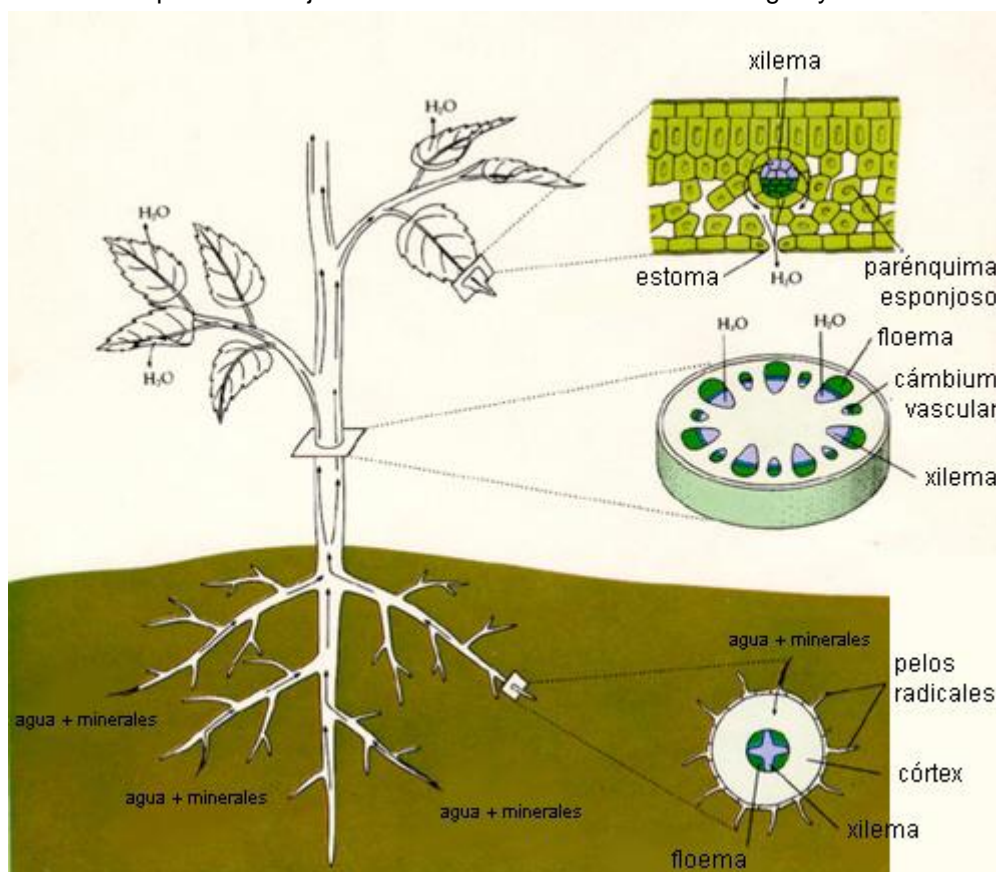


La expresión **plantas vasculares** fue utilizada por primera vez por Jeffrey en 1917. Después surgió el término **traqueófitas**, derivado del xilema por ser un tejido firme y duradero. Los elementos traqueales, con paredes gruesas y duras se distinguen fácilmente, se conservan en los fósiles y se identifican con facilidad.

## XILEMA

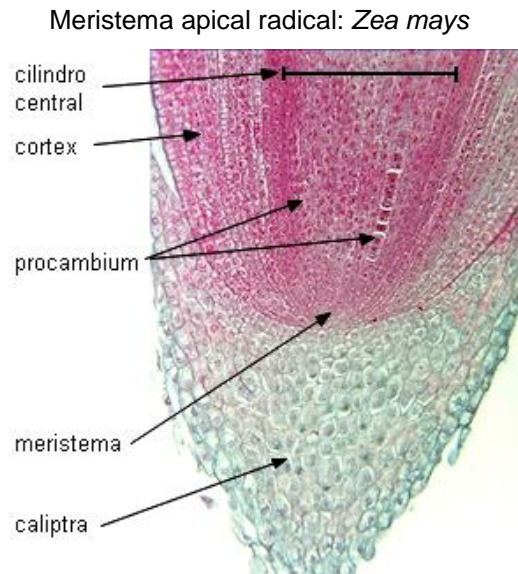
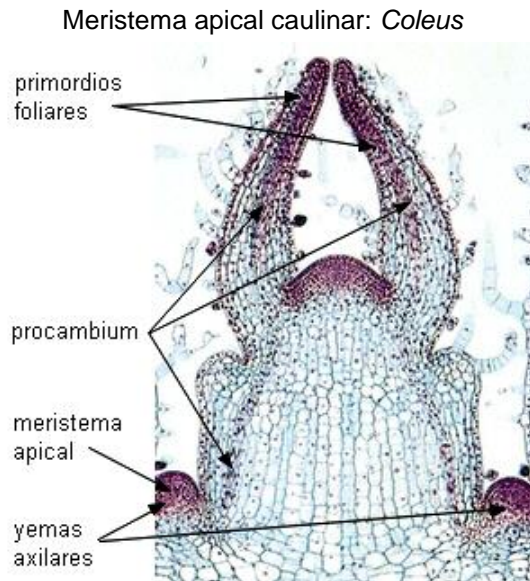
El xilema generalmente está asociado con el floema, tejido conductor de sustancias elaboradas en la fotosíntesis. Su nombre deriva del griego **xylon** que significa madera. El término **leño** designa al xilema secundario. El xilema es el tejido conductor de agua y solutos desde la región de absorción a la de evaporación. El flujo en el xilema es unidireccional.

Esquema del flujo unidireccional en la conducción de agua y sales



## ORIGEN

El xilema del cuerpo primario de la planta, también llamado **xilema primario**, se forma por la diferenciación continua de nuevos elementos a partir del **procambium**. Este se diferencia ya en el embrión, y se produce continuamente a partir de los meristemas apicales.



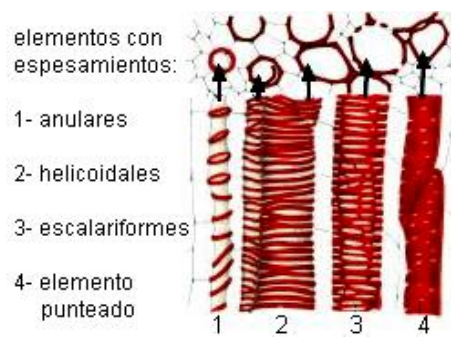
Imágenes modificadas de Mauseth

El xilema primario consta generalmente de una parte temprana, el **protoxilema** (del griego *protos*: antes), que se diferencia en las partes primarias del cuerpo de la planta que no han completado su desarrollo, y el **metaxilema** (del griego *meta*: después), que madura luego que se ha completado el alargamiento del cuerpo primario.

*Ricinus*: xilema primario



*Aristolochia*: xilema primario



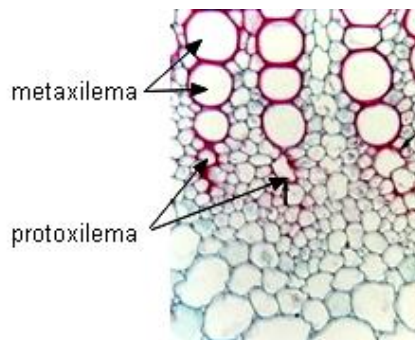
Esquema modificado de Esau

Elementos del xilema primario

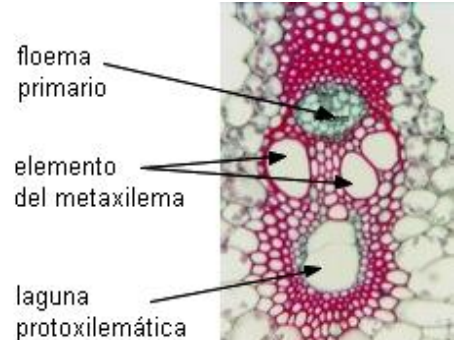
Vasos anillados en corte longitudinal de tallo de *Zea mays*



Xilema primario en transcorte de tallo de *Ambrosia*: protoxilema colapsado



Haz vascular colateral cerrado en transcorte de tallo de Monocotiledónea

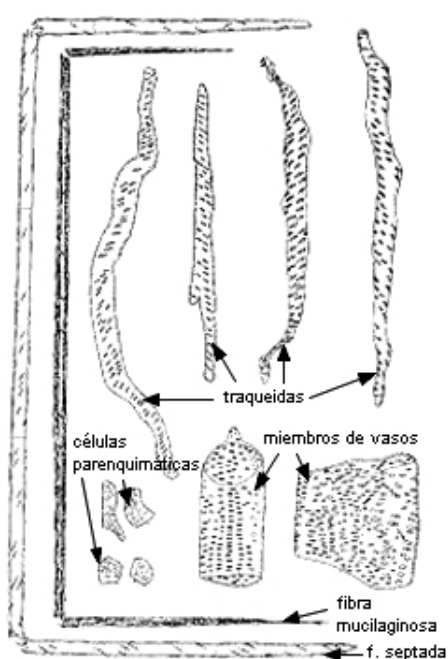
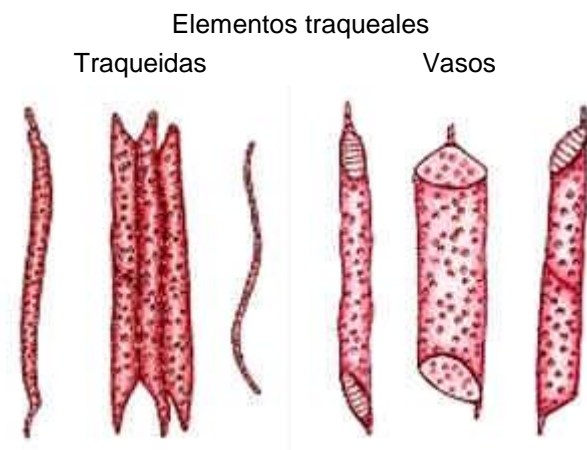


Imágenes modificadas de Mauseth weblab



## TIPOS DE CÉLULAS QUE COMPONEN EL XILEMA

Tipos de células		Función
Elementos traqueales	Traqueidas	Conducción, sostén
	Miembros de los vasos	
Fibras	Fibrotraqueidas	Sostén, almacenamiento
	Fibras libriformes	
	Fibras septadas	
	Fibras mucilaginosas	
Células parenquimáticas		Almacenamiento, traslado
Estructuras glandulares e idioblastos		Secreción, acumulación



Esquema de Esau 1972

Esquema de los tipos de células del xilema secundario de *Aristolochia*

Corte longitudinal tangencial de xilema secundario de *Carpinus*



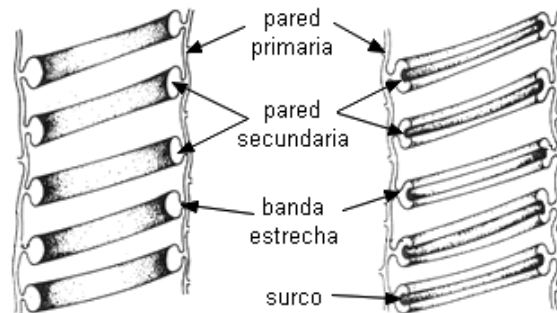
Imagen de Mauseth weblab

## ELEMENTOS TRAQUEALES

Los elementos traqueales presentan paredes gruesas, se conservan en los fósiles y se distinguen fácilmente en corte transversal. Son más o menos alargados, muertos, con paredes secundarias lignificadas.

En los elementos del xilema primario, la pared secundaria se deposita sobre regiones limitadas, en cambio en los elementos del xilema secundario se deposita sobre casi toda la superficie de la célula.

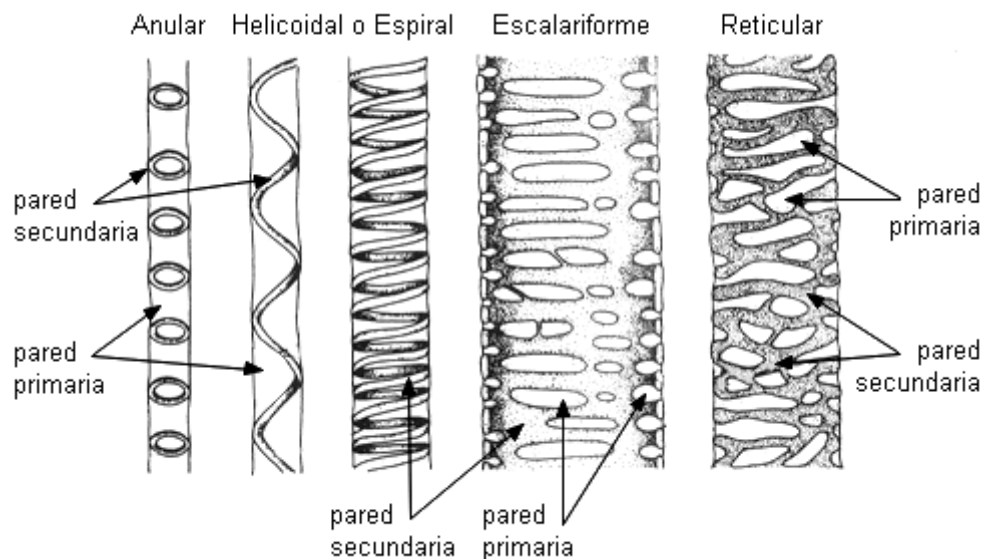
Elementos traqueales cortados longitudinalmente, en los que se puede observar el engrosamiento helicoidal de las paredes secundarias



Los **espesamientos** de los elementos traqueales pueden ser:

- **anulares**, depositados como anillos de espesor variable. Están firmemente unidos a la pared primaria, a veces sólo por una estrecha banda.
- **helicoidales** o **espirales**, en forma de hélice, variando en espesor y distancia, es decir más o menos apretadas.
- **escalariformes**, las bandas helicoidales se interconectan en ciertas áreas determinando en corte una estructura similar a una escalera de mano.
- **reticular**, en forma de red por aumento de las interconexiones.
- **casi total**, pared sólo interrumpida a nivel de las **puntuaciones**

Tipos de elementos traqueales según los espesamientos de la pared secundaria

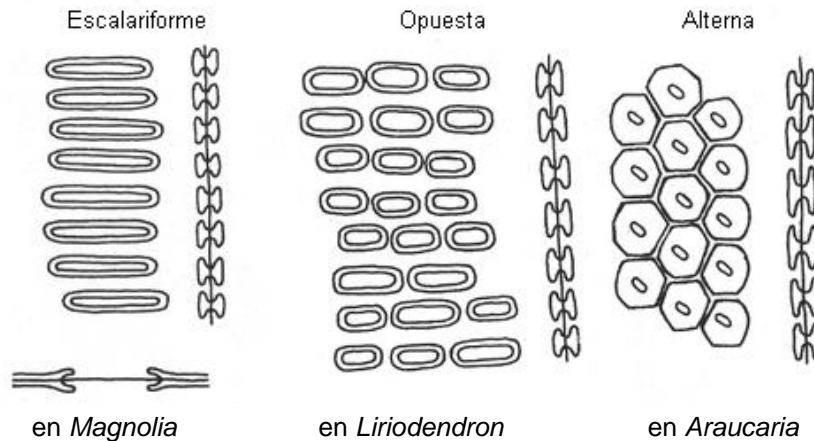


Esquema modificado de Esau

Las puntuaciones pueden disponerse de manera diversa sobre la pared de los elementos traqueales:

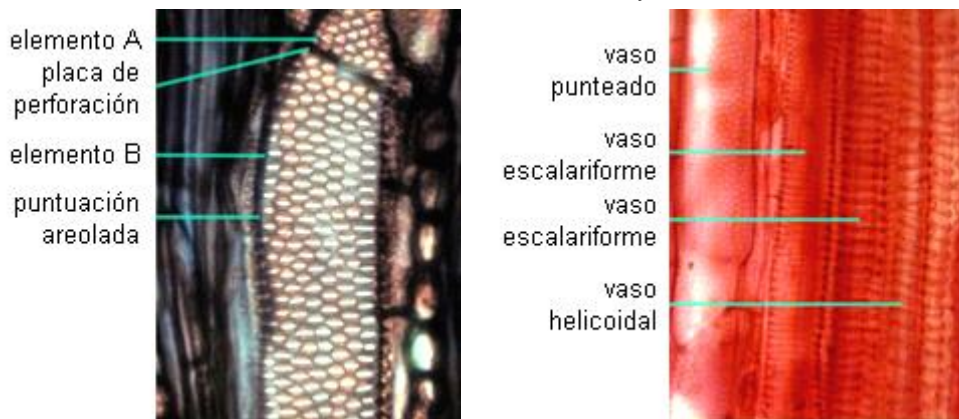
- **puntuaciones escalariformes**, alargadas, transversalmente dispuestas en series verticales como en *Magnolia*.
- **puntuaciones opuestas**, más o menos circulares, ordenadas horizontalmente: *Liriodendron*.
- **puntuaciones alternas**, más o menos hexagonales, dispuestas en forma oblicua: *Araucaria*.

Tipos de puntuaciones en vista superficial y corte óptico



Esquema modificado de Esau

Detalle de vasos del xilema en *Gleditsia* y *Aesculus*



Imágenes de <http://www.inea.uva.es/web/>

En un mismo elemento pueden presentarse diferentes tipos de espesamiento, o hallarse formas de transición, como las traqueidas **espiralado-areoladas** en *Gnetum*.

Los elementos con espesamientos secundarios extensos depositan la pared en dos etapas, primero un marco helicoidal (primera capa de la pared secundaria), luego en cordones o láminas (segunda capa de la pared secundaria). Puede haber también espirales terciarias, depositadas por dentro de la pared secundaria casi continua.

Aproximadamente la mitad de las Monocotiledóneas carecen de vasos en sus tallos, y un número aún mayor de especies no los tienen en las hojas. Los vasos están siempre presentes en las raíces (Dahlgren, 1985).



## TRAQUEIDAS

Son células alargadas cuyas extremidades están afiladas en bisel. Al llegar a su diferenciación completa el protoplasto muere. Sus paredes están lignificadas pero no son muy gruesas, en consecuencia el lumen es relativamente grande. Cumplen al mismo tiempo funciones de conducción y sostén.

Elementos del xilema secundario en *Pinus*

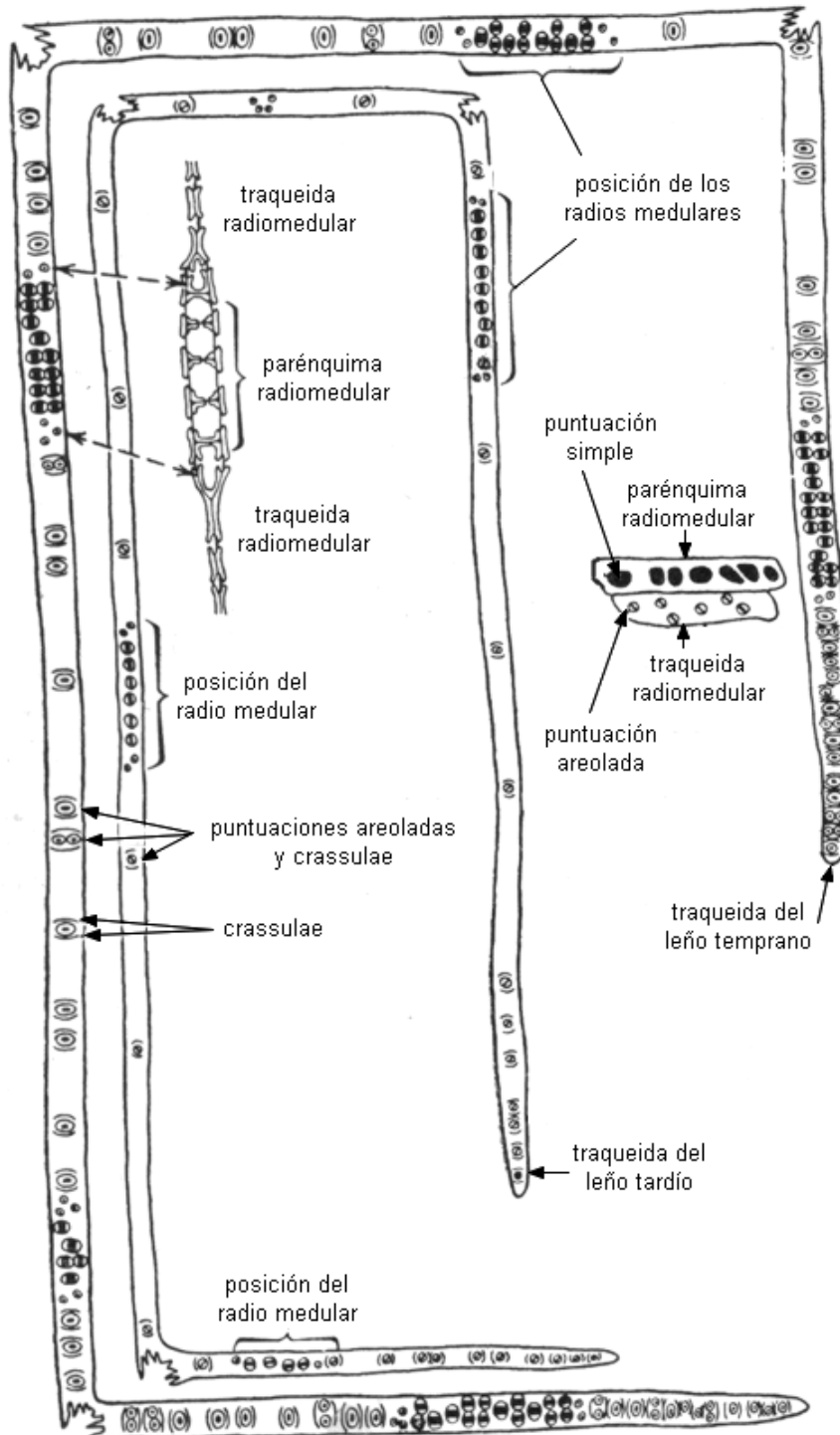


Imagen de Esau

Entre los elementos traqueales, las traqueidas son los menos especializados, son elementos imperforados. La savia bruta circula atravesando la pared delgada de las **puntuaciones**, en cuya membrana de cierre ha desaparecido la fase amorfa, es decir los materiales no celulósicos.

Corte longitudinal radial  
de leño en *Pinus*

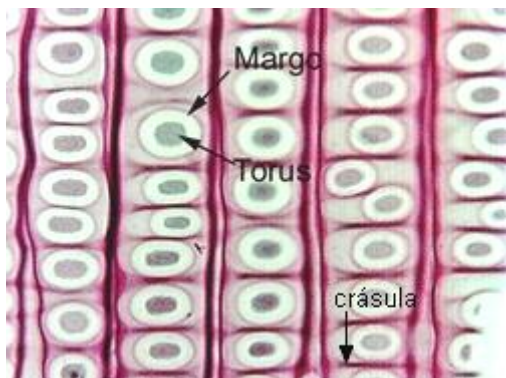


Imagen de Mauseth weblab

*Carmichaelia*: cámara de una  
**puntuación ornamentada**



Imagen de Metcalfe & Chalk

El leño de la mayoría de las Pteridofitas y de casi todas las Gimnospermas está constituido exclusivamente por traqueidas.

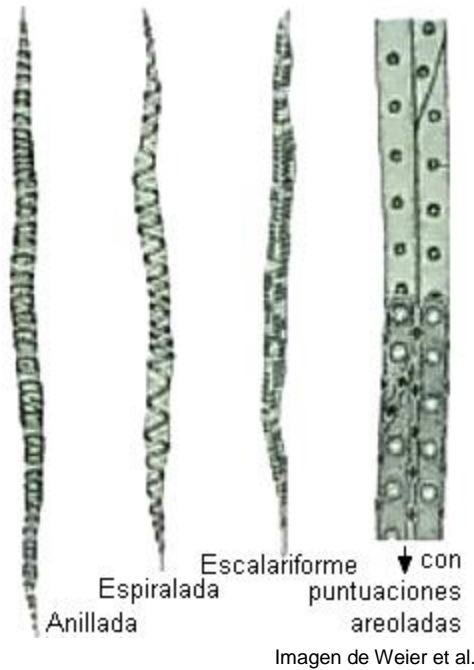
La longitud media de las traqueidas está alrededor de los 5 mm. El largo de las traqueidas que forma el cámbium va aumentando con la edad de la planta durante un período bastante largo que se describe como la etapa juvenil. La duración de este período depende de la longevidad de las especies, en *Pinus longaeva* se ha comprobado que la longitud de las traqueidas sigue aumentando aún en árboles de más de 2.000 años de edad. Esta especie es considerada una de las especies vivientes más longevas (puede vivir unos 5.000 años).

## CLASIFICACION de las TRAQUEIDAS

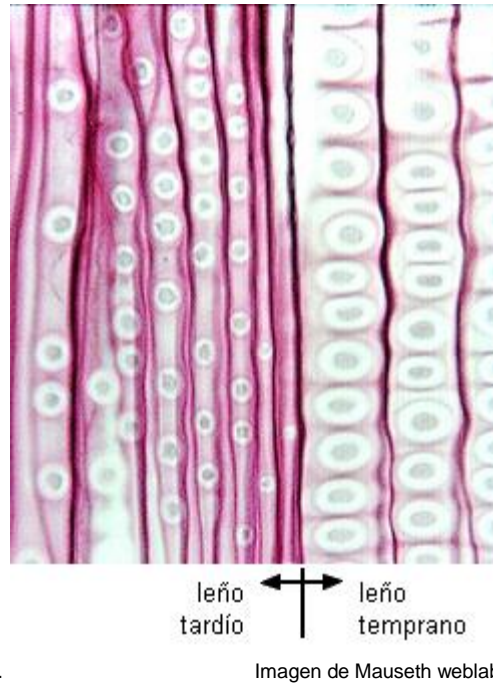
Según cómo sean los espesamientos de las paredes, las traqueidas pueden ser:

- **anilladas y espiraladas**, se encuentran en los haces vasculares de las hojas. Son las primeras en diferenciarse en todos los órganos, se estiran rápidamente durante el crecimiento, son de pequeño calibre.
- **escalariformes**, se encuentran típicamente en Pteridofitas.
- **con puntuaciones areoladas circulares**, son los elementos de conducción típicos de Gimnospermas. Las puntuaciones son numerosas en los extremos, y generalmente se encuentran sólo en las paredes radiales. En muchas gimnospermas las traqueidas presentan unos engrosamientos de la lámina media y pared primaria con orientación transversal, por encima y debajo de las puntuaciones que reciben en nombre de **crásulas**. Se desarrollan a partir de los bordes de los campos primarios de puntuación. También puede haber **trabéculas**, excrecencias tangenciales que atraviesan el lumen.
- **con puntuaciones escalariformes**, se encuentran en las eudicotiledóneas que no tienen vasos: Winteraceae, Monimiaceae.

Tipos de Traqueidas



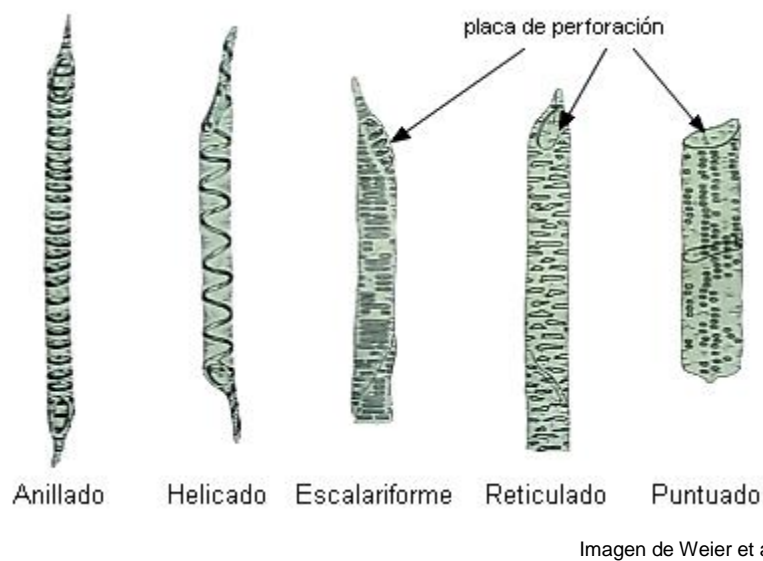
Traqueidas con puntuaciones areoladas circulares con toro en *Pinus*



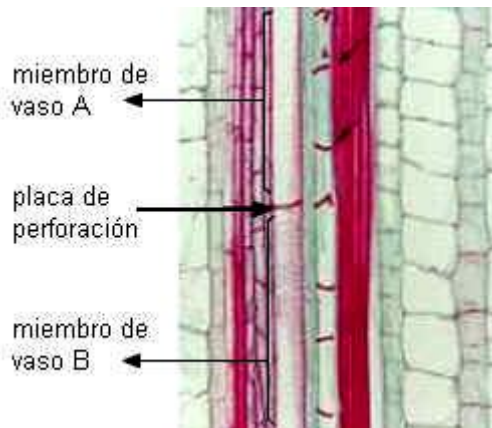
## MIEMBROS o ELEMENTOS DE LOS VASOS

Se diferencian de las traqueidas por la presencia de **perforaciones** o áreas sin pared primaria ni secundaria. Se unen entre sí formando largos tubos llamados **vasos**, en los que la savia circula libremente a través de las perforaciones.

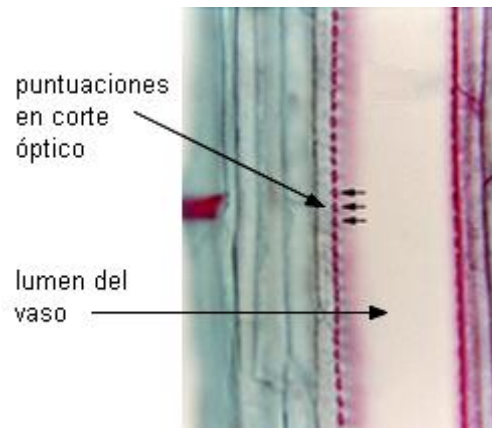
Tipos de Miembros o Elementos de Vasos



Elementos de vaso en corte longitudinal  
de tallo de *Zea mays*  
las flechas oblicuas señalan un vaso anillado



Detalle de puntuaciones



Imágenes de Mauseth weblab

Los vasos pueden tener longitud variable: se han medido vasos desde 0,6-4,5 m de longitud, en otros casos pueden tener la altura del árbol.

Los elementos de los vasos se comunican lateralmente con otros vasos o con otros componentes del xilema por medio de pares de puntuaciones:

- Si un vaso está en contacto con otro vaso, se comunican por **pares de puntuaciones areoladas**, que también pueden ser **ornamentadas**.
- Si un miembro de vaso se conecta con células parenquimáticas o fibras, la comunicación se denomina **pares de puntuaciones semiareoladas**. Recuerde que la puntuación de la célula parenquimática y la de la fibra son simples, mientras que la del vaso es areolada, por eso el par de puntuaciones (una frente a la otra) pasa a llamarse semiareoladas.

## PERFORACIONES

Las perforaciones se encuentran generalmente en los extremos, en las paredes terminales. La parte de la pared con perforaciones constituye la **placa o lámina de perforación**, que puede ser:

- **escalariforme**, con muchas perforaciones alargadas dispuestas en series paralelas; estas placas pueden ser muy extendidas y tener cientos de perforaciones.
- **reticulada**, muchas perforaciones dispuestas en un retículo.
- **foraminada**, perforaciones más o menos circulares, como en *Ephedra* (Gimnospermas), *Coprosma* (Rubiaceae).
- **simple**, una sola perforación, a veces tan grande como el diámetro del elemento.

### Tipos de placas de perforación

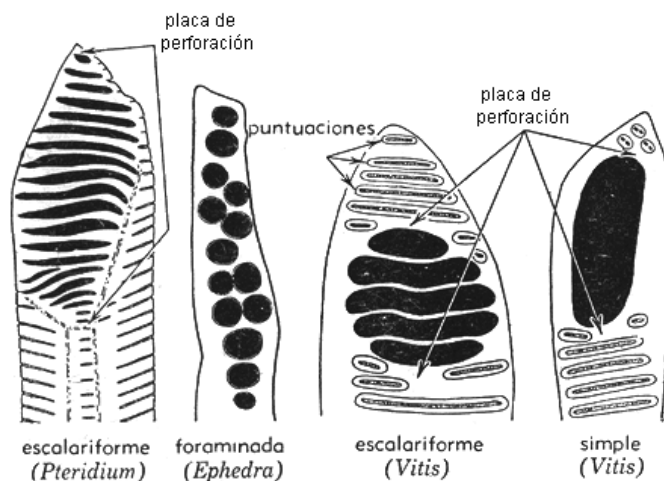


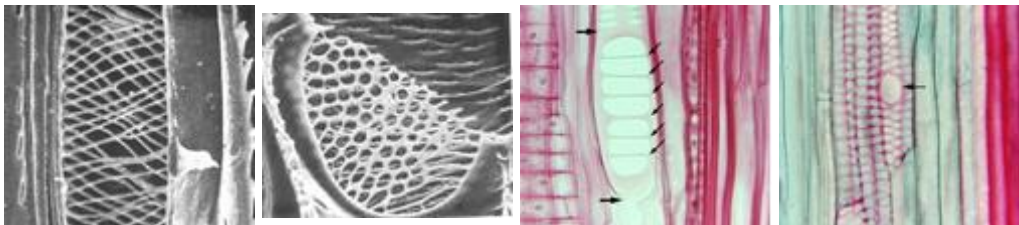
Imagen de Esau

Quintinia

Coprosma

Magnolia

Zea mays

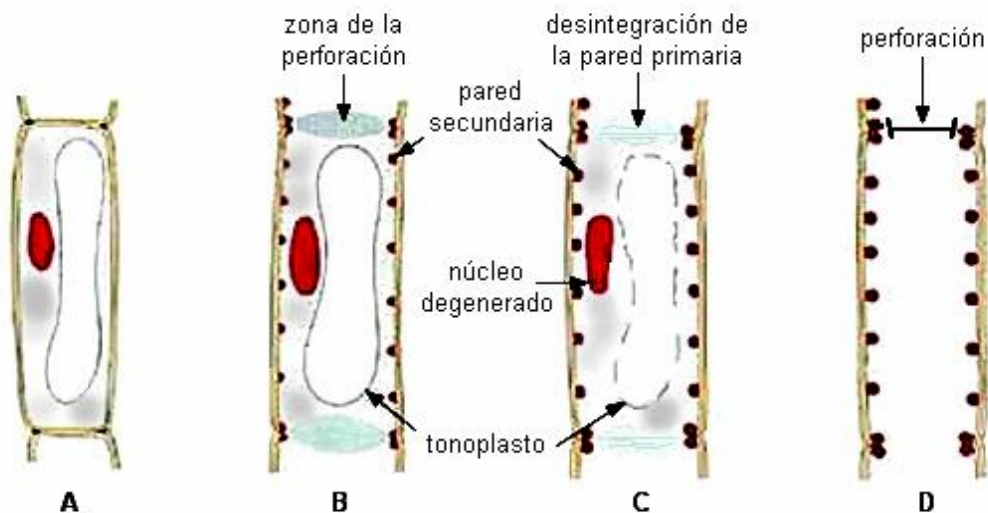


Imágenes de Metcalfe & Chalk

Imágenes de Mauseth weblab

En muchas eudicotiledóneas las porciones apicales de los vasos permanecen estrechas y alargadas formando proyecciones que recubren las paredes de los elementos vecinos. Estas proyecciones se llaman **apéndices** o **colas**. Cuando existen, las perforaciones se hallan cerca de la base de ambas colas.

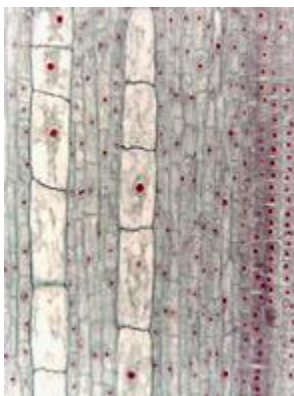
### ONTOGENIA DE UN VASO



Imágenes de Raven

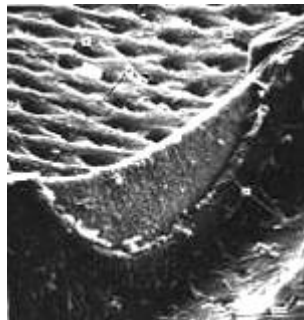
- A. A partir del procámbium o del cámbium se diferencia una serie longitudinal de células. En cada célula, el núcleo se vuelve poliploide y aumenta de tamaño. La célula puede o no alargarse pero generalmente se expande lateralmente.
- B. Cuando termina este ensanchamiento se depositan las paredes secundarias en las paredes laterales, pero no lo hacen en las paredes terminales, donde habrá perforaciones. Los microtúbulos, que determinan la orientación de las microfibrillas de celulosa, se agrupan formando bandas donde se producirán los espesamientos. Luego aparecen gran cantidad de dictiosomas, relacionados con la incorporación de la fase amorfa de la pared, para la que también contribuye el RE. El citoplasma provee las moléculas precursoras de la lignina.  
En los lugares donde se formará la perforación, la pared primaria consta fundamentalmente de polisacáridos no celulósicos, y muy poca celulosa (Fahn, 1982). Esta pared adquiere forma lenticular, engrosándose por hinchazón de la laminilla media.
- C. En las perforaciones, la desaparición de la pared primaria ocurre por un proceso de disolución gradual de los componentes no celulósicos, mediante la acción de enzimas hidrolíticas. Puede comenzar en los márgenes o por pequeños orificios en toda la superficie o en el centro. Se supone que las escasas microfibrillas de celulosa son eliminadas por la corriente transpiratoria.  
Entre los espesamientos secundarios de las paredes laterales, la pared primaria sufre también una lisis parcial.  
La desaparición de la pared primaria tiene lugar juntamente con la lisis del protoplasto, por actividad hidrolítica de vacuolas autofágicas (actúan como lisosomas). Comienza con la ruptura del tonoplasto.
- D. Los restos del protoplasto muerto pueden formar una capa interna llamada capa verrugosa.

Precursores de miembros de vasos en *Thypha*

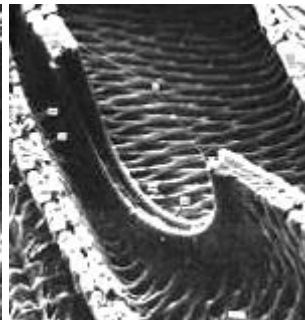


Placa de perforación de un vaso de *Knightia*

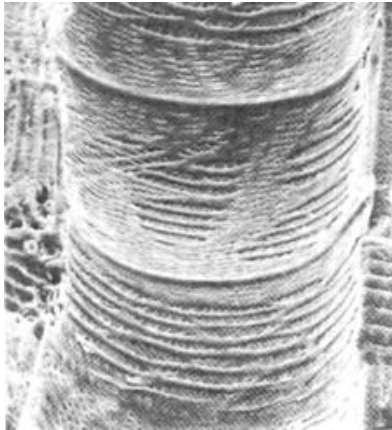
Potencial



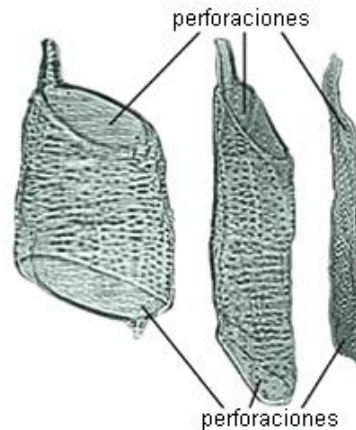
Madura



Tres miembros de vasos en *Quercus* (roble)



Miembros de vasos de diferentes dimensiones con apéndices o colas en el extremo superior



## GRUPOS DE PLANTAS QUE TIENEN VASOS

- **Pteridofitas:** *Pteridium*, *Selaginella*, *Equisetum*, raíces de algunas especies de *Marsilea*.
- **Gimnospermas:** Gnetales.
- **Eudicotiledóneas** excepto diez géneros que pertenecen a las siguientes familias: Amborellaceae, Clorantaceae, Monimiaceae, Tetracentraceae, Trochodendraceae, Winteraceae.
- **Monocotiledóneas** excepto hidrófitas o sea familias que tienen solamente especies acuáticas: Lemnaceae, Potamogetonaceae, Hydrocharitaceae

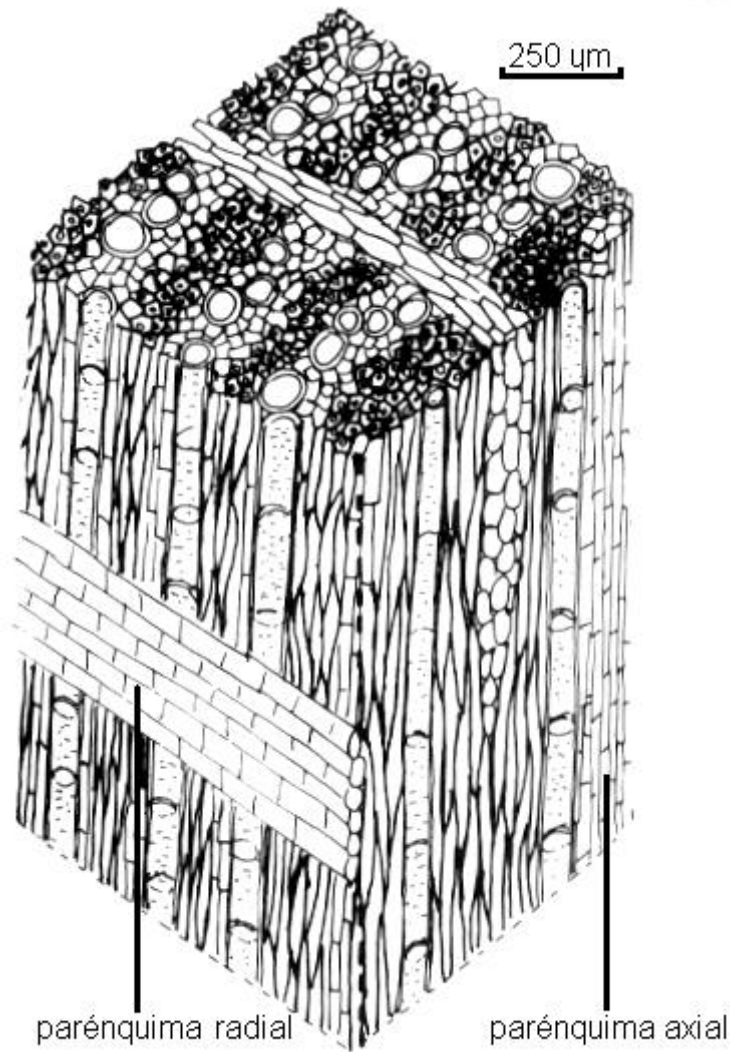
## CÉLULAS PARENQUIMÁTICAS

Se encuentran en el xilema primario y en el secundario. Sus paredes son secundarias lignificadas o primarias. Si son secundarias, los pares de puntuaciones pueden ser simples o semiareoladas con los elementos traqueales, o simples con otras células parenquimáticas.

Conservan el citoplasma vivo, y por lo tanto el núcleo. Contenido variado: almidón y grasas, taninos, cristales, otros. El almidón se acumula cuando cesa el desarrollo estacional de la planta y suele desaparecer durante la actividad de la siguiente estación. En plantas herbáceas y tallos jóvenes pueden tener cloroplastos.

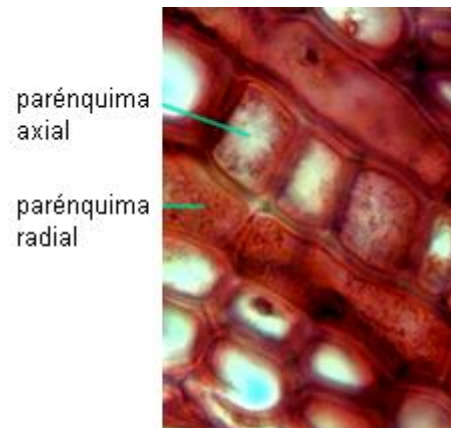
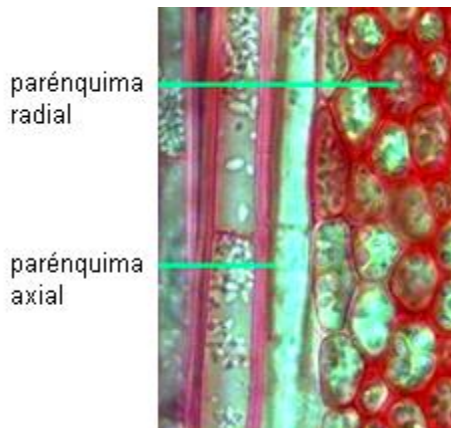
El parénquima del xilema secundario puede ser axial (vertical) o radial (horizontal).

Bloque diagrama del leño en *Grevillea*, Angiosperma



Esquema de Ingrouille

Parénquima axial y radial en xilema secundario  
en corte longitudinal tangencial      en corte transversal (*Gleditschia*)

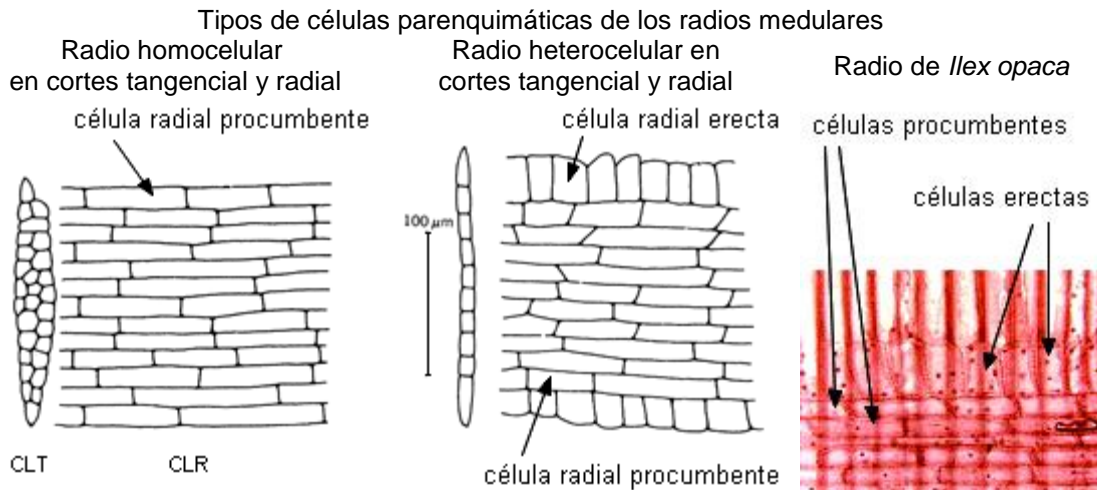


Imágenes de <http://www.inea.uva.es/web/>



El parénquima **axial** es originado por las células iniciales fusiformes del cámbium, junto con las fibras y los elementos traqueales. Pueden ser células fusiformes, largas, o un cordón de células cortas formado por divisiones transversales. Puede faltar en algunas coníferas.

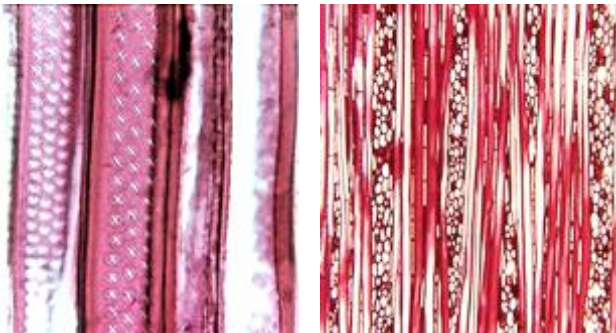
El parénquima **radial** o **radiomedular** es originado por las células iniciales radiales del cámbium. Hay dos tipos de células por su disposición y forma: **células procumbentes** y **células verticales**.



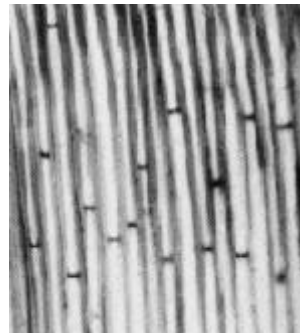
## FIBRAS XILEMATICAS

Ya vistas al estudiar esclerénquima: fibrotraqueidas, fibras libriformes, fibras septadas, fibras mucilaginosas. Filogenéticamente se originaron a partir de las traqueidas.

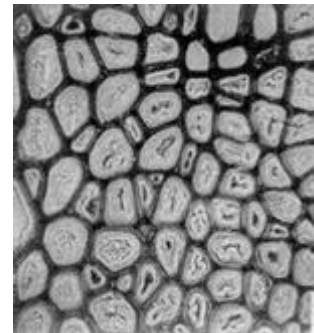
*Zingonium*: fibras libriformes en corte longitudinal de xilema secundario



*Triomma*: fibras septadas en corte longitudinal



Fibras mucilaginosas en corte transversal



Las fibras libriformes **faltan** en leños formados sólo por traqueidas (Gimnospermas) o por vasos semejantes a las traqueidas (Gnetales).

En el leño de Angiospermas, que presenta vasos, están muy especializadas como elementos de sostén. Pueden tener también funciones de almacenamiento, y en ese caso conservan el protoplasma vivo.

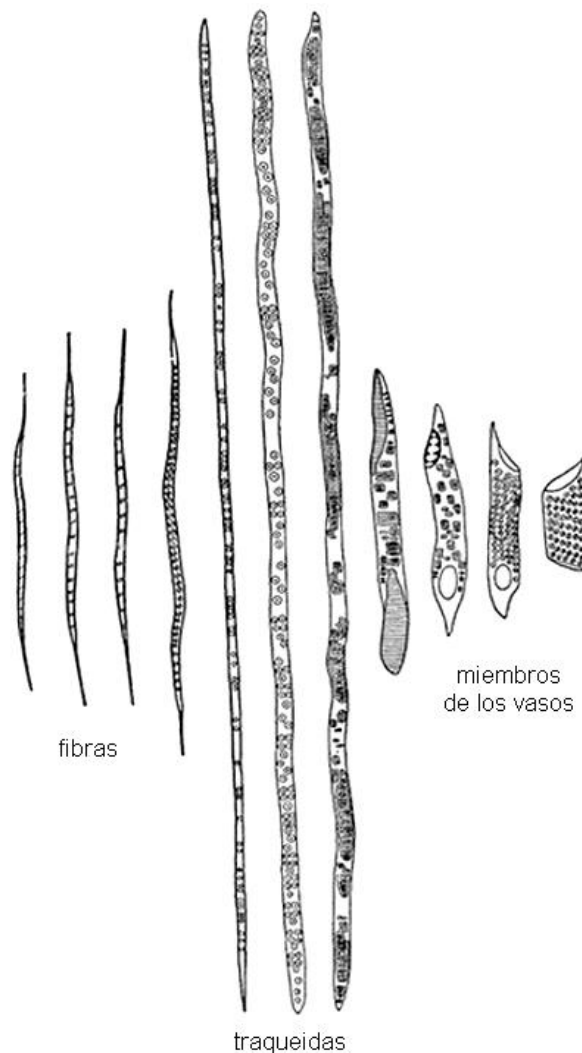
## EVOLUCIÓN DE LOS ELEMENTOS XILEMÁTICOS

En los niveles más primitivos de adaptación a la vida terrestre, particularmente en los musgos (Briófitas) encontramos en el tallo un cordón central de **hidroides**, células parenquimáticas alargadas, con paredes engrosadas. Este tejido cumple al mismo tiempo funciones de sostén y conducción. Filogenéticamente, son las primeras células en presentar lignina.

En las plantas fósiles con semilla y en las Pteridofitas y Gimnospermas actuales salvo excepciones, el xilema está formado por traqueidas que también cumplen ambas funciones. Hay un esbozo de especialización en las traqueidas del leño tardío hacia el sostén (paredes más gruesas y lumen reducido).

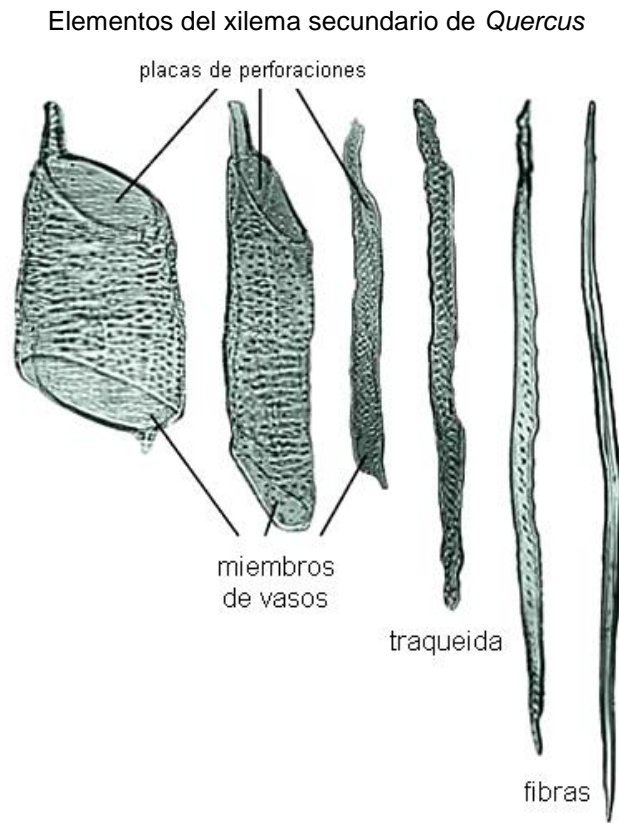
La especialización de los elementos del xilema en las dos direcciones (sostén y conducción) ocurrió tarde en la filogenia, recién las Angiospermas presentan desarrollo pleno de **vasos** y **fibras libriformes**.

Esquema de líneas principales de especialización de elementos traqueales y fibras



Esquema de Esau

Los vasos evolucionaron a partir de las traqueidas por el ensanchamiento y acortamiento celular y la aparición de placas de perforación.



La evolución de los elementos traqueales ha sido estudiada muy a fondo y se han podido establecer una serie de caracteres primitivos y evolucionados:

<b>Elementos traqueales: evolución</b>		
Carácter	<b>Primitivo</b>	<b>Avanzado</b>
Longitud de célula	largo	corto
Diámetro	pequeño	grande (ancho)
Transcorte	angular	circular
Pared terminal	inclinada	horizontal
Perforación	escalariforme	simple
Puntuaciones	escalariformes	circulares
	opuestas	alternas
Espirales terciarias	no	si

## Filogenia de vasos en Eudicotiledóneas y Monocotiledóneas

Según los registros fósiles, en las Eudicotiledóneas los vasos aparecieron primero en las plantas leñosas, luego en las herbáceas. En las Monocotiledóneas aparecieron primero en el metaxilema y luego en el protoxilema; se presentaron primero en las raíces, y luego a niveles progresivamente más altos en el vástago.

A lo largo de la evolución, los vasos desaparecieron en grupos especializados, como algunas familias de plantas acuáticas, saprófitas, parásitas, suculentas.

Se suponía que los vasos aparecieron primero en el xilema secundario, luego en metaxilema, por último en protoxilema, y que había un retraso en las hojas, apéndices florales y plántulas que generalmente no los presentan. Sin embargo, Mauseth (1989), sostiene que los órganos que sólo tienen traqueidas o vasos de pequeño diámetro, no necesitan otro tipo de elementos. No siempre el elemento óptimo para el transporte es un vaso corto y de gran diámetro. Muchas plantas presentan vasos heterogéneos: con perforaciones simples en xilema secundario, y con perforaciones escalariformes en hojas y flores. Esto significa que en el genoma de estas plantas está la información para ambos tipos de elementos, y que si se producen ambos es porque ambos son útiles en el lugar donde están.

## Aspectos ecológicos de la evolución del xilema

Según Carlquist la diversidad estructural del xilema es el resultado de cambios evolutivos producidos por adaptación a ciertos hábitats. Así por ejemplo, las lianas que viven en selvas y bosques higrófilos necesitan un sistema efectivo de transporte, y presentan generalmente vasos de gran diámetro.

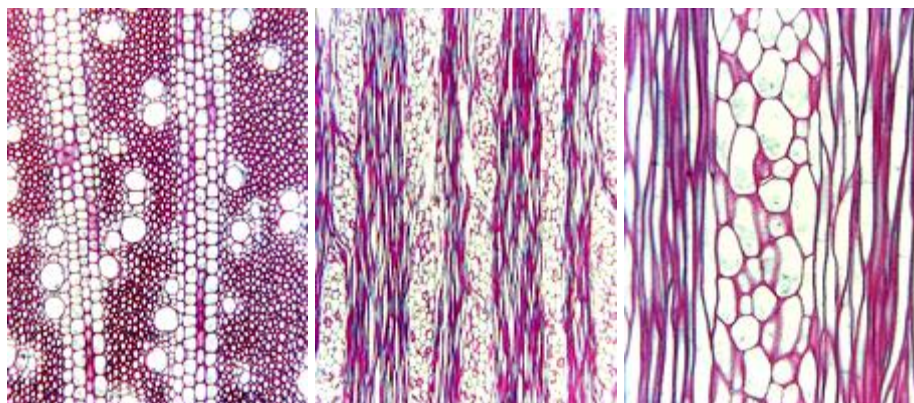
Transcorte de tallo de liana:  
*Macfadyena unguis-cati*, uña de gato



En las plantas de lugares desérticos, que necesitan transporte rápido de agua en los cortos períodos en que se producen las lluvias, no se encuentran elementos traqueales muy largos, con placas escalariformes, que presentan desventajas para el transporte rápido. Igualmente en las plantas xerófitas, este tipo de elemento traqueal se encuentra raramente.

En *Acanthocereus columbianus*, planta xerófita sin hojas, un alto porcentaje del volumen del leño está compuesto por los radios medulares, cuyas células almacenan agua y almidón.

Células de los radios medulares en leño de *Acanthocereus columbianus*  
corte transversal      corte longitudinal radial      detalle de un radio



Imágenes de Mauseth weblab

---

## Glosario

**Axial:** Relativo al eje, situado en él.

**Cámbium:** Zona generatriz, integrada por células meristemáticas, situada entre el leño y el líber, la cual, por repetidas divisiones tangenciales de sus células, produce, leño hacia la parte interna y líber hacia el exterior. Poseen cámbium en general, las gimnospermas y las eudicotiledóneas, y a su actuación se debe principalmente el crecimiento de los tallos y raíces en espesor.

**Córtex:** Región de tejido fundamental de un tallo o de una raíz que se halla circunscripto externamente por la epidermis e internamente por el sistema vascular; región de tejido primario.

**Duramen:** Madera oscura, formada por células muertas, que ya no cumplen funciones de transporte.

**Felógeno:** Cámbium suberógeno, meristema lateral que da lugar a la peridermis, produciendo súber (felema) hacia el exterior y felodermis hacia el interior de la planta; común en tallos y raíces de gimnospermas y eudicotiledóneas.

**Haz vascular:** Cordón de tejido que contiene xilema primario y floema primario (y procámbium si todavía existe), frecuentemente rodeado por una vaina de parénquima o fibras.

**Idioblasto:** Célula que en un tejido cualquiera se distingue del resto por su tamaño, estructura y contenido.

**Ontogenia:** Desarrollo del ser, tanto vegetal como animal, a partir de la ovocélula y hasta su formación definitiva.

**Parénquima:** Tejido preponderante en la mayoría de los órganos vegetales, compuesto por células isodiamétricas, con paredes primarias, con protoplasto parietal y el centro ocupado por uno o varios vacuolos.

**Periclinal:** Dícese de las membranas celulares de un miembro u órgano vegetal que son paralelas a la superficie del mismo.

**Peridermis:** Tejido de protección externo que reemplaza a la epidermis cuando es destruida durante el crecimiento secundario.

**Procambium:** Sinónimo de *desmogeno*, término que se prefiere por no prestarse a equívocos. Tejido meristemático que da origen al sistema vascular primario.

**Radial:** Perteneciente o relativo al radio. Dícese de paredes celulares o filas de células que se encuentran dispuestas en un plano que pasa por el eje de un órgano, cortando perpendicularmente la superficie del mismo (equivalente a *anticlinal*).

**Súber:** Tejido protector compuesto por células muertas con paredes suberizadas, originado por el felógeno, reemplaza a la epidermis en tallos y raíces con crecimiento secundario.

**Traqueidas:** Vasos xilemáticos que, al contrario de las traqueas, no son perforados.

---

## Bibliografía

**Berg, L. R.** 1997. Introductory Botany, Plants, People and the environment. Saunders College Publishing.

**Dahlgren, R.M.T., H.T.Clifford & P.F.Yeo.** 1985. The families of the Monocotyledons. Structure, evolution and taxonomy. Springer-Verlag.

**Esau, K.** 1972. Anatomía vegetal. Ed. Omega, S.A.

**Esau, K.** 1977. Anatomy of Seeds Plants. 2nd. Ed. John Wiley and Sons. New York.

**Esau, K.** 1982. Anatomía de las plantas con semilla. Editorial Hemisferio Sur.

**Fahn, A.** 1974. Anatomía vegetal. H.Blume Ed. Madrid.

**Fahn, A.** 1978. Anatomía Vegetal. H. Blume Ediciones.

**Fahn A.** 1982. Plant anatomy. 3rd. ed. Maxwell Macmillan Int.Ed.

**Fahn A.** 1989. Plant Anatomy. 3rd.ed. Pergamon Press. Oxford

**Fahn A.** 1990. Plant Anatomy. 4th Ed. Pergamon Press.

**Font Quer, P.** 1993. Diccionario de Botánica. Ed. Labor.S.A.

**Ingrouille, Martin.** 1992. Diversity and Evolution of land plants. Chapman & Hall. 340 págs.

**Mauseth J.** 1988. Plant anatomy. The Benjamin/Cummings Pub.Comp., Inc. Menlo Park, California.

**Mauseth, J.D.** 1991. Botany. An Introduction to Plant Biology. Saunders College Publishing.

**Metcalf C.R. & Chalk, L.** 1957. Anatomy of the dicotyledons. 2 vols.

**Metcalf, C. R.** 1979. Anatomy of the Dicotyledons. Vol.I: Systematic anatomy of the leaf and stem, with a brief history of the subject. 2nd. ed. Oxford University Press.

**Raven, Evert & Eichhorn.** 1992. Fifth Ed. Worth Publishers, Inc. New York .

**Strasburger E. y col.** 1994. Tratado de Botánica, 8ª ed. castellano. Ediciones Omega S.A.

**Weier, T.E; Stocking, R.C & Barbour, M.G.** 1974. Botany: An Introduction to Plant Biology.Fifth Edition. John Wiley and Sons, Inc.