

Morfología de Plantas Vasculares

Tema 11: Parénquima - Colénquima

11.1: Caracteres generales, clasificación. Parénquima fundamental

El término parénquima deriva del griego *para* (al lado de) y *enquima* (cosa vertida), combinación de palabras que expresa el concepto antiguo de que el parénquima era una sustancia semilíquida vertida entre los tejidos sólidos.

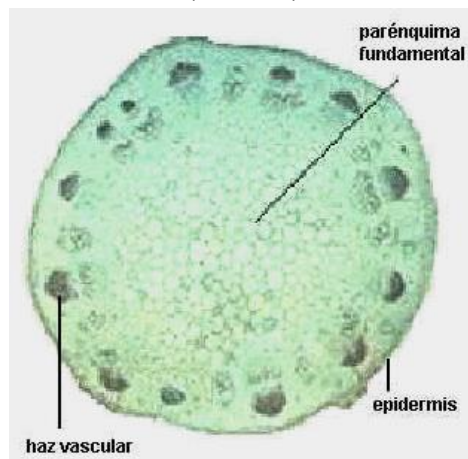
El parénquima constituye el tejido fundamental en varios aspectos:

- **Filogenético**, porque es el precursor de los otros tejidos; las primeras plantas constituidas por verdaderos tejidos estaban compuestas sólo de parénquima.
- **Ontogenético**, porque es el más primitivo, sus células son las más parecidas a las embrionarias.
- **Fisiológico**, porque es el asiento de actividades esenciales para la planta tales como fotosíntesis, respiración y almacenamiento.

CARACTERES GENERALES

El parénquima está constituido por células vivas, generalmente bien vacuoladas, fisiológicamente complejas, en general con paredes primarias, poco diferenciadas, capaces de reanudar la actividad meristemática. A esta capacidad deben las plantas la posibilidad de cicatrizar las heridas, regenerar tejidos, y formar nuevos vástagos y raíces adventicias.

Parénquima fundamental en corte transversal de tallo de *Helianthus annuus*, girasol (Eudicot.)



CLASIFICACIÓN

Se reconocen diferentes tipos de parénquima de acuerdo con su función:

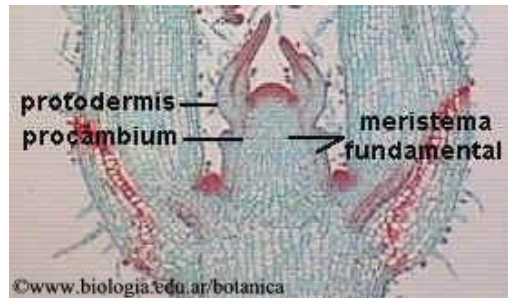
- Fundamental
- Clorofiliano
- Reservante
- Acuífero
- Aerénquima
- Asociado a los tejidos de conducción

ORIGEN DE LOS TIPOS DE PARÉNQUIMA

Los parénquimas localizados en el cuerpo primario de la planta (fundamental, clorofiliano, reservante) se diferencian a partir del **meristema fundamental**. El parénquima asociado a los tejidos de conducción primarios y secundarios se origina respectivamente a partir del **procámbium** y del **cámbium**.

En las angiospermas el parénquima reservante que constituye el endosperma de las semillas se origina en la **doble fecundación**, proceso que tiene lugar durante la reproducción sexual. El parénquima que constituye la felodermis en los tejidos de protección secundarios de tallo y raíz es originado por el **felógeno**.

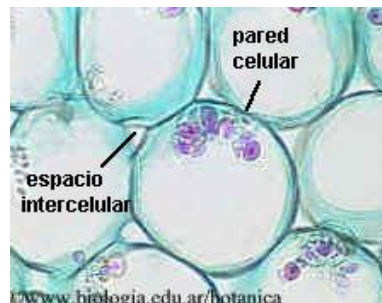
Meristema apical de *Coleus* mostrando los meristemas primarios derivados



PARÉNQUIMA FUNDAMENTAL

Localización: el parénquima fundamental forma la médula y el córtex de tallos y raíces, la pulpa de los frutos y es en general el tejido de relleno en cualquier órgano.

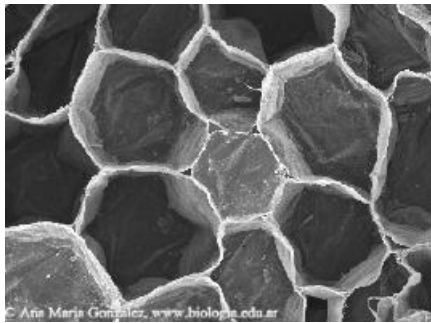
Células del parénquima fundamental en tallo de *Zea mays*, maíz (Monocot.)



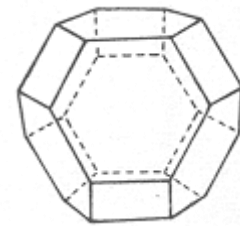
Función: en el cuerpo de la planta el parénquima fundamental constituye la masa en la que se encuentran incluidos todos los demás tejidos. Gracias a la turgencia de sus células sirve para dar solidez general al cuerpo vegetativo.

Estructura: Puede ser un tejido compacto o tener espacios intercelulares. Las células del parénquima fundamental tienen forma poliédrica, son isodiamétricas. Cuando tienen espacios intercelulares pequeños, tienen un promedio aproximado de 14 caras. Un poliedro geoméricamente perfecto de 14 caras, 8 hexagonales y 6 cuadradas se designa como ortotetradecaedro.

Parénquima fundamental en corte transversal de pecíolo de *Victoria regia*, irupé (Dicot.). Foto MEB.



Esquema de ortotetraedraedro

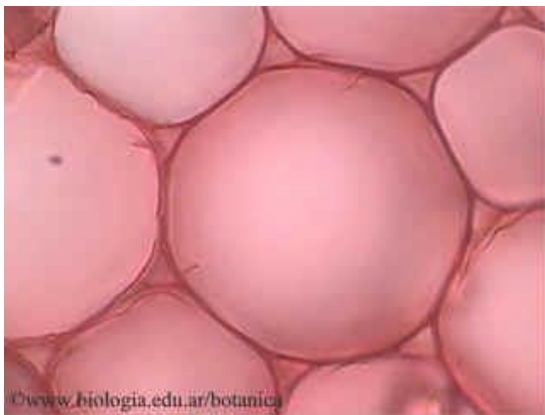


Esta figura ideal es extremadamente rara entre las células vegetales, pero como las células tienden a lograr la forma que consiga la mayor economía de espacio, es decir superficie mínima con volumen máximo, toman formas aproximadas. En el parénquima de frutos de *Citrus* y en pecíolos de helechos se estudió la forma de las células, y se vió que **14** es el número de caras más común.

Dos factores que determinan la forma de las células son: la diferencia en tamaño de células vecinas, y la presencia de espacios intercelulares.

Las **paredes celulares** son muy delgadas, con campos primarios de puntuaciones. A veces las células del parénquima cortical o medular pueden tener pared muy gruesa, incluso lignificada, con puntuaciones simples.

Parénquima fundamental en corteza de tallo de *Sambucus australis*, sauco (Dicot.)



Parénquima medular de raíz de *Zea mays*, maíz (Monocot.), con paredes gruesas y puntuaciones simples

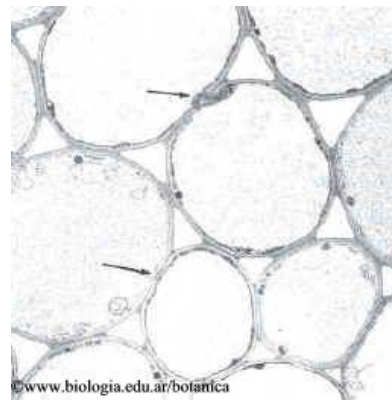
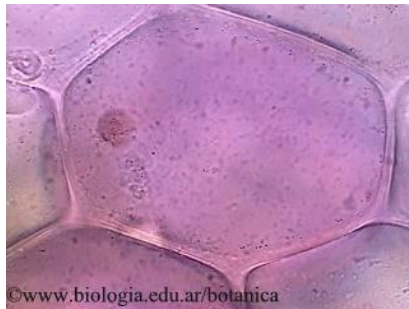


Imagen tomada de Warmbrodt R.

Generalmente no presentan cloroplastos sino **leucoplastos**; cuando hay cloroplastos, éstos tienen grana poco desarrolladas. Las vacuolas están generalmente muy bien desarrolladas; pueden almacenar antocianinas, taninos o cristales en células comunes o idioblastos.

Célula de *Beta vulgaris*, remolacha (Dicot.)
con pigmentos antociánicos disueltos
en el jugo celular



Células de *Capsicum annuum*,
morrón (Dicot.),
conteniendo cromoplastos



En la pulpa de los frutos pueden hallarse células con abundantes cromoplastos.

Tema 11.2: Parénquima clorofiliano o clorénquima

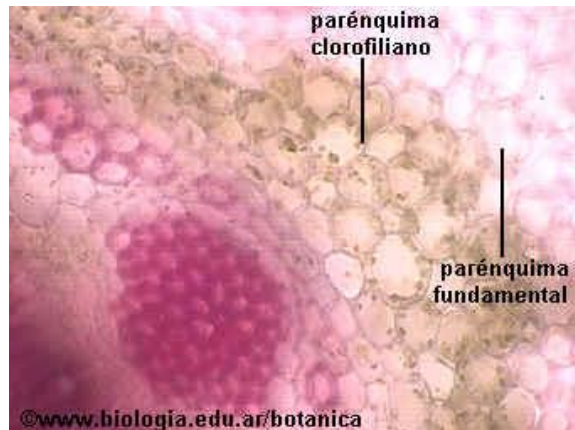
■ **Función.** El parénquima clorofiliano es el tejido fotosintético por excelencia, los cloroplastos se encargan de captar la energía lumínica transformándola en energía química.

■ **Localización.** Se encuentra especialmente en el mesófilo de las hojas, pero también en tallos jóvenes y en general en las partes verdes de la planta, a veces aún en la médula.

Célula del parénquima clorofiliano
del tallo de *Egeria sp.* (Monocot.)



Parénquima clorofiliano y parénquima fundamental en corte
transversal de tallo de *Mikania cordifolia* (Dicot.)



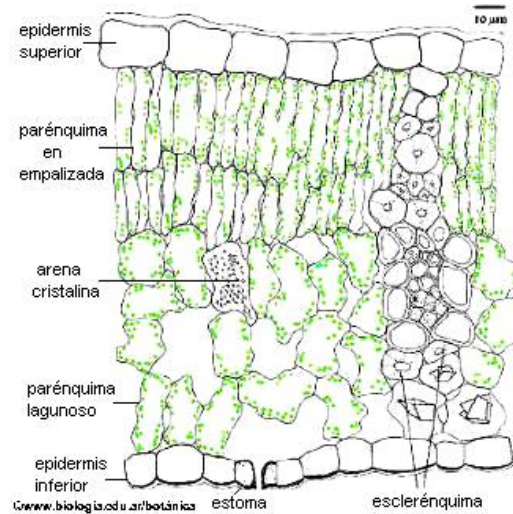
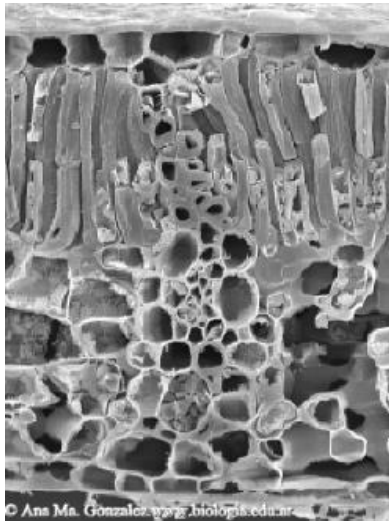
■ **Tipos:** en las hojas de la mayoría de las eudicotiledóneas, es **heterogéneo**, está formado por dos regiones:

■ **parénquima clorofiliano en empalizada:** Situado hacia la cara superior de la hoja formado por células cilíndricas, alargadas, que logran así más superficie y menor volumen, muy ricas en cloroplastos, con espacios intercelulares pequeños.

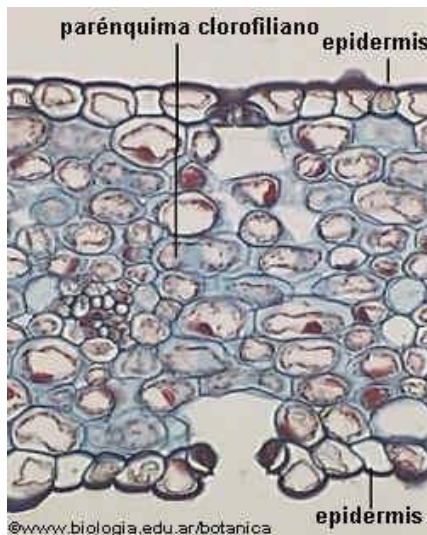
■ **parénquima clorofiliano lagunoso o esponjoso:** Situado hacia la cara inferior de la hoja, formado de células cortas, redondeadas o variadamente lobuladas, menos ricas en cloroplastos y dejando espacios intercelulares grandes, llamados **lagunas**, por donde circula el aire necesario para el intercambio gaseoso y la respiración.

■ En cambio, el parénquima clorofiliano que se encuentra en tallos jóvenes y en las hojas de ciertas monocotiledóneas es **homogéneo**.

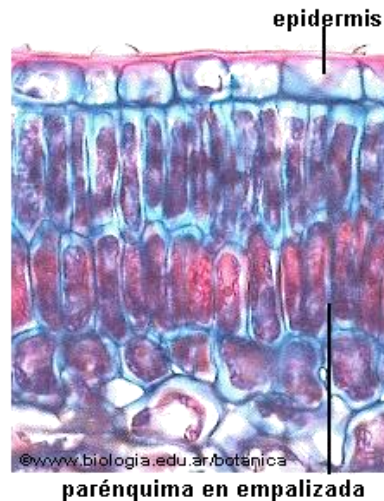
Parénquima clorofiliano en empalizada y lagunoso en corte transversal de hoja de *Patagonula americana*, guayaibí (Dicot.).Foto MEB x 800 y dibujo realizado con MO.



Parénquima clorofiliano homogéneo en corte transversal de hoja de *Iris* (Monocot.) Foto MO



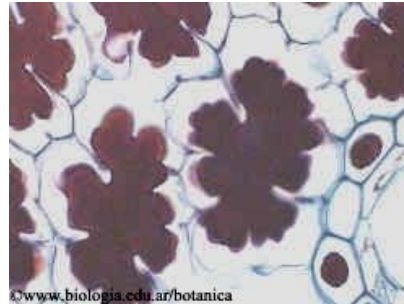
Parénquima clorofiliano en empalizada en corte transversal de hoja de *Citrus aurantium*, naranjo (Dicot.) Foto MO



Estructura: Generalmente las células del parénquima clorofiliano tienen **paredes delgadas**. Dejan abundantes **espacios intercelulares** que constituyen un sistema de aireación bien desarrollado para facilitar el intercambio de gases necesario para permitir la asimilación del dióxido de carbono (CO_2). Sus células tienen un número variable de cloroplastos, que durante ciertos momentos del día pueden contener almidón de asimilación. Presentan numerosas vacuolas o una sola.

En ciertos grupos de plantas presentan otros detalles estructurales, como por ejemplo las células del parénquima clorofiliano de las hojas de *Pinus* (Gimnosp.) que poseen pliegues internos.

Células del parénquima clorofiliano de hojas de *Pinus*, pino, (Gimnosp.), con pliegues internos. El citoplasma, ligeramente plasmolizado, está teñido de color púrpura.



Tema 11.3: Parénquima Reservante y Acuífero

Parénquima reservante o almacenador

Función: El parénquima reservante almacena sustancias de reserva que se encuentran en solución o en forma de partículas sólidas. Los sitios de la célula donde se acumulan estas sustancias son las vacuolas, los plástidos o las paredes celulares.

Localización: el parénquima reservante se encuentra en raíces engrosadas (zanahoria, remolacha), tallos subterráneos (tubérculo de papa, rizomas), en semillas, pulpa de frutas, médula y partes profundas del córtex de tallos aéreos.

Características funcionales:

En los tallos y raíces de especies leñosas, el protoplasma de las células permanece activo: el almidón se deposita y se remueve en relación con las fluctuaciones estacionales.

En los órganos de reserva como tubérculos, bulbos, rizomas, las células son almacenadoras sólo una vez: el protoplasma muere después que se remueven las reservas durante el crecimiento de otros órganos.

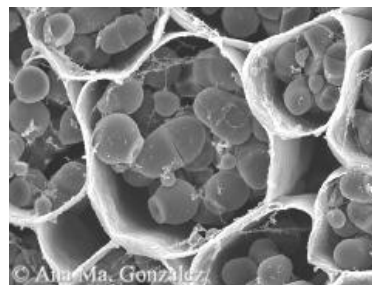
Estructura: depende de la naturaleza de la sustancia acumulada.

Almidón: se acumula en los amiloplastos, en células poliédricas, con pequeños espacios intercelulares. Ej: tubérculo de papa, rizoma de *Maranta arundinacea*, raíces de *Manihot esculenta*, cotiledones de porotos, lentejas. En el albumen de trigo, arroz, cebada, el tejido de reserva es compacto, sin espacios intercelulares.

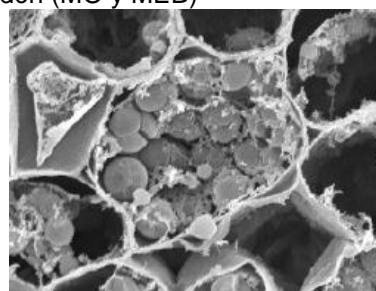
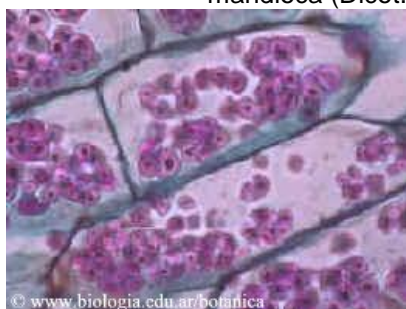
Corte de tallo de *Cucurbita*, zapallo (Dicot.) mostrando granos de almidón en células parenquimáticas (Dicot.), con granos de almidón



Transcorte de tallo de *Hydrocotyle bonariensis*



Parénquima reservante en raíz tuberosa de *Manihot esculenta*, mandioca (Dicot.), con granos de almidón (MO y MEB)

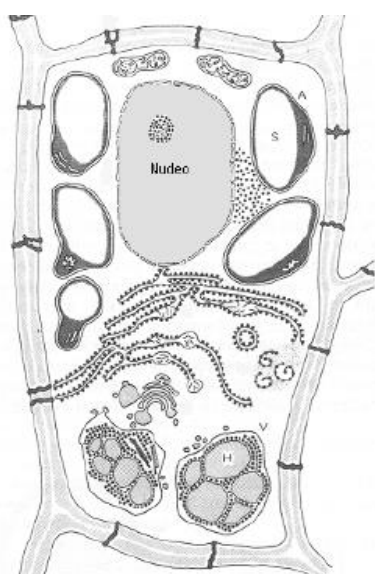
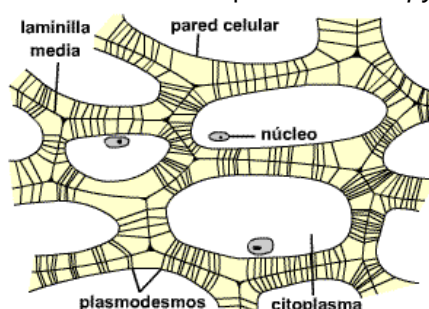


Fotos gentileza Ing. R. Medina

■ **Glúcidos hidrosolubles:** están disueltos en el jugo celular, donde se acumulan. En las células de la médula del tallo de caña de azúcar hay glucosa y sacarosa, también en la raíz de la remolacha, *Beta vulgaris* y en las hojas del bulbo de cebolla, *Allium cepa*. En las vacuolas del parénquima reservante de las raíces de *Dahlia* se acumula inulina.

■ **Polisacáridos no celulósicos:** se acumulan en las paredes celulares que llegan a ser muy gruesas y a veces muy duras. Ej: endosperma de semillas de *Asparagus* (espárrago), *Coffea arabica* (café), *Phoenix dactylifera* (palmera datilera), *Diospyros caqui*. En *Phytelephas macrocarpa*, palmera de América tropical, el endosperma constituye el "marfil vegetal", sustituto del marfil natural usado antes de la invención de los plásticos para confección de botones, piezas de ajedrez, fichas de póker, dados, etc. Las paredes celulares de las células endospermicas se adelgazan durante la germinación, evidenciando que los polisacáridos son utilizados por las plántulas.

Esquema de células del endosperma de *Diospyros* (Dicot.)



■ **Proteínas:** se acumulan en las vacuolas, pueden solidificarse cuando el parénquima se deshidrata, formando un tejido compacto sin espacios intercelulares. Ej: granos de aleurona del endosperma córneo de trigo, cebada y otros cereales.

En la imagen a la izquierda se ha esquematizado una célula del endosperma córneo de la semilla de cebada, *Hordeum vulgare* (Monocot.) mostrando el proceso de almacenamiento de proteínas (hordéina amorfa y globulina granular) en las vacuolas. Las proteínas son sintetizadas en el retículo endoplasmático, y son transportadas a las vacuolas por los dictiosomas.

A amiloplastos, S almidón, V Vacuola, H gránulos de hordéina (proteína), D dictiosoma
Imagen tomada de Strasburger

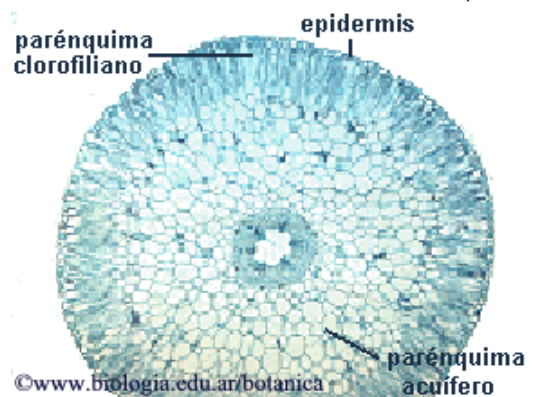
■ **Lípidos:** se acumulan en los elaioplastos o en forma de gotitas en el citoplasma. Ej: cotiledones de semillas de maní, nuez, soja; endosperma de semillas de *Ricinus* y *Cocos nucifera*; pulpa de aceitunas.

PARENQUIMA ACUÍFERO

■ **Localización:** el parénquima acuífero es muy abundante en tallos y hojas de plantas suculentas. El agua acumulada constituye una reserva utilizable en períodos de sequía.

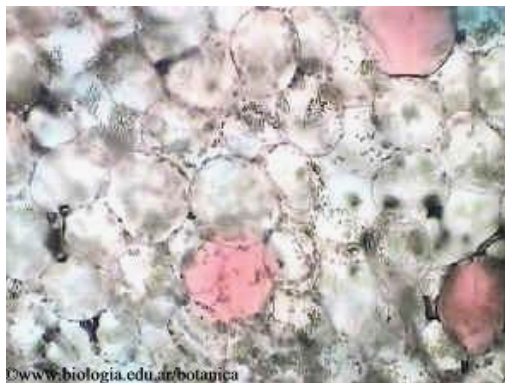
■ **Función:** es un parénquima especializado en el almacenamiento de agua.

Corte transversal de tallo de *Salicornia* (Dicot.)



■ **Estructura:** presenta células de grandes dimensiones, a menudo alargadas, con paredes delgadas, vacuolas muy desarrolladas, ricas en agua y a menudo en mucílagos, que también pueden estar en las paredes y en el citoplasma. Los mucílagos aumentan la capacidad de la célula de absorber y retener agua. Ej: hojas de *Agave* (Monocot.), tallos de *Salicornia* (Dicot.), cladodios de Cactaceae (Dicots.) y algunas epífitas.

Parénquima acuífero en *Opuntia* (Dicot.). Fotos tomadas con microscopio óptico.



Tema 11.4: Aerénquima y Parénquima asociado a los tejidos de conducción

PARÉNQUIMA AERÍFERO O AERÉNQUIMA

■ **Función:** el aerénquima facilita la aireación de órganos que se encuentran en ambientes acuáticos o suelos anegados. Estructuralmente es un tejido muy eficiente, porque permite la flotación de determinados órganos y logra su robustez con una cantidad mínima de células.

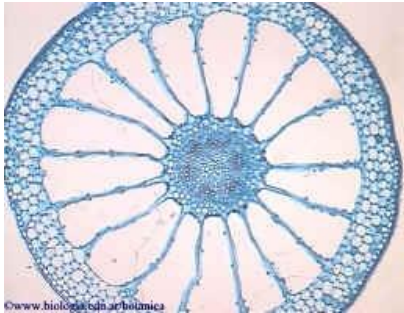
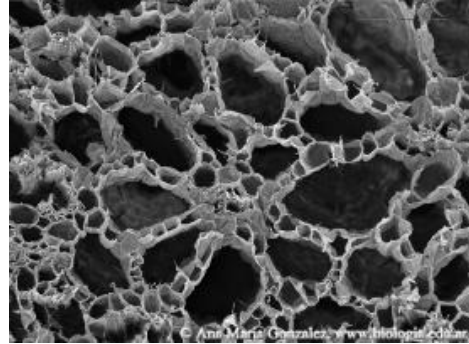
■ **Localización:** el aerénquima se encuentra típicamente en angiospermas acuáticas, en las que constituye un complejo sistema continuo desde las hojas hasta la raíz.

Corte transversal de tallo de *Myriophyllum aquaticum* (Dicot.) con MO y esquema, mostrando las cámaras de aire (c.a.) dispuestas radialmente

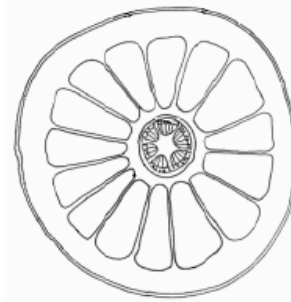
Células estrelladas del aerénquima de tallo de *Canna glauca*, achira (Monocot.) Foto MEB x 230



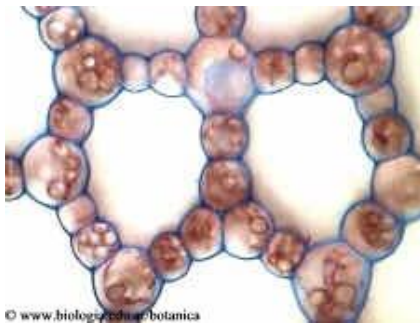
Aerénquima en peciolo de hojas flotantes de *Eichhornia crassipes*, camalote (Monocot.), foto MEB



Aerénquima en transcorte de tallo sumergido de *Polygonum pedersenii* (Dicot.)

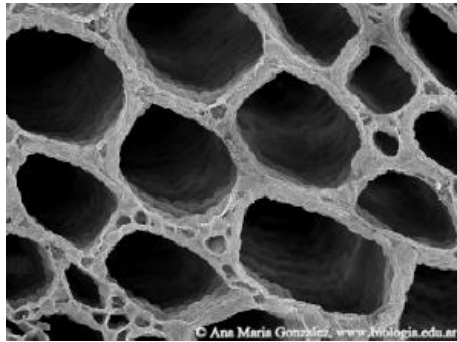


Transcorte de tallo sumergido de *Cabomba caroliniana* (Dicot.) mostrando el aerénquima

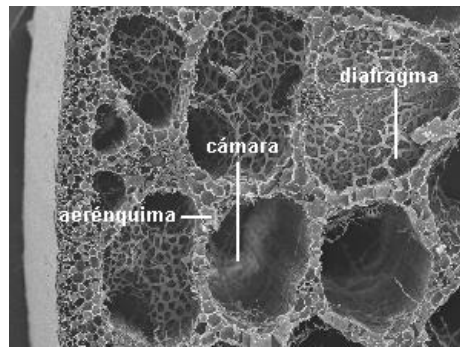


Estructura: el aerénquima está formado por células de forma variada, frecuentemente estrelladas o lobuladas, dejando espacios intercelulares muy grandes, de origen esquizógeno o lisígeno, llamados **lagunas** o **cámaras**, que pueden constituir el 70% del volumen del órgano.

Aerénquima en transcorte de tallo de *Hydrocotyle bonariensis* (Dicot.) . Cámara de aire: c.a.



Transcorte de tallo de *Schoenoplectus californicus*, junco (Monocot.)



Las cámaras pueden estar limitadas por gran número de células porque una vez iniciados los espacios intercelulares, las células se dividen perpendicularmente a los mismos agrandándolos.

Las cámaras están dispuestas a lo largo del tallo y del pecíolo. Están atravesadas perpendicularmente por placas transversales de pocas células de espesor llamadas **diafragmas**, que al mismo tiempo que dan mayor solidez a la estructura previenen los daños por inundación.

Diafragmas de *Eichhornia azurea*, camalote (Monocot.)

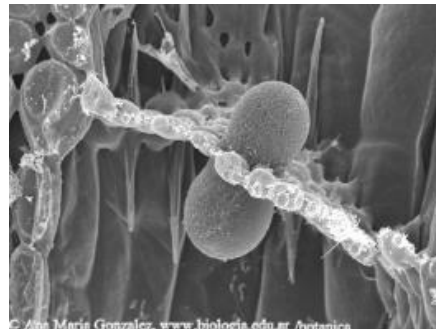
En corte transversal de **pecíolo**



En corte transversal de **tallo**



Corte longitudinal mostrando diafragma con idioblasto tanífero



En corte de **hoja**



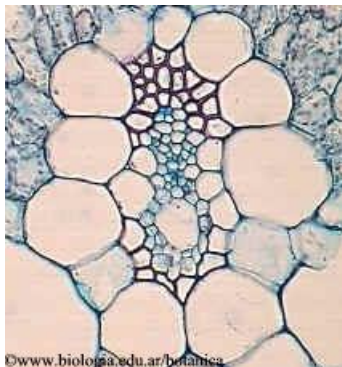
PARÉNQUIMA ASOCIADO A LOS TEJIDOS DE CONDUCCION

Función. El parénquima asociado a los tejidos de conducción sirve tanto para el almacenamiento de sustancias de reserva como para el transporte.

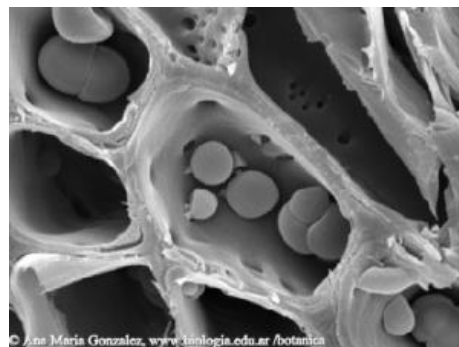
Localización: las células parenquimáticas forman los radios medulares y también filas verticales en floema y xilema, constituyendo una red de células vivas en el leño, formado en su mayor parte por células muertas. Además forman las vainas fasciculares.

Estructura: en el leño las células parenquimáticas pueden tener paredes celulares lignificadas; en las vainas fasciculares las células tienen paredes primarias y pueden presentar cloroplastos diferentes a los de las células del parénquima clorofiliano. En el parénquima vascular y en las vainas parenquimáticas que rodean los haces de conducción se encuentran células especializadas en la transferencia de solutos a corta distancia: **células de transferencia.**

Vaina fascicular parenquimática rodeando un haz vascular de la hoja de *Eichhornia azurea*, camalote (Monocot.)



Células parenquimáticas con granos de almidón asociadas a los tejidos de conducción de *Patagonula americana*, guayaibí (Dicot.)



Tema 11.5: Colénquima

El colénquima es uno de los tejidos de sostén. Es fuerte y flexible; es un tejido plástico, puede cambiar de forma sin romperse (no recupera su forma original). Su nombre deriva del griego *colla*, que significa soldadura, con referencia a la gruesa pared de sus células.

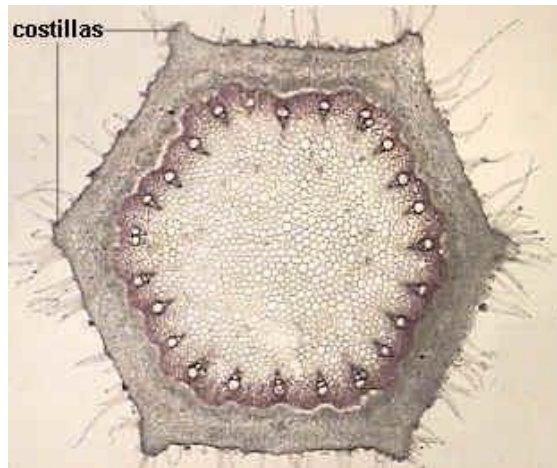
Morfológicamente es un tejido simple, homogéneo, constituido por un solo tipo de células.

Es el tejido encargado del sostén de hojas y tallos en crecimiento. En raíces aparece muy raramente, se lo encuentra en las que están expuestas a la luz (plantas epífitas).

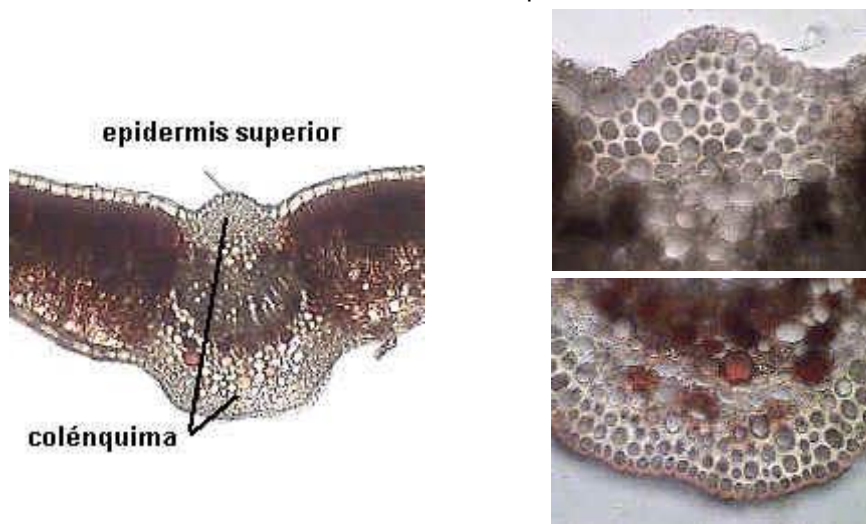
En órganos adultos es el tejido de sostén de partes de la planta que no desarrollan mucho esclerénquima, como las hojas y tallos de algunas plantas herbáceas. Falta en tallos y hojas de ciertas monocotiledóneas como las gramíneas, que desarrollan tempranamente esclerénquima.

Localización. Tiene generalmente posición periférica, está ubicado directamente debajo de la epidermis o está separado de ella por una o dos capas de células (Mansilla et al., 1999). En los tallos puede formar una capa continua alrededor de la circunferencia, o aparecer en cordones, a menudo en costillas exteriormente visibles. En pecíolos la distribución es similar a la encontrada en tallos. En las venas foliares mayores aparece en una o ambas caras, si está en una sola es en la inferior; también a lo largo del borde.

Corte transversal de tallo de *Mikania* (Dicot.) con costillas de colénquima



Colénquima en transcorte de hoja de *Cephalanthus glabratus*, sarandí (Dicot.), mostrando la ubicación del colénquima en la vena media.

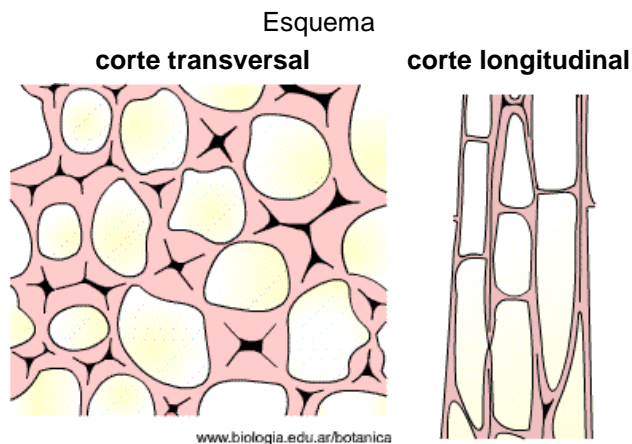


Puede aparecer en partes florales o frutos. Las cubiertas de frutos que son blandas y comestibles, por ejemplo las de las uvas, son frecuentemente colenquimatosas (Mauseth), es la porción que se come en las pasas de uva.

En la periferia del floema o xilema de los haces vasculares de tallos o pecíolos se desarrolla muchas veces un tejido que algunos autores consideran como "parénquima colenquimatoso" por su ubicación no periférica; en los últimos textos se describe como colénquima perivascular (Metcalf, 1979).

En hojas que presentan movimientos násticos, como las hojas sensitivas de varias especies de *Mimosa* (Dicot.), el pecíolo presenta colénquima superficial excepto en la articulación, donde el colénquima está profundamente ubicado. Las paredes del colénquima son ricas en iones cloro y potasio, que son bombeados fuera del protoplasto durante la contracción celular que es la base del movimiento foliar (Mauseth). **Ver el video de *Mimosa* (toma varios minutos descargarlo).**

■ Estructura. Las células del colénquima son generalmente alargadas, fusiformes o prismáticas, de hasta 2 mm de longitud. En corte transversal son poligonales.



El colénquima está formado por células vivas, con protoplasto vacuolado, muy rico en agua, pueden presentar cloroplastos y taninos, y son capaces de dediferenciarse para originar el felógeno o cicatrizar lesiones.

Célula del colénquima fotografiada con microscopio electrónico de transmisión (MET), de un corte transversal de filamento estaminal de *Triticum aestivum*, trigo (Monocot.)

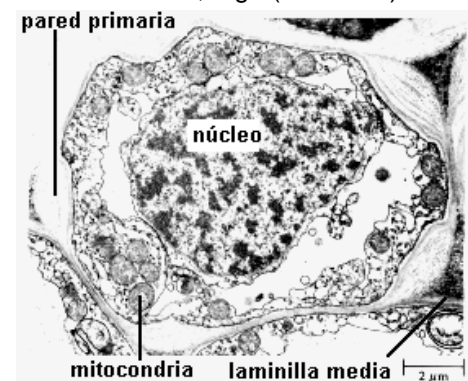


Imagen tomada de Raven

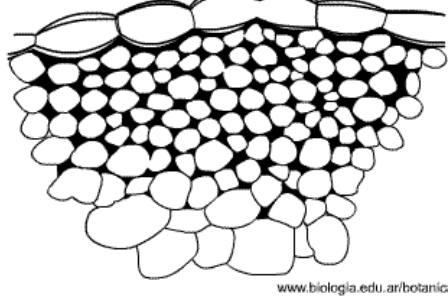
Las células del colénquima presentan paredes primarias, engrosadas, brillantes o nacaradas en cortes frescos. Las paredes están compuestas de celulosa, grandes cantidades de pectina y hemicelulosa, pero comúnmente carecen de lignina. Generalmente el engrosamiento de las paredes celulares está distribuido desigualmente. Observadas con microscopio electrónico las paredes muestran estratificación, hay varias capas de microfibrillas con diferente orientación y composición. Las capas ricas en compuestos pécticos presentan microfibrillas orientadas longitudinalmente y están principalmente en las porciones anchas de la pared; las capas ricas en celulosa presentan microfibrillas transversales. (Setterfield). El modo de crecimiento de esta pared primaria gruesa no está completamente aclarado: se produce mientras la célula se alarga, es decir que la pared aumenta simultáneamente en superficie y en espesor. El fenómeno es muy complejo porque los espesamientos son muy grandes.

Las células del colénquima se comunican por medio de campos primarios de puntuaciones situados tanto en las partes delgadas como en las partes gruesas de la pared.

Clasificación. La clasificación del colénquima en diferentes tipos se basa en la distribución del espesamiento de la pared.

1. Colénquima angular. En este tipo de colénquima el engrosamiento de la pared está localizado en los ángulos de la célula. En los estadios iniciales, el lumen tiene forma poligonal. Pecíolo de *Rumex*, *Apium graveolens*, *Vitis*, *Begonia*, *Cucurbita*, *Beta*, *Morus*. Tallos de *Solanum tuberosum*, *Ficus*, *Polygonum*, *Boehmeria*.

Esquema de un cordón de colénquima angular en corte transversal de pecíolo de *Apium graveolens*, apio (Dicot.)



Colénquima angular en corte transversal de hoja de *Nymphaea* (Dicot.)



Colénquima angular en corte transversal de pecíolo de *Mikania* (Dicot.)

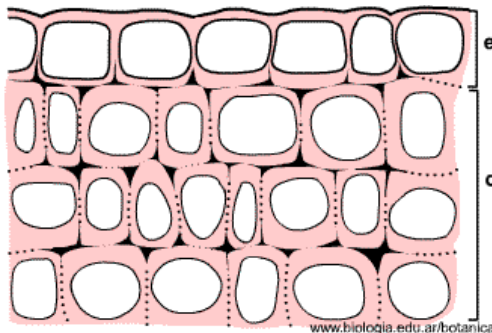


Colénquima angular en corte transversal de tallo de *Sambucus australis*, sauco (Dicot.)

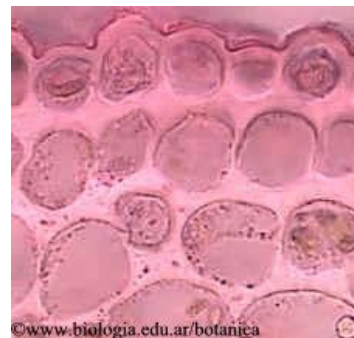


2. Lamelar o laminar. Las células presentan engrosamientos localizados en las paredes tangenciales interna y externa. Ej.: tallos de *Sambucus australis* (sauco), *Rhamnus*, *Eupatorium*.

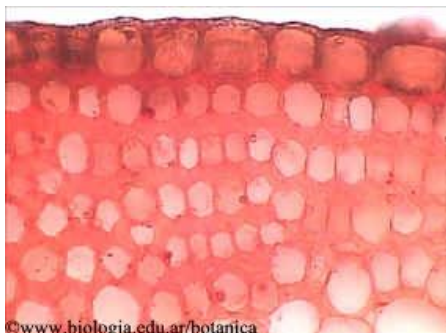
Esquema de colénquima laminar ó tangencial



Colénquima tangencial en *Mikania cordifolia* (Dicot.)



Colénquima tangencial en corte transversal de tallo de *Sambucus australis*, sauco (Dicot.), vista general y detalle



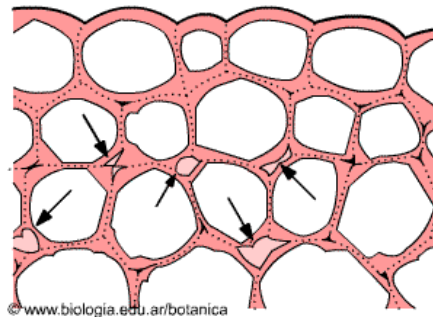
3. Lagunar: las células presentan espacios intercelulares, y los espesamientos de las paredes se localizan próximos a los espacios. Ej.: pecíolos de *Malva*, *Althaea*, *Asclepias*, *Salvia*, *Lactuca*. Raíces aéreas de *Monstera*.

Colénquima lagunar en corte transversal de tallo de *Lactuca sativa*, lechuga (Dicot.)

Foto MO



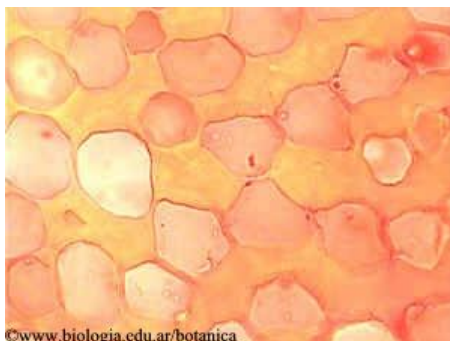
Esquema (las flechas señalan las lagunas)



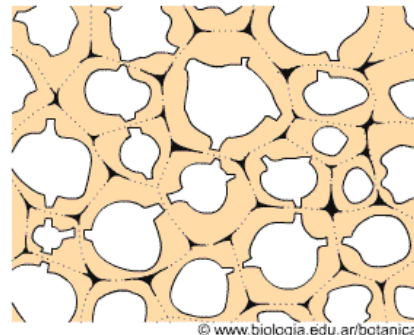
4. Anular. Es el que se presenta cuando el lumen de las células es circular. No todos los anatomistas lo aceptan, sería el último paso en el desarrollo masivo del colénquima angular, pues los espesamientos de las paredes celulares siguen siendo mayores en los ángulos.

Colénquima anular en tallo de *Sambucus australis*, sauco (Dicot.)

Foto MO



Esquema



5. Radial: En *Mammillaria magnimamma* (Cactaceae, Dicot.) hay una capa de colénquima subepidérmico cuyas células, cortas, presentan las paredes radiales engrosadas. Podría ser una adaptación para facilitar la penetración de la luz al parénquima clorofiliano (Mauseth).

Colénquima radial en *Mammillaria magnimamma*

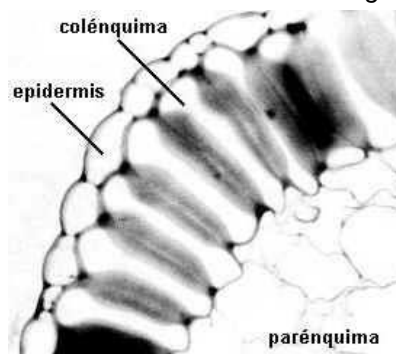


Imagen tomada de Mauseth

Origen. Todos los tipos de colénquima se originan del meristema fundamental.

DIFERENCIAS entre PARÉNQUIMA y COLÉNQUIMA

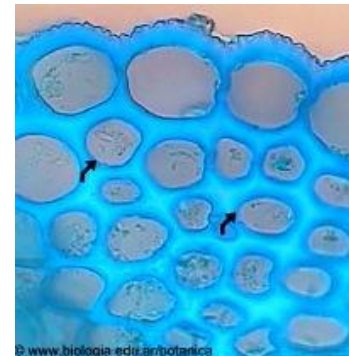
	PARÉNQUIMA	COLÉNQUIMA
Células	Generalmente isodiamétricas	Generalmente alargadas
Paredes	Generalmente delgadas, de grosor parejo	Desigualmente engrosadas

Casos excepcionales:

En algunas plantas (*Daucus carota*, *Eryngium*, *Medicago sativa* y algunas Bignoniaceae, Piperaceae, Polemoniaceae) se deposita por dentro de la pared primaria de las células colenquimatosas una capa de pared secundaria (flechas en la foto) con alto contenido en celulosa y lignina.

Esto ocurre cuando la célula ha completado su crecimiento (Mauseth).

Colénquima del peciolo de *Daucus carota*, zanahoria (Dicot.)



Glosario

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.

Felógeno: o 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.

Inulina: polímero de la d(-)-fructosa, que desempeña en algunos vegetales un papel análogo al del almidón, se aísla entre otras fuentes del tubérculo de dalia.

Isodiamétrico: forma regular, con todos los diámetros de igual longitud.

Médula: tejido fundamental en el centro del tallo o raíz delimitado externamente por el tejido vascular.

Mucílago: carbohidrato que tiene la propiedad de hincharse con el agua, proceden de las degradaciones de la celulosa, calosa, lignina y sustancias pécticas.

Nástico: propio de las nastias, recibe el nombre de nastia toda encorvadura (y, en consecuencia todo movimiento debido a ellas) provocada por un estímulo externo de carácter difuso.

Turgencia: acción y efecto de hincharse, una célula está turgente cuando a causa de la presión interna de la misma tiene tensa la membrana.

Bibliografía

- Esau, K.** 1977. Anatomy of Seeds Plants. 2nd. Ed. John Wiley and Sons. New York.
- Fahn, A.** 1974. Anatomía vegetal. H.Blume Ed. Madrid.
- Mansilla M.S., M.T. Cosa y N.Dottori.** 1999. Estudio morfoanatómico de órganos vegetativos en representantes de los géneros *Solanum* sect. *Cyphomandropsis* y *Cyphomandra*. Kurtziana 27(2): 271-284
- Mauseth, J. D.** 1988. Plant Anatomy. The Benjamin Cummings. Pub.C., Inc., California.
- Metcalfe, 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 .
- Setterfield, G. et al.** 1958. Fine structure of the walls of collenchyma cell. Amer.J.Bot. 45(7): 571-580.
- Strasburger E. y col.** 1994. Tratado de Botánica, 8ª ed. castellano. Ediciones Omega S.A.
- Warmbrodt, R.** 1985. Studies on the root of *Zea mays* L.- Structure of the adventitious roots with respect to phloem unloading. Bot. Gaz. (Chicago) 146 (2):177.