

Morfología de Plantas Vasculares

Tema 12: Esclerénquima

12.1: Características generales del tejido

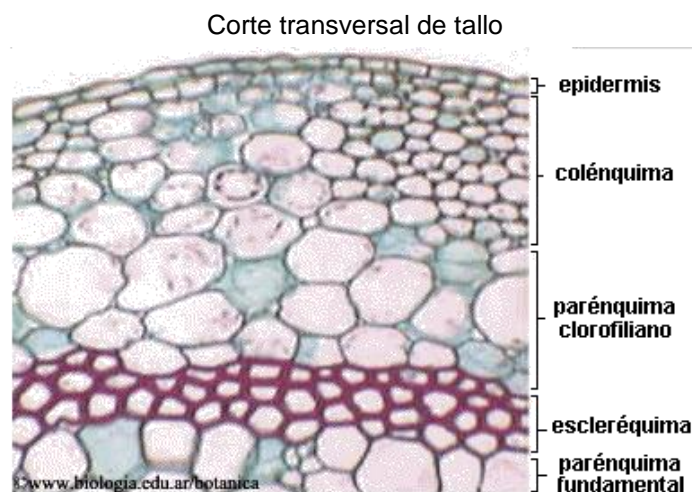
El esclerénquima es uno de los dos tejidos de sostén que poseen los vegetales. Su nombre deriva de dos palabras griegas: *scleros* (duro) y *enchyma* (sustancia o infusión). Es un tejido **elástico**, es decir que puede ser deformado por tensión o presión, pero retoma su forma original cuando la fuerza desaparece.

Comprende complejos de células que otorgan a la planta resistencia a los estiramientos, torceduras, pesos y presiones. En algunos casos la fortaleza y elasticidad de las paredes secundarias de ciertas células sirven como medio defensivo, ya que otorgan a la planta resistencia contra las partes bucales, garfios y oviposidores de los insectos.

Las células esclerenquimáticas se diferencian de las colenquimáticas en que poseen paredes secundarias generalmente lignificadas y en que, cuando adultas, carecen frecuentemente de protoplasma.

El siguiente cuadro resume las diferencias entre colénquima y esclerénquima:

	COLÉNQUIMA	ESCLERÉNQUIMA
Células	Desdiferenciables	Incapaces de desdiferenciación aún si conservan el protoplasto
Pared	Pared primaria Flexible, plástica	Pared secundaria lignificada
Protoplasto	Vivo, activo	Muere a la madurez



Las células del esclerénquima deben sus propiedades a la **pared secundaria**, que presenta celulosa, hemicelulosas, y además hasta 30% de lignina. La lignificación se produce desde afuera hacia adentro, comienza en la laminilla media y pared primaria; la capa S3 a veces es solamente celulósica.

La **lignina** es la responsable de la fortaleza y rigidez de la pared. Por ser inerte, resistente y muy estable, protege a los otros componentes de la pared contra ataques físicos, químicos y biológicos. Regula la hidratación de la celulosa, y la elasticidad de la pared.

Las paredes secundarias son indigeribles: no hay animal que tenga enzimas capaces de disolver estas paredes, aún las termitas tienen éxito solamente por la acción de hongos (actinomicetes) que llevan en su tracto digestivo (Mauseth, 1988).

Las células del esclerénquima presentan una gran variación en cuanto a forma, estructura, origen y desarrollo. Entre los diferentes tipos hay tal gradación que muchas veces es difícil separar las distintas formas.

Se han propuesto una variedad de sistemas para la clasificación de las células esclerenquimáticas. Aquí consideramos dos tipos básicos, que se diferencian por la forma de las células: **esclereidas** y **fibras**. Cuando es difícil ubicar una célula en una u otra categoría, se puede usar el término **fibroesclereida**.

ORIGEN

Las esclereidas y fibras pueden quedar asociadas a tejidos primarios o secundarios, de manera que ontogenéticamente se desarrollan a partir de diferentes **meristemas primarios derivados**: procámbium, meristema fundamental e incluso la protodermis, o de los meristemas secundarios: cámbium y felógeno.

Cuando se originan durante el crecimiento primario, las células esclerenquimáticas crecen primero por crecimiento simplástico, coordinado con el de las células vecinas en división, y sin modificar los contactos celulares y las comunicaciones intercelulares. Durante este período las fibras pueden volverse multinucleadas como resultado de mitosis repetidas no acompañadas de citocinesis.

Luego las fibras, y las esclereidas ramificadas aumentan en longitud por crecimiento apical intrusivo, los extremos se abren paso entre las células vecinas o entre los espacios intercelulares. Si los extremos son obstruidos por otras células se curvan o se bifurcan.

La porción media que ya ha completado su alargamiento desarrolla paredes secundarias, pero las paredes de los extremos permanecen delgadas.

La pared se forma de una sucesión de tubos que se van alargando. Las paredes secundarias son generalmente flojas y relajadas durante su formación, y se presentan a veces separadas de la pared primaria.

Las porciones que crecen intrusivamente no establecen comunicaciones intercelulares en sus paredes.

Esquemas mostrando el crecimiento en longitud de una fibra y al mismo tiempo el depósito de las sucesivas capas de la pared secundaria

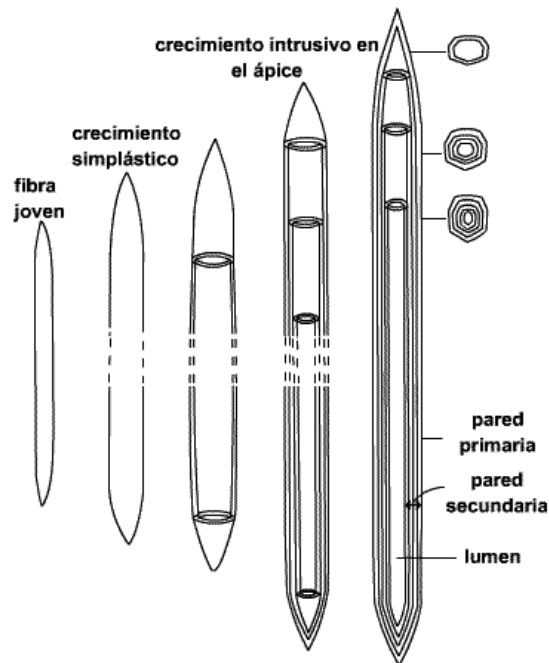


Imagen modificada de Esau (1972)

Los estudios con microscopía electrónica han demostrado que durante la formación de la pared secundaria, el núcleo celular es voluminoso, el citoplasma vacuolado, y los orgánulos más notables son microtúbulos, RE y dictiosomas, que participan en la deposición de la pared secundaria.

12.2: Esclereidas

Se definen como esclereidas a las células del esclerénquima de forma muy variada, frecuentemente cortas.

Pueden encontrarse en diferentes órganos de la planta, incorporadas a tejidos diversos, primarios o secundarios. Se las halla solitarias o agrupadas, pero nunca formando cordones como las fibras.

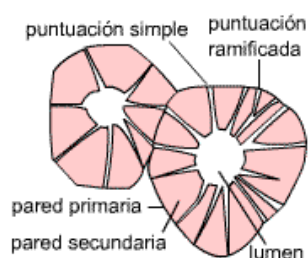
Los carozos de las drupas y las cubiertas de muchas semillas deben su dureza a que están constituidos por esclereidas.

MORFOLOGÍA

Varían mucho en forma, tamaño y características de sus paredes. Se suelen distinguir las siguientes categorías:

Braquiesclereidas: células cortas, isodiamétricas, parecidas en su forma a las células del parénquima fundamental

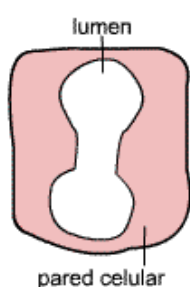
Braquiesclereidas en tallo de *Hoya carnosa*, flor de nácar (Dicot.)



■ **Macroesclereidas:** células alargadas en forma de varilla o más o menos prismáticas.

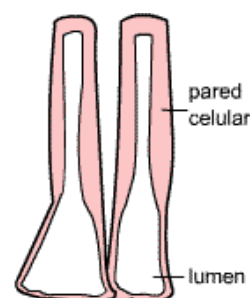
■ **Osteoesclereidas:** células columnares con sus extremos agrandados, en forma de hueso.

Esclereidas de la cubierta seminal de *Pisum sativum*, arveja (Dicot.)



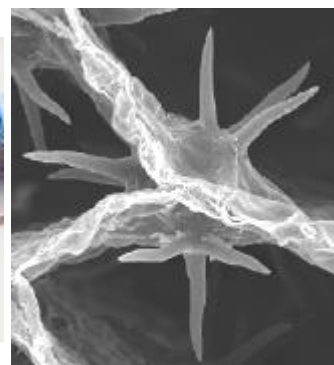
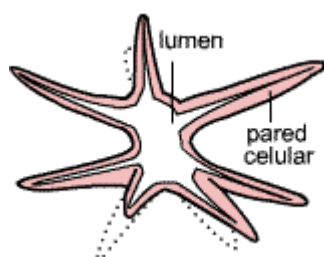
macro-
esclereidas

osteo-
esclereidas



■ **Astroesclereidas:** células ramificadas en grado variable.

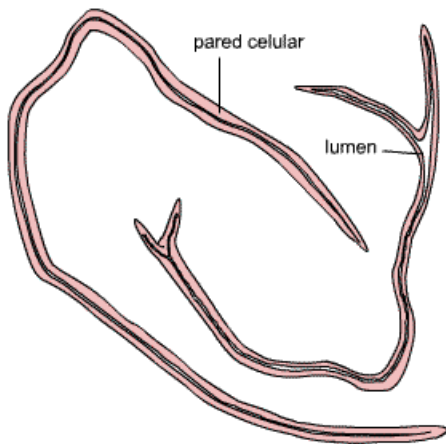
Astroesclereidas en aerénquima de *Nymphoides*, estrella del agua (Dicot.): esquema y cortes de tallo fotografiados con microscopio óptico y MEB



■ **Tricoesclereidas:** células con paredes delgadas, semejantes a pelos, con ramas que se extienden a los espacios intercelulares. Ej: en raíces de Aráceas epífitas.

■ **Esclereidas filiformes:** células largas y delgadas semejantes a fibras. Ej: en hojas de *Olea*, 1 mm long. en promedio.

Esquema de esclereidas filiformes



Porción de una hoja diafanizada de *Olea europaea*, olivo (Dicot.), fotografiada en MO con luz polarizada mostrando esclereidas filiformes

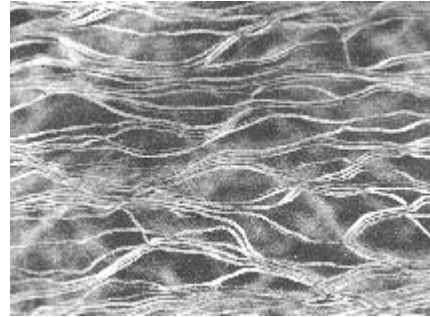


Imagen de Arzee (1953)

Esta clasificación no cubre todas las formas, porque siempre aparecen formas intermedias. Las esclereidas aisladas son idioblastos, con morfología muy diferente a las de las células vecinas, adquiriendo a menudo formas grotescas.

ESTRUCTURA DE LAS ESCLEREIDAS

Generalmente son células muertas, pero en algunos casos pueden conservar su protoplasma durante 4-5 años. Las paredes son secundarias y lignificadas. En las braquiesclereidas de peras y membrillos se ha observado la deslignificación de las paredes por actividad enzimática del protoplasma.

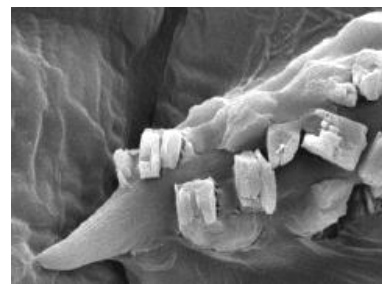
La pared varía en espesor, en ocasiones puede ser tan gruesa que llena casi totalmente el lumen celular. Puede presentar puntuaciones simples o ramificadas.

En las esclereidas de *Nymphaea* se encuentran entre la pared primaria y la secundaria, cristales que parecen superficiales.

Astroesclereidas en corte transversal de aerénquima de *Nymphaea*, aguapé de noche (Monocot.)



Detalle de los cristales



Vista superficial de una esclereida en corte longitudinal de aerénquima



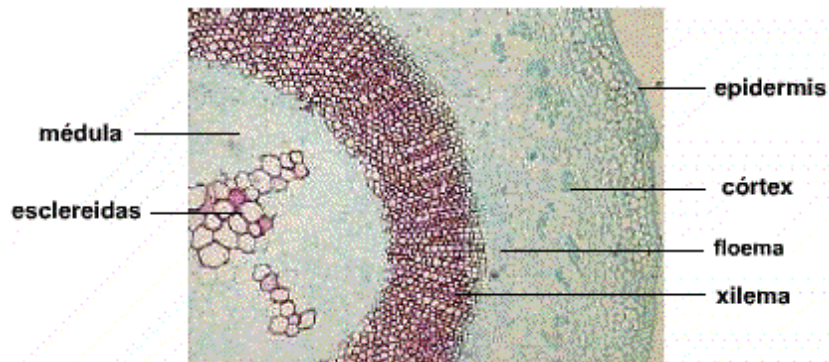
LOCALIZACIÓN DE LAS ESCLEREIDAS

Se hallan ampliamente distribuidas en el cuerpo de la planta.

Tallo: las esclereidas pueden encontrarse aisladas o en grupos en el córtex y la médula de eudicotiledóneas y gimnospermas. Ej: *Hoya*. También se hallan en los radios medulares, como en *Quercus*, o en el floema

Braquiesclereidas en médula de tallo de *Hoya carnosa*, flor de nácar, (Dicot.)

Vista x 100



Braquiesclereidas mostrando las puntuaciones en corte óptico (x400)

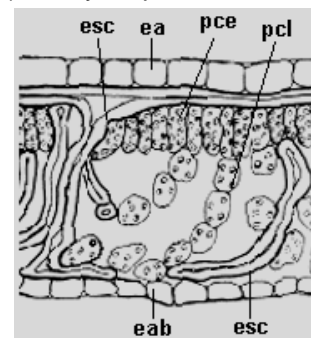
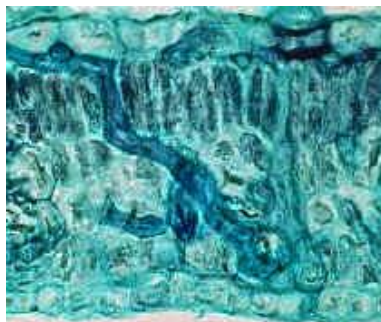


Braquiesclereidas mostrando las puntuaciones en vista superficial (x400)

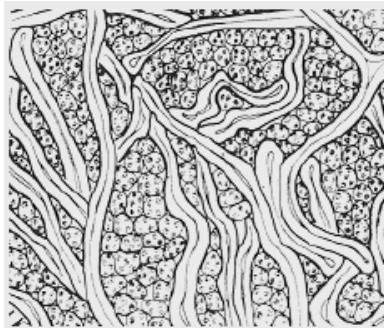


Hoja: la presencia de esclereidas en el mesófilo de la lámina foliar es característica de algunas plantas tropicales. Pueden presentarse en el extremo de los haces vasculares o atravesando completamente el mesófilo, como por ejemplo en *Mouriria*, *Olea*, *Byttneria*, *Boronia*. Cuando atraviesan el mesófilo pueden introducir sus extremos en las cámaras subestomáticas o entre las células epidérmicas, llegando hasta la epidermis.

Corte transversal de hoja de *Byttneria coriacea* (Dicot.), foto y esquema



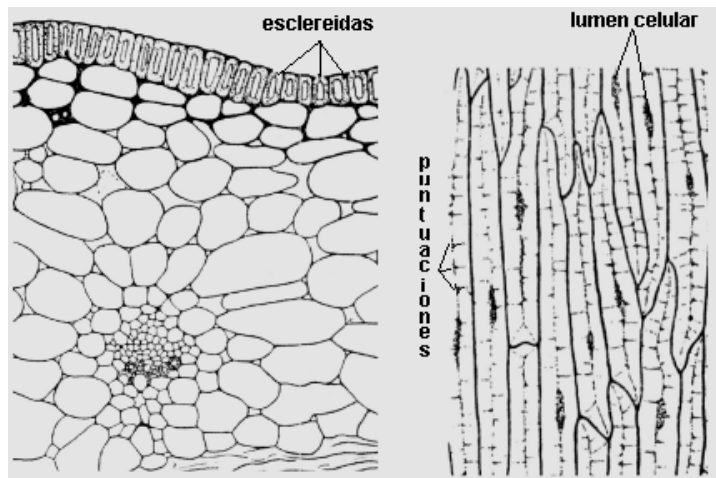
Esclereidas en corte paradermal de hoja a la altura del parénquima clorofiliano en empalizada



Referencias: **esc**: esclereida; **ea**: epidermis adaxial, **eab**: epidermis abaxial; **pce**: parénquima clorofiliano en empalizada; **pcl**: parénquima clorofiliano lagunoso.

Imágenes de Arbo (1977)

Esclereidas epidérmicas de una catáfila protectora del bulbo de ajo, *Allium sativum* (Monocot.), en corte transversal y en vista superficial



Imágenes de Esau (1972)

A veces la epidermis está formada por esclereidas como sucede en las catáfilas del ajo, *Allium sativum*.

Fruto: las esclereidas pueden encontrarse dispersas o formando grupos en la pulpa carnosa, suave, de ciertos pomos, dando la textura arenosa de los frutos de *Pyrus* (pera) y *Cydonia* (membrillo). También constituyen el endocarpo de las drupas, como sucede en *Prunus* (durazno, ciruela). En frutos secos como en la cipsela de *Lactuca sativa*, lechuga, constituyen las paredes duras.

Braquiesclereidas en pulpa de pera, *Pyrus communis* (Dicot.)
Corte óptico, mostrando las paredes con puntuaciones ramificadas y el lumen reducido



Esclereidas del endocarpo -carozo- de *Prunus* (durazno), Dicot.

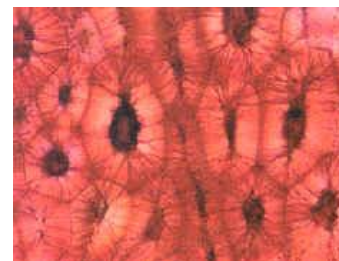
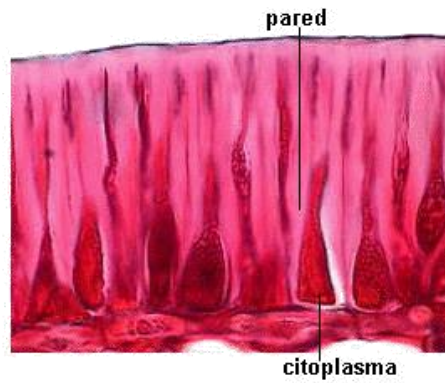


Imagen tomada de Berg (1997)

Semilla: las esclereidas se encuentran en abundancia dando dureza y consistencia al episperma, por ejemplo en la epidermis de semillas de arveja, *Pisum sativum*, formada por esclereidas alargadas en forma de varilla, dispuestas en empalizada, con lumen amplio en la parte inferior y notablemente angosto en la parte superior.

También las capas subepidérmicas de las semillas de *Crotalaria* están formadas por esclereidas.

Macroesclereidas epidérmicas en corte transversal de semilla de *Pisum sativum*, arveja (Dicot.)



Material disociado de la cubierta seminal de *Pisum*

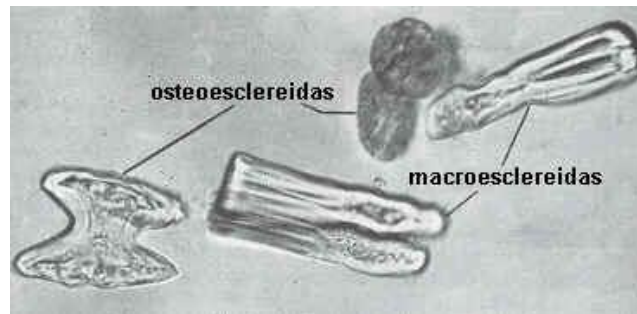
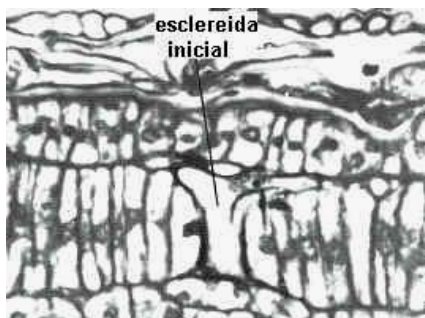


Imagen tomada de Fahn (1990)

ORIGEN DE LAS ESCLEREIDAS

Pueden originarse a partir de células del meristema fundamental que se individualizan muy pronto como primordios de esclereidas. Esto ocurre por ejemplo en hojas y raíces aéreas de *Monstera* o en las hojas de plantas tropicales con esclereidas como las de *Olea europaea*.

Célula de *Olea europaea*, olivo (Dicot.) diferenciándose como esclereida



Imágenes de Fahn (1990)

Las esclereidas de los tejidos vasculares se originan a partir de células derivadas del procámbium o del cámbium.

Las esclereidas de la epidermis se originan a partir de la protodermis.

Pueden originarse secundariamente por esclerosis de células parenquimáticas, como las del floema secundario.

12.3: Fibras

Son células esclerenquimáticas largas y estrechas, con extremos aguzados, que pueden encontrarse en diversas partes de la planta.

Tienen, por lo común, paredes secundarias lignificadas.

Varían en tamaño, forma, estructura y espesor de las paredes, y cantidad y tipo de puntuaciones.

Algunas veces pueden conservar su protoplasma vivo, y en ese caso presentan núcleo. La retención de los protoplastos en las fibras es un índice de adelanto evolutivo, donde hay fibras vivas hay poco parénquima axial o ninguno.

Derivan filogenéticamente de las traqueidas, que presentan paredes relativamente delgadas y puntuaciones areoladas.

La secuencia evolutiva sería: **traqueida - fibrotraqueida - fibra libriforme.**

Porción de corte longitudinal de xilema secundario de *Rubia velutina* (Dicot.) mostrando fibras con núcleo

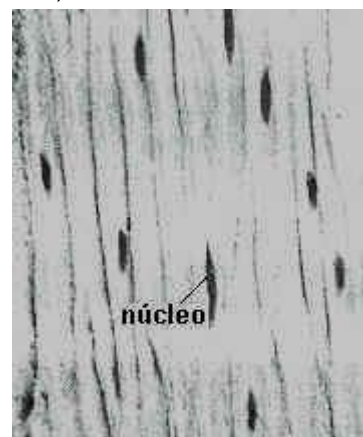


Imagen de Fahn (1982)

CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS

Se clasifican por su localización, según que estén incluidas o no en el xilema secundario:

1) Xilares o fibras del leño (xilema secundario)

2) Extraxilares

2a. Tallo y raíz: corticales, perivasculares, floemáticas

2b. Hojas: fibras de la vaina fascicular, fibras de las extensiones de la vaina, cordones no fasciculares de fibras

1) FIBRAS XILARES: por su estructura se clasifican en:

- Fibrotraqueidas
- Fibras libriformes
- Fibras mucilaginosas y fibras septadas

Las **fibrotraqueidas** poseen paredes más gruesas que las traqueidas y puntuaciones areoladas con cámaras muy pequeñas y canal de la puntuación desarrollado.

Las fibras **libriformes** presentan paredes muy gruesas, puntuaciones simples con canal de la puntuación cilíndrico o infundibuliforme (en forma de embudo aplanado).

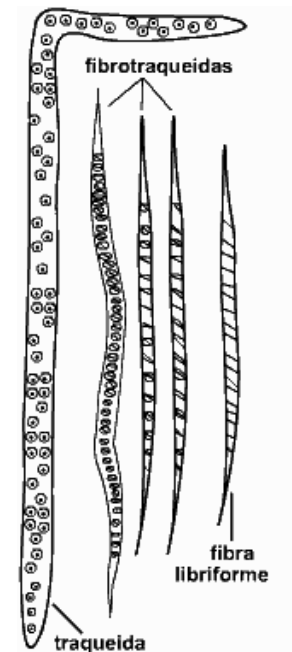


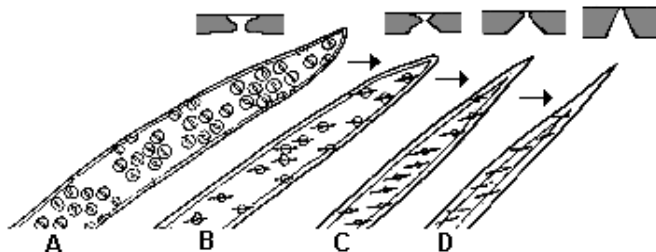
Imagen modificada de Esau (1972)

Los cambios ocurridos durante la evolución de traqueida a fibra libriforme son:

- aumento del espesor de las paredes.
- reducción del número y cambio del tipo de puntuaciones.
- disminución de la longitud.

En términos absolutos, las fibras son más cortas que las traqueidas primitivas (Esau, 1977). En términos relativos, en los tejidos maduros de una planta, las fibras libriformes son más largas que las traqueidas.

Esquemas ilustrando los estadios de la transición filogenética de traqueida a fibra libriforme, con los cambios respectivos en las puntuaciones en corte transversal



A. Traqueida con puntuaciones areoladas

B-C. Fibrotraqueidas, puntuaciones con aréolas de tamaño reducido

D. Fibra libriforme, puntuaciones simples, canal de la puntuación infundibuliforme

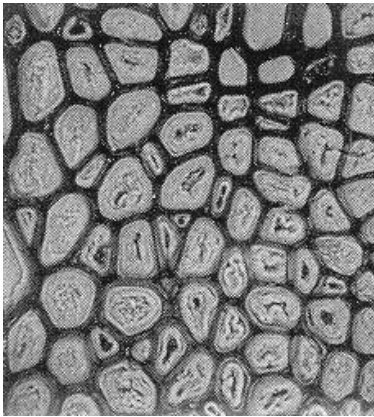
Imagen de Carlquist (1961)

Las **fibras mucilaginosas o gelatinosas** están presentes en el leño y en el floema de familias con predominio de hojas compuestas, como Meliáceas, Anacardiáceas y Leguminosas (Sperry, 1982). También se encuentran en el leño de tensión de Eudicotiledóneas. La capa más interna de la pared secundaria posee gran cantidad de alfa-celulosa y es pobre en lignina. Esta capa,

denominada capa G es relativamente porosa y menos compacta que las capas adyacentes más externas, absorbe mucha agua y puede hincharse y ocupar todo el lumen celular.

Las **fibras septadas** se pueden encontrar también en floema. Presentan protoplasma vivo, conteniendo almidón, aceites, resinas, cristales de oxalato de Calcio. Los septos consisten en una lámina media con pared primaria a cada lado, interrumpida por numerosos plasmodesmos. Los septos no se fusionan con la pared secundaria de la fibra, y se ensanchan en contacto con la pared de manera que a veces los bordes quedan dirigidos hacia el lumen.

Fibras mucilaginosas o gelatinosas en corte transversal de leño



Fibras septadas en corte longitudinal de leño de *Triomma malaccensis* (Dicot.)

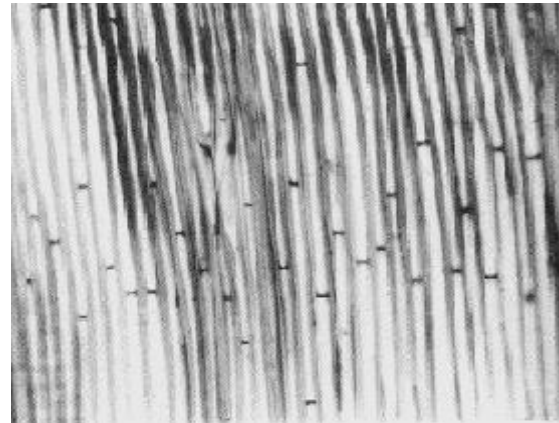


Imagen de Mauseth (1988)

2) FIBRAS EXTRAXILARES: varían en longitud, sus extremos pueden ser romos, afilados, incluso ramificados, frecuentemente se superponen, lo que otorga resistencia al conjunto. Sus paredes son frecuentemente muy gruesas pero el grado de lignificación puede variar: es muy alto en las hojas de monocotiledóneas en tanto que en tallos de eudicotiledóneas es muy bajo, el contenido en celulosa es de 75-90%. Las fibras comerciales más apreciadas tienen menor proporción de lignina. Pueden presentar laminaciones concéntricas en corte transversal, a veces debidas a la alternancia de capas con diferente proporción de celulosa. Las puntuaciones siempre son simples, la abertura interna de la puntuación es circular. Pueden ser plurinucleadas.

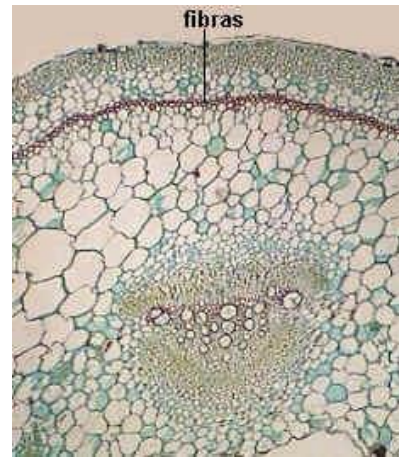
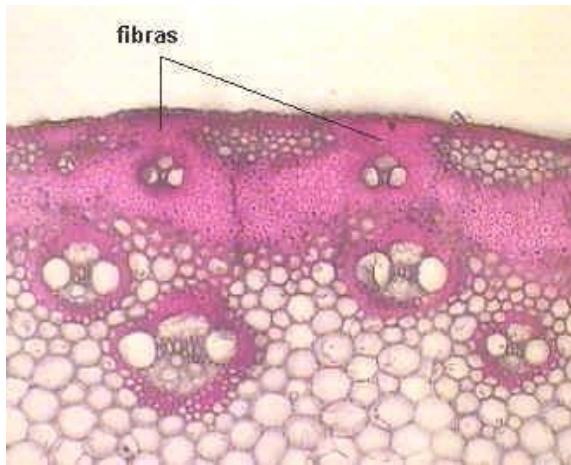
2a. Fibras de tallo y raíz

■ **Fibras corticales:** se encuentran en el córtex, pueden formar un cilindro subepidérmico, o a mayor profundidad, como en Gramineae, o formar cordones como en Palmae. En algunas Cyperaceae las fibras subepidérmicas se originan por divisiones periclinales y anticlinales de la protodermis.

■ **Fibras perivasculares o pericíclicas:** están localizadas en la periferia del cilindro vascular, dentro de la capa más interna del córtex. Se presentan en algunas plantas trepadoras como *Aristolochia* y *Cucurbita*.

Fibras corticales en corte transversal de tallo de *Coelorhachis balansae*, gramínea (Monocot.)

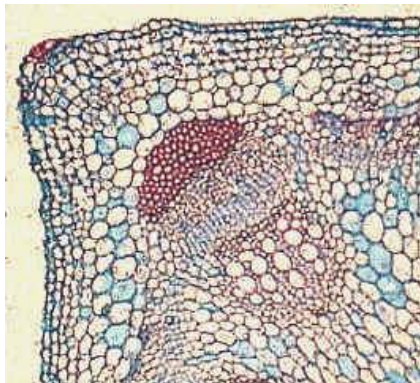
Fibras perivasculares en corte transversal de tallo de *Cucurbita*, zapallo (Dicot.)



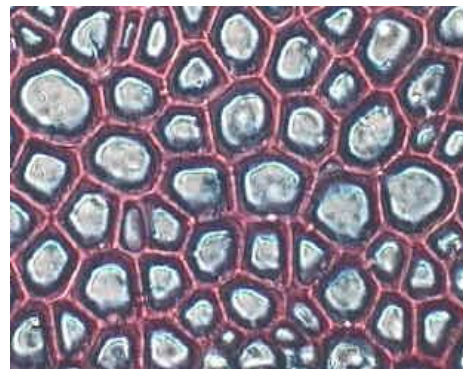
Fibras floemáticas: están asociadas al floema primario o secundario, pueden formar:

- casquetes en la parte más externa del floema primario de cada haz vascular
- vainas alrededor de los haces vasculares.
- cordones o láminas tangenciales en la periferia del cilindro vascular, como en el lino, *Linum usitatissimum*.
- pueden estar intercaladas en mayor o menor cantidad en el floema secundario. Pueden ser septadas.

Sector de un corte transversal de tallo de *Bidens pilosa* (amor seco)



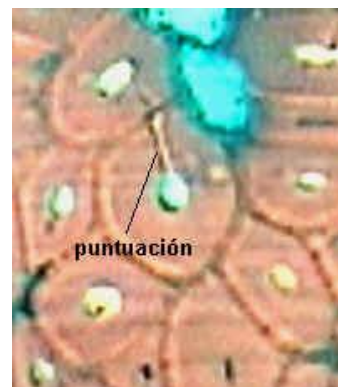
Detalle de las fibras floemáticas que acompañan al haz vascular de *Bidens pilosa*



Fibras floemáticas en corte transversal de tallo de *Hibiscus elatus* (Dicot.)



Detalle de la puntuación simple



En Gimnospermas usualmente no hay fibras en el floema primario, sin embargo pueden aparecer en el floema secundario. A veces hay fibras corticales.

2b. Fibras de las hojas

En muchas Monocotiledóneas el esclerénquima es el único tejido de sostén. Las fibras pueden localizarse de distinto modo:

- formando casquetes o vainas alrededor de los haces vasculares.
- formando las extensiones de la vaina, a uno o ambos lados de los haces.
- formando cordones subepidérmicos o más profundos no asociados con los haces vasculares.

Casquetes de fibras acompañando los haces vasculares en corte transversal de hoja de *Bouteloua brevifolia*

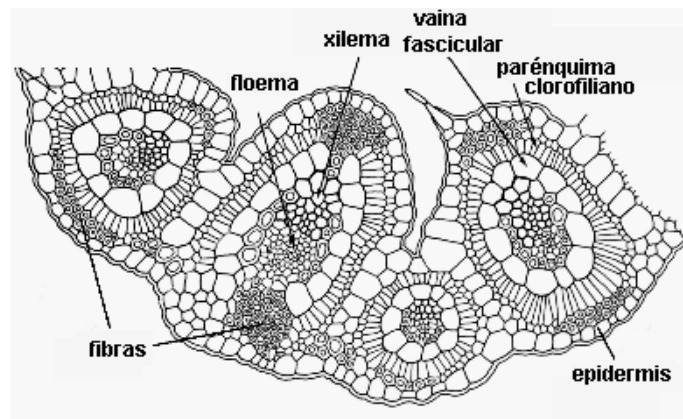
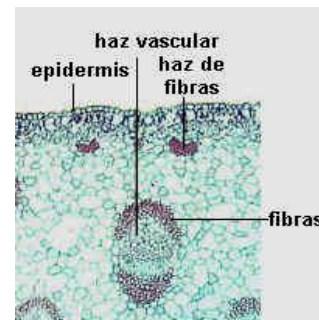


Imagen modificada de Esau (1977)

Fibras en extensiones de la vaina de los haces vasculares de *Zea mays*, maíz (Monocot.)



Fibras asociadas y no asociadas con los haces vasculares en corte transversal de hoja de *Yucca* (Monocot.)



12.4: Ordenación de los elementos de sostén

La ubicación de los elementos de sostén en los órganos vegetales está relacionada con las presiones o fuerzas que éstos deben soportar o resistir. El peligro de ruptura de los elementos estructurales es tanto mayor cuanto más periféricos son. Por esta razón, los tallos de plantas herbáceas y las ramas delgadas de los árboles, que deben poseer buena resistencia a la flexión, presentan los elementos de sostén situados periféricamente. Por ejemplo, en el tallo de *Mikania cordifolia* (guaco), planta trepadora, se encuentran seis cordones periféricos de colénquima y seis cordones de fibras perifloemáticas.

Corte transversal de tallo de *Trifolium*, trébol (Dicot.), cuyos elementos de sostén se encuentran en la periferia: casquetes de fibras de los haces vasculares.

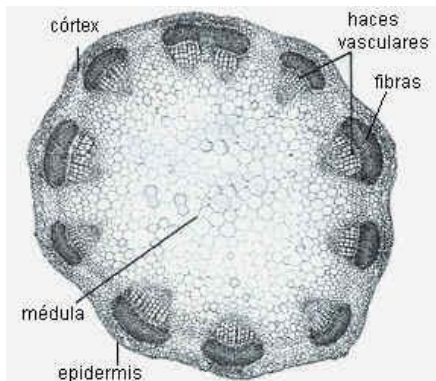
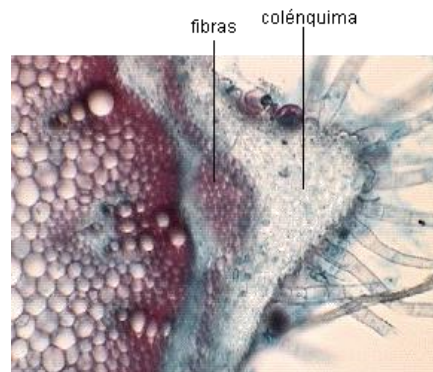


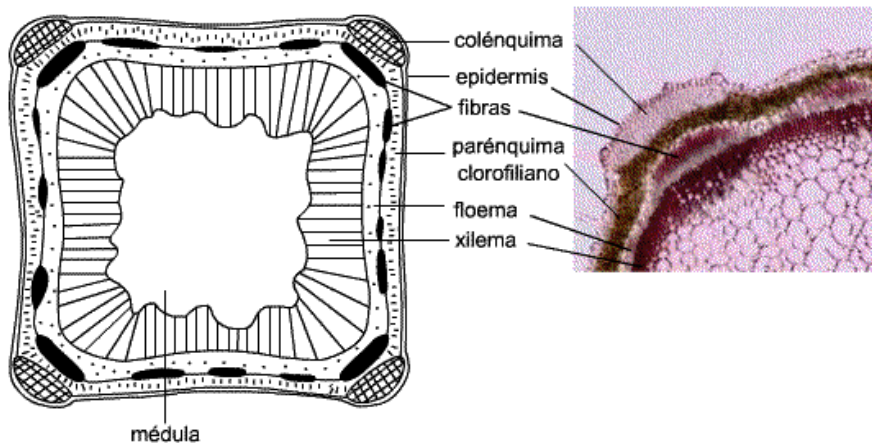
Imagen tomada de Foster & Gifford (1959)

Detalle de corte transversal de tallo de *Mikania cordifolia*, guaco (Dicot.) mostrando la ubicación de los tejidos de sostén



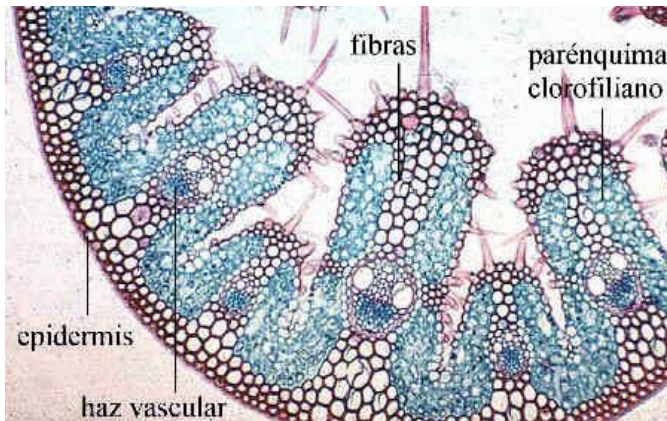
Para oponerse a la torsión, una columna requiere por lo menos dos soportes cruzados, por eso en muchos tallos de sección cuadrangular se encuentran cordones de colénquima situados en los ángulos.

Esquema de corte de tallo de *Glandularia peruviana*, margarita punzó (Dicot.)

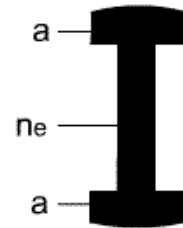


Muchos tallos huecos presentan soportes en T, y las hojas de muchas gramíneas poseen refuerzos en doble T, de forma igual que la de los rieles de ferrocarril y las vigas usadas en las construcciones, en los cuales las dos "alas" están unidas por un "nervio".

Ordenación de los elementos de sostén en corte transversal de hoja de *Ammophila*, gramínea (Monocot.)

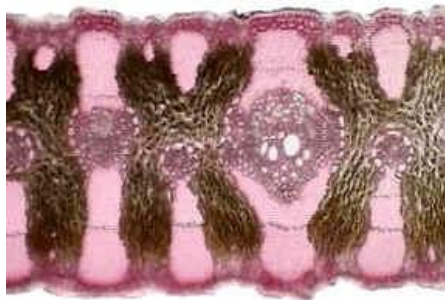


Esquema del refuerzo en doble T (a, alas; ne, nervio)

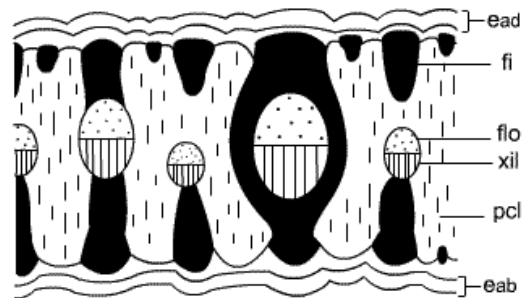


Esquema copiado de Strasburger

Ordenación de los elementos de sostén en corte transversal de hoja de *Trithrinax campestris*, carandá, palmera (Monocot.)



Esquema del corte



Referencias: **ead**, epidermis adaxial; **eab**, epidermis abaxial; **fi**, fibras; **xil**, xilema; **flo**, floema; **pcl**, parénquima clorofiliano

Detalle de un cordón de fibras de *Trithrinax campestris*



Esquema de un corte transversal de un sector del tallo de *Triticum aestivum*, trigo (Monocot.)

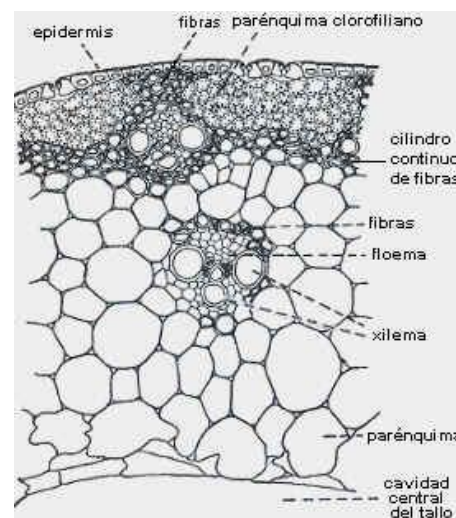
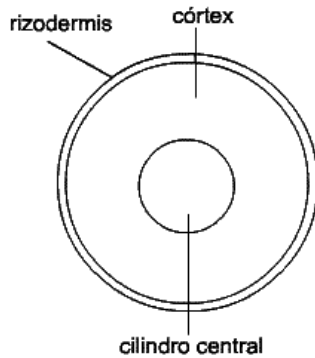


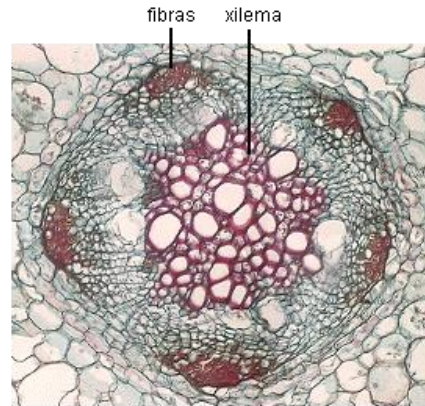
Imagen de Hayward (1951)

Para resistir la tracción, los elementos estructurales deben hallarse en el centro del órgano. Por eso en las raíces o rizomas de las plantas terrestres, estirados con violencia al ser movido el tallo por el viento, los elementos de sostén se disponen en un cordón central. En la constitución de ese cordón central también intervienen normalmente los elementos del xilema provistos de paredes engrosadas.

Esquema de corte transversal de raíz



Corte transversal del cilindro central de la raíz de *Glycine max* soja, (Dicot.)



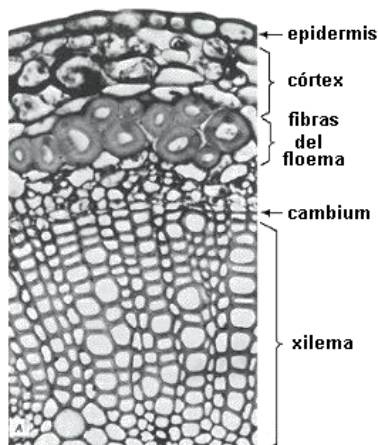
12.5: Uso de las Fibras e Importancia Económica

Las fibras vegetales han sido utilizadas por el hombre desde tiempos muy remotos. El lino fue cultivado ya 3000 años antes de Cristo en Europa y Egipto, y lo mismo ocurrió con el cáñamo en China. Desde el punto de vista anatómico, una fibra es una célula individual; desde el punto de vista comercial, el término fibra corresponde a cordones de fibras que a veces incluyen los tejidos vasculares. Las fibras comerciales se clasifican en **duras** y **blandas**.

FIBRAS DURAS: son las fibras de hojas de Monocotiledóneas. Cada fibra es un cordón fibroso o un haz vascular con las fibras asociadas. Los cordones tienen generalmente un curso largo y recto con muy pocas y débiles anastomosis. Las fibras tienen un alto contenido de lignina y son de textura rígida.

FIBRAS BLANDAS: son las fibras floemáticas de tallos de Eudicotiledóneas, que pueden estar más o menos lignificadas, pero son suaves, elásticas y flexibles. Los cordones de fibras del floema forman una red donde no se individualizan los distintos grupos. Ejs.: lino y ramio.

A, Fibras floemáticas en corte transversal de tallo de *Linum usitatissimum*, lino (Dicot.)



B, fragmentos de fibras aisladas



Imágenes de Esau (1977)

PREPARACIÓN

El proceso varía con cada especie utilizada e incluso con cada región. Sin embargo, se pueden sintetizar los pasos básicos.

1) Enriado: en rocío o en agua. En el primer caso se dejan los tallos o las hojas de la planta a campo durante 2-5 semanas hasta que se destruyan los tejidos blandos. En el segundo caso se los sumerge en agua, con frecuencia a temperatura controlada. El último proceso es más breve.


2) Agramado o espadillado: los tallos o las hojas son secados y se los introduce entre dos cilindros estriados que los aplastan parcialmente.

3) Batido o apaleo: con esta operación las partes no fibrosas se fragmentan y se desprenden mediante sacudidas.

Después de clasificadas, las fibras pasan aún por una serie de complicadas manipulaciones antes de ser utilizadas: **limpiado, cepillado, peinado**, etc.

EJEMPLOS

Fibras duras

 *Musa textilis* (cáñamo de Manila, abacá), la más importante en la industria de la cordelería.


Musa textilis (Monocot.)

Fibras extraídas de las hojas



Planta



 *Sansevieria spp.* (cola de tigre). Se cultivan varias especies para cordelería resistente al agua salada

Fibras extraídas de hojas de *Sansevieria sp.*, cola de tigre (Monocot.)



Hojas de *Sansevieria sp.* mostrando las fibras en la parte inferior, después del enriado



- *Ananas spp.*: entre las fibras duras, su fibra es la más fina y flexible, se usa para tejidos.

Ananas (Monocot.)

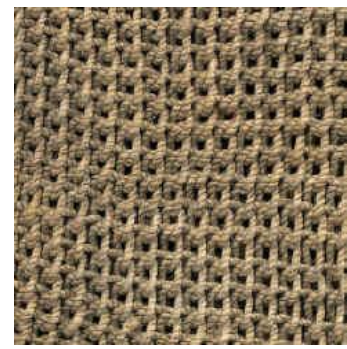
Fibras de hojas de *Ananas sativus* obtenidas después de secarlas y golpearlas



Plantas de *Ananas sativus*



Tejido hecho con cordel elaborado con fibras de *Ananas sp.*



- *Phormium tenax* (formio). Cultivada en el Delta argentino. Se usa para esteras, caminos, sogas, alpargatas.

- *Agave sisalana* y otras especies: con las fibras extraídas de sus hojas se fabrica el hilo sisal. También se usa para cepillos y escobas.

Cuerda hecha con fibras de *Agave*



Agave sisalana



Agave sp. (Monocot.)



Tomada de; www.stabg.freereserve.co.uk/xerophytichouse.htm

- *Bromelia balansae*, *B.smithii*, *B.hieronymi*, *B.serra* (caraguatá): cordelería, hamacas, bolsas; las fibras de los rizomas se usan para fabricación de cordeles y sogas en Misiones; durante la guerra de la Triple Alianza se fabricaron arpilleras y lienzos. Las fibras se extraen por machacado, se secan al sol y luego se trenzan.

Bromelia serra,
caraguatá (Monocot.)



Cuerda elaborada con fibras extraídas de rizomas de
Bromelia smithii (Monocot.)



fcbs.org/pictures/bergcage_nav.htm

- *Deinacanthon urbanianum* (chaguaré, tamomá): en el NW argentino, Bolivia y Paraguay se usa para cordelería y tejidos bastos: hamacas, bolsas, redes. La fibra se extrae por frotación contra objetos rígidos.
- *Pseudananas macrodentes* (ihvirá, piña de monte). Sogas y cotas de malla usadas por los indios en el siglo XIX.
- *Trithrinax campestris* (carandá). En Entre Ríos se hacen trenzas para alpargatas, hilos de atar.

Deinacanthon urbanianum,
chaguaré (Dicot.)



Imagen tomada de fcbs.org/whatsnew02-2.htm

Colgante confeccionado con fibras
de *Deinacanthon urbanianum*,
chaguaré (Dicot.)



Trithrinax campestris, carandá
(Monocot.)



Tomada de www.palmsoftheworld.com/camp.htm

■ Fibras blandas

- *Linum usitatissimum* (lino): superior en calidad al algodón y proporciona un tejido más fino. Sus fibras pueden alcanzar hasta 7 cm de longitud.

Fibras extraídas del tallo de *Linum usitatissimum*, lino (Dicot.)



El papel moneda (dólar) se hace con fibras de lino (Dicot.)



■ *Boehmeria nivea*, ramio (Dicot.).

Sus fibras se encuentran entre las células más largas del reino vegetal: 55 cm. La fibra es blanca, sedosa, la más resistente de las conocidas, aunque muy difícil de extraer. Se usaba en la confección de camisas de lámparas de gas y paracaídas.

Hojas de la planta



Boehmeria nivea, ramio (Dicot.)

Fibras extraídas del tallo



Tejido hecho con fibras de ramio



■ *Cannabis sativa*, cáñamo (Dicot.): su fibra es similar a la del lino, pero menos flexible. Se usa para tejidos bastos y cordelería.

■ *Corchorus capsularis*, yute (Dicot.): es la fibra de uso más extendido después de la del algodón, aunque se deteriora con facilidad. Es barato y fácil de hilar. Se usa para tejidos bastos, arpillera, suelas de alpargatas, alfombras.

Cannabis sativa, cáñamo (Dicot.)



Imagen de www.cannabis-seeds.biz/

Corchorus (Dicot.)



Trenza confeccionada con fibras extraídas de *Corchorus capsularis*, yute (Dicot.)



- *Urena lobata*, malva blanca, cadillo (Dicot.): maleza de países tropicales. Su fibra es amarillenta, más duradera que la del yute. Se usa en la confección de sacos para empacar café en Cuba, Brasil, Madagascar, Congo y Nigeria.

Urena lobata (Dicot.)



Foto A.Murray, © 2002 Univ.Florida



Tomada de club.euronet.be/luc.pauwels/Latham2.htm

Fibras extraídas del tallo



■ Otras Fibras

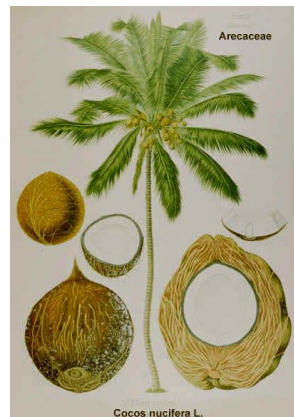
- *Palmae* (Monocot.): los tallos y hojas de varias especies de palmeras se utilizan para la fabricación de escobas y cepillos.
- *Sorghum technicum* (Monocot.), sorgo de escobas. Sus inflorescencias se utilizan para la fabricación de escobas, se cultiva en la zona templado-cálida de nuestro país.
- *Cocos nucifera*, coco (Monocot., palmera). Las fibras extraídas del mesocarpo se utilizan para la fabricación de cuerdas.

Sorghum technicum,
sorgo de escobas (Monocot.)



www.botany.wisc.edu -Foto R.R.Kowal

Cocos nucifera, coco (Monocot.)
planta, fruto y semilla



www.plantapalm.com/vpe/photos

Cuerda elaborada con fibras
extraídas del fruto de coco



Glosario

Anastomosis: Acción de confluir. Dícese de dos elementos que se unen o juntan, ya directamente o por medio de un tercero.

Anticlinal: Orientación de la división de la pared celular o del plano de una célula, perpendicular a la superficie más próxima.

- Crecimiento intrusivo:** crecimiento de las células por intrusión (acción de introducirse) entre las paredes de otras células.
- Esclerosis:** Acto de cambiar una célula transformándose en célula del esclerénquima, desarrollo de paredes secundarias con o sin una posterior lignificación.
- Idioblasto:** Célula que se distingue en un tejido cualquiera, por su forma, o por su tamaño o por su función.
- Ontogenia:** Estudio del desarrollo del ser, o de un órgano o de una estructura desde su origen hasta la madurez.
- Periclinal:** Orientación de la división de la pared celular o del plano de una célula, paralela a la circunferencia de la superficie más próxima.
- Romo:** Obtuso, sin punta.
- Septado:** Provisto de septos; tabicado.

Bibliografía

- Arbo, M.M.** 1977. Esclereidas foliares en *Byttneria coriacea* Britton (Sterculiaceae). *Darwiniana* 21(1): 42- 48.
- Arzee, T.** 1953. Morphology and ontogeny of foliar sclereids in *Olea europaea* I. Distribution and structure. *Amer.J.Bot.* 40: 680-687.
- Berg, L. R.** 1997. *Introductory Botany, Plants, People and the environment.* Saunders College Publishing.
- Carlquist S.** 1961. *Comparative plant anatomy.* Holt, Rinehart & Winston, New York.
- Esau K.** 1977. *Anatomy of seed plants.* John Wiley & Sons.
- Fahn A.** 1982. *Plant anatomy.* 3rd. ed. Maxwell Macmillan Int.Ed.
- Fahn A.** 1990. *Plant Anatomy.* 4th Ed. Pergamon Press.
- Foster, A.S. & Gifford, E.M, Jr.** 1959. *Comparative Morphology of Vascular Plants.* W.H.Freeman and Company. San Francisco and London.
- Franceschi, R.V. & Thonner, H.T.** 1980. Calcium oxalate crystals in plants. *Bot.Rev.*46 (4): 361-427.
- Hayward, H.E.** 1951. *Estructura de las Plantas Utiles.* Acme Agency. Bs. As.
- Mauseth J.** 1988. *Plant anatomy.* The Benjamin/Cummings Pub.Comp., Inc. Menlo Park, California.
- Metcalfe C.R. & Chalk, L.** 1957. *Anatomy of the dicotyledons.* 2 vols.
- Sperry, J.S..** 1982. Observations of reaction fibers in leaves of Dicotyledons.*J.Arnold Arbor.* 63: 173-185.
- Strasburger E.** 1994. *Tratado de Botánica.* 8a. ed. castellana. Omega S.A., Barcelona.
- Weier, T.E; Stocking, R.C & Barbour, M.G.** 1974. *Botany: An Introduction to Plant Biology.*Fifth Edition. John Wiley and Sons, Inc.