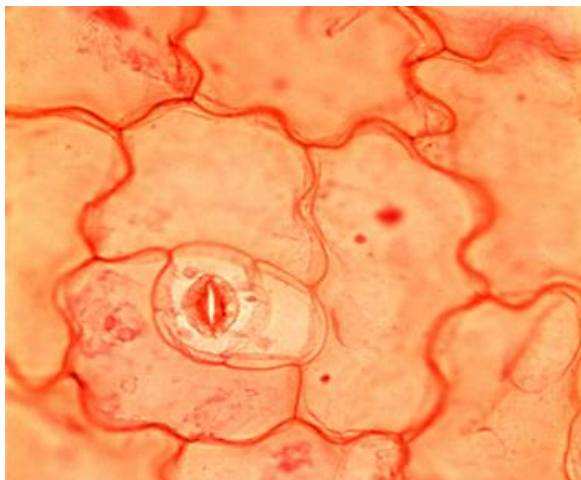




Apunte para el estudiante
Introducción a los Tejidos Vegetales



Docente responsable: Lilia R. Mautino

Preparados microscópicos donados por la Dra. Stella M. Solis

Asignatura Introducción a la Biología-2016
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura

La agrupación de células vegetales, con uno o más tipos celulares, organizadas de acuerdo a una función común se denomina tejido. Los tejidos vegetales se pueden dividir en cuatro tipos básicos: *Meristemático, de Protección, Fundamentales y de Conducción*.

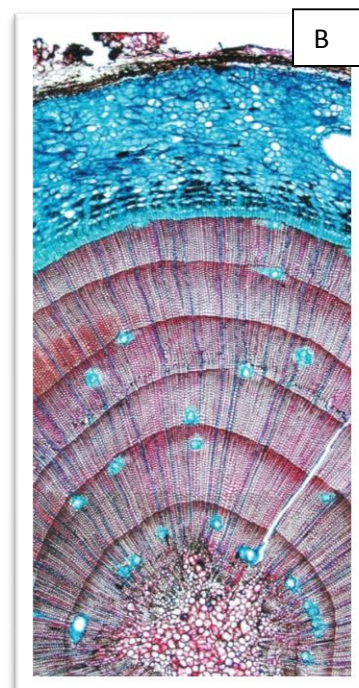
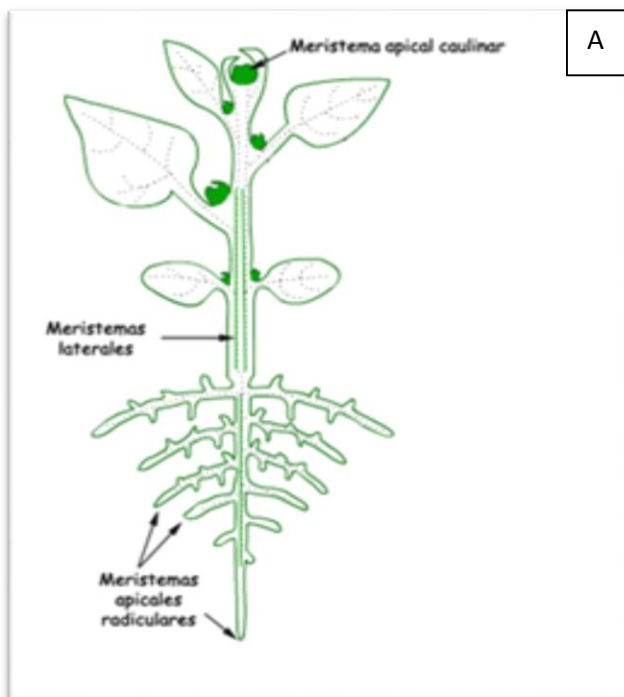
Tejido meristemático

Las plantas, a diferencia de los animales, continúan creciendo a lo largo de toda su vida, se considera que este *crecimiento es indeterminado*. El mismo se origina en los tejidos meristemáticos o tejidos embrionarios permanentes que se localizan en regiones específicas con activa división y expansión celular.

Los tejidos *meristemáticos* están formados de células pequeñas de pared delgada con núcleos grandes, con pocas vacuolas o sin ellas. Su principal función consiste en crecer, dividirse y diferenciarse en todos los demás tipos de tejidos.

Los tejidos meristemáticos se clasifican de acuerdo a su posición en el cuerpo de la planta. Es así que el meristema de la punta de raíces y tallos, llamado *meristema apical* (Fig. 1. A y C), es el responsable del *aumento de longitud o extensión* de la planta. De esta manera las raíces logran alcanzar continuamente nuevas fuentes de agua y minerales, y las regiones fotosintéticas se extienden permanentemente hacia la luz. El tipo de crecimiento que se origina a partir de los meristemas apicales se denomina *crecimiento primario* (hierbas o plantas herbáceas).

En cambio los *meristemas laterales* llamados *cambium y felógeno* (Fig.1.A), se encuentran en tejidos ya algo diferenciados y permiten el aumento del diámetro o grosor de tallos y raíces. Estos meristemas son los responsables del *crecimiento secundario* el cual se da solo en algunas plantas (en gimnospermas y en la mayoría de los arbustos y árboles de las dicotiledóneas). (Fig.1 B y D).



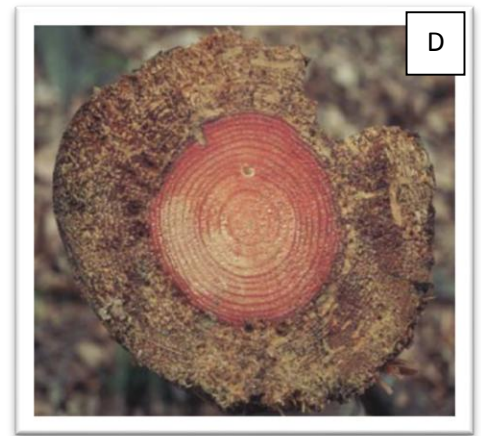
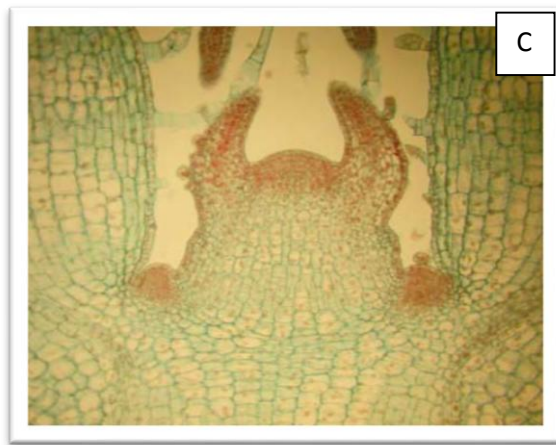


Fig. 1. **A.** Localización de los meristemas apicales y laterales. **B.** Sección transversal del tallo de una conífera que posee crecimiento secundario visto al microscopio óptico. **C.** Sección longitudinal del meristema apical en el ápice de un tallo. **D.** C/transversal de un tallo con crecimiento secundario, a simple vista. **A.** Imagen extraída de <http://www.biologia.edu.ar/botanica/>. **B y D.** Tomadas de Scheweingruber *et al.* **C** de Simpson.

Tejido de protección o dérmico

Los tejidos de protección recubren a todos los demás tejidos entre ellos se encuentran la *epidermis* (epi-sobre) y la *peridermis*. La *epidermis* es la cobertura habitual del cuerpo primario del vegetal y cuando se produce crecimiento secundario es reemplazada por la *peridermis*.

Epidermis

Es el tejido característico que se encuentra al exterior de hojas, raíces, tallos, de las partes florales, de los frutos, semillas. Forma una lámina delgada constituida por *una sola capa de células*, casi o prácticamente sin espacios intercelulares. Las paredes exteriores de las células epidérmicas de tallos y hojas están impregnadas por un material denominado *cutícula*, compuesta de cutina y ceras (Fig.2).

La epidermis de los tallos y de las hojas es principalmente un tejido de protección, restringe la transpiración, evitando la perdida excesiva de agua de los tejidos internos, por lo tanto su espesor tendrá relación directa con el ambiente en el cual vive la planta. Ej. Las plantas de ambientes secos tendrán una cutícula más gruesa que aquellas que viven en ambientes húmedos o inclusive dentro del agua (plantas acuáticas). Puede además, proveer algo de reguerzo mecánico contribuyendo en parte al sostén, y cumplir otras funciones como percepción de estímulos (Ej hojas de mimosas).

Las epidermis de las raíces es principalmente un tejido de absorción de agua y minerales usados por la planta.

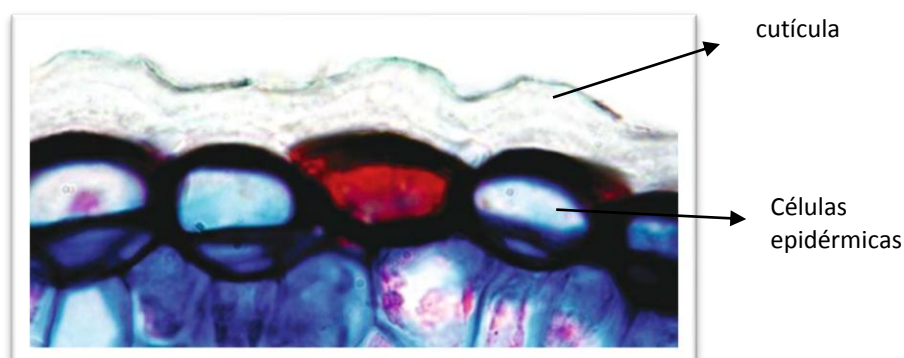


Fig. 2. Corte transversal de hoja con el detalle de cutícula y epidermis. (Tomada de Scheweingruber *et al.*).

Tiene varios tipos celulares, pero está conformada principalmente por *células epidérmicas propiamente dichas u ordinarias* y *estomas*.

Sus funciones o especializaciones son varias aunque la principal es la de proteger los tejidos subyacentes contra la desecación o las lesiones mecánicas. Además restringe la transpiración, regula el intercambio gaseoso, contribuye en parte al sostén mecánico de la planta y puede cumplir otras funciones como secreción, percepción de estímulos, etc.

Las *células epidérmicas propiamente dichas* carecen de cloroplastos, en corte *transversal* tienen forma tabular; en *vista superficial* son más o menos isodiamétricas, poligonales o alargadas (sentido paralelo al eje mayor de la hoja). Las paredes pueden ser rectas como en las hojas de las *monocotiledóneas* (Fig. 3) o bien onduladas o sinuosas como en la mayoría de las hojas de *dicotiledóneas* (Fig. 4).

Prestar atención en el Trabajo práctico:

al observar la epidermis en vista superficial, en algunos casos, puede suceder que las células epidérmicas presentan cloroplastos. Sin embargo, lo que suele suceder es que el desprendimiento de la epidermis, durante la técnica de laboratorio y coloración de la muestra, arrastra algunos cloroplastos del tejido subepidérmico que corresponden al parénquima clorofiliano del mesófilo de la hoja (que si tienen cloroplastos.). En este caso, el colorante usado (safranina) tiñe el contenido de los cloroplastos.

En las partes aéreas de las plantas se encuentran los estomas entre las células propiamente dichas (Fig. 5). Un *estoma* es la apertura, poro u ostíolo a través del cual se realiza el intercambio de gases, que incluye el vapor de agua, de esta manera el aire circundante se comunica con el que se encuentra en los espacios intercelulares subyacentes a la epidermis. Cada *estoma* está rodeado por dos células epidérmicas especializadas llamadas *células oclusivas*, que tienen por lo general una forma arriñonada y poseen cloroplastos. En muchas plantas hay 2 o más células adyacentes a las oclusivas, llamadas también *células subsidiarias o guardianas* (Fig. 6).

Los estomas se hallan en las partes aéreas de las plantas y son raros en las raíces. Son más frecuentes en la cara inferior, envés o abaxial de la hoja dado que es la menos expuesta a los rayos del sol (hoja hipostomática). Aunque los estomas pueden ubicarse en la cara superior o adaxial de las hojas como es el caso de algunas plantas acuáticas o hidrófitas que tienen hojas flotantes (hojas epistomáticas). Otras plantas tienen estomas en ambas epidermis (hoja anfistomáticas).

En las hojas de las monocotiledóneas se disponen en hileras paralelas a lo largo del eje principal de la hoja (Fig. 3); en cambio en las de dicotiledóneas los estomas están distribuidos de forma aleatoria o dispersa (Fig. 4).

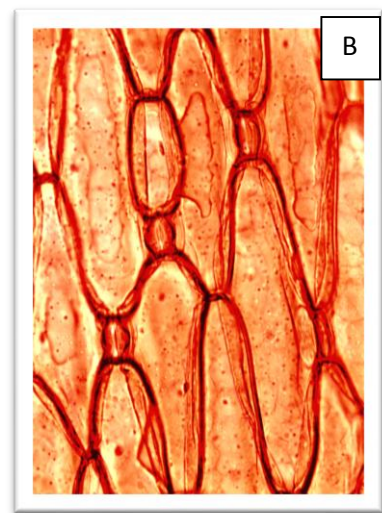
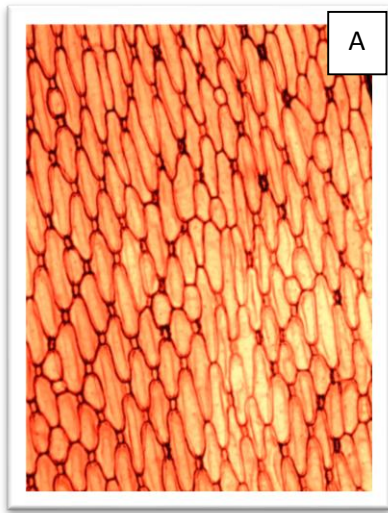


Fig.3. Epidermis de monocotiledónea en *Belamcanda chilensis* (Iridaceae). **A.** Aspecto general del tejido 100X. **B.** Detalle en 400X. Material de la asignatura.

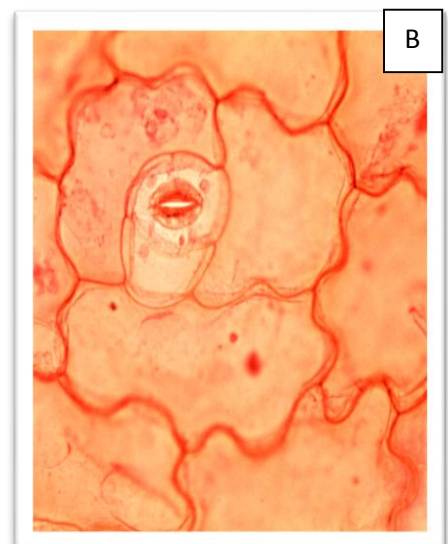
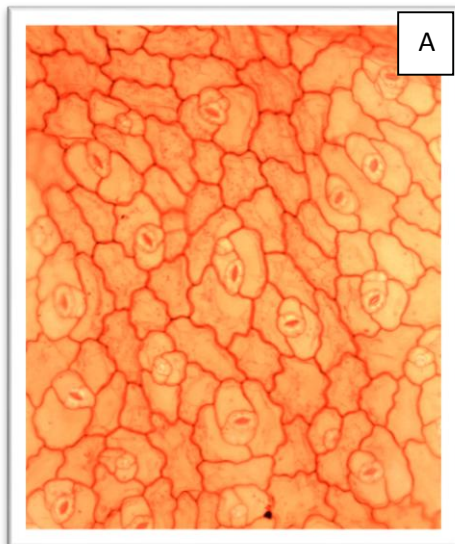


Fig. 4. Epidermis de dicotiledónea en *Kalanchoe laxiflora* (Crassulaceae). **A.** Aspecto general del tejido en 100X. **B.** Detalle en 400 X. Material de la asignatura.

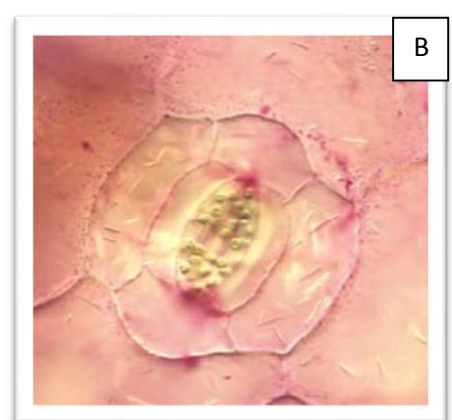
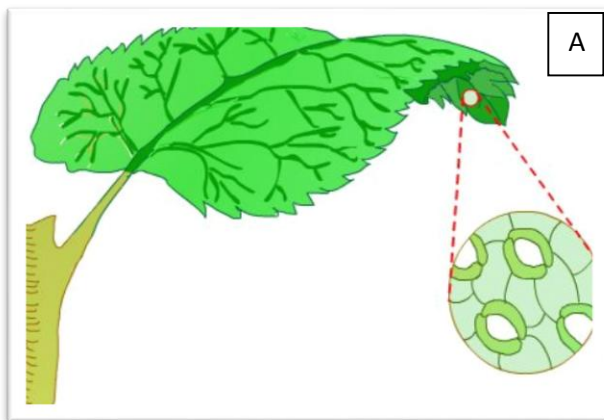


Fig. 5. **A.** Ubicación en la hoja de los estomas **B.** Imagen en detalle de un estoma. **A.** tomada de <http://www.biologia.edu.ar/botanica/> y B de Simpson).

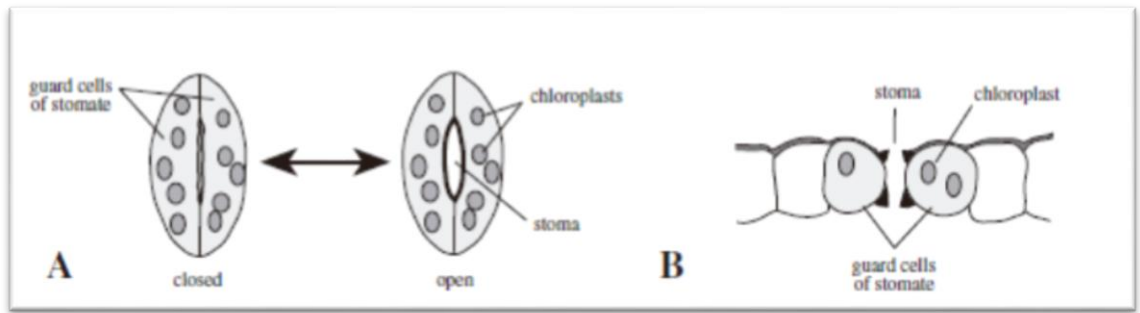


Fig. 6. A. Detalle de las células oclusivas en vista superior. **B.** Detalle del estoma en coste transversal (Extraído de Simpson).

Tejidos fundamentales

Los tejidos fundamentales constituyen un sistema continuo y están conformados principalmente por los diversos tipos de **parénquima** a los que se asocian los tejidos de **sostén**. El parénquima es el más abundante y forma la gran masa del cuerpo de la planta, incluidas las partes blandas de la hoja, médula y corteza de tallos y raíces, y las partes blandas de flores y frutos; sus principales funciones son la *producción y almacenamiento de alimentos*.

Parénquima

Está formado por células vivas en la madurez, de paredes delgadas y una capa fina de citoplasma en torno a una vacuola central (Fig. 7.A).

La clasificación del parénquima puede hacerse según dos criterios: de acuerdo a su *ubicación* en la planta se reconocen los parénquimas corticales, medulares, asociados al tejido conductor, mesófilo de las hojas, etcétera. Por su *función*, pueden distinguirse los *asimiladores*, fotosintéticos y verdes; los *reservantes*, que pueden contener almidón, grasas, proteínas, etc.; los *acuíferos*, acumuladores de agua y los *aeríferos* (aerénquimas) que retienen aire en los espacios intercelulares (Fig. 7.B).

El *parénquima clorofiliano* también llamado *clorénquima* es el tejido fotosintético por excelencia, contiene cloroplastos en su citoplasma. Se encuentra en el mesófilo de la hoja y en las partes verdes de los tallos jóvenes.

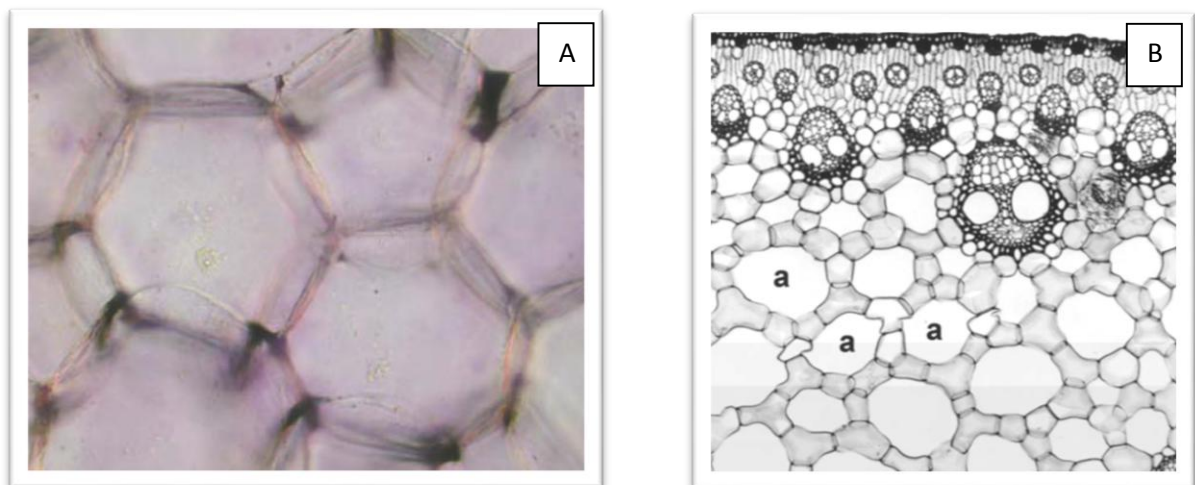


Fig. 7. A. Células del parénquima al MO. Observe el núcleo y pared celular. **B-** Corte transversal de la hoja de *Cyperus papyrus* (Cyperaceae) mostrando el aerénquima (a) (**A.** Extraído de Simpson y **B** de Rudall).

Tejidos de sostén: Colénquima y esclerénquima

El *colénquima* es el típico tejido de sostén en los órganos de las *dicotiledóneas* que aún se encuentran creciendo y en muchas plantas que son herbáceas en el estado adulto. Al igual que el parénquima está formado por células *vivas en la madurez*, a menudo con cloroplastos, aunque el carácter más típico son las paredes primarias que presentan engrosamientos desiguales y no lignificados carácter que las hacen especialmente adaptadas para soportar órganos jóvenes en crecimiento. Es así que las paredes de estas células son *plásticas* (puede cambiar de forma sin romperse pero no vuelve a su forma original). Morfológicamente es un tejido simple, homogéneo, constituido por un solo tipo de células. Su *función* principal es el sostenimiento de hojas y tallos en crecimiento. Se *localiza* periféricamente, formando cordones discretos o cilindros continuos por debajo de la epidermis en tallos y pecíolos (Fig. 8).

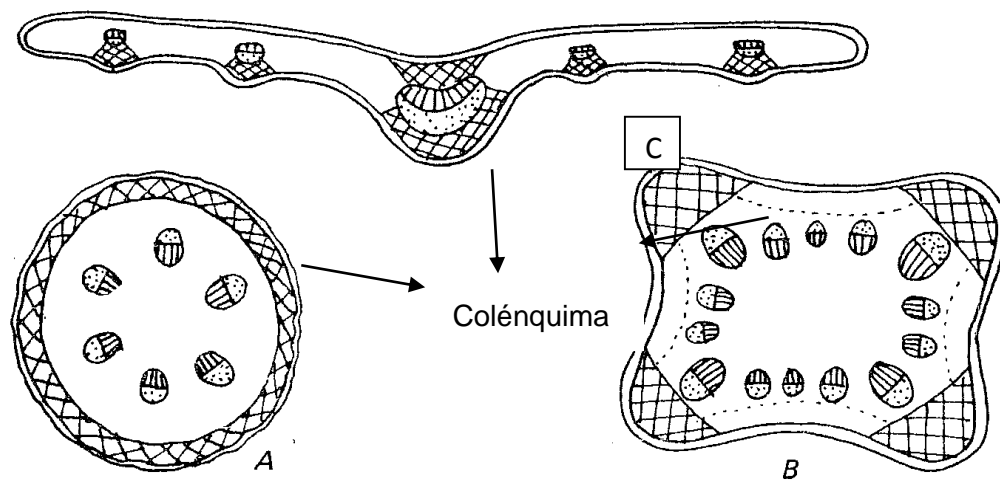


Fig. 8. A, B, C. Posición subepidérmica del colénquima. Cortes transversales. **A, B:** en tallo de Dicotiledóneas; **C:** en hoja de Dicotiledóneas. (Imagen extraída de Valla).

El *esclerénquima* es el tejido de sostén por excelencia y se caracteriza por estar formado por células muertas en la madurez y con gruesas paredes secundarias a menudo con *lignina* (polímero vegetal abundante en las paredes secundarias de las plantas vasculares). A causa de estas paredes, las células esclerenquimáticas tienen una función de refuerzo importante. Las formas celulares son muy variables y existen dos tipos de células esclerenquimáticas: las fibras y las esclereidas. (Fig. 9). Las *Fibras* generalmente son células largas (predomina la longitud), y delgadas que normalmente se hallan en haces o cordones. Las fibras textiles como el cáñamo, yute y el lino, derivan de tallos de dicotiledóneas. Las *Esclereidas*, son más o menos isodiamétricas, variables en formas, son el componente principal de cubiertas de semillas, de las cascara de nuez, del endocarpo de los frutos y dan a las peras su característica textura arenosa (Fig 10. C,D:).

Las fibras esclerenquimáticas de las hojas de *Agave sisalana*, planta nativa de México, son la fuente del hilo sisal (Fig 10. A y B).

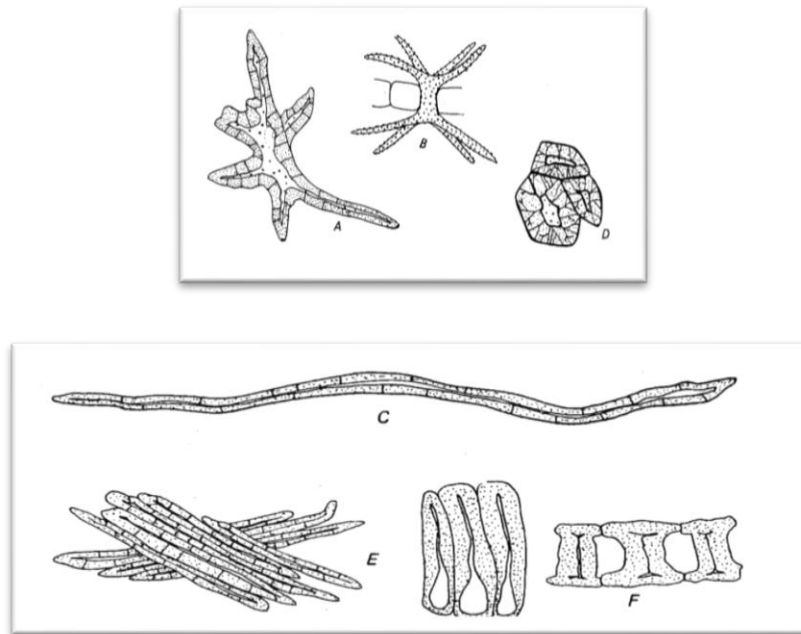


Fig. 9. Elementos esclerenquimáticos. **A**, artroesclereida; **B**, tricoesclereida; **C**, fibroesclereida; **D**, braquiesclereida; **E**, esclereidas en capas; **F**, osteoesclereidas; **G**, fibras; **H**, esquema de una fibra en crecimiento mostrando pared secundaria en la zona media y pared primaria en los extremos. (Imagen extraída de Valla).

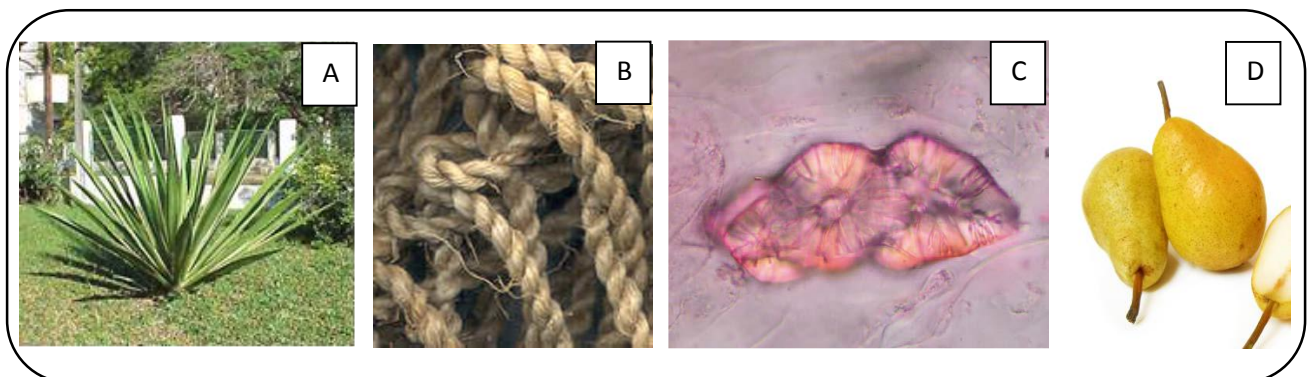


Fig. 10. **A.** *Agave sisalana* (Monocotiledonea). **B.** Hilo sisal obtenido de la especie ejemplificada en **A**. **C**-Esclereidas de la pera. **D.** Peras.

Tejidos de conducción

Estos tejidos son también denominados vasculares, y son los encargados del transporte de líquidos por todo el cuerpo vegetal. En las plantas vasculares (Pteridofitas, Gimnospermas y Angiospermas) los tejidos de conducción son el *Xilema* y el *Floema*.

El *Xilema* conduce el agua y las sales disueltas, que fueron absorbidas por las raíces (savia bruta) y el *Floema* (Fig. 11), que conduce las sustancias nutritivas disueltas como la glucosa, producidas por el metabolismo (savia elaborada). Estos tejidos son complejos y a menudo asociados con otros como el parénquima y los de sostén agrupándose en *hacecillos de conducción*. (Fig. 11.A). Están formados por células muy especializadas que reúnen las siguientes características: forma alargada; paredes terminales oblicuas ya que las células están fusionadas entre sí y forman verdaderos *tubos conductores*.

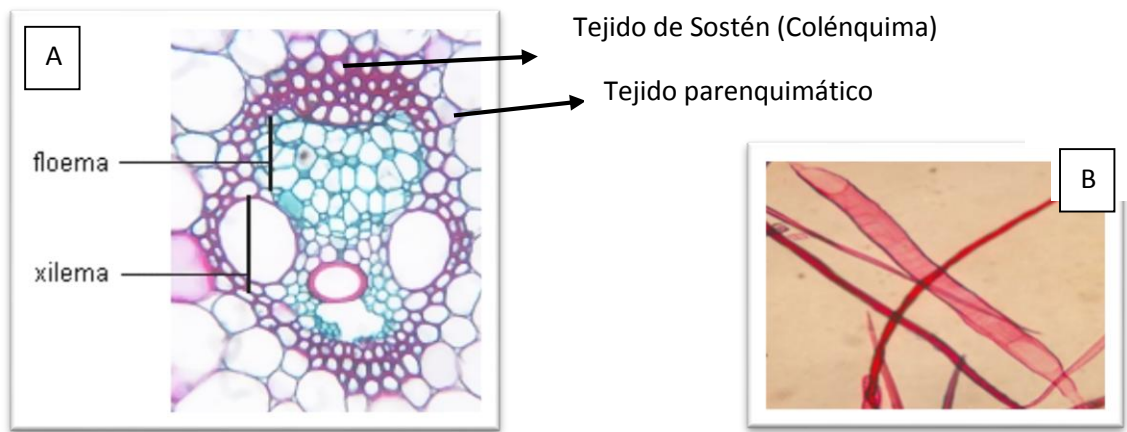


Fig. 11. A. Corte transversal de un hacesillo vascular. B. Vaso del Xilema. A. <http://www.biologia.edu.ar/botanica/>). B. Simpson.

Corte transversal de hoja

Para estudiar varios de los tejidos aprendidos en este apunte, exploraremos el corte transversal de una hoja.

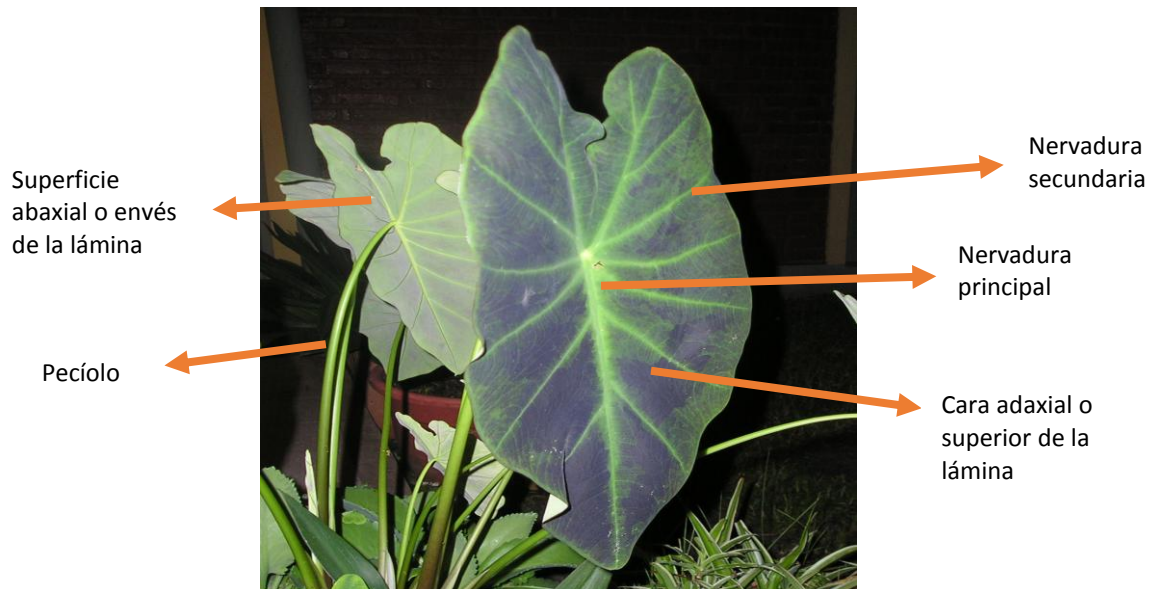


Fig. 12. Partes de una hoja.

La hoja es el principal órgano fotosintético de una planta, tiene comúnmente una lámina delgada, aplanada y un pecíolo que lo comunica con el tallo. La lámina a su vez posee una superficie superior o adaxial y una inferior o abaxial. En las de dicotiledóneas por lo general encontramos una vena media o *nervadura central*, fácilmente visible a simple vista, y a partir de ella venas más pequeñas o *nervaduras laterales* que forman una red (venación reticulada). El corte transversal para estudiar la anatomía foliar se realiza sobre la lámina de la hoja, comúnmente a nivel de la vena media y no sobre el pecíolo (Fig. 12 y 14).

Existe cierta correlación entre la anatomía y la estructura de la hoja. Para constatarla, recorremos en el microscopio, el corte transversal con poco aumento y en la parte media de la hoja ubicaremos una zona más abultada donde se encuentran los tejidos vasculares o haz central que se corresponden con la *nervadura central*. Lateralmente inmersos en el parénquima se

encontraran hacesillos vasculares menores que pertenecen a los nervios más pequeños de la hoja que parten de la nervadura central.

En la parte superior del preparado, ubicaran la *epidermis adaxial correspondiente a* la cara adaxial o superior de la hoja, seguidamente el *mesófilo* que es el tejido de una hoja situado entre las capas de la epidermis y en la parte inferior, la *epidermis abaxial* o del envés de la hoja. La epidermis tanto de la cara adaxial como abaxial presenta células más o menos rectangulares, por lo general sin cloroplastos y externamente se observa la cutícula. La epidermis superior es similar a la inferior, aunque ésta última se verá interrumpida por los estomas, vistos de perfil. Se observan las dos células oclusivas relacionadas con una cámara subestomática.

En el mesófilo, el parénquima está claramente diferenciado en una capa superior, el *parénquima clorofiliano en empalizada* y una capa inferior, el *parénquima clorofiliano lagunoso o esponjoso* (Fig. 13 A y B).

El parénquima clorofiliano en empalizada está formado por células cilíndricas y alargadas con espacios intercelulares muy pequeños y el *parénquima clorofiliano lagunoso o esponjoso*, formado de células cortas, redondeadas o lobuladas que dejan espacios intercelulares grandes, llamados, *lagunas* por donde circula el aire. Se pueden encontrar otras estructuras como *cavidades lisígenas* que son cavidades o canales que tienen productos de secreción.

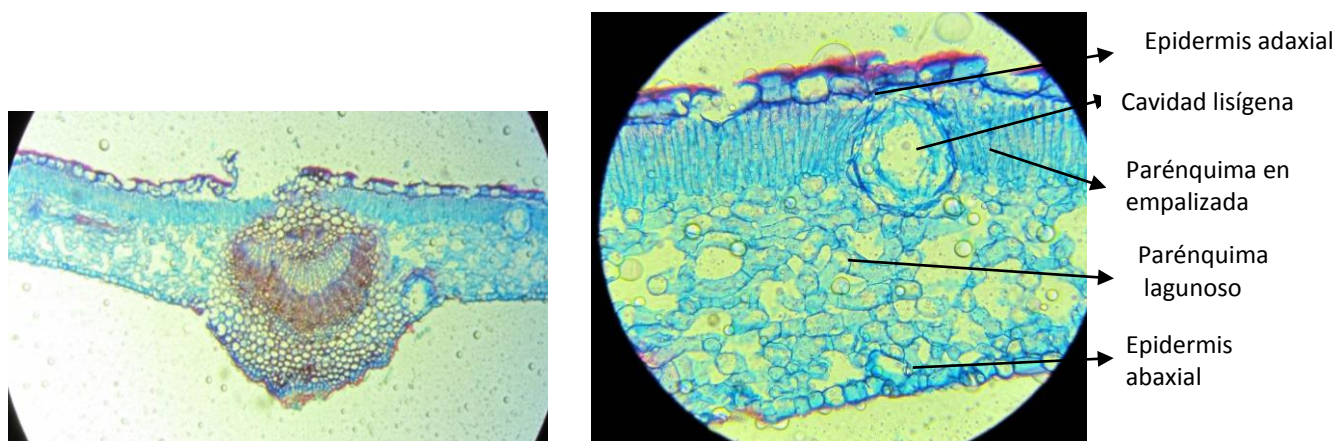


Fig. 13. Corte transversal de hoja *Balfourodendron riedelianum* **A.** con 40X. **B.** con 100 X. Material de la asignatura.

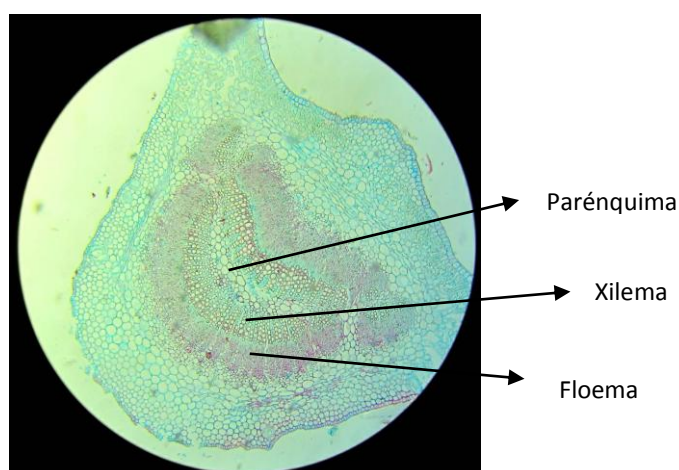


Fig. 14. Detalle de un hacecillo de conducción co 400X Material de la asignatura.

Coloración utilizada para los preparados microscópicos que serán vistos en el Trabajo practico correspondiente.

Los preparados de desprendimiento de epidermis tanto de Monocotiledónea como de Eudicotiledónea están coloreados con Safranina. Es una Técnica Directa (D'Ambrogio de Argueso, 1986). El material se pasa después de varios lavados por alcohol 70º y luego por safranina diluida en solución alcohólica se deja entre 5-10 minutos. Se vuelven a pasar por alcohol 70º, 50º y se montan en portaobjetos.

Con relación al corte de hoja de *Balfurodendron*, la coloración se llama Coloración Combinada Sucesiva Doble: Safranina-Astra blue (Luque *et al.* 1996). Los cortes pasan primero por Safranina disuelta en agua por 30 minutos, se lavan varias veces y pasan por Astra blue también disuelto en una solución acuosa, por 4-5 minutos. Se vuelven a lavar varias veces y se sigue el protocolo de montaje del material.

Glosario

Abaxial: cara inferior o envés de la lámina u hoja.

Adaxial: cara superior de la hoja.

Cambium: tejido meristemático ubicado lateralmente en tallos de plantas leñosas (plantas no herbáceas, son en general árboles que tienen leño o madera). Produce xilema y floema secundarios.

Células oclusivas: células epidérmicas especializadas que rodean al ostiolo de un estoma. A partir del mecanismo de cierre y apertura de las mismas, intervienen en el intercambio de gas y agua.

Crecimiento primario: es producido por los meristemas apicales que alargan el crecimiento de tallos y raíces.

Dicotiledóneas: grupo de plantas dominante sobre la tierra, que pertenecen a las angiospermas o plantas con flor. Ej: rosas, durazneros, lapacho, chivato, algarrobo.

Estoma: abertura, poro u ostiolo en la epidermis de hojas y tallos, limitado por dos células especializadas llamadas oclusivas.

Gimnospermas: grupo de plantas con semillas o espermatófitas, que tienen sus semillas desnudas, en contraposición a las Angiospermas que poseen sus semillas y óvulos dentro de un ovario. Como ejemplos de estas plantas tenemos a los pinos, ginkgos, araucarias, y a las plantas más altas y longevas del mundo, las secuoyas.

Hoja: órgano lateral del tallo comúnmente de forma laminar. Sus principales funciones son la respiración, fotosíntesis y transpiración. El tamaño de las hojas puede ser muy variable desde minúsculas (pocos mm) a varios metros.

Lámina: denominada también limbo a la porción expandida de la hoja comúnmente aplanada y verde, con una cara superior y una inferior o abaxial. Está recorrida por nervaduras (haces de conducción que entran y salen de la hoja) que se presentan en una disposición variada.

Monocotiledóneas: grupo de plantas perteneciente a las angiospermas o plantas con flores. Ej. Pastos, palmera, cereales (arroz, trigo, cebada) lirios, orquídeas.

Pecíolo: es la parte cilíndrica o aplanada que comunica la lámina con su base foliar; sin embargo no todas las plantas lo tienen, en este caso las hojas se llaman sésiles o sentadas.

Peridermis: cubierta protectora que reemplaza a la epidermis en aquellas plantas que poseen crecimiento secundario.

Vena media: también llamada vena principal o mayor, es la que recorre la parte media de una hoja de dicotiledónea. Se corresponde con el haz vascular medio (tejidos vasculares) de la anatomía de la hoja o foliar.

Bibliografía

- Campbell, N. y J. Reece 2007. *Biología*. 7ma. Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires.
- D'Ambrogio de Argueso, A., 1986. *Manual de técnicas en Histología Vegetal*. Facultad de Agronomía U.B.A. Ed. Hemisferio Sur.
- Luque, R.; Sousa, H.C. & Kraus, J.E. 1996. *Métodos de coloração de Roeser* (1972) – modificado- E Kropp (1972), visando a substituição do Azul de Astra por Azul de Alcian 8GS ou 8GX. *Acta Botânica Brasílica*. 10(2): 199-212.
- Raven, P.H. 1991. *Biología de las plantas*. Tomo I. Editorial REVERTÉ. S.A.
- Rudall, P. 2007. *Anatomy of Flowering Plants*. 3rd. edition. Cambridge.
- Schweingruber F. H., Borner A. y E.D. Schulze. 2006. *Atlas of woody plant stems*. Springer.
- Simpson M.G. 2005. *Plant Systematics*. Elsevier.
- Valla J., 2005. *Botánica. Morfología de las plantas superiores*. Editorial Hemisferio Sur S.A. 18° reimpresión.
- [http://www.biologia.edu.ar/botanica/Complemento teórico. Botánica morfológica de las Plantas Vasculares](http://www.biologia.edu.ar/botanica/Complemento%20teórico.Botánica%20morfológica%20de%20las%20Plantas%20Vasculares). Hipertexto de Biología.