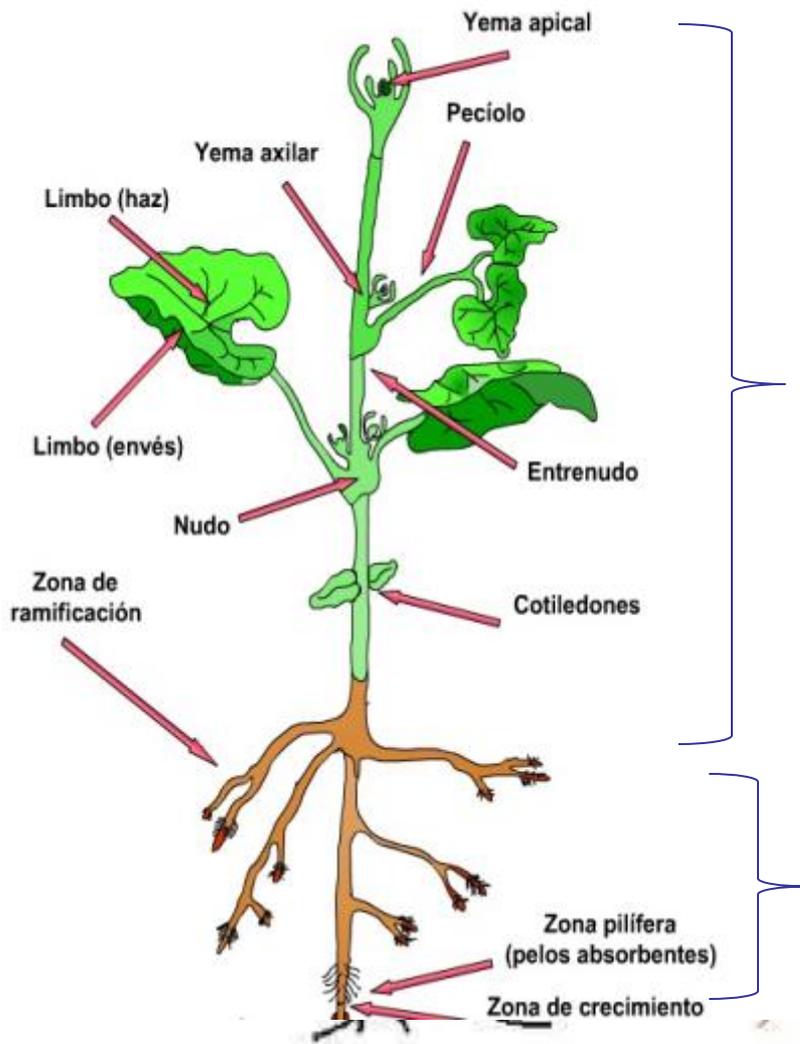


HOJA

*Farmacobotánica
Fac. de Cs. Naturales y Cs. de la Salud
U.N.P.S.J.B*

PARTES DE UNA PLANTA



Sistema aéreo =
vástago

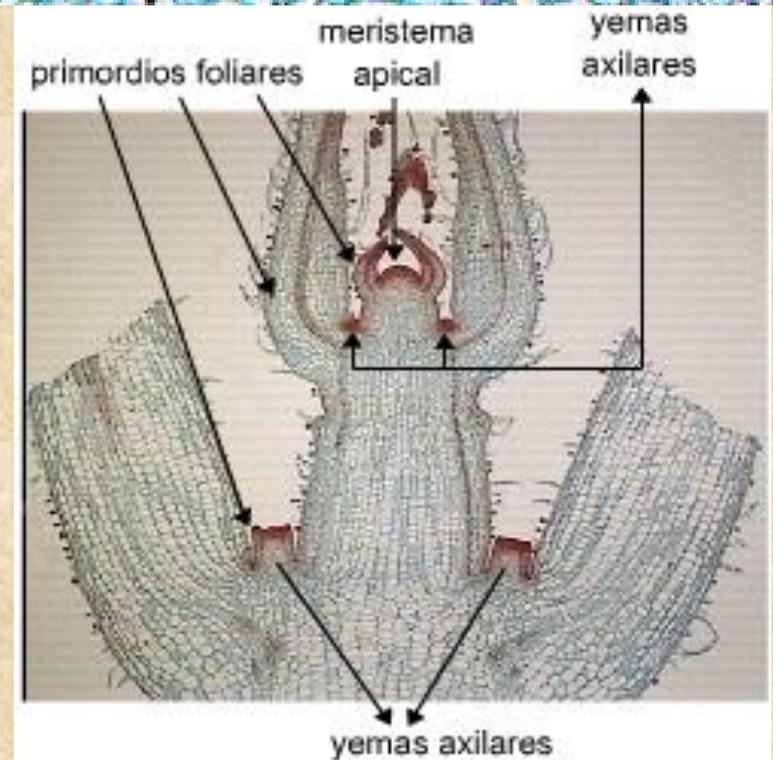
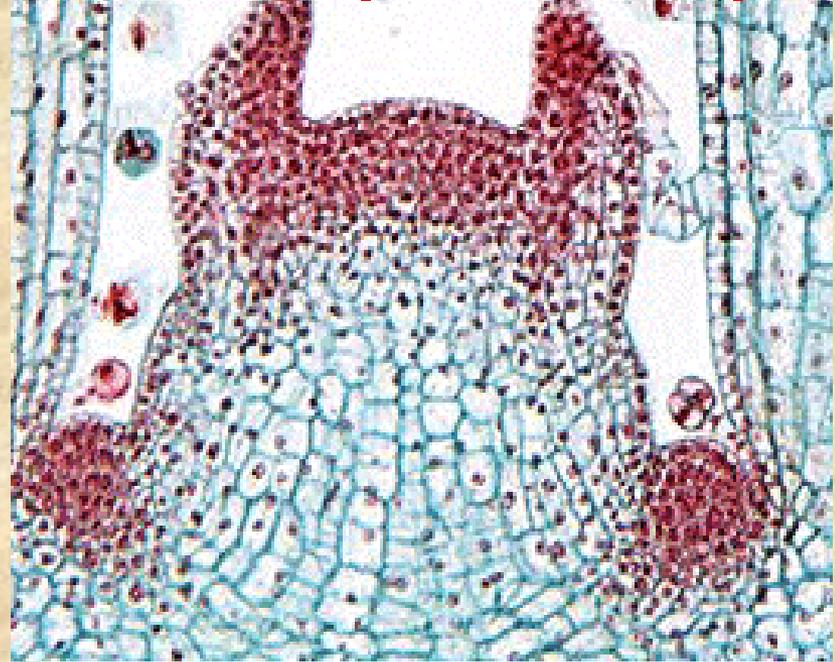
Tallo +
Hojas

Cormo

Sistema radical

Las hojas son órganos vegetativos, generalmente aplanados, situados lateralmente sobre el tallo, encargados de la **FOTOSÍNTESIS E INTERCAMBIO DE GASES**

- La hoja tiene crecimiento determinado y simetría dorsiventral.
- Los demás órganos de la planta, si semejan cilindros. En la hoja podemos distinguir una sección dorsal (adaxial) y una ventral (abaxial).
- Se origina a partir de la expansión de los primordios foliares del meristemo apical.

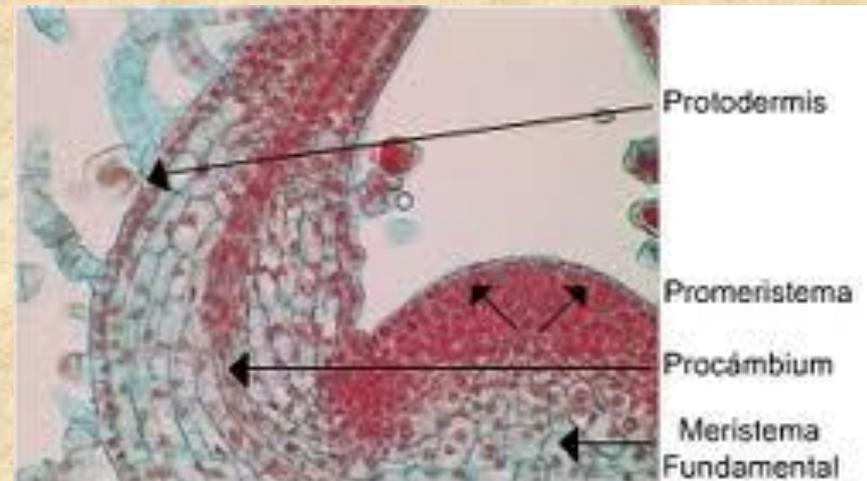
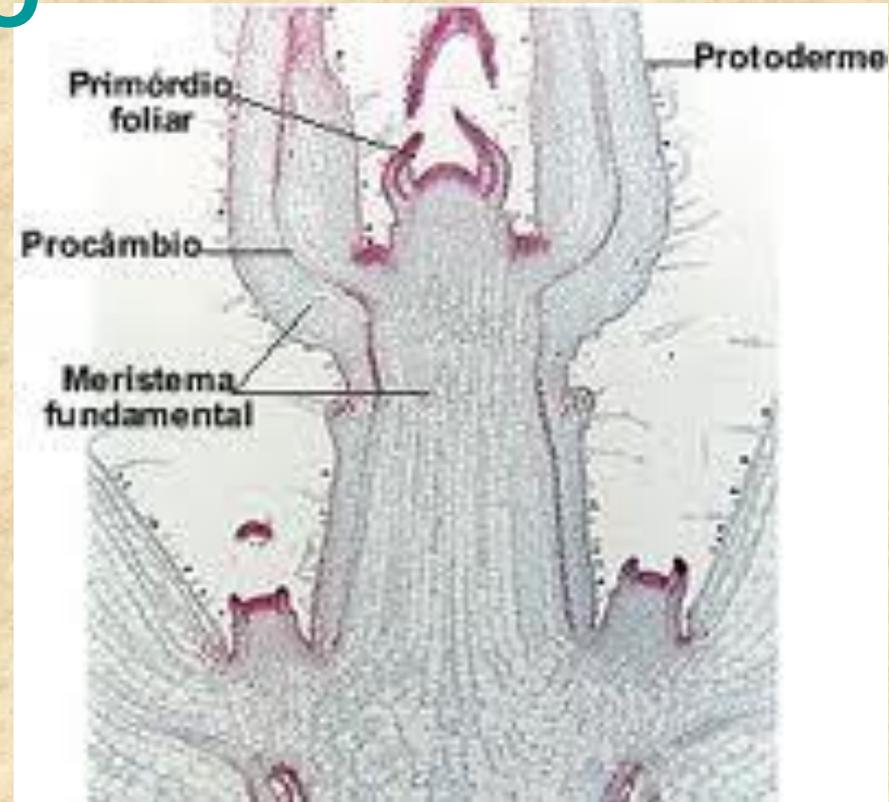


DESARROLLO

La protodermis origina la epidermis de la hoja.

El meristemo fundamental origina el mesófilo de empalizada y esponjoso.

El procambium, origina un cordón de tejido vascular en el interior del meristemo fundamental (se desarrolla a partir del cordón procambial del tallo).



SUCESION FOLIAR

1. Hojas embrionales o cotiledones

Son las primeras hojas que nacen sobre el eje. Su número es característico para cada grupo de plantas: un cotiledón en monocotiledóneas, dos en dicotiledóneas y dos a varios en gimnospermas

2. Hojas primordiales

Son las primeras hojas que nacen por encima de los cotiledones de la planta joven.

3. Hojas vegetativas o nomófilos

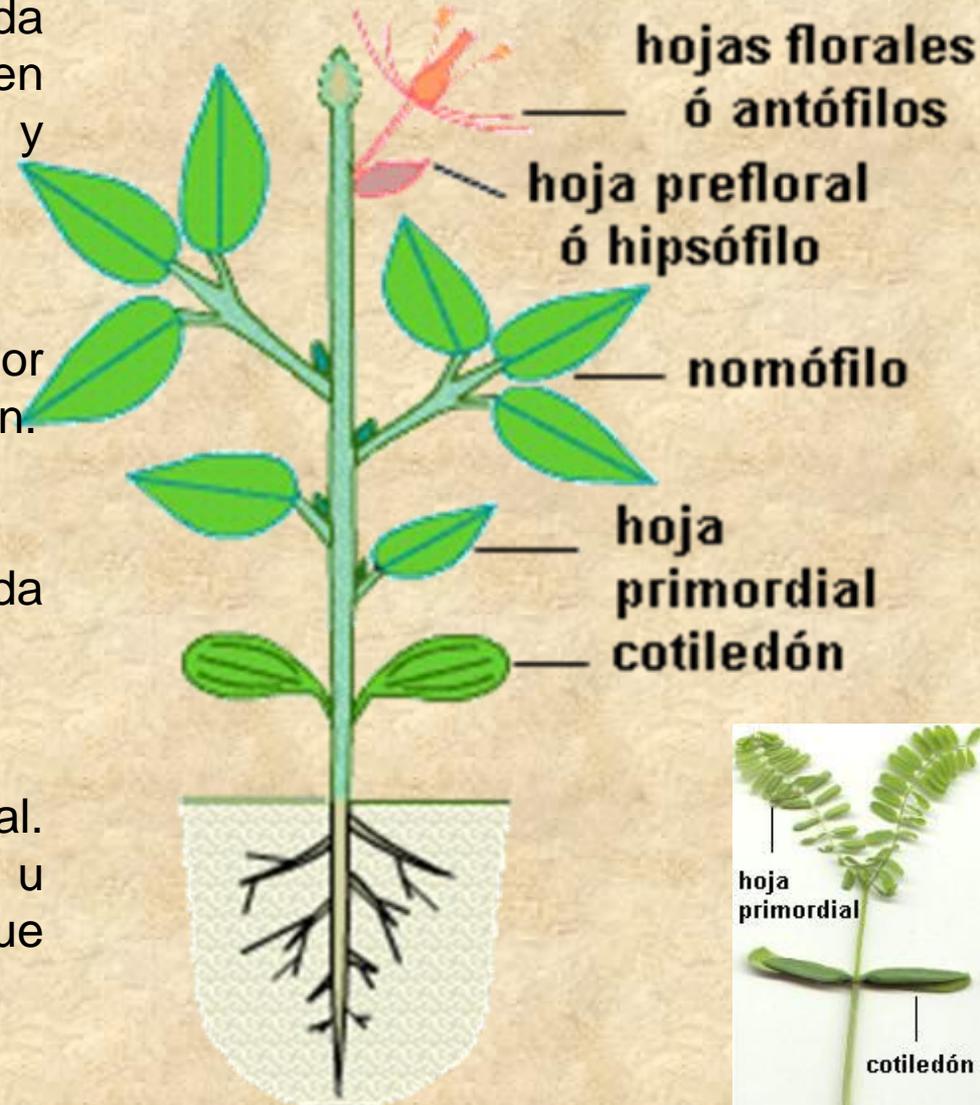
Son las que se forman durante toda la vida de la planta.

4. Profilos

Son las primeras hojas sobre un eje lateral. Luego pueden desarrollarse nomófilos u otras hojas como **brácteas** o **hipsófilos** que protegen a la flor o inflorescencia

5. Antófilos u hojas florales

Son las hojas modificadas que constituyen los órganos florales.



MORFOLOGÍA FOLIAR

- Lámina o limbo
- Pie o pecíolo (cuando está ausente sésil)
- Base foliar
- En la mayoría de las dicotiledóneas, las hojas tienen una vena central o una vena media (pecíolo)





Figura 1(a) Hoja Sésil



Figura 1(b) Hoja envainadora

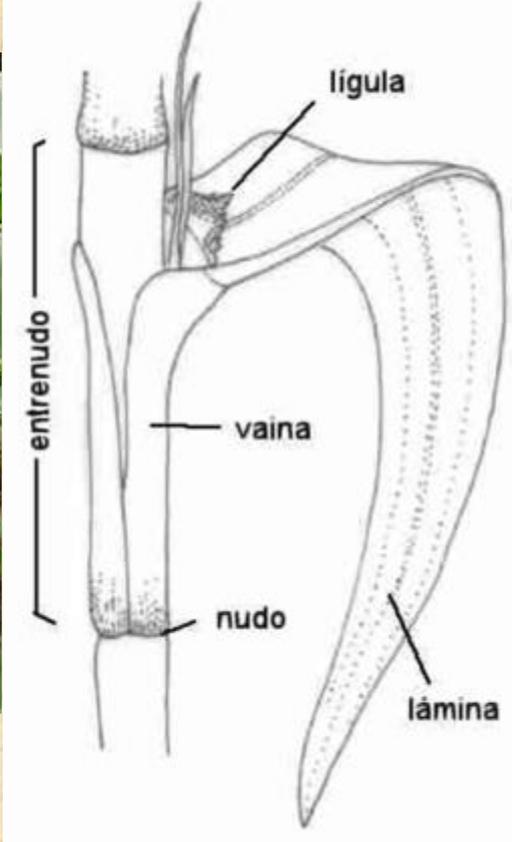
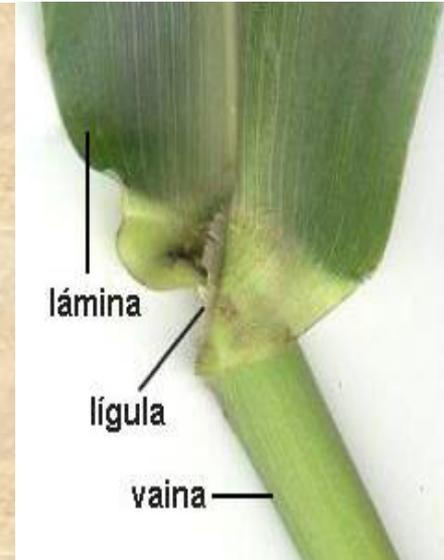


Figura 1(c) Hoja Simple (Bunchosia armeniaca)



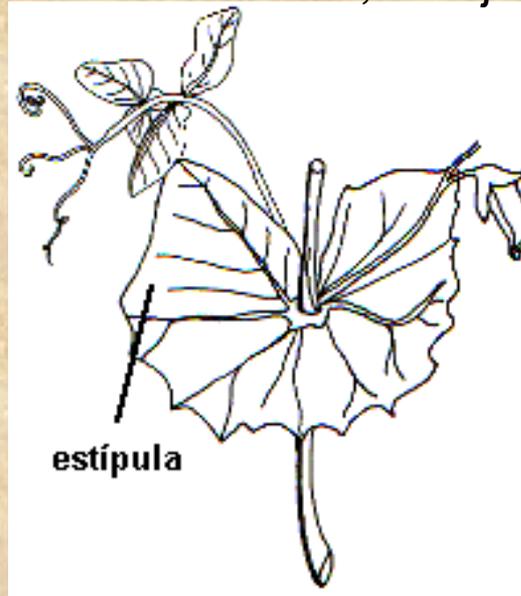
Figura 1(d) Hoja Compuesta (Podocarpus rospigliosi)

•Lígula en monocotiledóneas Gramíneas: aurícula (dos prolongaciones)



Las **estípulas** son dos apéndices asociados a la base foliar. Pueden ser libres, de posición lateral, simples (*Gossypium hirsutum*, algodón), o compuestas (pinnadas en *Delonix regia*), pequeñas o con dimensiones comparables a las del limbo como sucede en la arveja, *Pisum sativum*. Pueden estar ausentes. En *Ficus religiosa* (gomero) las estípulas (e) se sueldan entre sí formando un capuchón que protege el meristema apical.

Pisum sativum, arveja *Gossypium hirsutum*



Ficus religiosa



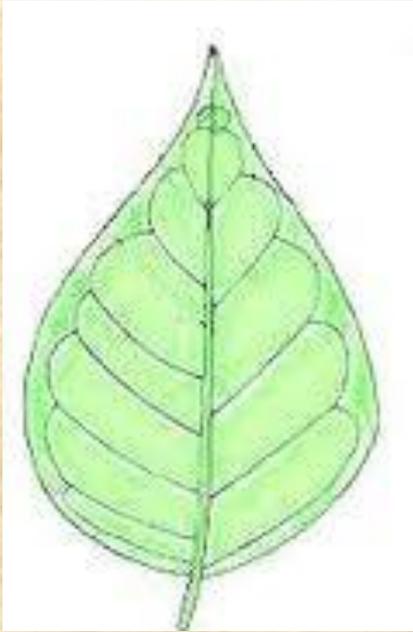
Delonix regia

VENACION

Según los tipos de venación las hojas se clasifican en :

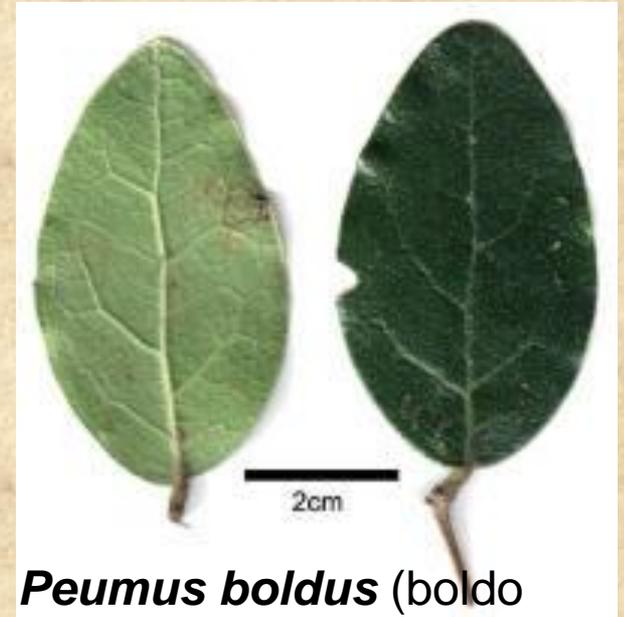
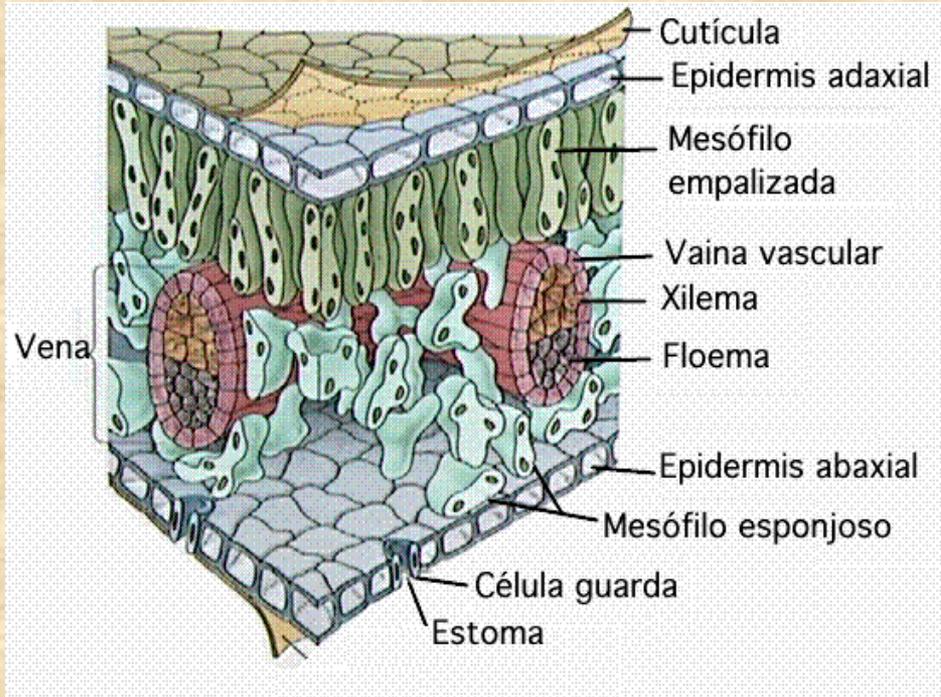
Hojas paralelinervadas, en las que las venas principales corren paralelas entre si desde la base hasta la punta de la hoja. Corresponde a las Monocotiledóneas

Hojas reticuladas o retinervadas: en las que las venas se ramifican formando una red en todo el limbo foliar. Característica de Dicotiledóneas



Sistemas de Venación

Retinervada



Peumus boldus (boldo)

Paralelinervada

Pasto limón ([*Cymbopogon citratus* Stapf](#))

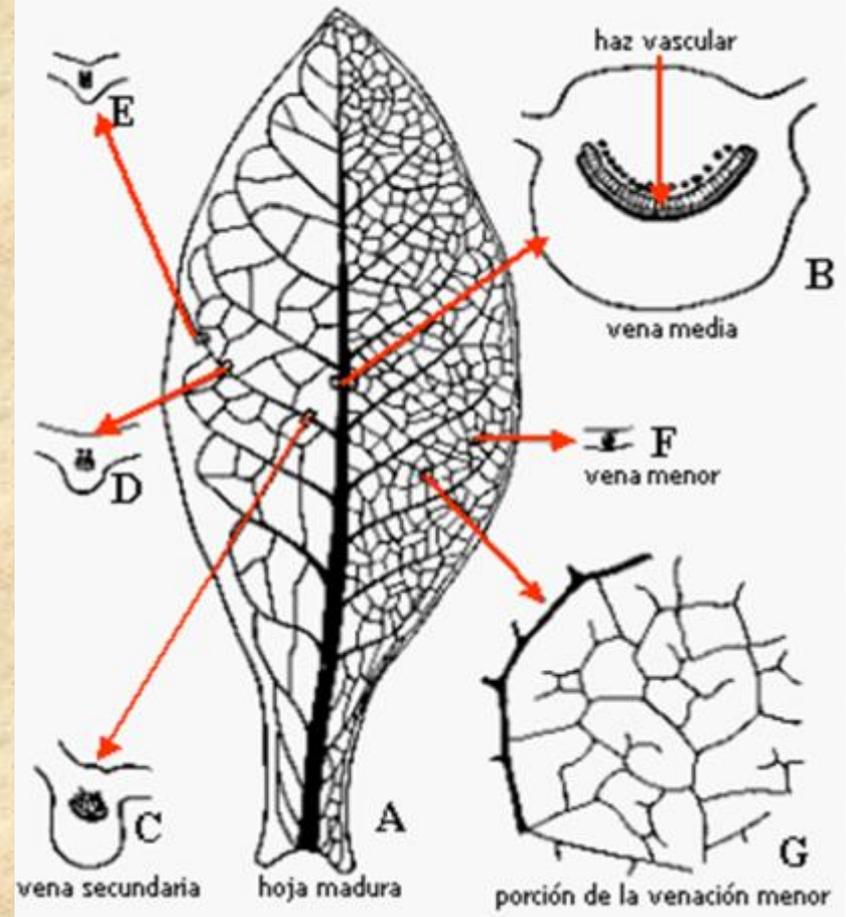


SISTEMA VASCULAR

- El sistema vascular está formado por todas las venas que discurren en el limbo foliar. Se pueden diferenciar dos niveles de organización: la venación mayor y la venación menor.

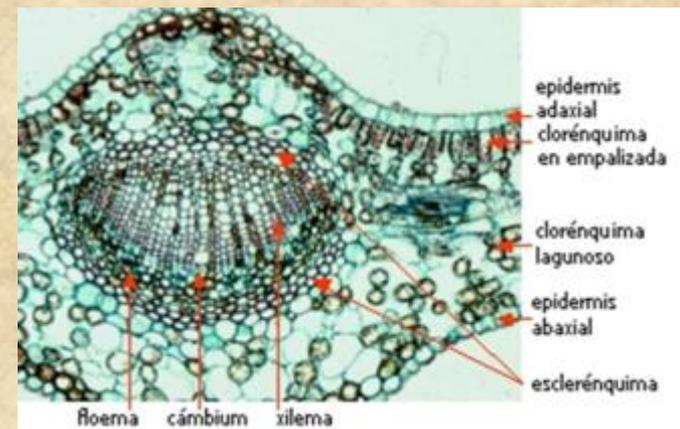
- **Venación mayor.** En las dicotiledóneas generalmente hay una **vena media** o varias venas primarias. La organización vascular de la vena media presenta las mismas variantes que la del pecíolo, ya que es una prolongación del mismo.

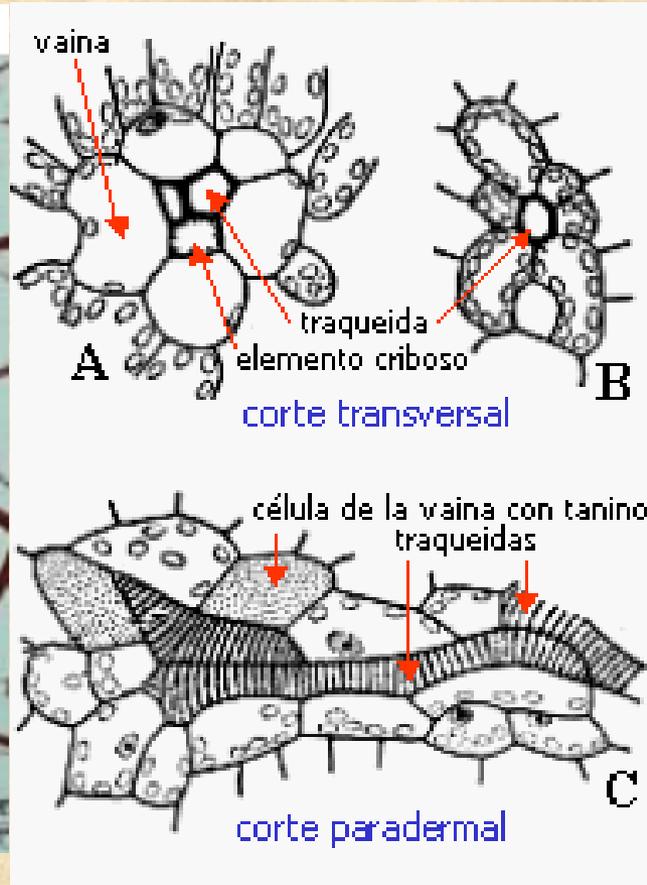
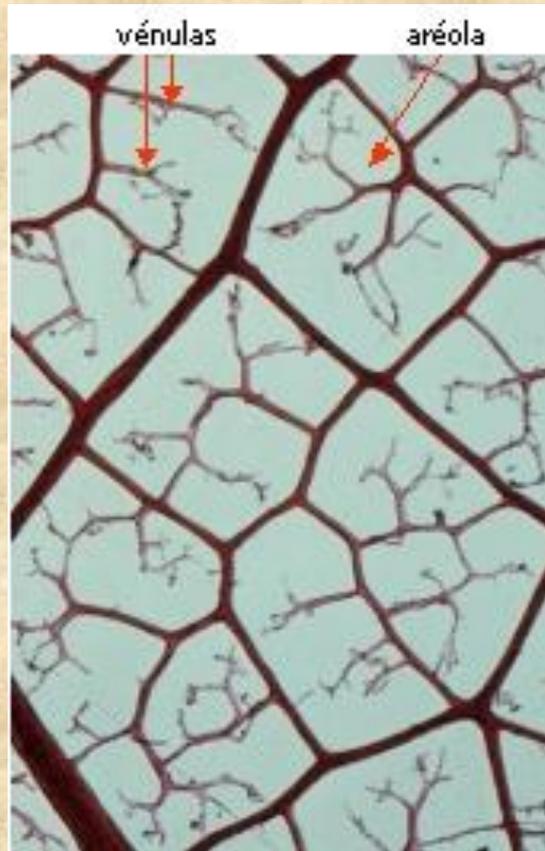
- **Venación menor.** forman una red muy regular. Las **venas menores** no forman costillas salientes, están rodeadas por una **vaina fascicular** de una sola capa de células de espesor.



La **vena media** o **vena principal** forma crestas salientes, en el centro se encuentran el xilema y el floema, dispuestos en uno o varios haces vasculares, rodeados por un parénquima. También se encuentran tejidos de sostén:

Los tejidos vasculares de las hojas son generalmente primarios, pero a veces se puede observar un cámbium funcional y floema y xilema secundarios





Sistema vascular de una hoja

Venación menor en una hoja diafanizada

Venas menores de hojas de dicotiledóneas

Clasificación de las hojas

Por la persistencia en la planta:

Perennes o persistentes. Como las del pino, palmeras, siempre verdes durante todo el año. Son aquellos arboles que mantienen un follaje permanente. Cada año se pueden caer las hojas más maduras, sin embargo, las nuevas brotan con rapidez (normalmente en primavera)

y se unen al resto de hojas, de forma que la copa del árbol nunca llega a estar desnuda.

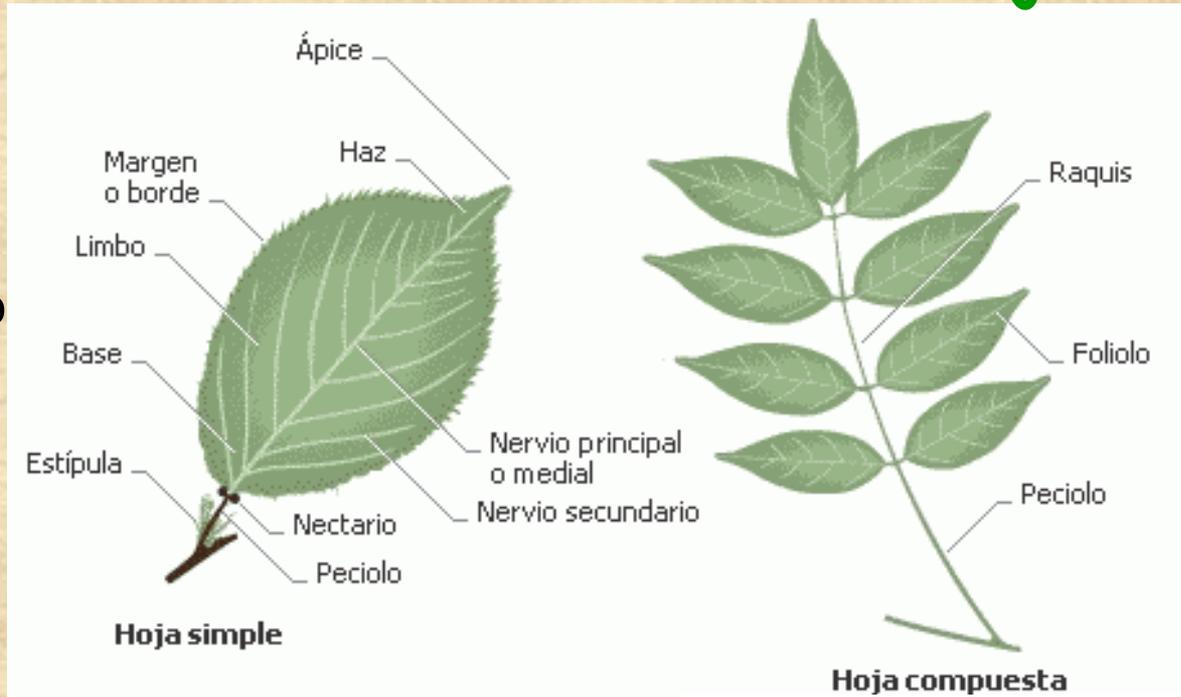
Caducifolias. Como las del álamo, sauce, frutales, raulí, lenga, etc. Arboles de hoja caduca, pierden parte de su follaje en la época del año considerada más desfavorable.



Clasificación de las hojas

Simples

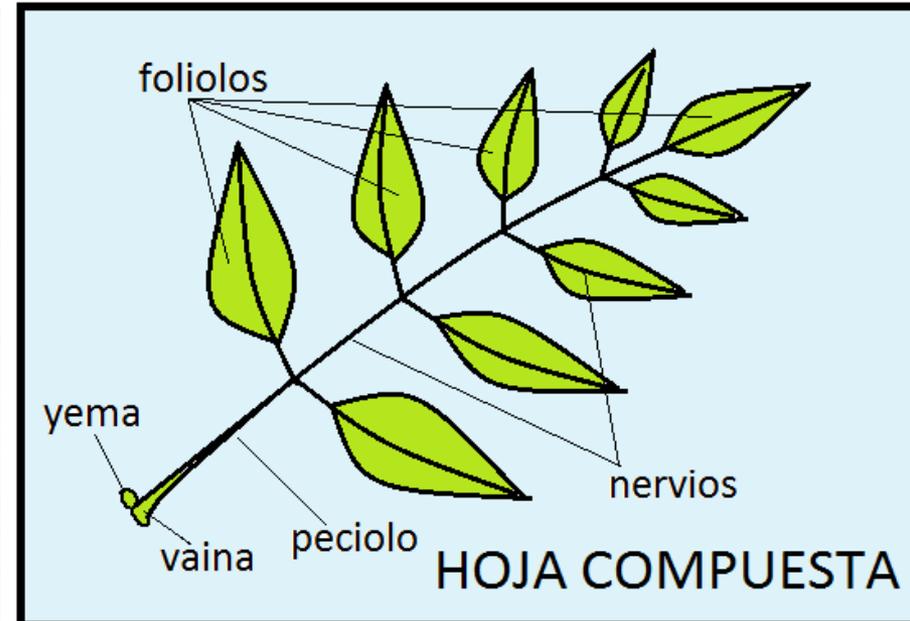
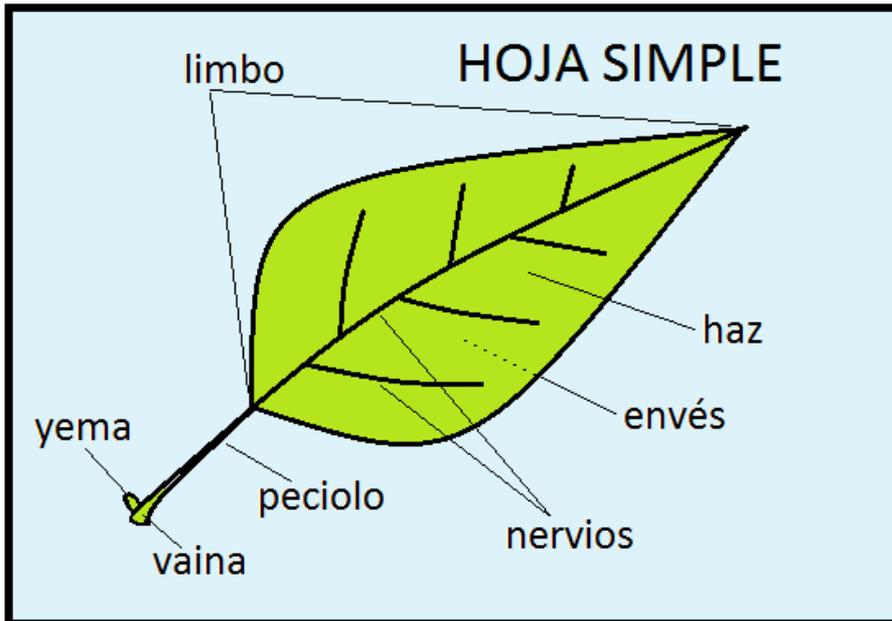
la lámina no se divide



Compuestas:

la lámina está dividida

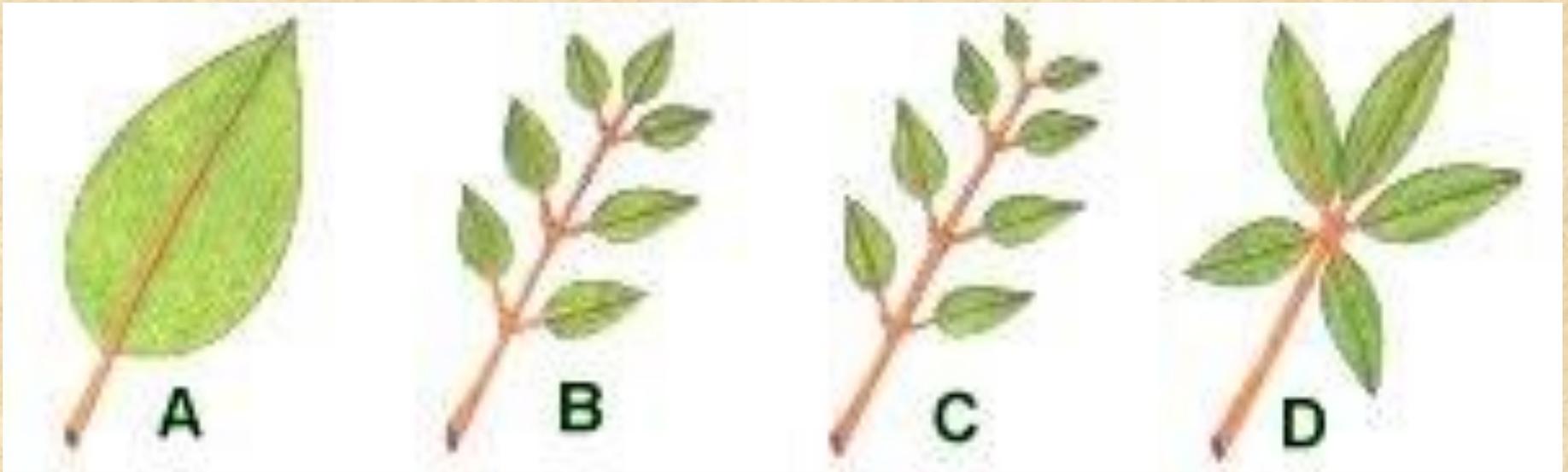
Cada una de las divisiones se llama **FOLIOLLO**



El eje en el cual se insertan los folíolos se llama **RAQUIS**.
Hay diferentes grados de división de las láminas

Pinnadocompuestas

imparipinnadas
paripinnadas
palmeadocompuestas



A- Simple

B- Imparipinnadas

C- Paripinnadas

D- Palmeadocompuestas

Compuestas

Pinnada: subunidades o pinnas dispuestas a lo largo de un eje o raquis.

Paripinnada: si el nervio central termina en dos folíolos

Imparipinnada: cuando termina en un único folíolo

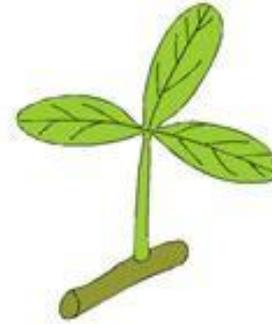
Según el grado de división la lámina puede ser: **bipinnada**, **tripinnada**. En dichos casos hay raquis secundarios, terciarios



Imparipinnada



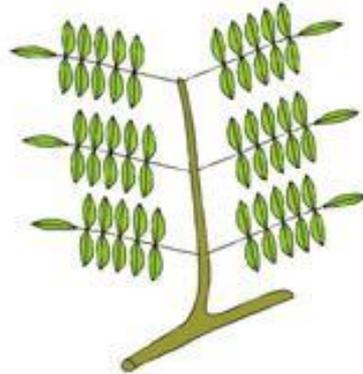
Paripinnada



Trifoliolada digitada



Trifoliolada pinnada



Bipinnada



Palmada o Digitada

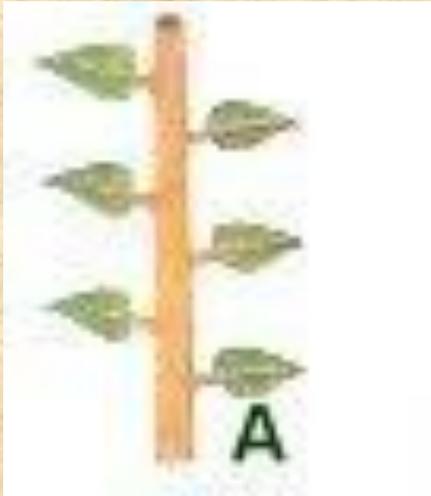


Tripinnada

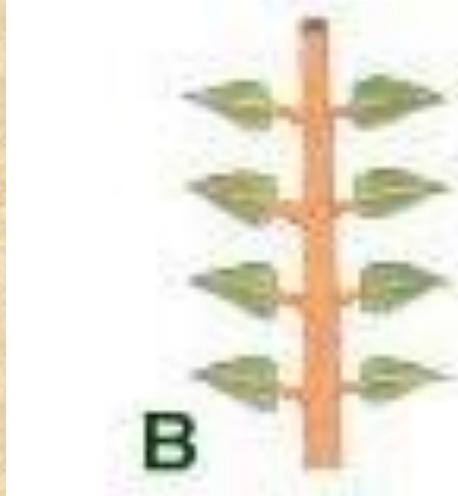
Palmaticompuesta: subunidades o folíolos insertos en el extremo del raquis, (lapacho, palo borracho). Si los folíolos están divididos, la disposición de los foliólulos será pinnada



Por la inserción en el tallo



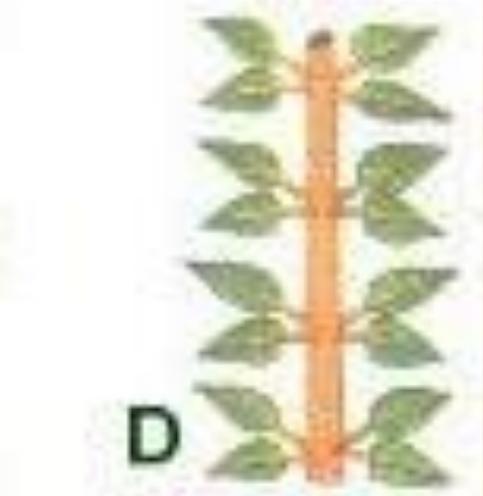
A- Alternas
(D)



Dísticas (B)



Decusadas (C)



Verticiladas

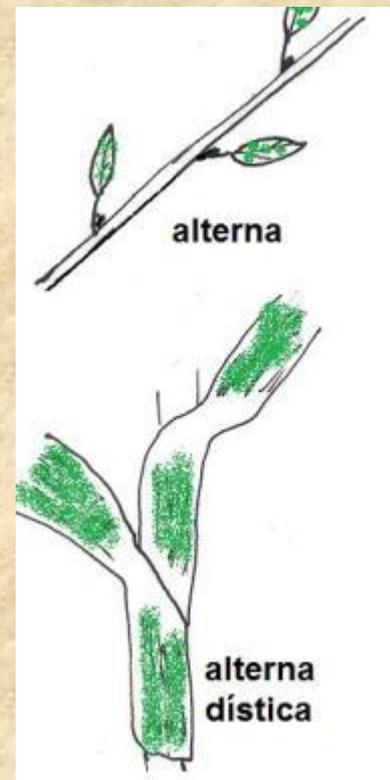
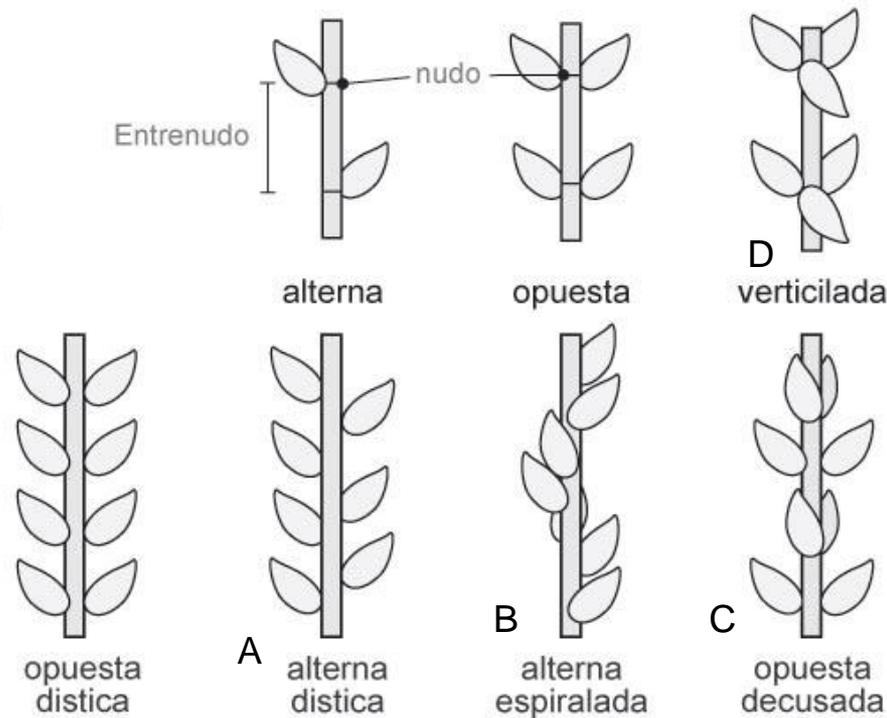
ALTERNA

OPUESTA

VERTICILADA

FILOTAXIS: es la disposición de las hojas sobre el tallo

Filotaxia



El conjunto de hojas inserto en cada nudo constituye un **verticilo foliar**.

DISPOSICIÓN ALTERNADA: En esta disposición, en cada nudo se inserta 1 hoja. Hay dos tipos:

Dística: las hojas se insertan sobre el tallo, a largo de dos líneas opuestas. A

Helicoidal: las hojas están esparcidas sobre el tallo, ordenadas regularmente sobre una espiral B

DISPOSICIÓN VERTICILADA: en esta disposición, 2 o más hojas se insertan simultáneamente en cada nudo del tallo. De acuerdo al número de hojas por nudo:

Decusada: 2 hojas por nudo. C

Verticilada: 3 hojas o más en cada nudo o verticilo. D

PREFOLIACIÓN O VERNACIÓN

La disposición del **primordio foliar** en la yema es la **prefoliación o vernación**.

• Se distinguen varios tipos:

✓ **Conduplicada (plegada)**, limbo plegado en dos a lo largo de la vena media (*Petunia*)

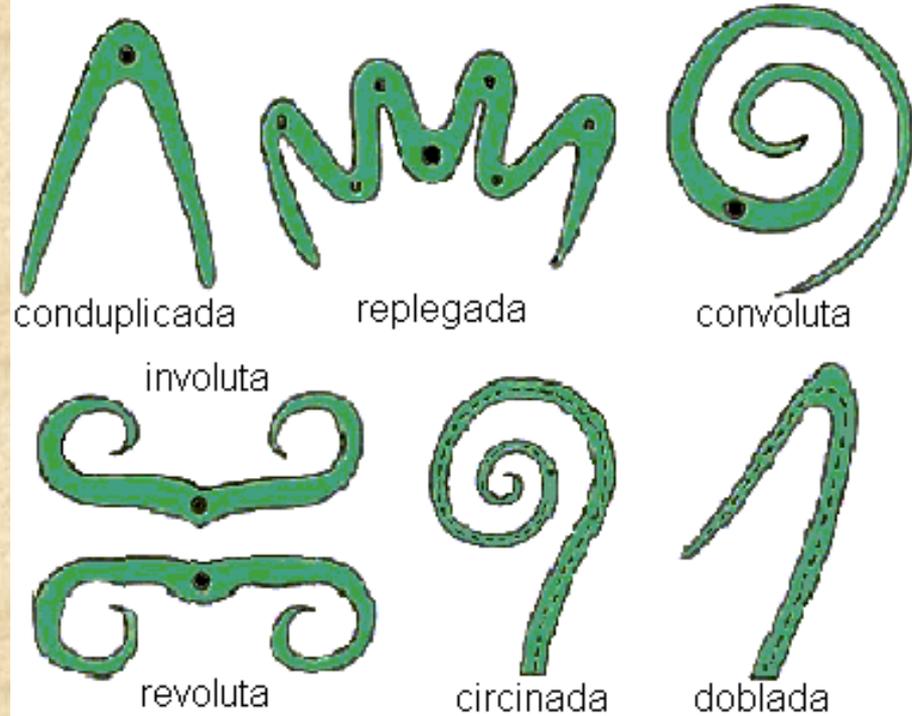
✓ **Replegada (plicata)** limbo plegado como un abanico o como fuelle (vid)

✓ **convoluta**, limbo enrollado paralelamente a la vena media, como un cucurucho (lechuga)

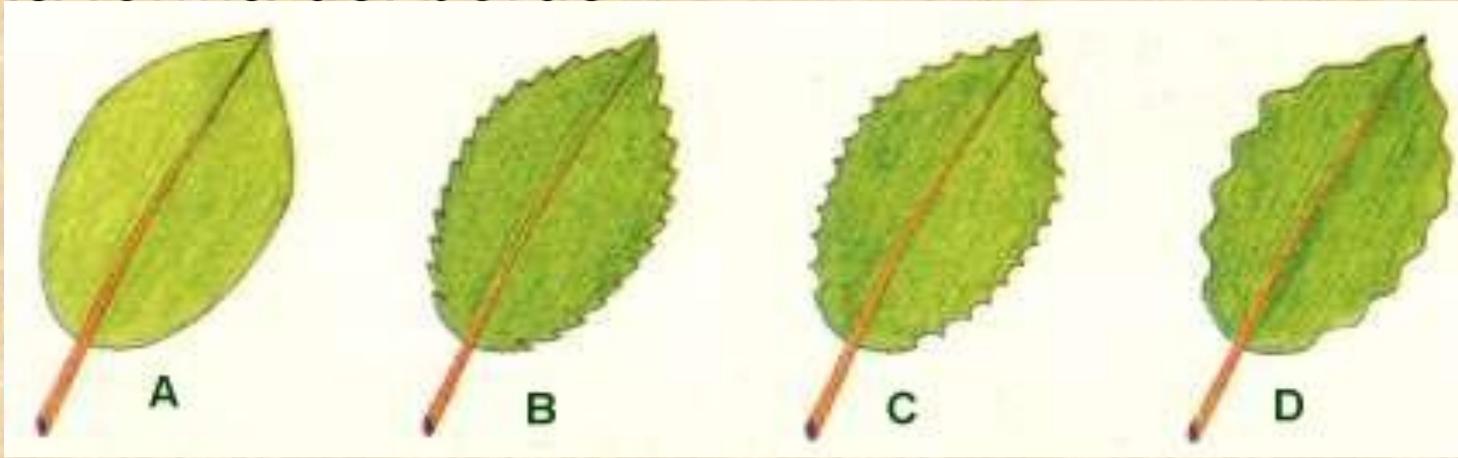
✓ **involuta**, limbo con sus márgenes arrollados hacia el haz, cara superior (álamo, peral)

✓ **revoluta**, limbo con márgenes arrollados hacia el envés, cara inferior (sauce).

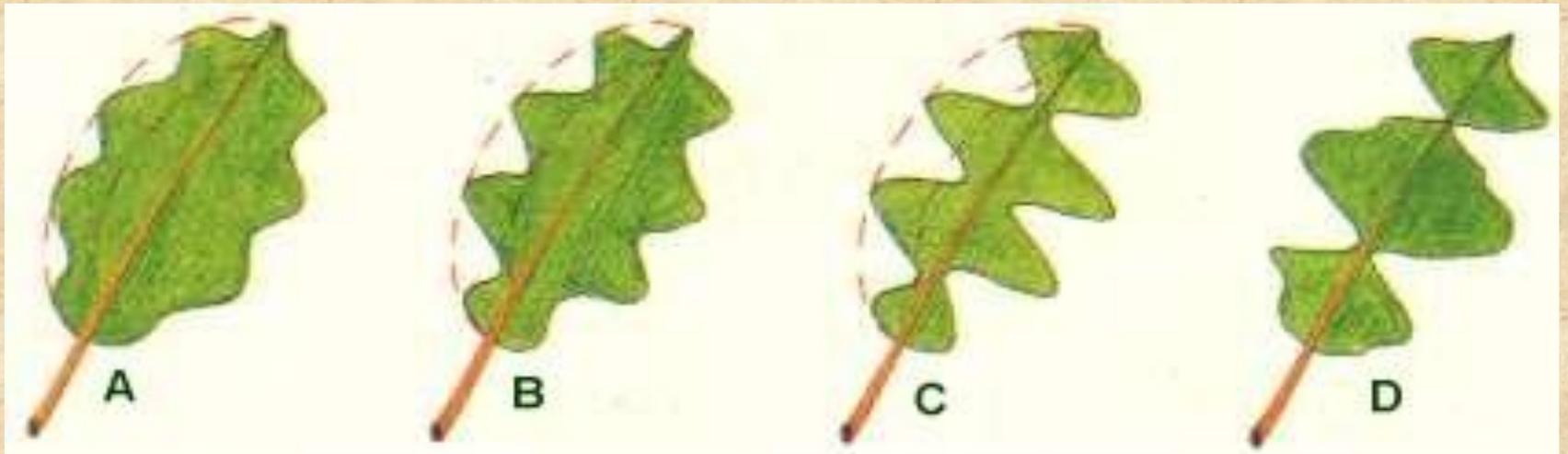
✓ **circinada**, las hojas se enrollan sobre sí mismas desde el ápice hacia la base. Es característica de las pteridófitas, y se presenta raramente en espermatófitas



Por la forma del borde



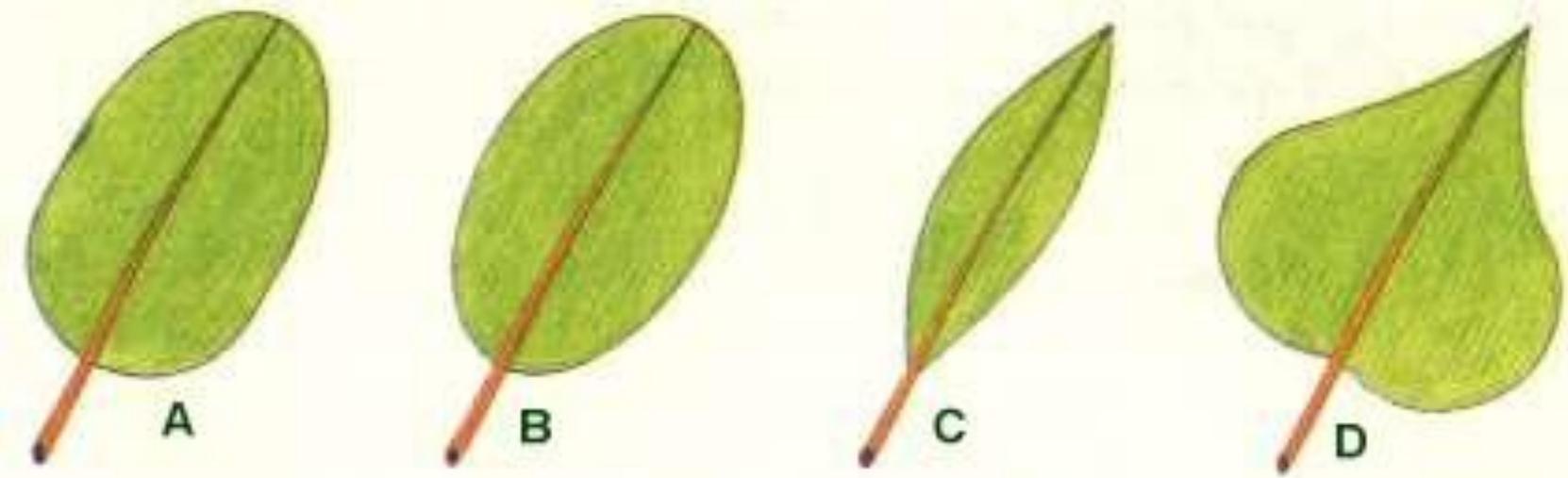
Enteras o lisas (A) Aserradas (B) Dentadas (C) Festoneadas (D)



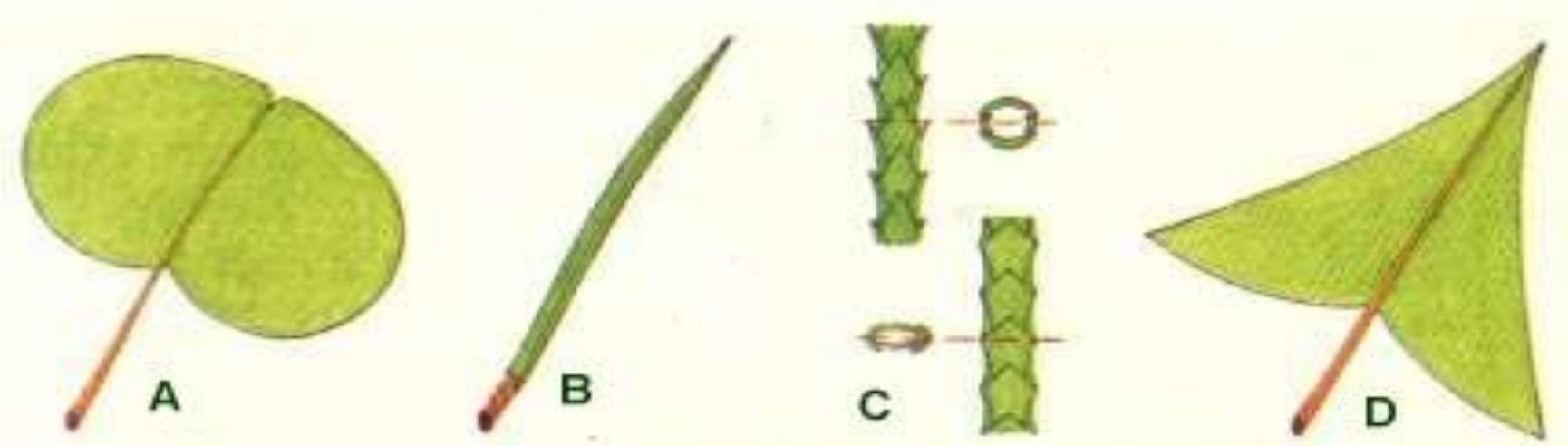
Lobuladas: (A,B,C)

Partidas o runcinadas (D)

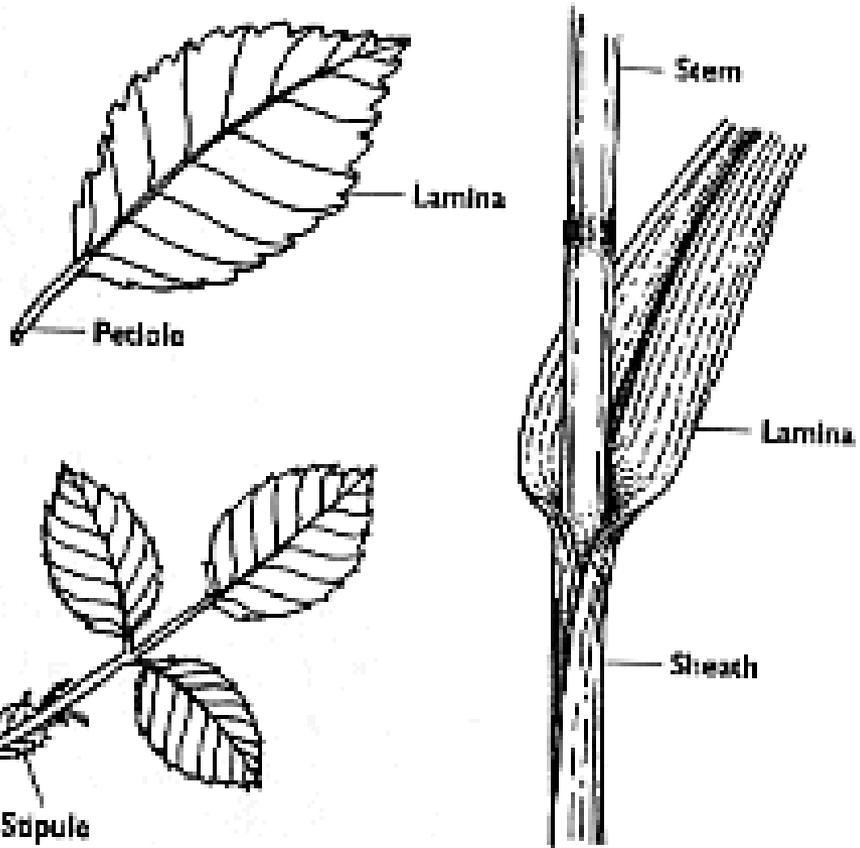
Por la forma del limbo



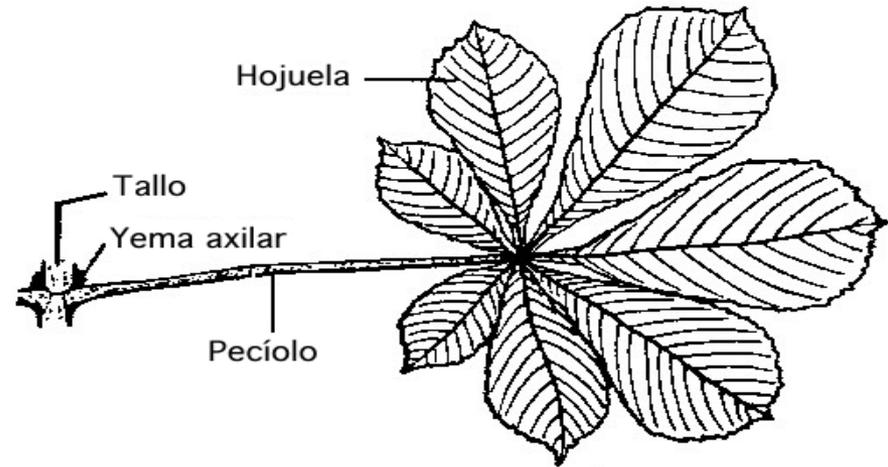
Aovadas u ovadas (A) Ovaladas o elípticas (B) Lanceoladas (C) Acorazonadas (D)



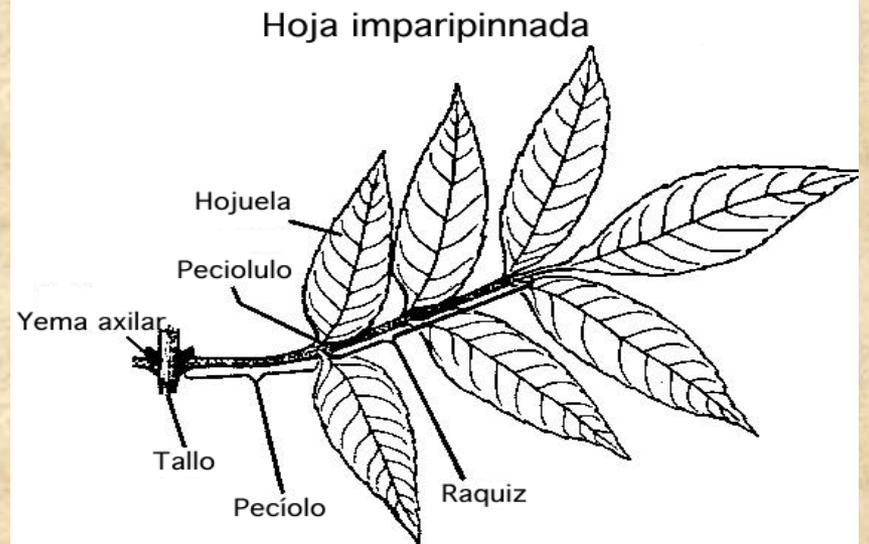
Arriñonadas (A) Aciculadas (B) Escamosas (C) Sagitadas (D)



Leaf parts



Hoja digitadamente compuesta



Hoja imparipinnada

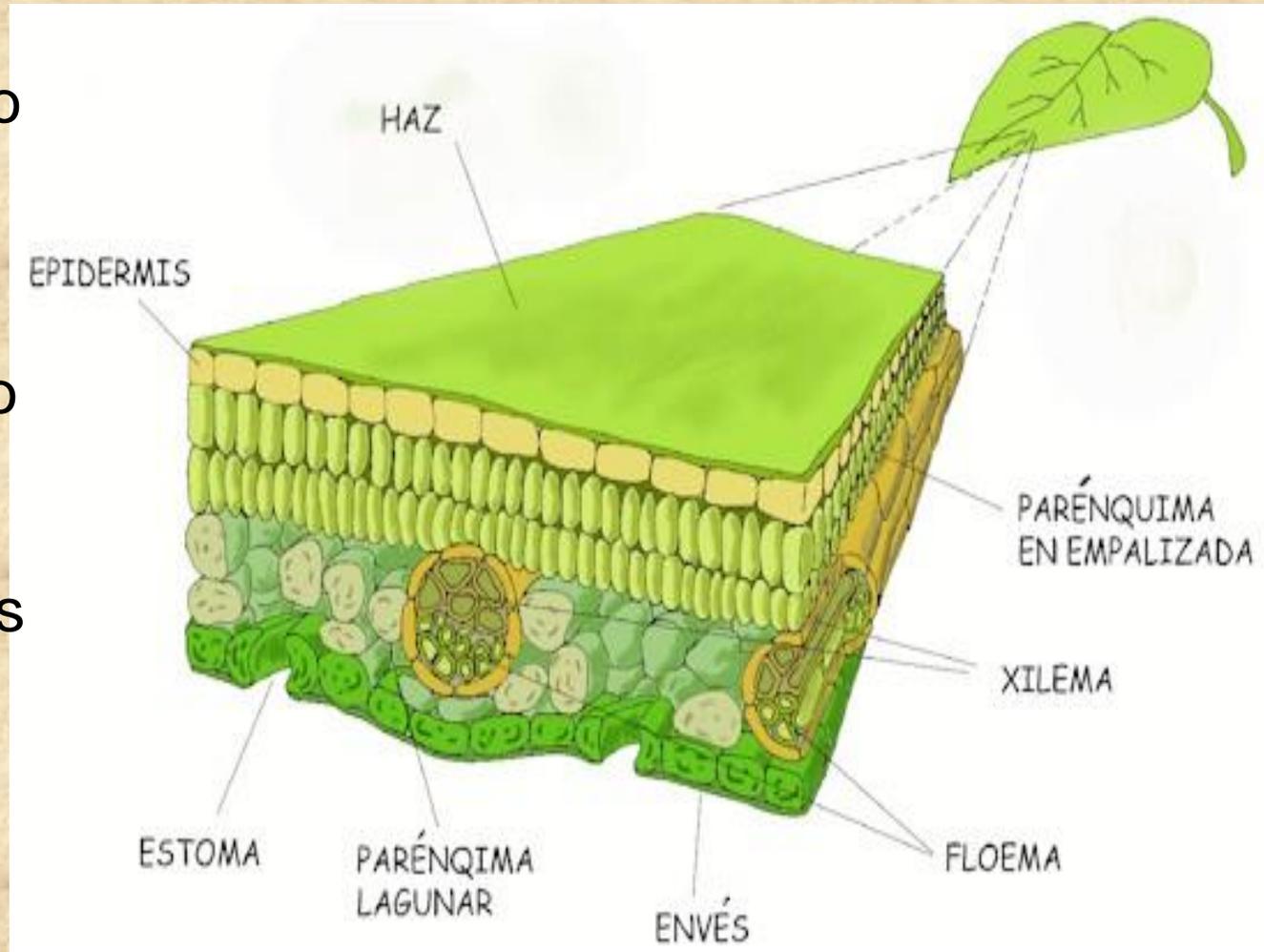
ANATOMÍA FOLIAR

Las hojas, igual que el tallo, están compuestas por tres sistemas de tejidos:

dérmico: constituido por la epidermis

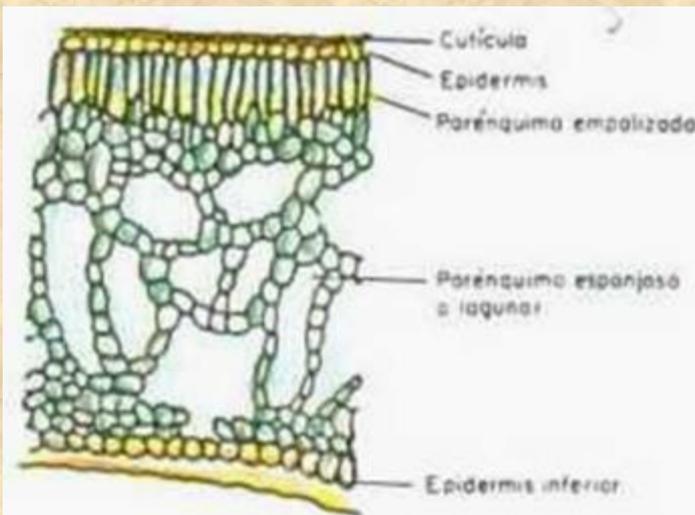
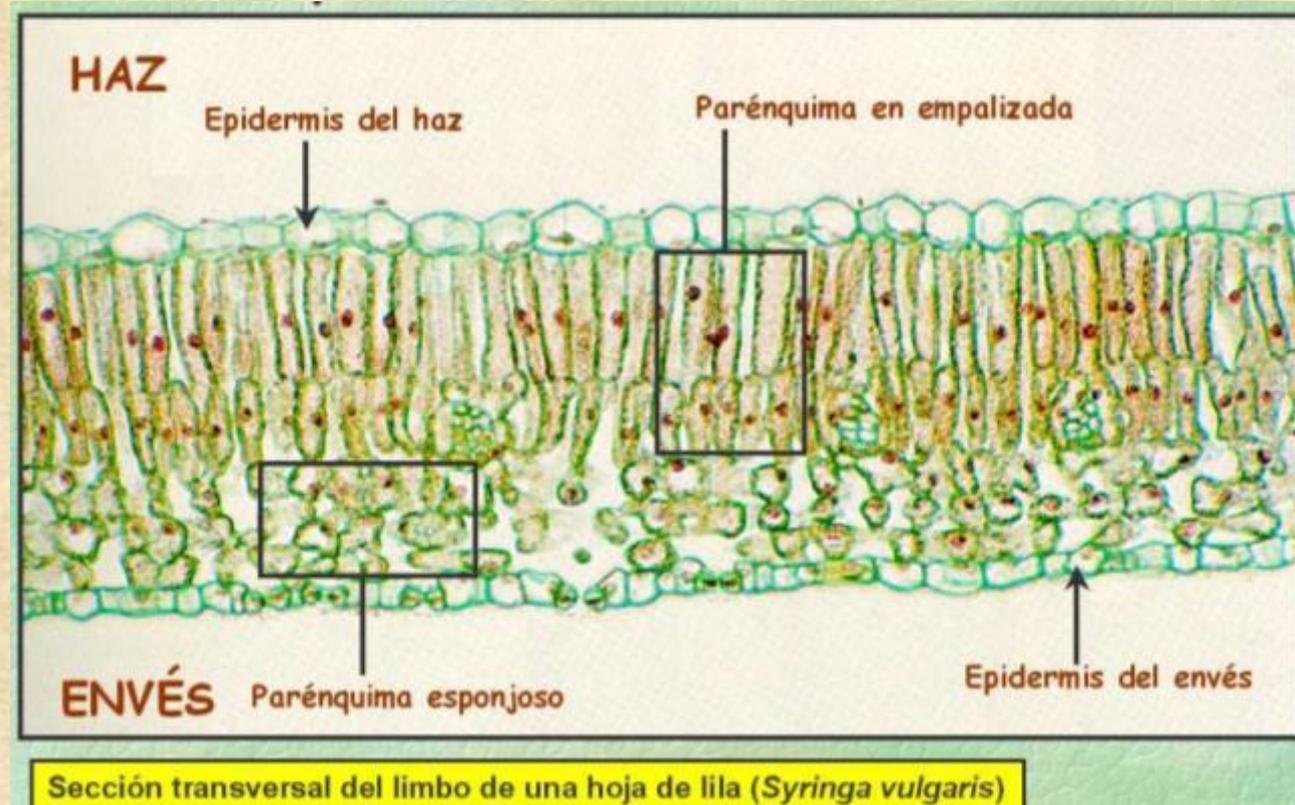
fundamental o mesófilo constituido por el parénquima clorofiliano (el mas importante), y tejidos de sostén

vascular: integrado por el xilema y el floema



Estructura dorsiventral

- Epidermis adaxial y abaxial
- Estomas y otras estructuras epidérmicas (tricomas)
- El parénquima en empalizada está hacia la cara adaxial y el parénquima lagunoso o esponjoso hacia la cara abaxial



Estructura bifacial: hay dos epidermis distintas, el mesofilo está diferenciado, por lo tanto, las caras son distintas. Los haces vasculares se disponen con el xilema hacia la cara adaxial y el floema hacia la cara abaxial.

Frecuente en las Dicotiledóneas.

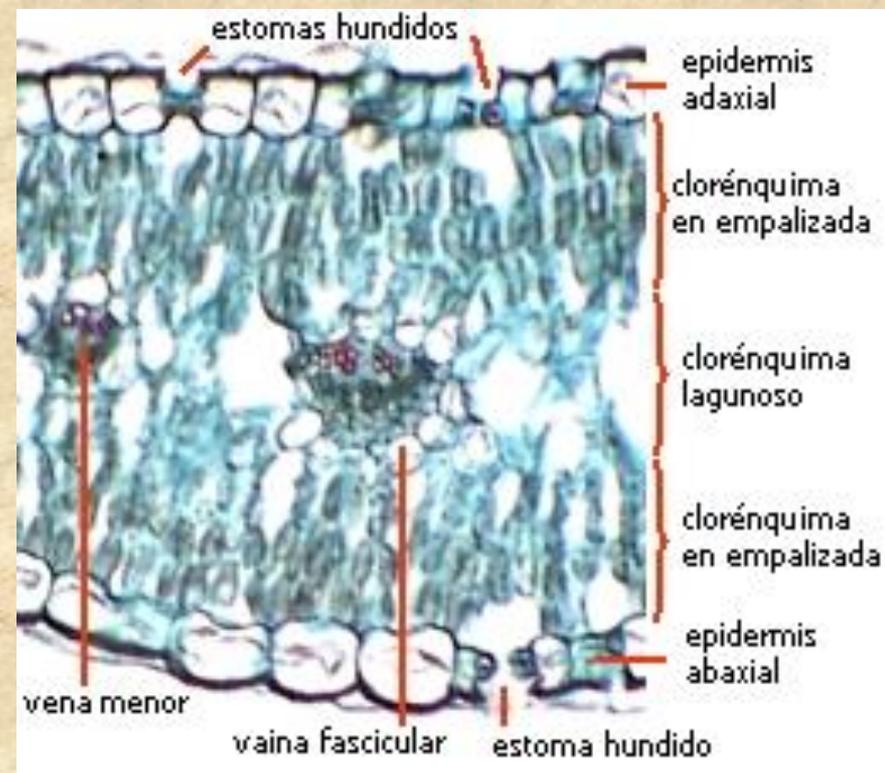
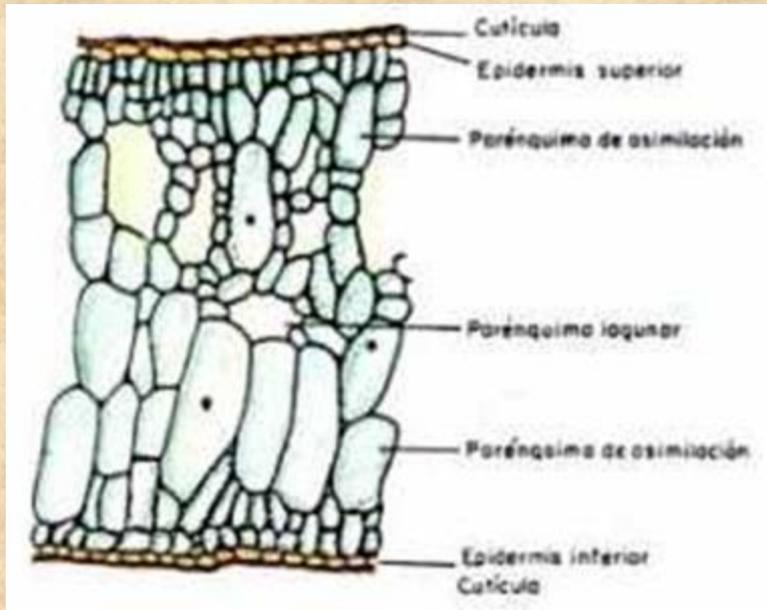
La ubicación de los estomas es variable.

Comúnmente las hojas son **hipostomáticas**, con estomas sólo en la epidermis abaxial (Ej. *Camellia*).

✓ Las hojas **anfistomáticas** los presentan en ambas caras, generalmente con más estomas en la cara abaxial (Ej. clavel).

✓ Las hojas **epistomáticas** presentan estomas sólo en la cara adaxial (Ej. *Victoria cruziana*, irupé).

Estructura isolateral



Estructura unifacial: hay una sola epidermis, el mesofilo es isolateral, por lo tanto las caras son iguales.

Los haces vasculares se ubican sobre ambos lados con el xilema interno y el floema externo. Ejemplo: el lirio (*Iris* sp.),

- ✓ cuando el tejido en empalizada se observa sobre las dos caras del limbo foliar, y el parénquima lagunoso queda en el medio.
- ✓ Característica de plantas con hojas erguidas o péndulas (*Dianthus*, *Artemisia*, *Silene*).

Dianthus: hoja anfistomática isobilateral

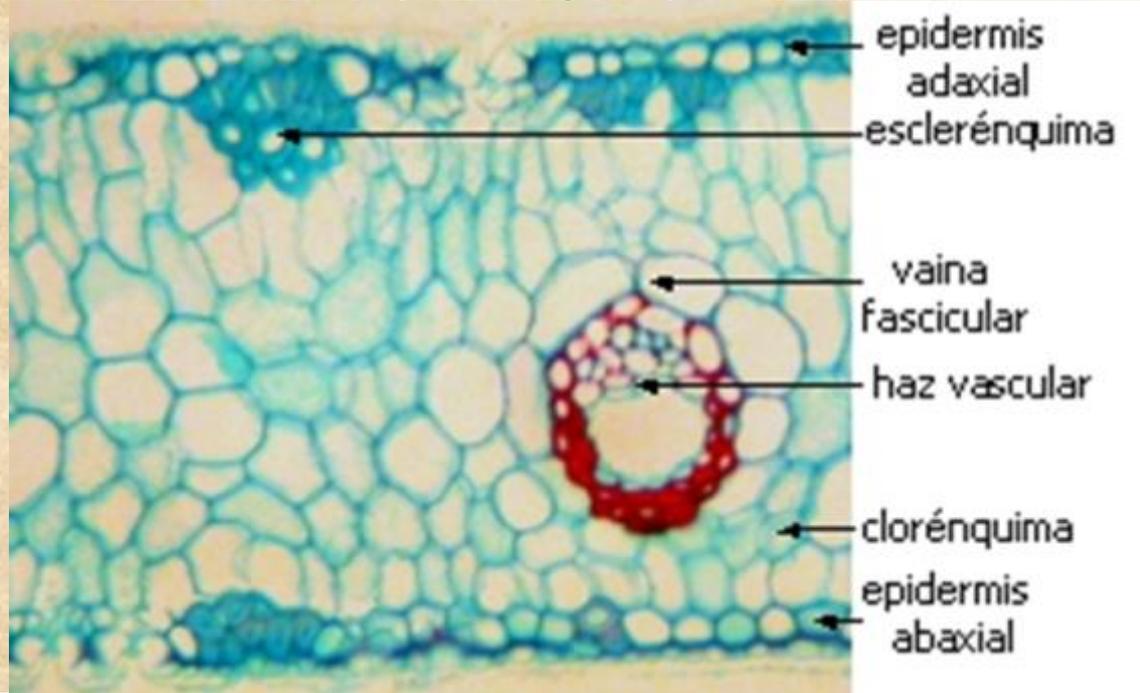
Estructura homogenea

En monocotiledóneas, en general

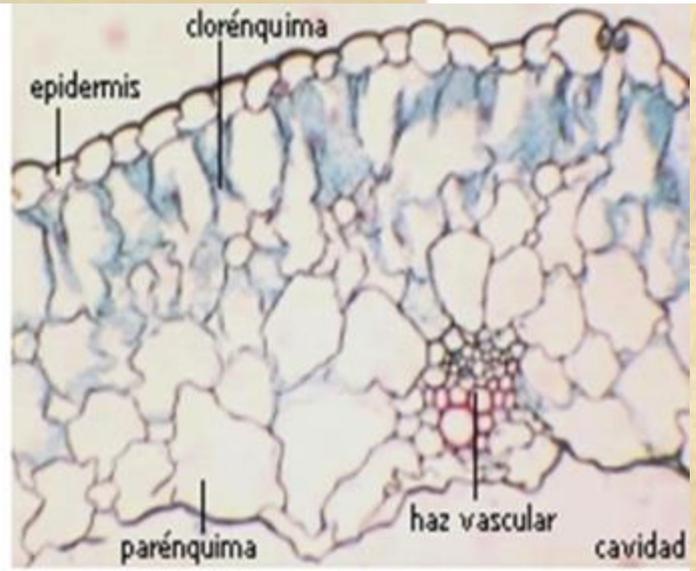
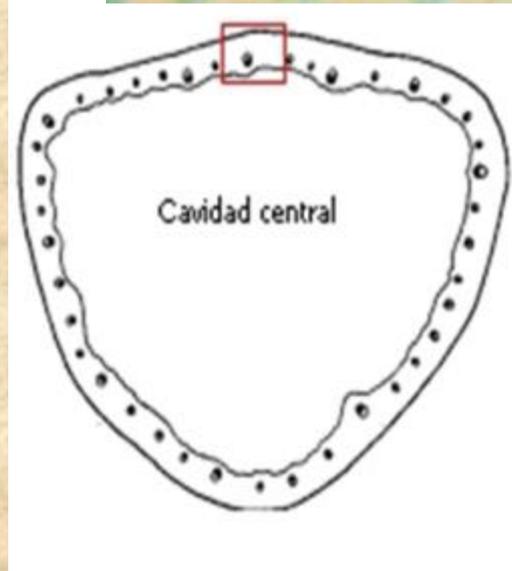
mesófilo homogéneo

formado por células más o menos redondeadas, como sucede en plantas herbáceas como el lino (*Linum usitatissimum*), la lechuga (*Lactuca sativa*), la arveja (*Pisum sativum*),

Acoelorrhaphe wrightii (Palmae)



En las hojas tubulares de *Allium* el tejido en empalizada aparece cerca de la epidermis alrededor de la circunferencia entera, y por debajo de ella hay parénquima esponjoso. En el centro de la hoja hay una gran cavidad.



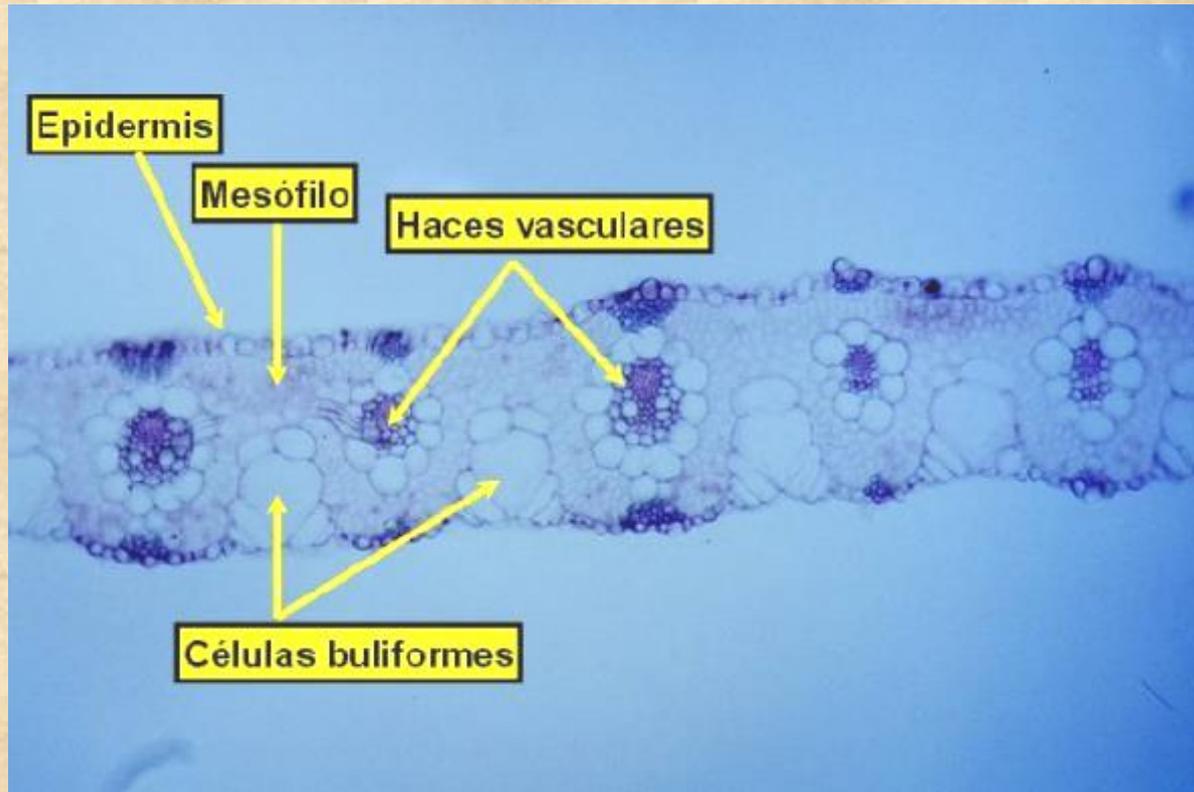
Las hojas ensiformes presentan mesófilo homogéneo o isobilateral.

Las Células Buliformes.

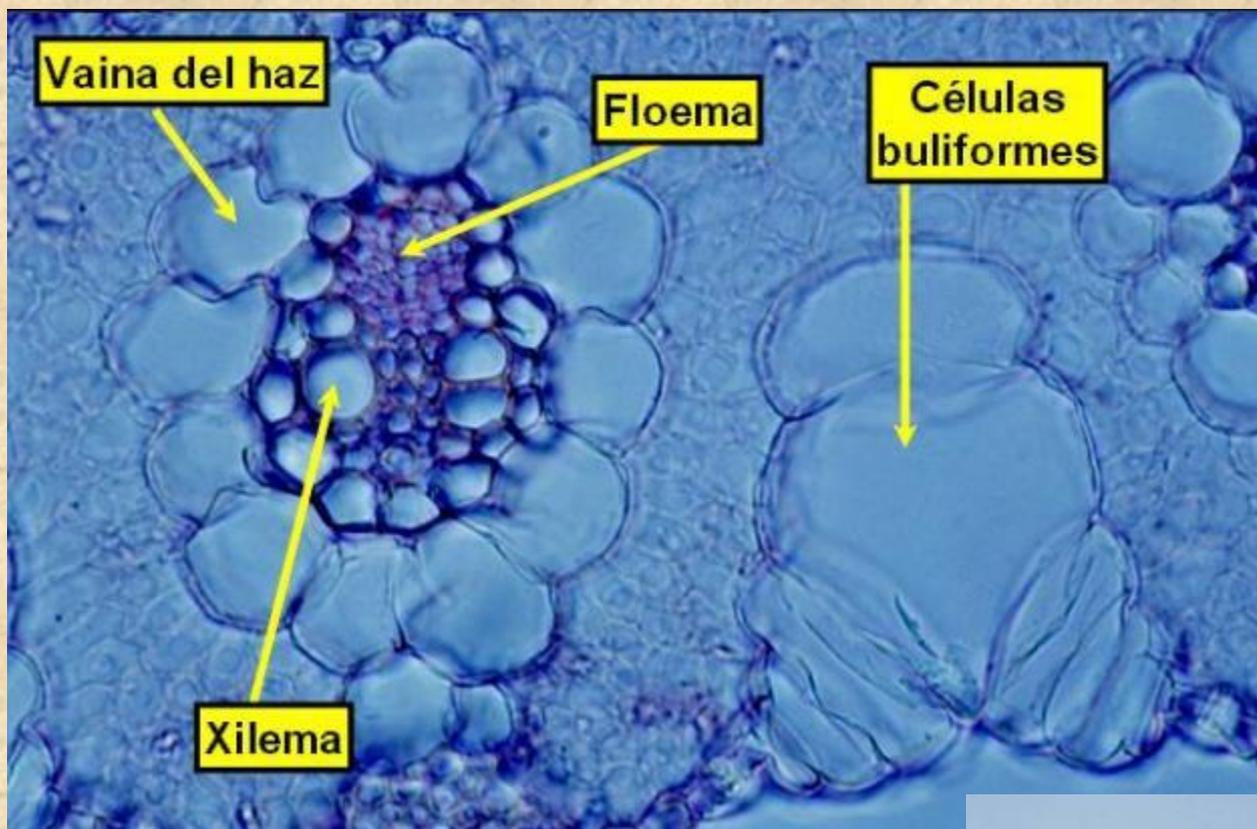
Caracteres Generales:

- En epidermis de hojas de gramíneas y otras monocotiledóneas.
- Células muy grandes y sin cloroplastos, de pared delgada y sólo de tipo primario.
- Presentan cutícula.
- Presentan una gran vacuola con un alto contenido en agua.
- Se distribuyen formando bandas paralelas a los vasos conductores, o bien en masas en las zonas de pliegue de las hojas.

Transversalmente las bandas toman **forma de V**



Corte transversal de una hoja de carrizo (*Phragmites* sp.) mostrando la disposición de las células buliformes.



Detalle de un haz vascular y de una masa de células buliformes en la hoja

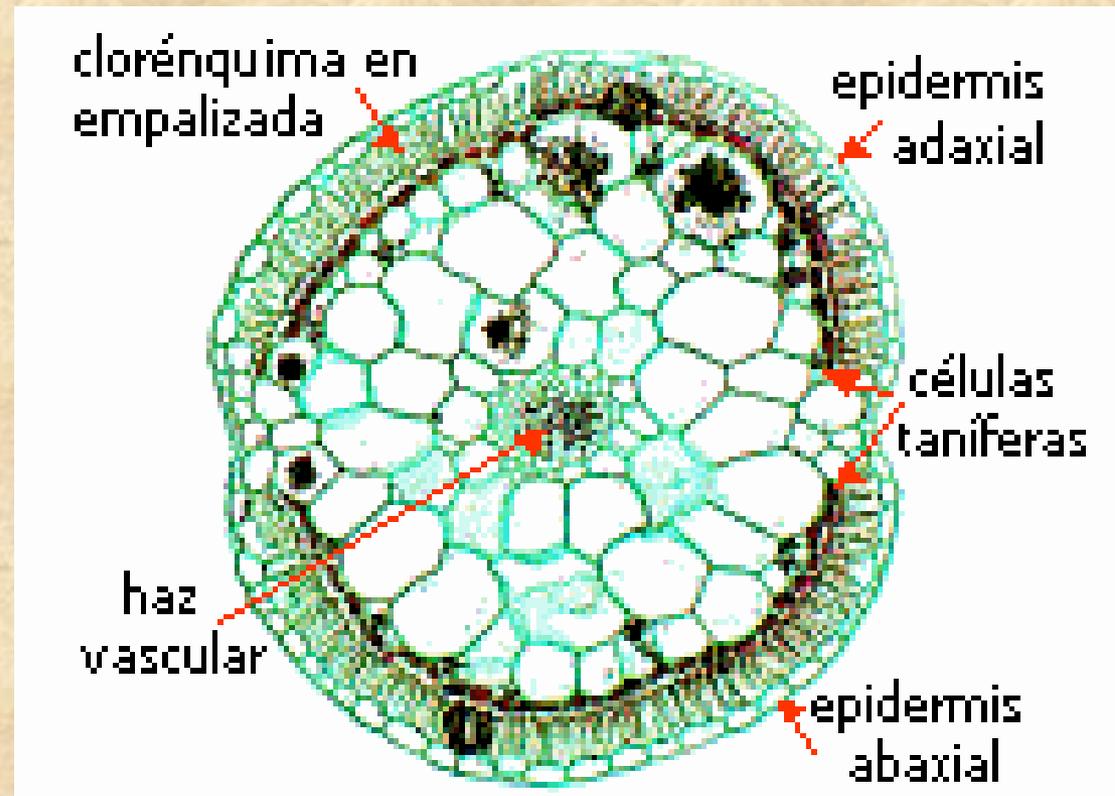
Función: intervienen en el enrollamiento y desenrollamiento de las hojas.

Corte transversal de una hoja de palmera mostrando la disposición de las células buliformes.



✓ **céntrico**, modificación que se encuentra en hojas muy angostas, casi cilíndricas: el parénquima en empalizada adaxial forma una capa casi continua con el abaxial ([Salsola](#)).

Esta organización es frecuente en xerófitos y plantas con hojas suculentas, presentan el mesófilo con células pequeñas, el parénquima en empalizada está más desarrollado que el esponjoso y frecuentemente está reforzado por esclerenquima.

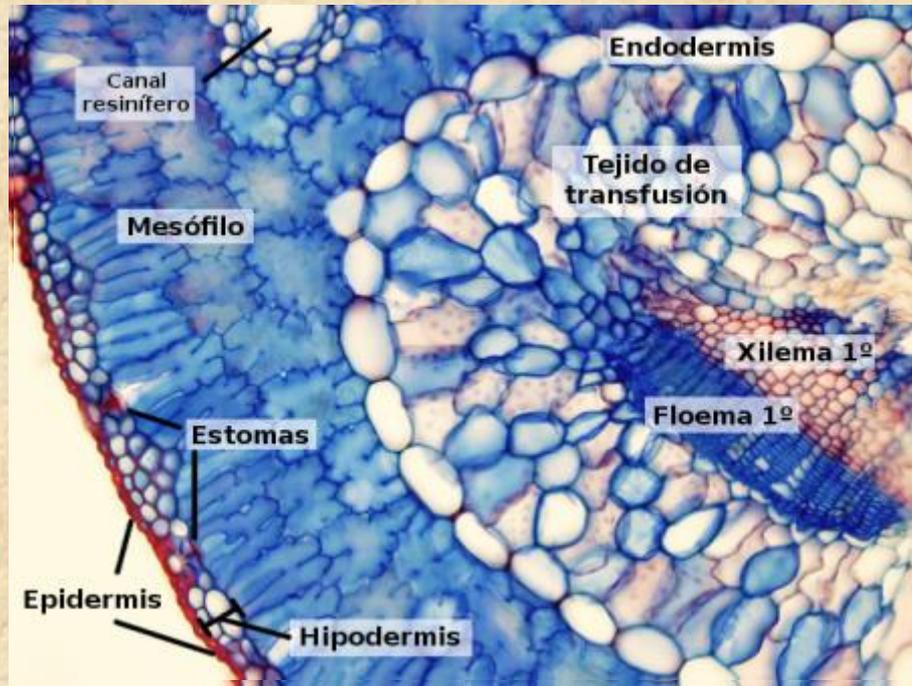
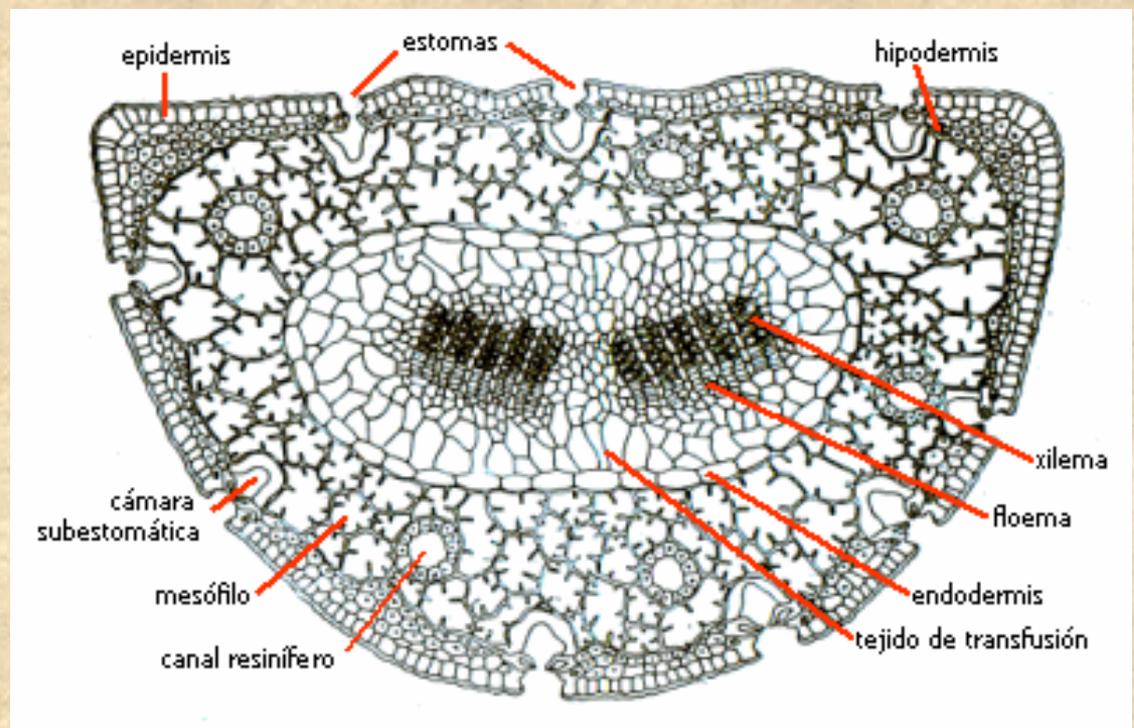


Salsola, mesófilo céntrico

Estructura radiada o equifacial Hoja acicular.

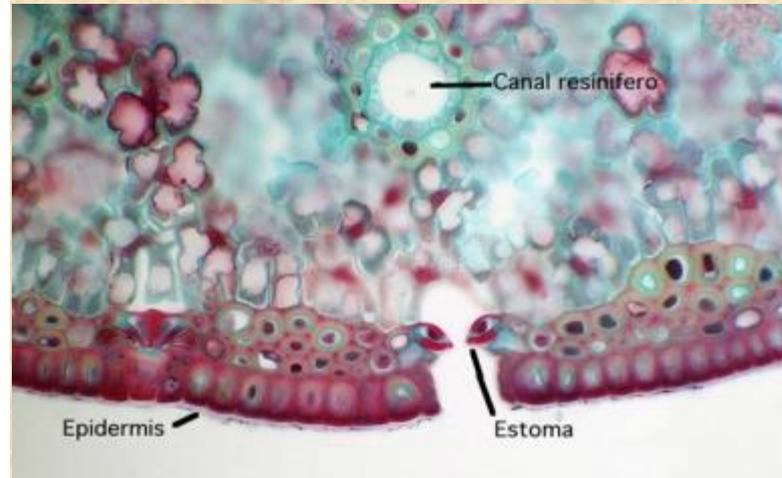
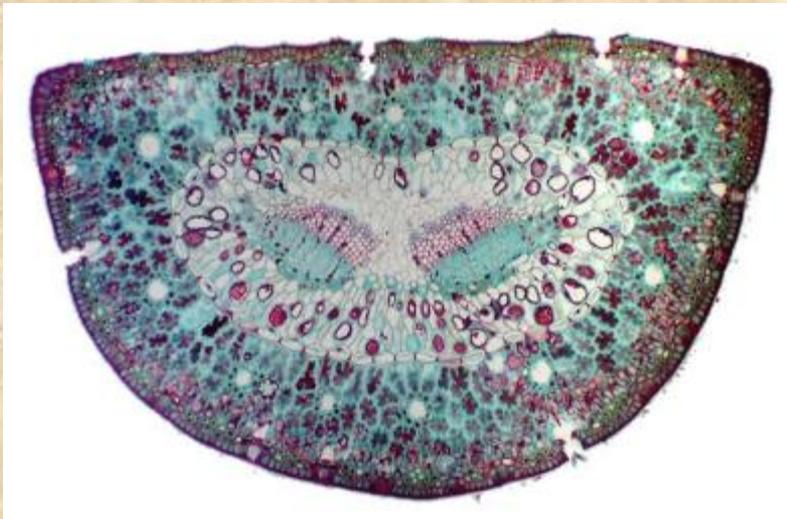
el mesófilo es indiferenciado, por lo tanto, las caras son iguales. Los haces vasculares se disponen con el xilema hacia la cara adaxial y el floema hacia la cara abaxial.

Hojas aciculares



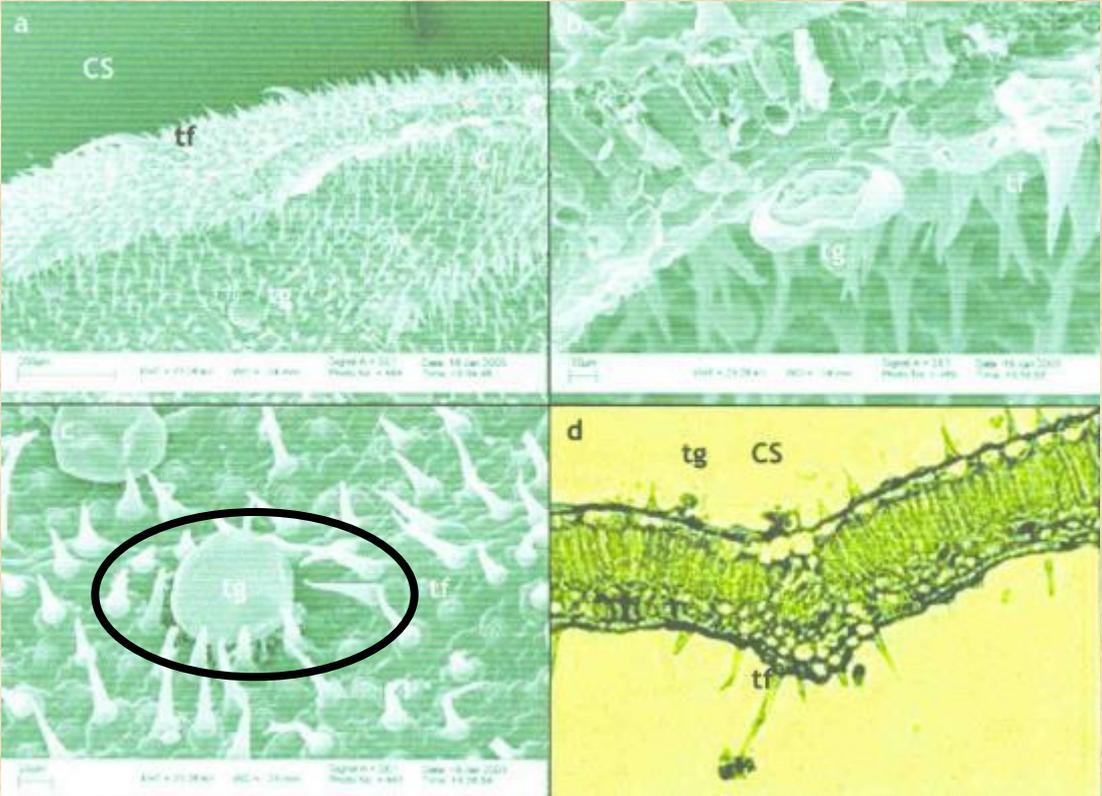
Típicas de coníferas como pinos y cipreses.

- . Las adaptaciones a un clima riguroso se observan en:
- (1) existencia de paredes gruesas y lignificadas en las células de la epidermis unistrata y la hipodermis pluristrata;
 - (2) los estomas hundidos con las células oclusivas a nivel de la hipodermis. Los haces vasculares son colaterales abiertos, con el xilema adaxial y el floema abaxial, están rodeados el tejido de transfusión que a su vez, está limitado por una capa de células con banda de caspary y por eso llamada endodermis.

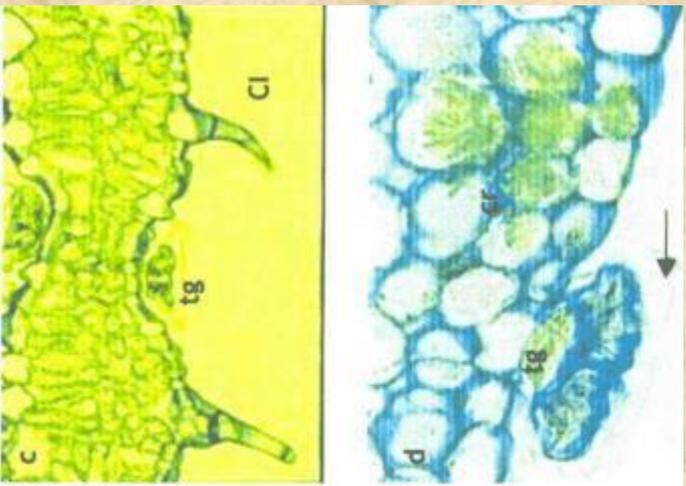


Adaptadas para resistir estrés hídrico.

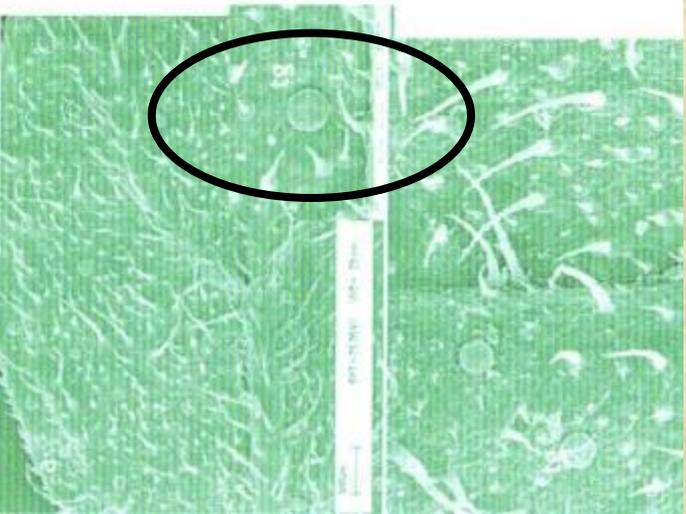
Melissa officinalis L.



Menta pulegium L.



Rosmarinus officinalis L.



Tipos funcionales de Hojas

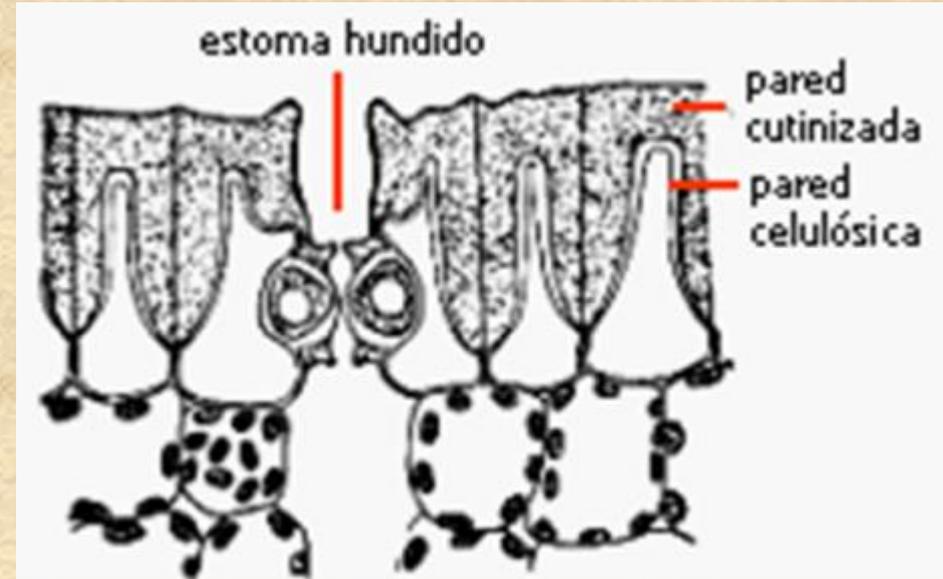
- Hay 3 tipos básicos, con una gran variación entre ellos (dependiendo del ambiente):
 - **Xerófitas** (típicas de plantas de ambientes áridos y desiertos)
 - **Mesófitas** (típicas de plantas de medios húmedos)
 - **Hidrófitas** (típicas de plantas de ambientes inundados).

Xerófitas

- Epidermis multiestratificada, estomas abaxiales en criptas, alta densidad estomática, tamaño pequeño, muy compactas y gruesas, epidermis de capa **cerosa gruesa**.



✓ Los vegetales de ambientes secos (xerófitos), tienen dispositivos que evitan la pérdida de agua y protegen contra la radiación luminosa y calor demasiado intensos: la epidermis con pared externa muy gruesa, cutícula gruesa, revestimientos céreos, resinosos o calcáreos; estomas estrechos y hundidos.



✓ El número de estomas es elevado en las xerófitas para favorecer el intercambio gaseoso cuando el suministro hídrico es favorable, pero pueden estar cerrados permanentemente durante la estación desfavorable.



cactáceas

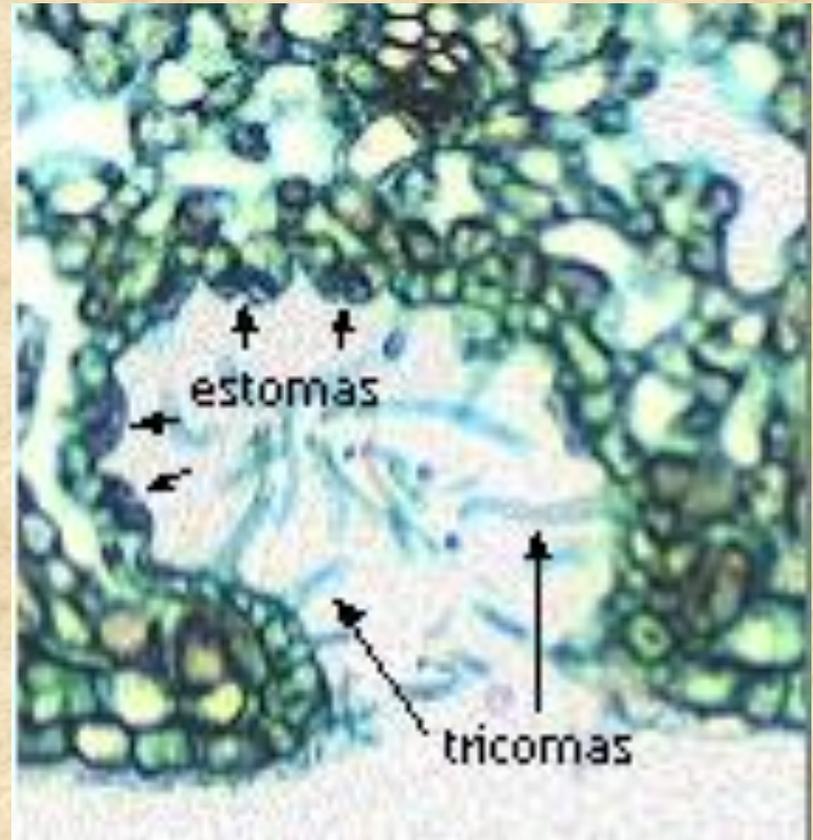
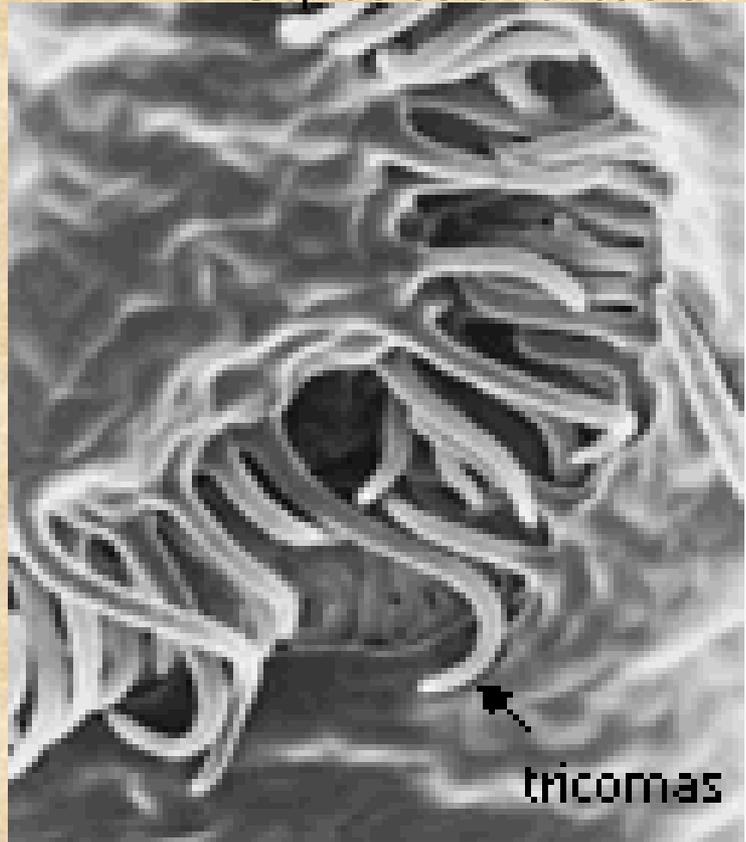


© Miloš Anděra

www.naturfoto.cz

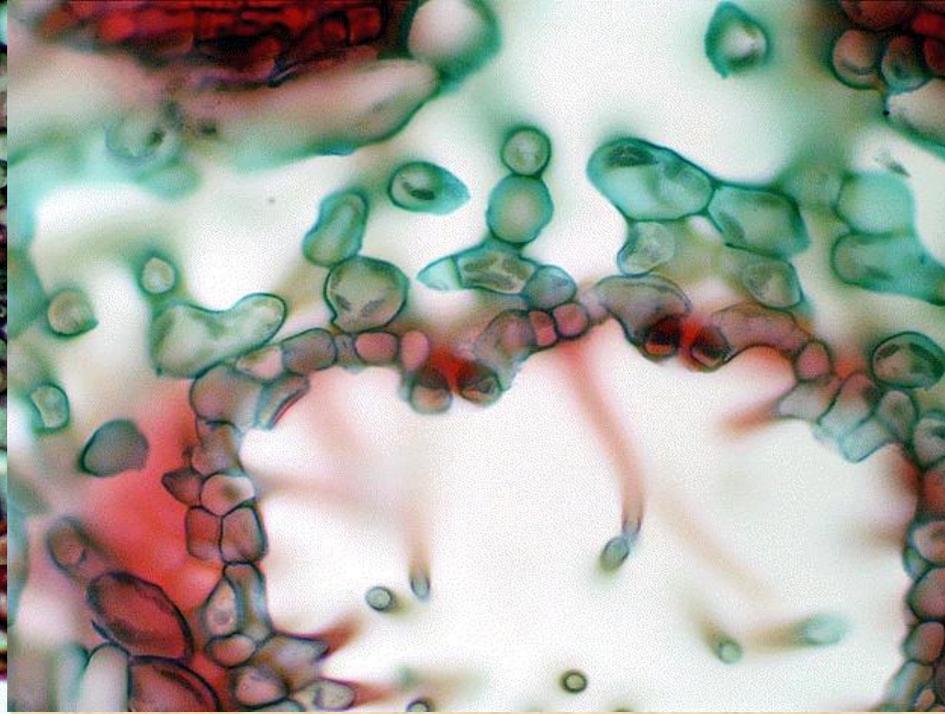
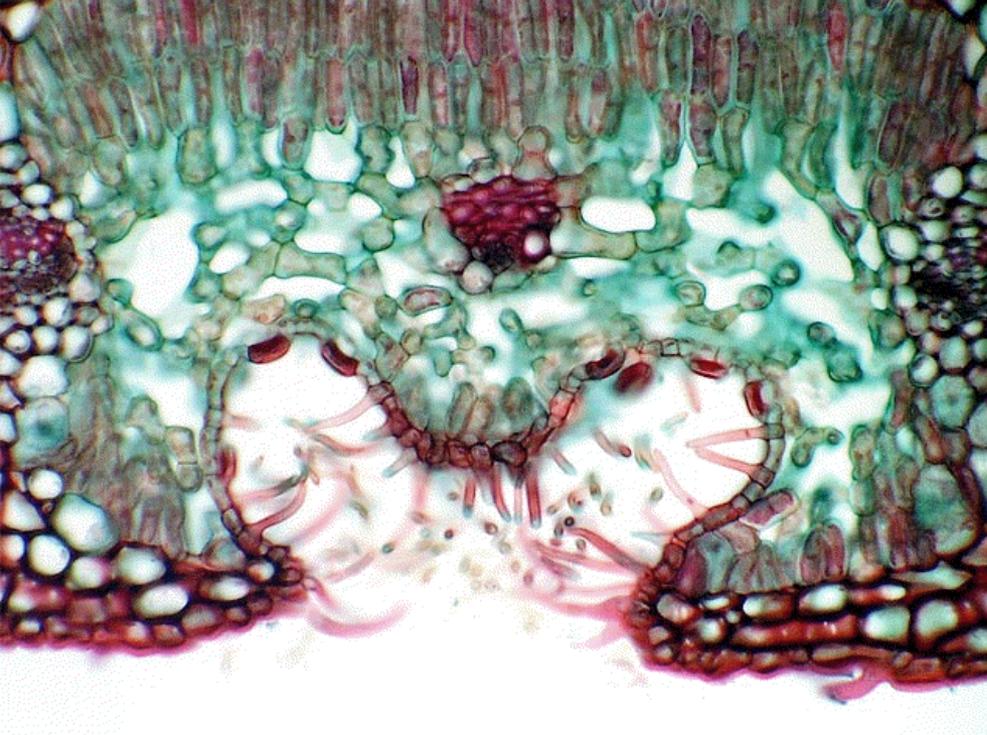
agave

Criptas estomáticas en *Nerium oleander*, laurel rosa



- ✓ A veces los estomas se encuentran en surcos o en criptas para evitar la evaporación con abundantes tricomas muertos que forman una capa protectora
- ✓ La epidermis puede tener idioblastos diversos.
- ✓ Las hojas pueden ser glabras, o pilosas; la variabilidad de los pelos es amplísima, pueden presentarse pelos tectores y/o glandulares.





Criptas estomáticas



Epidermis con cutícula gruesa

Mesófitas

- Medios húmedos donde la disponibilidad de agua no es limitante
- Tamaño grande en comparación con las xerófitas, son delgadas, con un desarrollo similar en mesófilo de empalizada y esponjoso, estomas principalmente abaxiales, pero también tenemos especies anfiestomáticas.

En plantas mesófitas los estomas generalmente están al mismo nivel que las demás células.

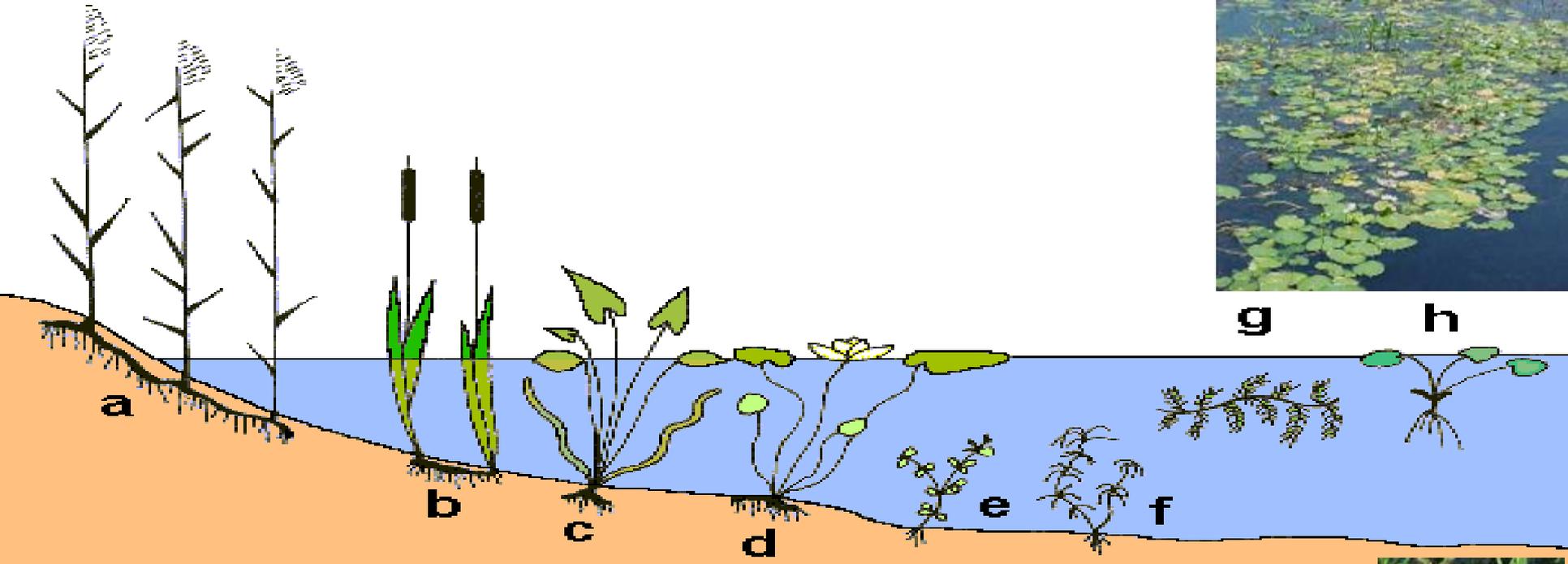
- Tipo foliar más común.

Hidrófita

- Hoja típica de plantas acuáticas, vegetación flotante, etc.

los estomas están elevados sobre las demás células

- Estomas adaxiales, epidermis delgada, espacios intrafoliares ocupados por aerénquima, alto desarrollo del mesófilo de empalizada, gran cantidad de esclereidas que brindan sostén, hojas relativamente gruesas y de gran tamaño.



a,b- plantas anfibias o palustres

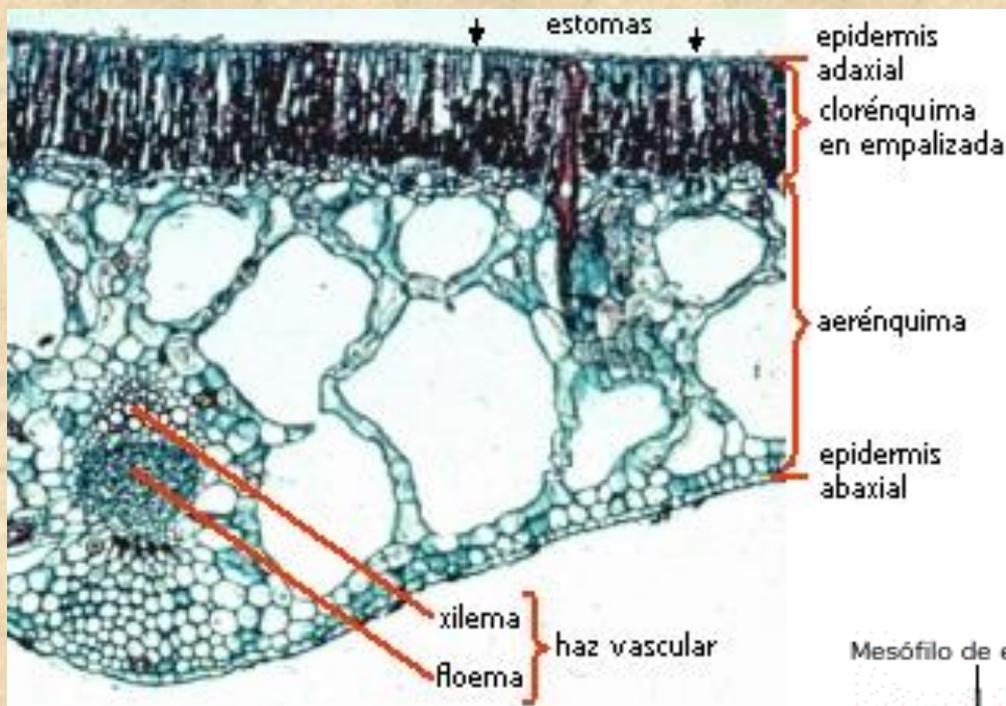
c,d- plantas acuáticas arraigadas con hojas flotantes

e,f- plantas acuáticas arraigadas totalmente sumergidas

g,h- plantas acuáticas libres, sumergida (g),

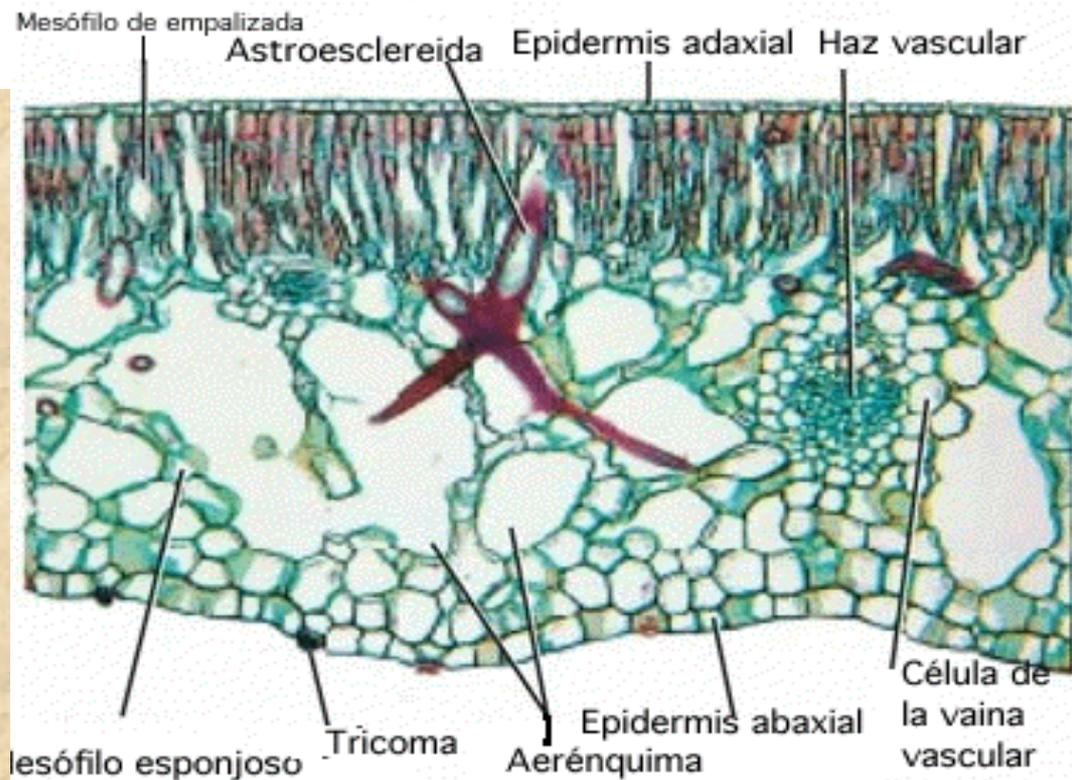
y flotante libre (h).





En las hidrófitas sumergidas el mesófilo está formado apenas por unas pocas capas de células. En las hidrófitas de hojas flotantes o emergentes predomina el aerénquima, igual que en las plantas palustres.

Nymphaea: hoja epistomática dorsiventral

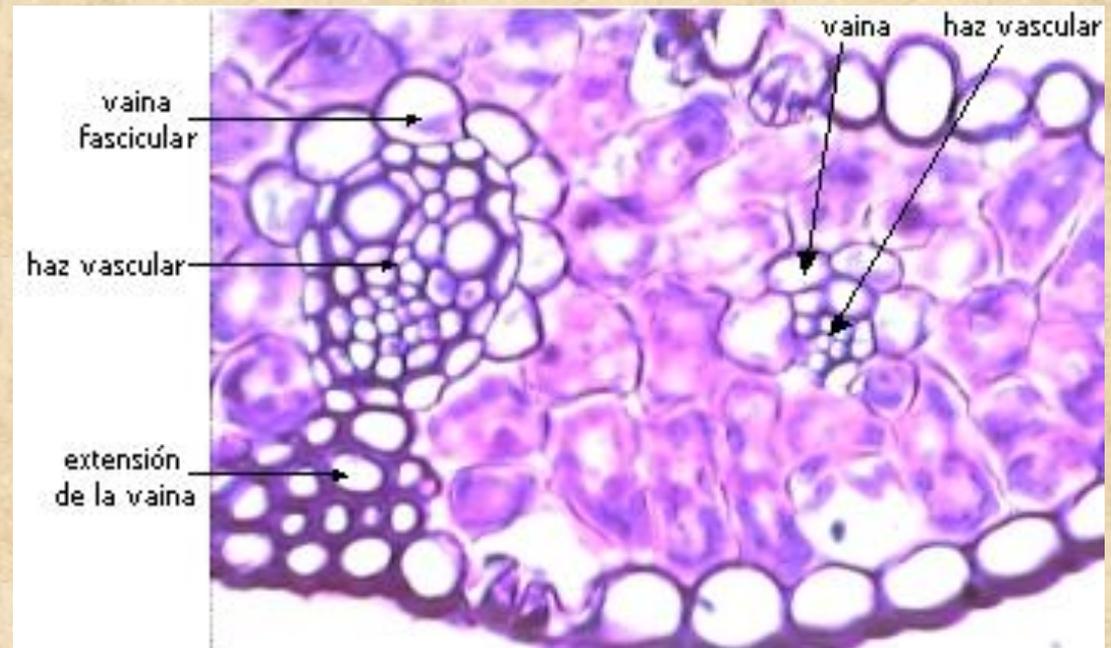
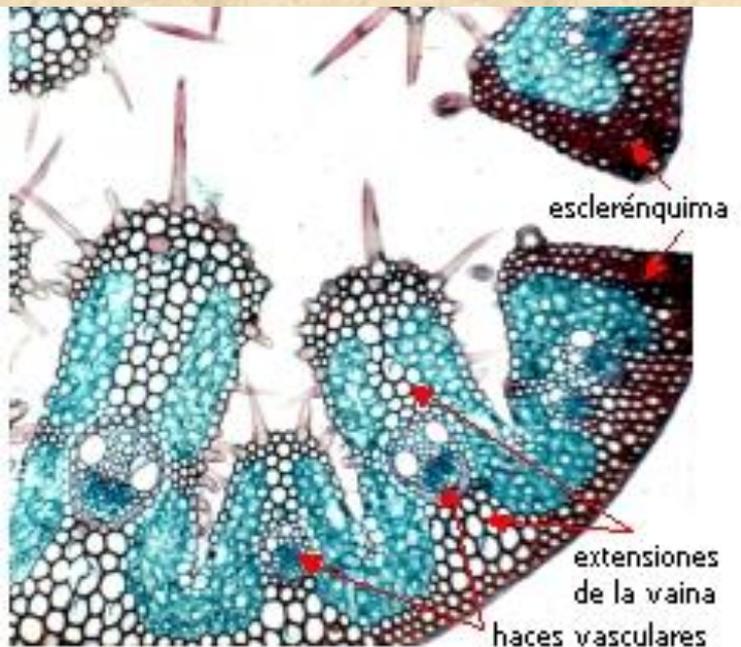


Anatomía Kranz

- En las hojas de algunas gramíneas y otras plantas que son llamadas C4 (plantas en las que el primer producto de fijación fotosintética es un compuesto de 4 átomos de carbono, maíz-caña de azúcar, etc.) las células del mesófilo y las de la vaina vascular forman dos capas concéntricas alrededor de los tejidos vasculares (no hay diferenciación en mesófilos de empalizada y esponjoso).
- Estas capas compactas de parénquima contienen cloroplastos de gran tamaño.
- Este arreglo compacto de células de la vaina vascular y mesófilo conforma la anatomía Kranz.
- Ocupan habitats soleados y áridos y tienen tasa fotosintética mayor que las plantas C3.

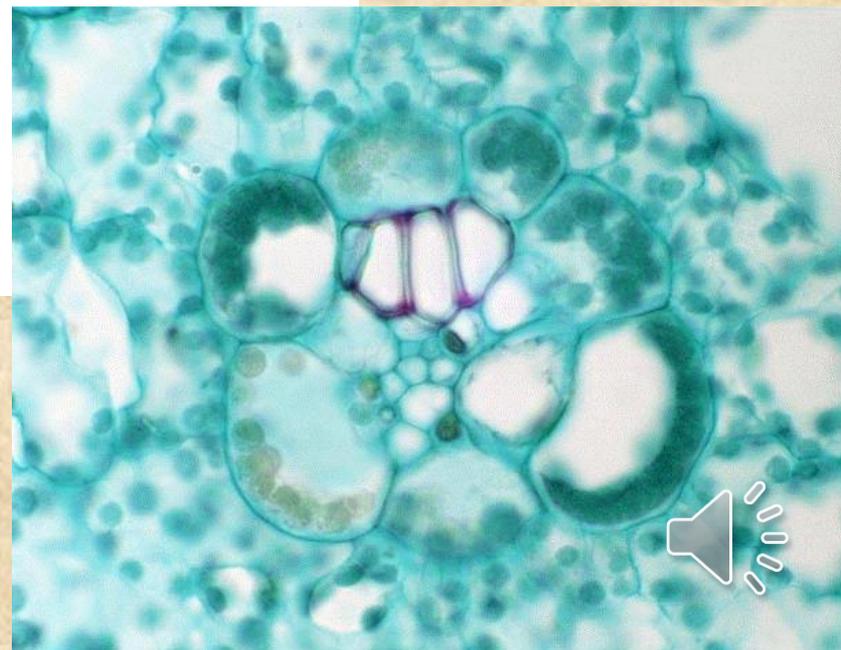
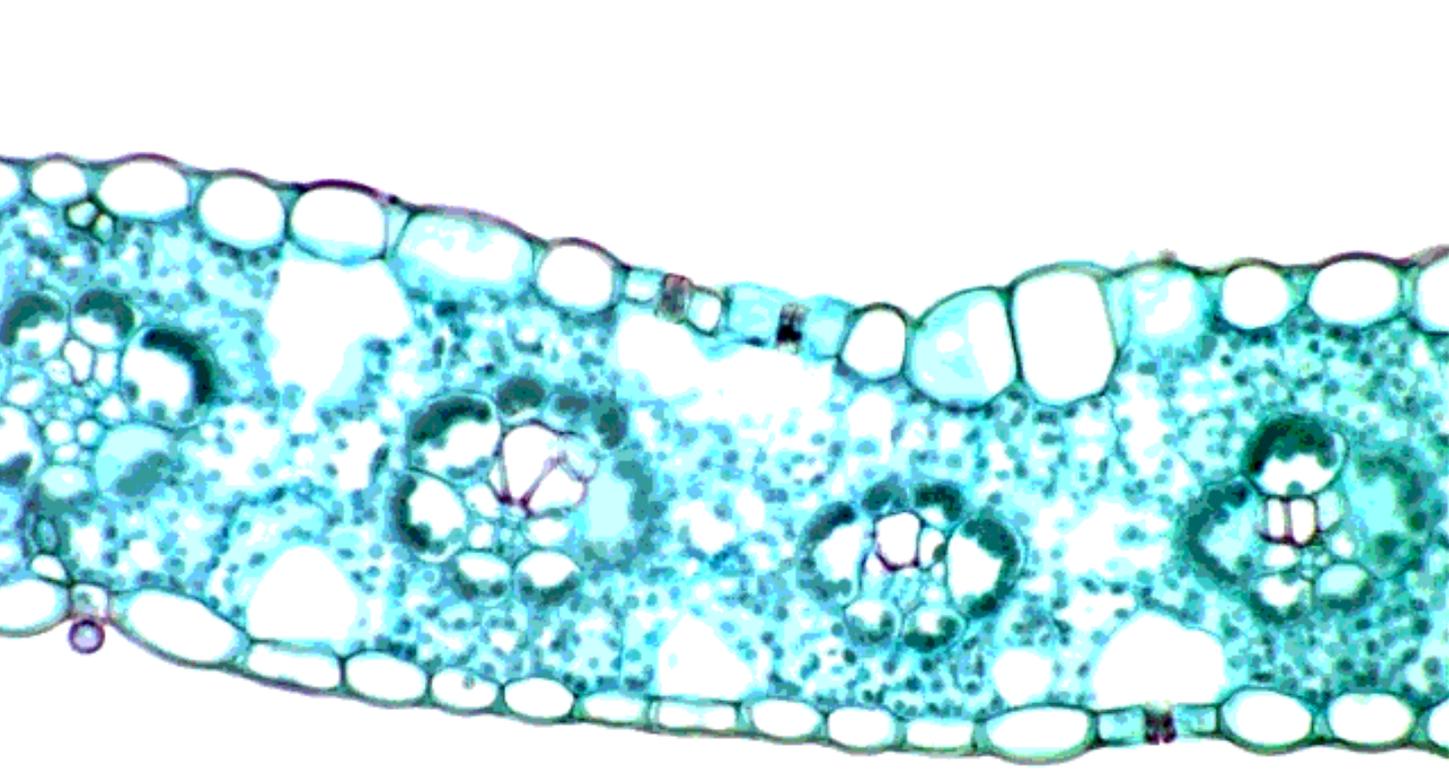
Cada hacecillo está rodeado por una vaina. En las gramíneas la vaina muestra variaciones que son significativas taxonómicamente y son indicadoras del tipo de fotosíntesis característico de las especies.

En muchas Gramineae se observan extensiones de la vaina: bandas de tejido que unen los hacecillos con una (hacecillo semitrabado) o ambas epidermis ([hacecillo trabado](#)). Las extensiones pueden estar constituidas solo por tejido parenquimático o por tejido esclerenquimático. Cuando no hay extensiones los hacecillos son libres.



Transcorte de hoja de *Ammophyla* (Gramínea) con haces trabados

Poa (Gramineae), transcorte de hoja mostrando un haz semitrabado y uno libre

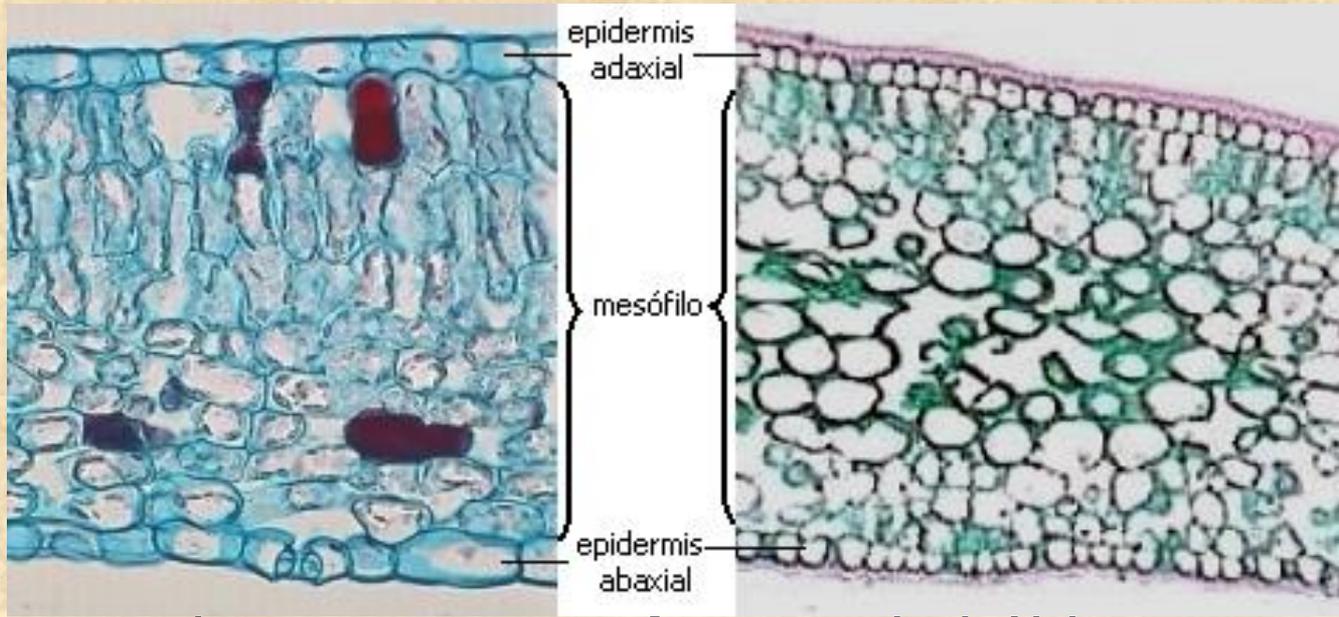


las células del mesófilo y las de la vaina vascular

contienen cloroplastos de gran tamaño.



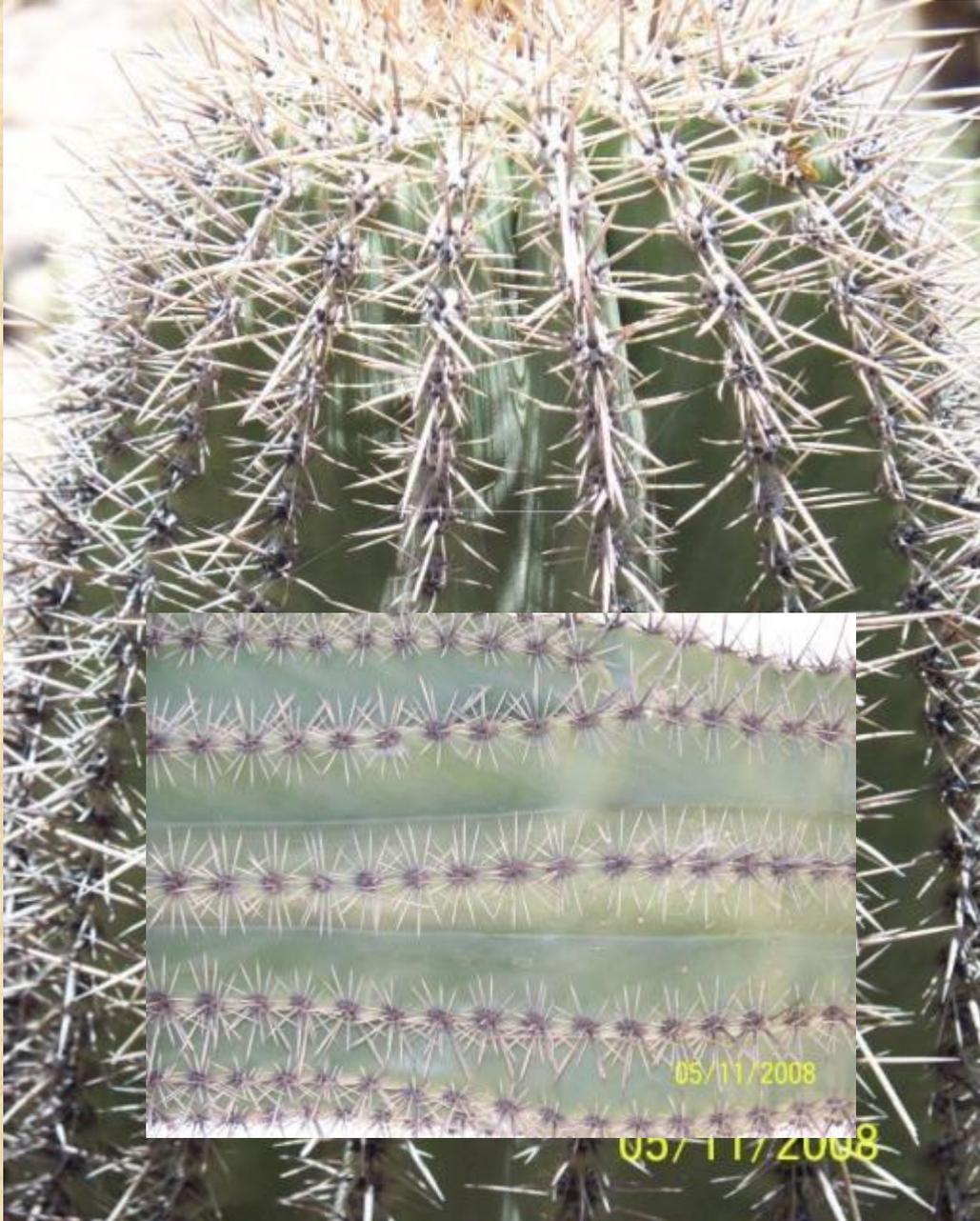
En las plantas C3 las células del mesófilo y la vaina vascular no tienen este arreglo concéntrico, además de que las células de la vaina vascular son pequeñas y con menos cloroplastos



- Estas especies ocupan con frecuencia hábitats sombreados, fríos o muy húmedos, donde la eficiencia del proceso fotosintético aumenta al disminuir la temperatura. La mayoría de las dicotiledóneas (soja, el algodón, la mandioca, el tabaco). Entre las Monocotiledóneas varias gramíneas como *Poa*, *Triticum* (trigo), *Avena*, *Hordeum* (cebada), *Bromus* (cebadilla)

MODIFICACIONES DE LA HOJA

Espinas



Las espinas.

Son formaciones agudas, a veces ramificadas, provistas de tejido vascular, rígidas por ser ricas en tejidos de sostén. Pueden ser de origen foliar o caulinar, es decir que son ramas reducidas a espinas. El tejido

vascular de las espinas es continuación del tallo.

Espina foliar en *Acacia* y hojas modificadas en espinas en cactus





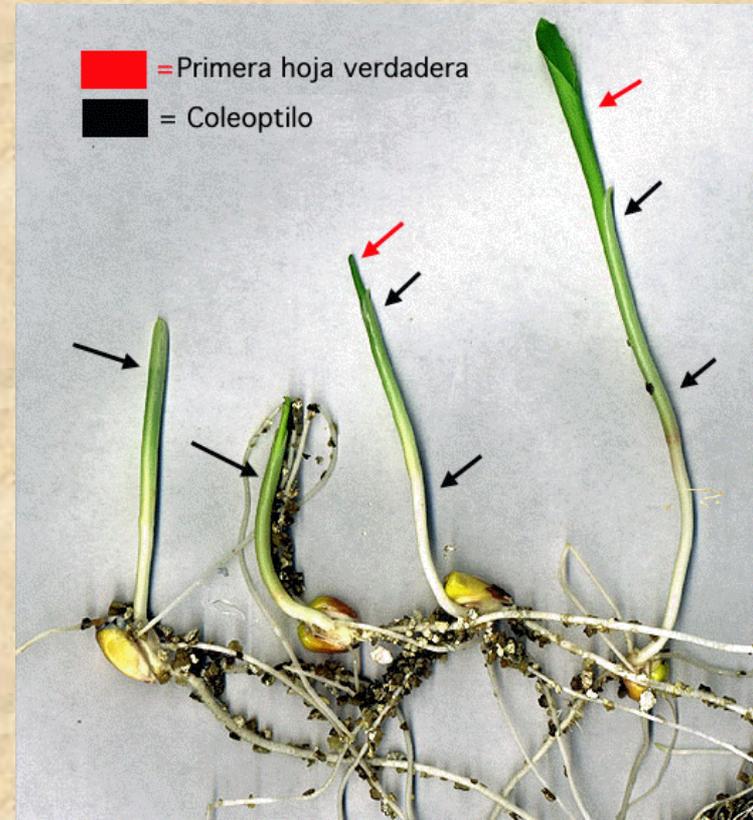
Carnivoría

- Hábitats pobres en Nitrógeno y bajo pH
- *Drosera*

- **COLEÓPTILO**
- hoja modificada de Poaceae (gramíneas) que protege al tallo y a la primera hoja verdadera durante la germinación.

Están dotadas de dispositivos especiales mediante los cuales capturan y retienen pequeños insectos, los digieren parcialmente y los utilizan como fuente suplementaria de nitrógeno orgánico.

Tiene hojas cubiertas con pelos con mucílago, sustancia pegajosa que tiene por función atrapar a los insectos



- **Brácteas**

- Las brácteas son hojas modificadas que presentan colores brillantes y que rodean partes florales muy pequeñas.
- La función es atraer polinizadores.
- Durante su desarrollo también pueden fotosintetizar, por lo que contribuyen a sufragar el costo de la producción de flores y semillas.



- **Heterofilia** Existencia de diferentes fenotipos foliares dentro de una misma planta, o bien, la producción de diferentes fenotipos de hojas durante la vida de una planta en respuesta a diferentes condiciones ambientales.



HOJAS DE USO MEDICINAL

ALOE

O.B. *Aloe ferox*, *Aloe perry*, *Aloe vera* (Liliáceae) F.N.A. VI Ed.
P.U. hojas (zumo)
P.A. glicósidos antraquinónicos, aloína, barbaloína y otros.
U. purgante.

BOLDO

O.B. *Boldea boldus* (Monimiaceae) F.N.A. VI Ed.
P.U. hojas
P.A. alcaloides, boldina
U. colagogo.

CEDRÓN

O.B. *Aloysia triphilla* (Verbenaceae) F.N.A. VI Ed.
P.U. hojas acompañadas de tallos, flores y frutos.
P.A. aceites volátiles.
U. digestivo.

EUCALIPTO

O.B. *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae) F.N.A. VI Ed.
P.U. hojas superiores de árboles adultos.
P.A. aceite volátil, eucaliptol.
U. espectorante, rubefaciente, antiséptico.

LAUREL

O.B. *Laurus nobilis* (Laureaceae)
P.U. hojas
P.A. aceites volátiles
U. condimento.

MENTA

O.B. *Mentha piperita* (Labiada) F.N.A. VI Ed.
P.U. hojas y sumidades floridas.
P.A. aceite volátil (mentol)
U. carminativo y aceite aromático.

ORÉGANO

O.B. *Origanum vulgare* (Lamiaceae)
P.U. hojas y sumidades floridas.
P.A. aceite volátil
U. condimento.



PEPERINA

O.B. *Minthostachys mollis* (Labiadas) F.N.A. VI Ed.
P.U. hojas y sumidades floridas
P.A. aceite esencial sin mentol.
U. infusión para diarreas, vómitos, digestivo, refrescante.

POLEO

O.B. *Lippia turbinata* (Verbenaceae) F.N.A. VI Ed.
P.U. partes aéreas
P.A. aceites esenciales
U. digestivo.

SALVIA

O.B. *Salvia officinalis* (Labiadas)
P.U. hojas
P.A. aceite volátil.
U. condimento y carminativo.

TABACO

O.B. *Nicotiana tabaco* (Solanaceae) F.N.A. VI Ed.
P.U. hoja desecada.
P.A. alcaloide, nicotina
U. insecticida de contacto.

TÉ

O.B. *Camellia sinensis* (Teaceae)
P.U. hoja.
P.A. alcaloides (cafeína)
U. estimulante cerebral y cardíaco.



YERBA MATE

O.B. *Ilex paraguarensis* (Aquifoliaceae) F.N.A. VI Ed.
P.U. hojas
P.A. alcaloides
U. bebida estimulante.