



LAS HOJAS

Las hojas son órganos vegetativos, generalmente aplanados, situados lateralmente sobre el tallo, encargados de la **fotosíntesis** y el **intercambio gaseoso**.

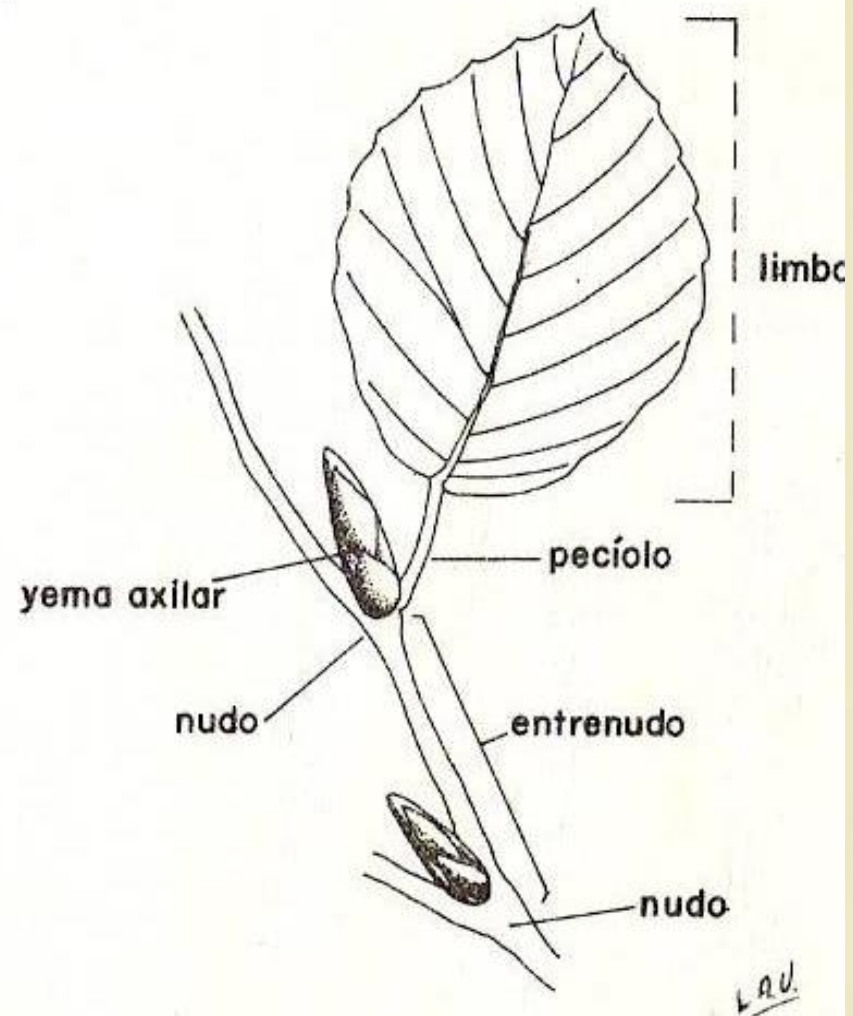
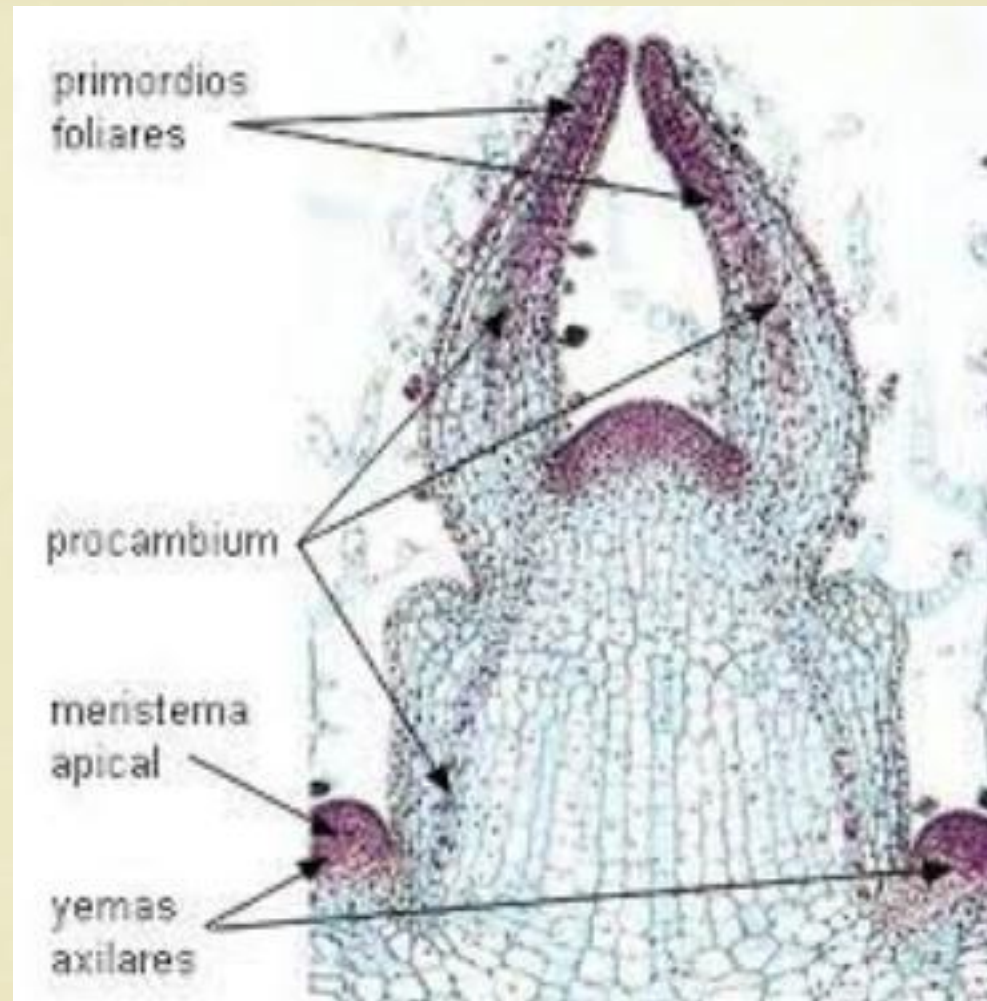


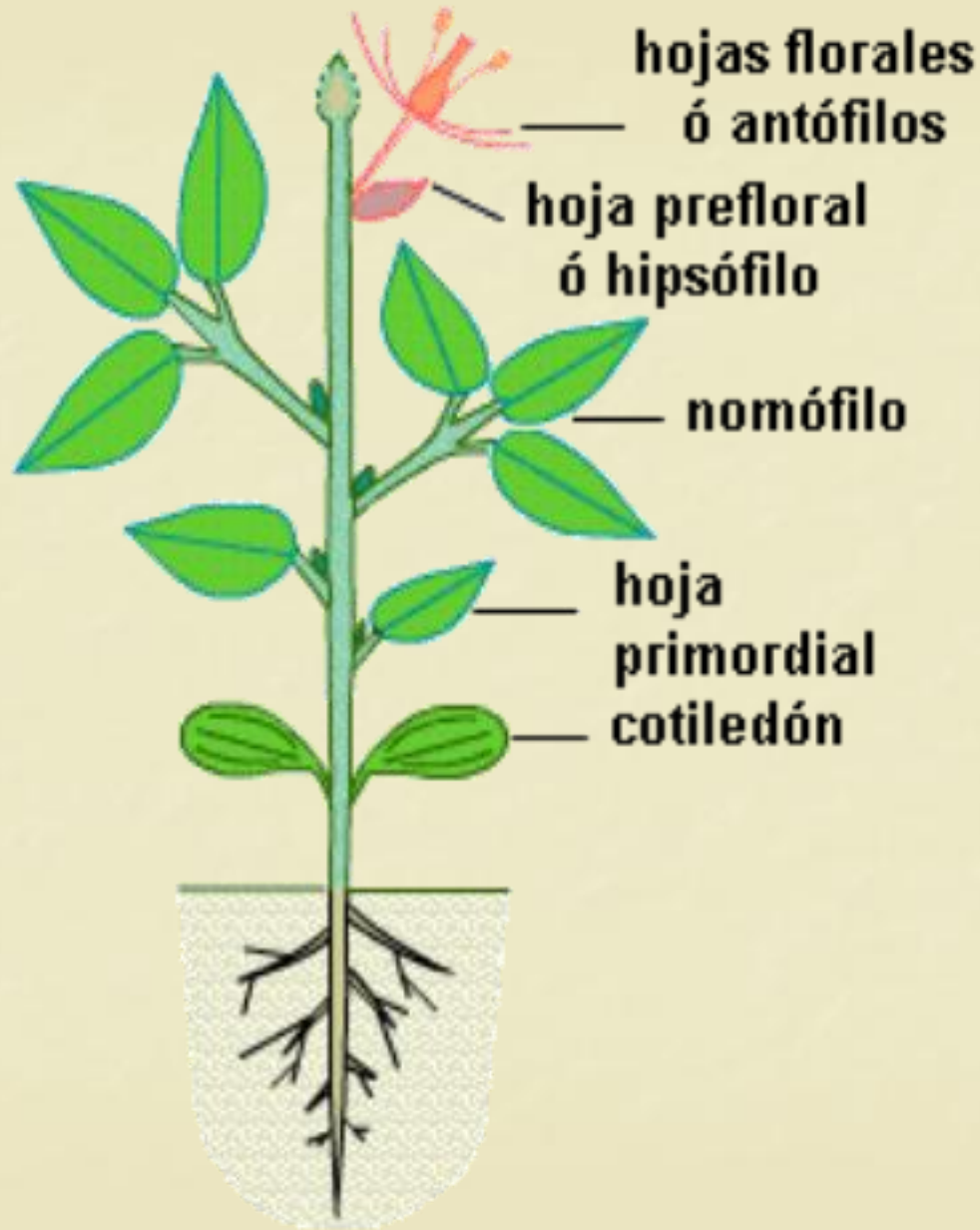
Fig. 70. *Fagus sylvatica*.

ORIGEN DE LAS HOJAS



Las hojas se originan en los primordios foliares de las yemas.

SUCESIÓN FOLIAR



cotiledones: primeras hojas que se forman en el embrión

catáfilos escuamiformes:

hojas escamosas, se encuentran ubicadas entre los cotiledones y las hojas verdaderas (yemas, bulbos y rizomas)

hoja primordial: son las primeras hojas que nacen por encima de los cotiledones en la planta joven, generalmente de distinto tipo que las hojas normales.

nomófilos: hojas normales, verdaderas, típicamente fotosintéticas

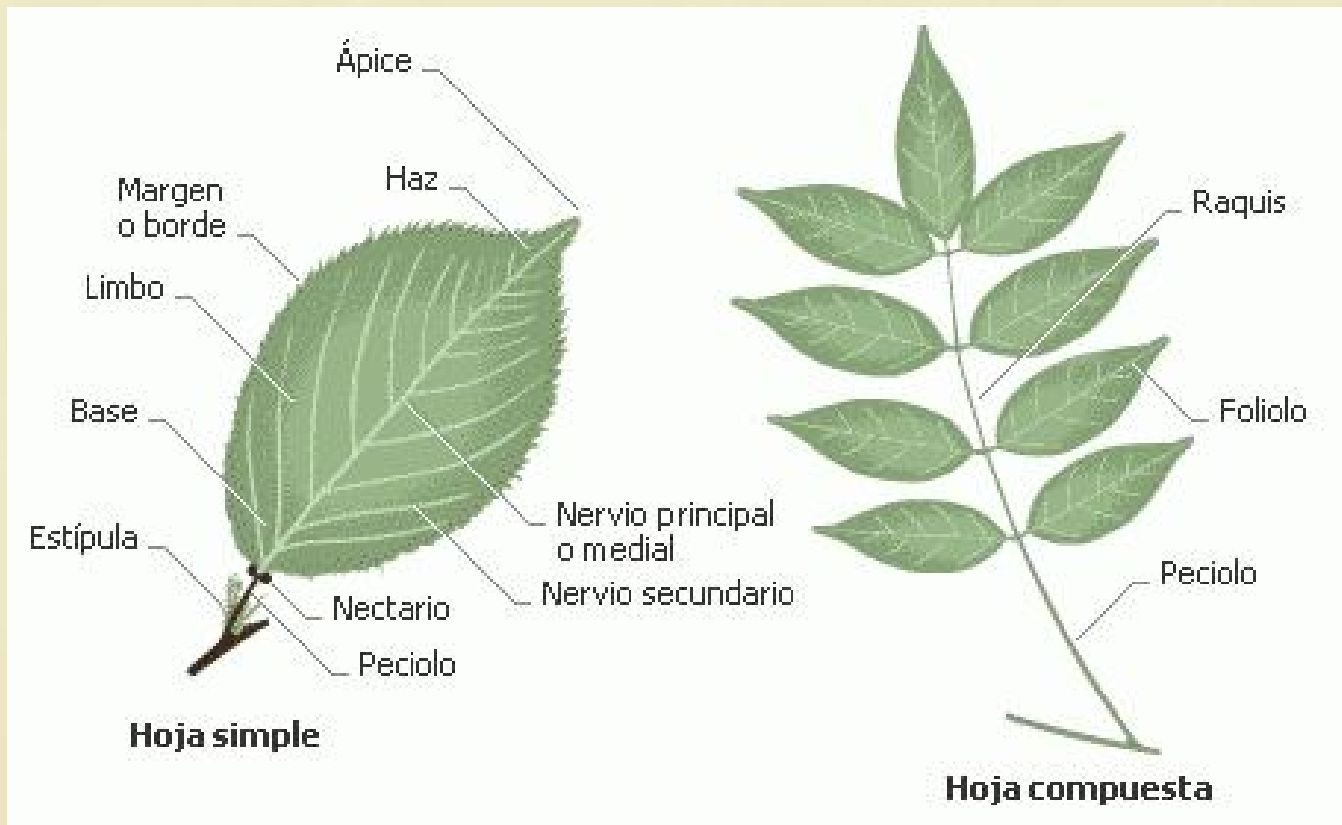
hipsófilos o brácteas: protegen a la flor o inflorescencia

antófilos: sépalos, pétalos, estambres y carpelos.

TIPOS DE HOJAS: SIMPLES Y COMPUESTAS

La hoja simple: tiene una única lámina o limbo, entera o recortada, pero los recortes nunca forman piezas independientes.

La hoja compuesta es aquella en que la lámina se ha recortado formando numerosas piezas independientes (folíolos).





VENACIÓN O VASCULARIZACIÓN DE LAS HOJAS SIMPLES

Venación: es el conjunto y disposición de las nervaduras o nervios dentro de la lámina. Las nervaduras son la manifestación externa de los haces vasculares. Su número y distribución varía según la especie vegetal.



A. UNINERVADAS: con una sola vena. Son hojas características de las **Gimnospermas**.



B. PLURINERVADAS: con numerosas venas de diferente calibre o diámetro, caracterizan las **Angiospermas**.

Plurinervadas

1) **Retinervadas o reticuladas:** se ramifican formando una red. **Clase Dicotiledóneas**



Pinnatinervadas o de venación pinnada: con una vena principal de la cual salen ramificaciones que a su vez se subdividen.

Palmatinervadas o de venación palmada: con varias venas principales que nacen de la unión del pecíolo con la lámina

2) **Simpliconervadas:** las nervaduras no se ramifican. Se dividen en:

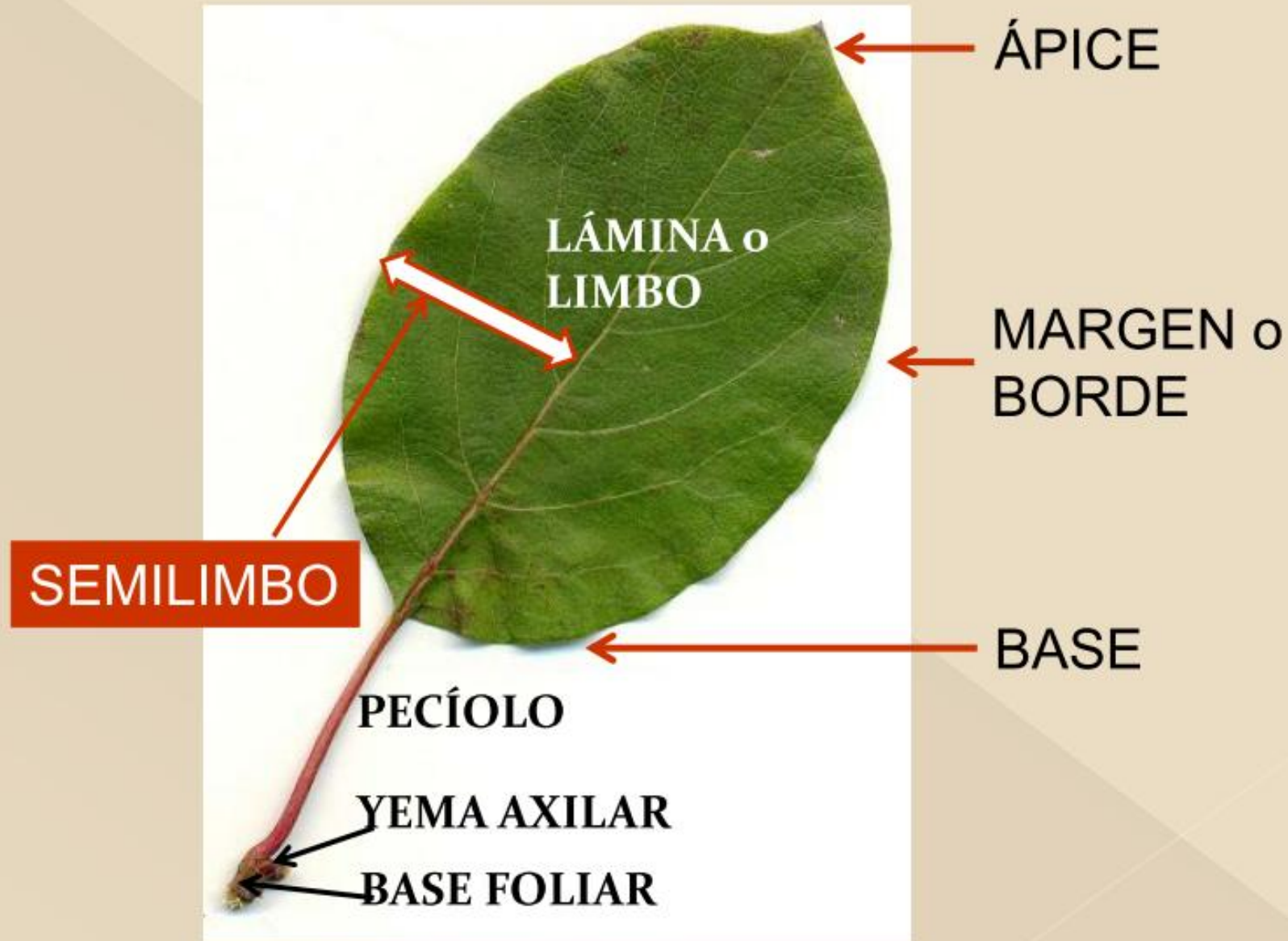


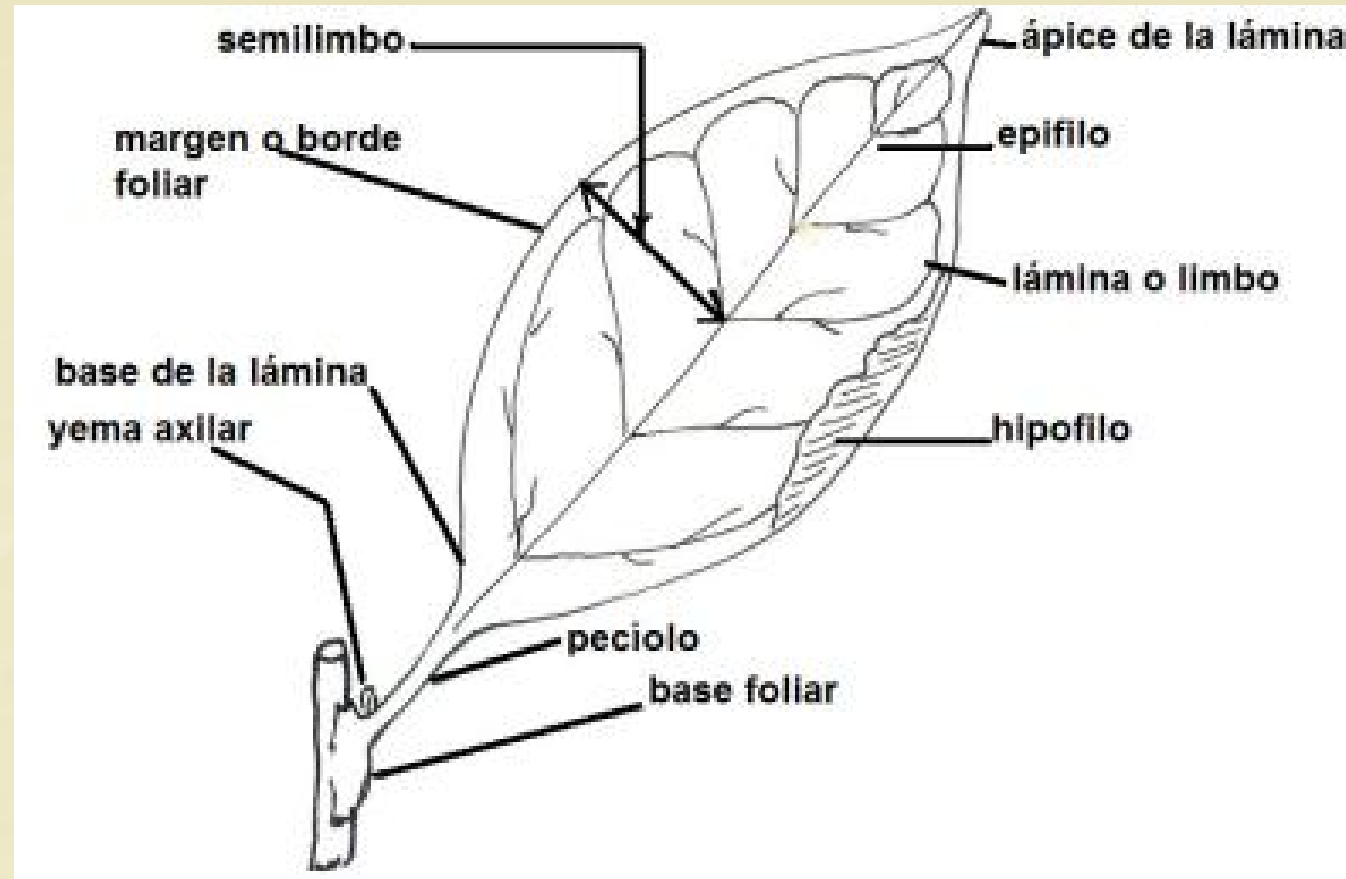
Paralelinervadas o de venación paralela: cuando las nervaduras son paralelas entre sí desde la base hasta el ápice. **Clase Monocotiledóneas**



Curvinervadas o de venación curvada: con venas curvadas que recorren la lámina.

PARTES DE LA LÁMINA FOLIAR EN DICOTILEDÓNEAS





La lámina posee dos caras:

- cara superior, adaxial, haz o epifilo.
- cara inferior, abaxial, envés o hipofilo.

La mitad del limbo se llama semilimbo.



Las partes de una hoja de dicotiledónea son:

Limbo o lámina: porción verde, aplanada, delgada, con dos caras: la **adaxial**, superior, ventral, o haz dirigida hacia el ápice, y la cara **abaxial**, inferior, dorsal, o envés dirigida hacia la base del tallo.

Pecíolo: une la lámina con el tallo, es generalmente cilíndrico, estrecho. Se denomina **sésil** a la hoja que carece de pecíolo.

Base foliar: algunas veces llamada **vaina**, es la porción ensanchada donde el pecíolo se inserta en el tallo.

Estípulas: están situadas sobre la base foliar, a ambos lados del pecíolo, son apéndices de forma diversa, a veces foliáceos.

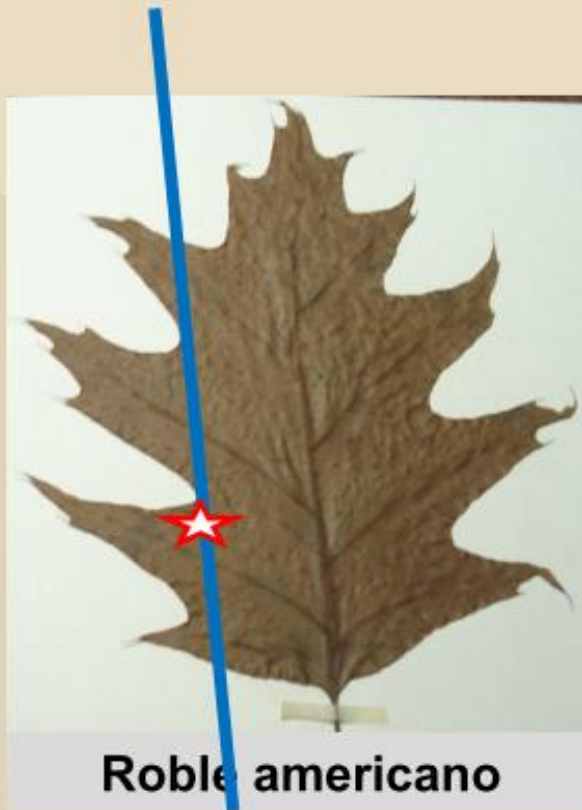


RECORTES DEL LIMBO o LÁMINA EN HOJAS DE VENACIÓN PINNADA o PINNATINERVADAS



pinnatifida

Quando el recorte no alcanza a la mitad del semilimbo



pinnatipartida

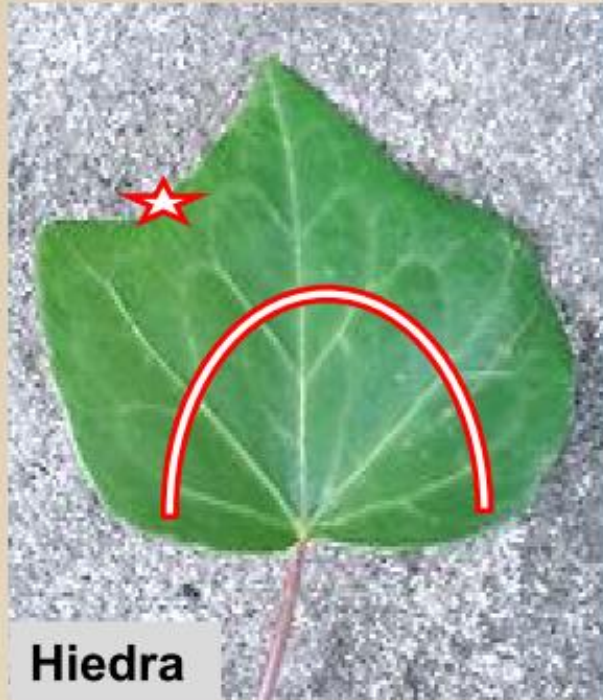
Quando el recorte alcanza a la mitad del semilimbo



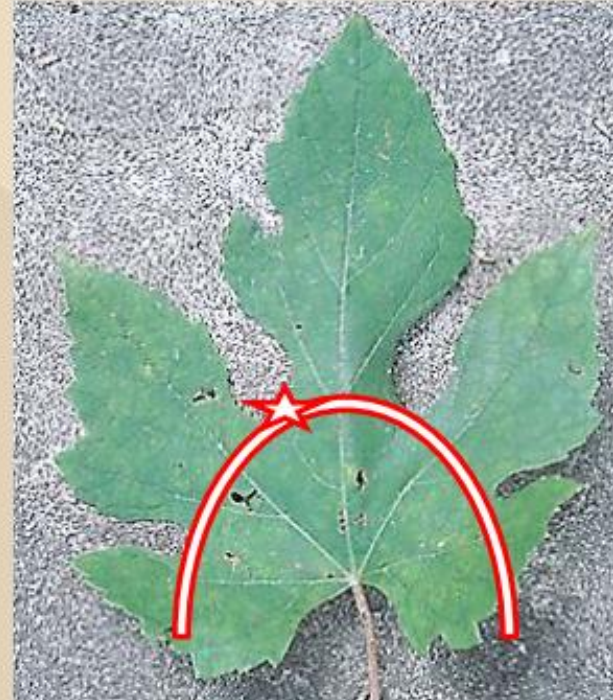
pinnatisecta

Quando el recorte supera la mitad del semilimbo, pero no forma piezas independientes

RECORTES DEL LIMBO o LÁMINA EN HOJAS DE VENACI3N PALMADA o PALMATINERVADAS



palmatifida



palmatipartida



palmatisecta

La HOJA COMPUESTA de las DICOTILEDÓNEAS

PINNATISECTA



PINNATICOMPUESTA



Cuando el recorte del semilimbo es tan profundo que se forman láminas independientes (folíolos) se transforma en una hoja compuesta. De la hoja simple pinatinervada surge la hoja compuesta pinaticompuesta.

LAS DICOTILEDÓNEAS TIENEN HOJAS SIMPLES Y HOJAS COMPUESTAS

HOJA SIMPLE

pinatisecta



HOJAS COMPUESTAS

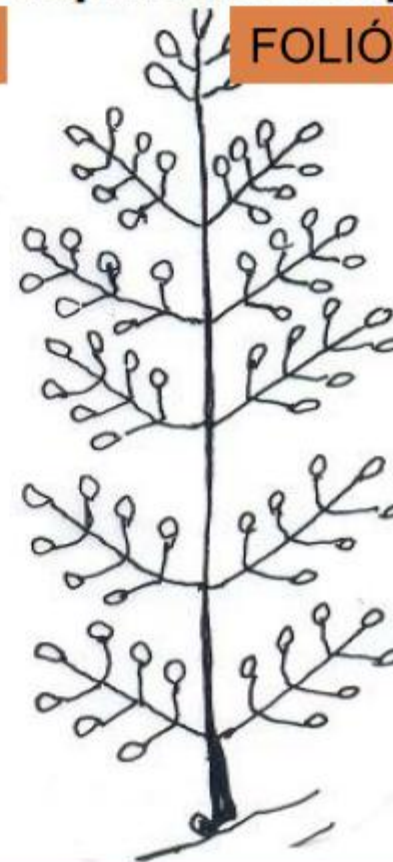
pinnaticompuesta

FOLIÓLOS



bipinnaticompuesta

FOLIÓLULOS



HOJA PINNATICOMPUESTA

Las hojas pinnaticompuestas si terminan en un folíolo se denominan **imparipinnadas**, si terminan en dos folíolos (número par) se denominan **paripinnadas**.



Imparipinnada
(*Fraxinus*, fresno)



HOJA BIPINATICOMPUESTA

Si en la hoja pinaticompuesta sus folíolos vuelven a recortarse se forma la hoja bipinaticompuesta



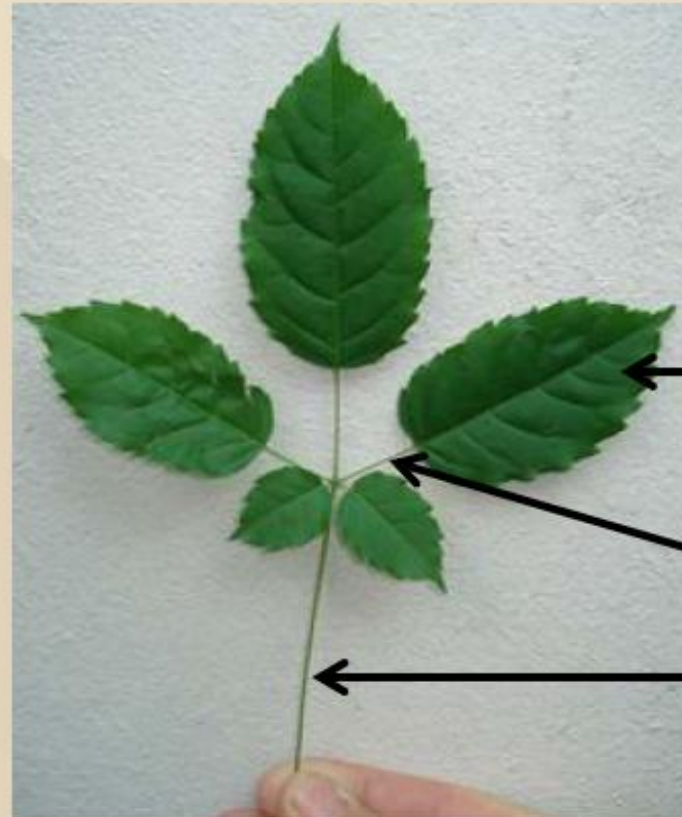
**Bipinnada
paripinnada**
(*Acacia sp*)

La HOJA PALMATICOMPUESTA de las DICOTILEDÓNEAS



“Acer”

palmatisecta



folíolo

peciólulo

pecíolo

palmaticompuesta



Fig. 75. Distintas formas de hojas simples: a, linear; b, lanceolada; c, elíptica; d, cordada; e, orbicular (peltada); f, palmada; g, sagitada o asaetada; h, reniforme; i, lobulada o lobada (palmatilobada); j, runcinada.

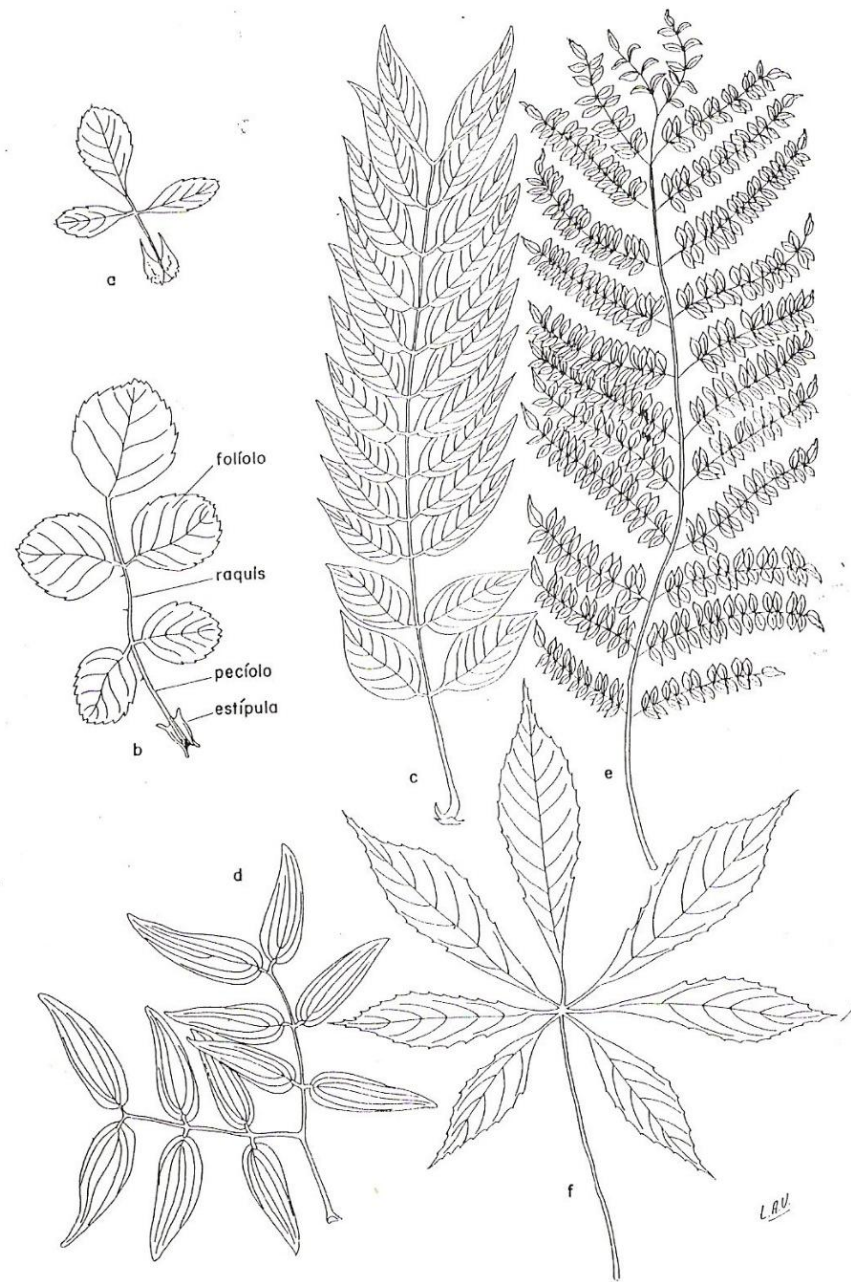
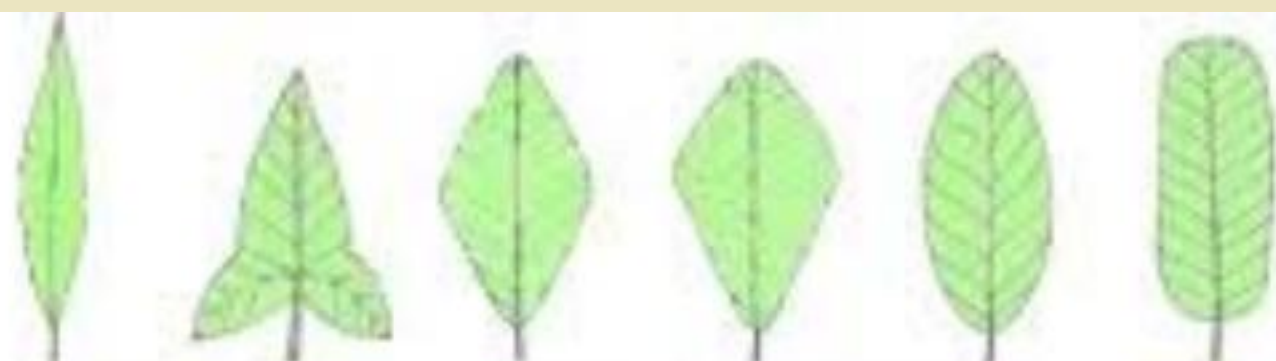
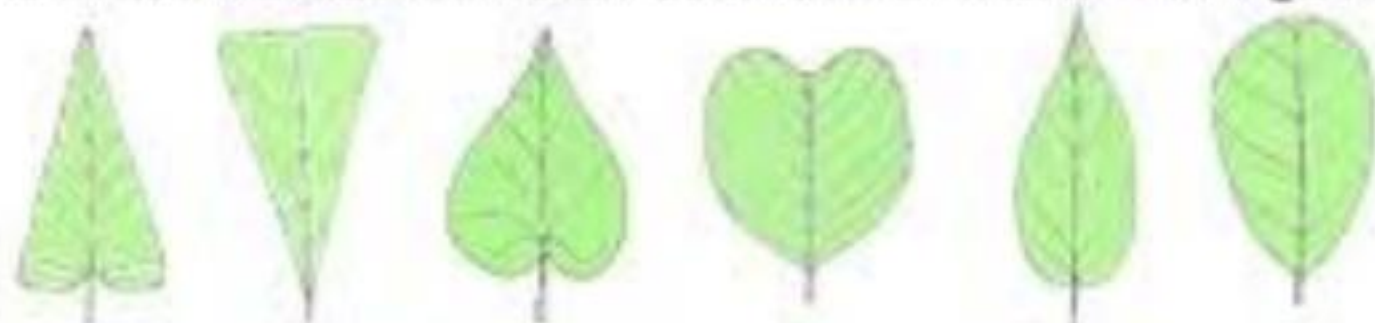


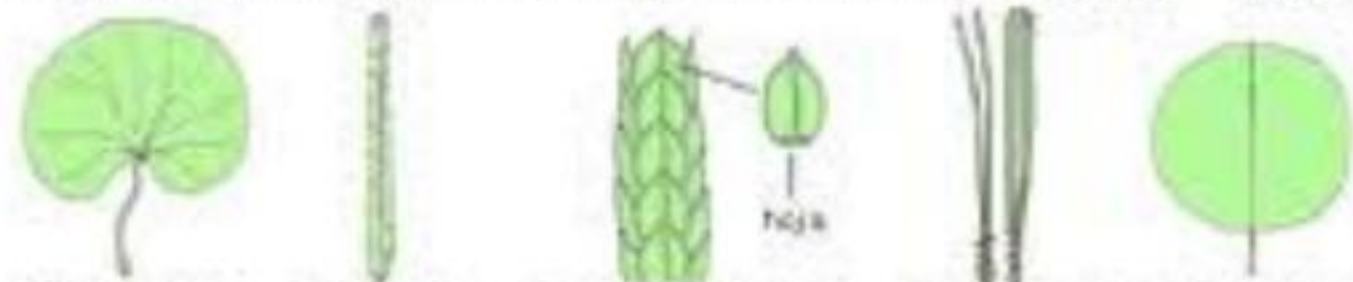
Fig. 76. Distintos tipos de hojas compuestas: a, trifoliadas; b, imparipinada; c, paripinada; d y e, bipinadas; f, palmaticompuesta.



lanceolada hastada romboidal obromboidal eliptica oblongada

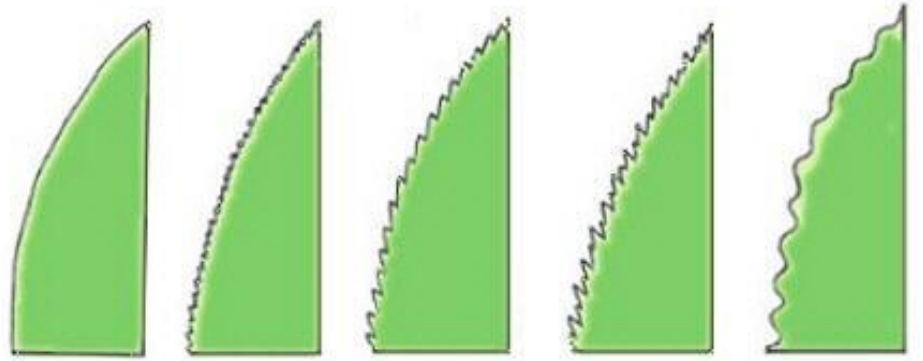


triangular obtriangular cordada obcordada ovada obovada

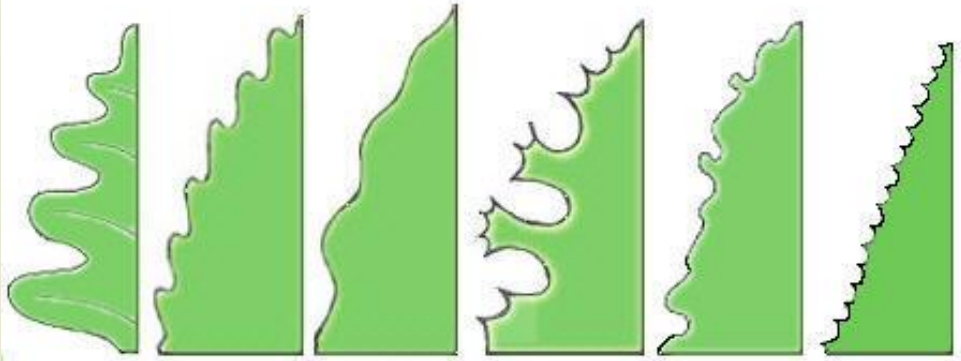


reniforme linear escuamiforme acicular orbicular





entero serrulado aserrado doblemente aserrado crenado



lobado sinuado ondulado inciso eroso dentado



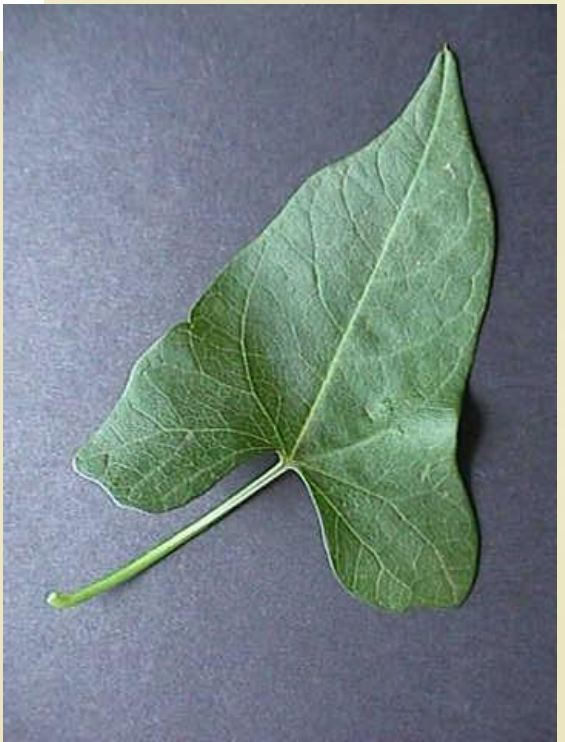
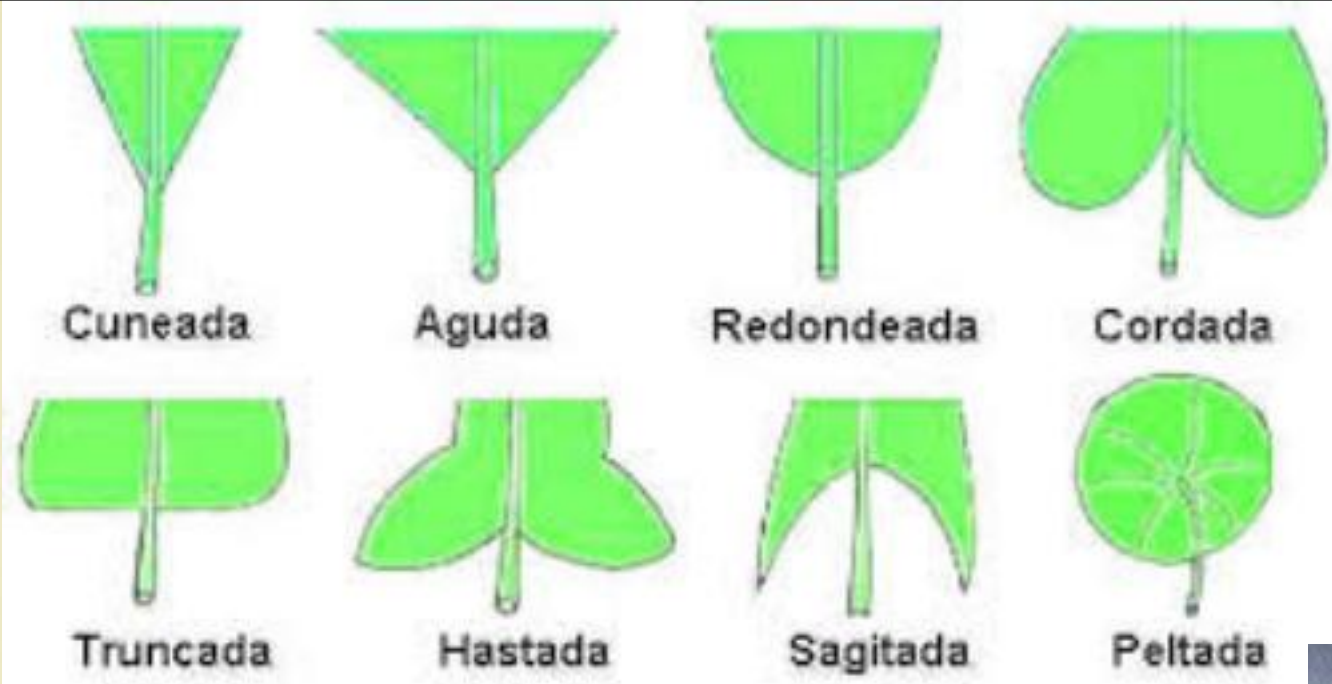
involuto



revoluto

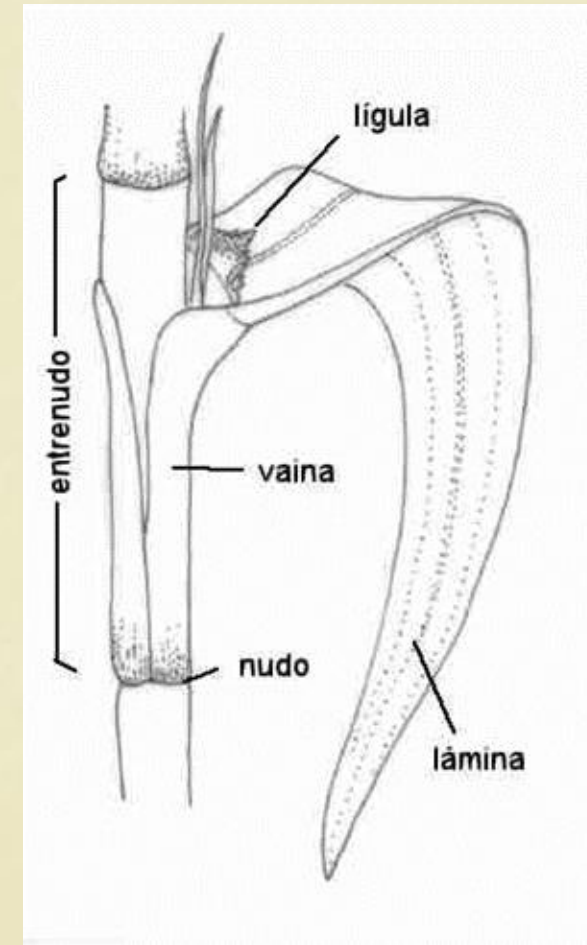


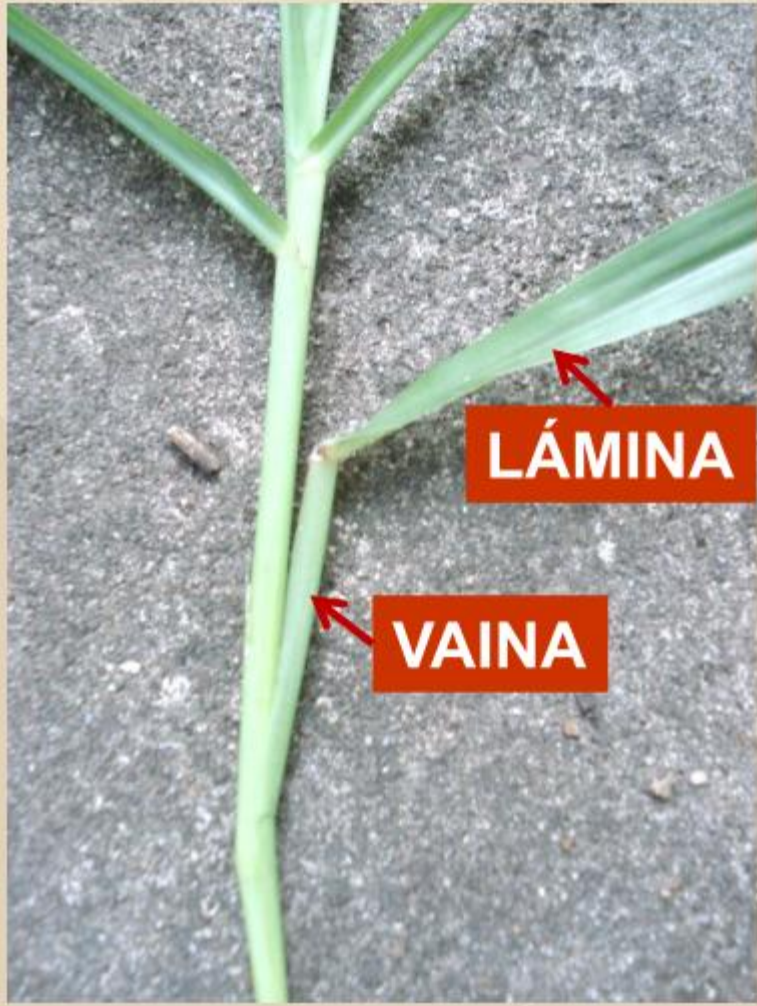




LA HOJA SIMPLE de las MONOCOTILEDÓNEAS

Lámina acintada, paralelinervadas, generalmente sésiles, frecuentemente envainadoras.





La vaina, es la base foliar modificada, que nace en el nudo, abraza al entrenudo de la caña y se prolonga en la lámina acintada.

MONOCOTILEDÓNEAS - GRAMÍNEAS

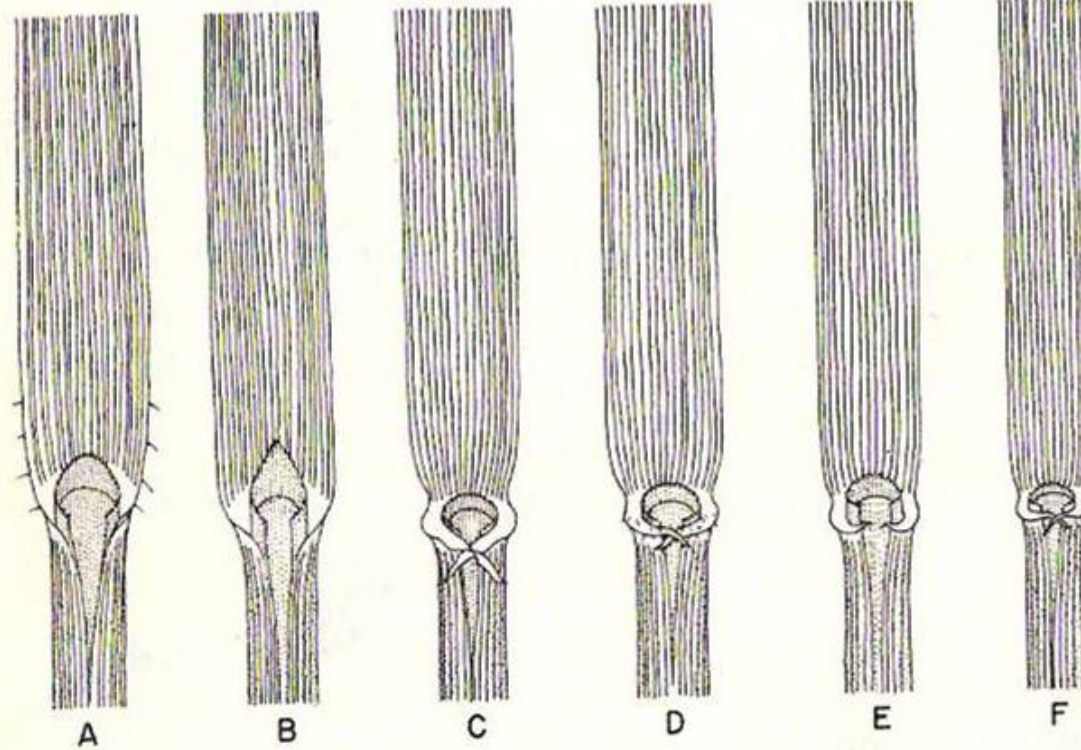


Fig. 71. Reconocimiento de Gramíneas al estado vegetativo: A, *Avena*; B, *Bromus*; C, *Hordeum*; D, *Triticum aestivum*; E, *Secale*; F, *Lolium*.

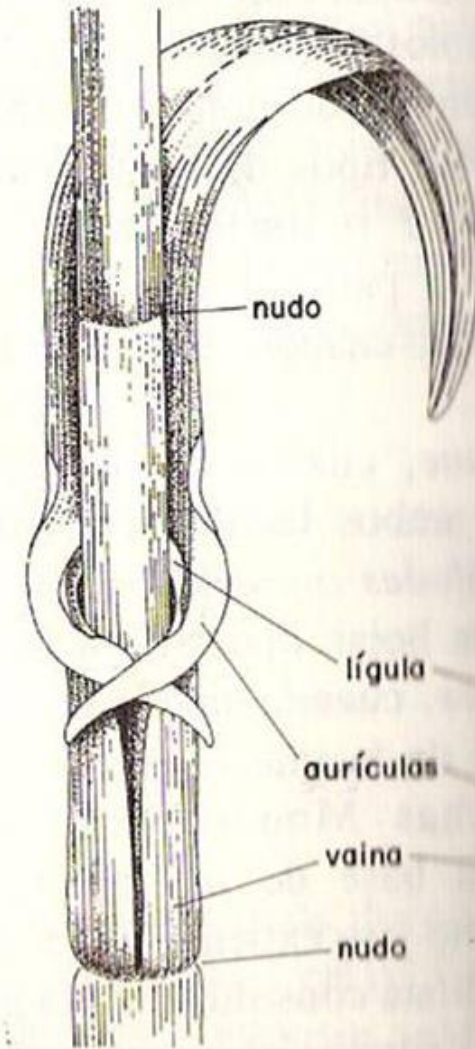


Fig. 72. Partes de la hoja

LAS HOJAS DE LA DIVISIÓN GIMNOSPERMAS

- hojas pinnadas o bipinnadas
- hojas flaveliformes
- hojas aciculares o lineares
- hojas lanceoladas
- hojas escamiformes



Ginkgo biloba, hojas flaveliformes



Araucaria araucana, hojas lanceoladas



Cycas revoluta, hojas pinnadas

LAS HOJAS DE LA DIVISIÓN GIMNOSPERMAS

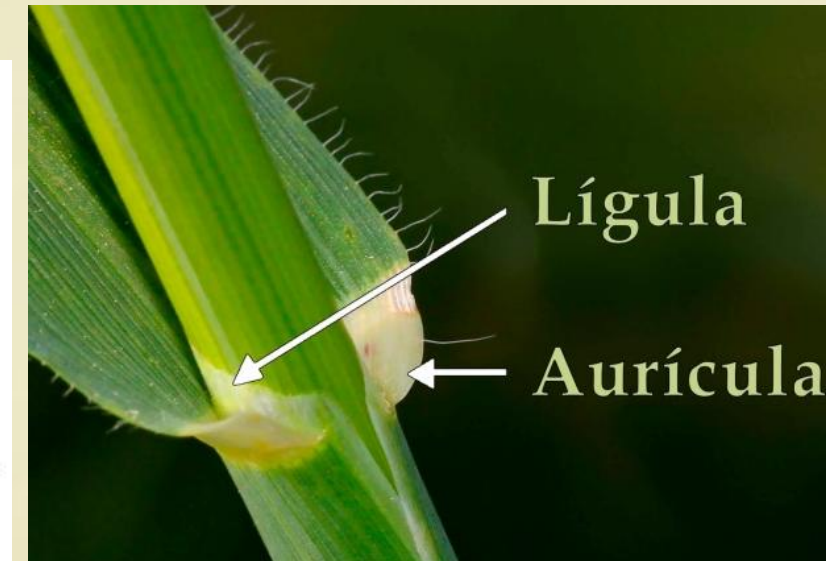
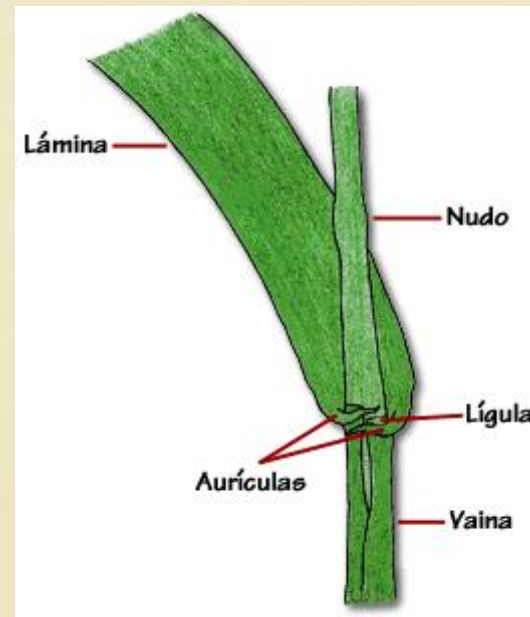
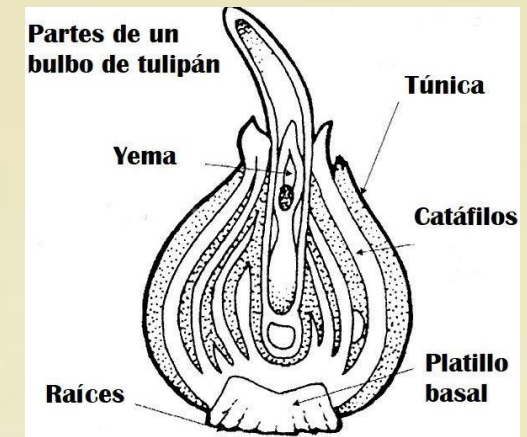
Son simples y frecuentemente uninervadas (pino, cedro, ciprés).

En los cipreses, fam. Cupresáceas, las hojas tienen forma de escamas y envuelven las ramas, se llaman hojas escuamiformes, su filotaxis es opuesta y decusada

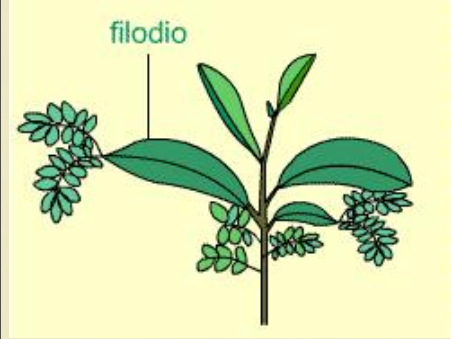


En los pinos y cedros las hojas tienen forma de aguja (aciculares). Están dispuestas en fascículos sobre braquiblastos.

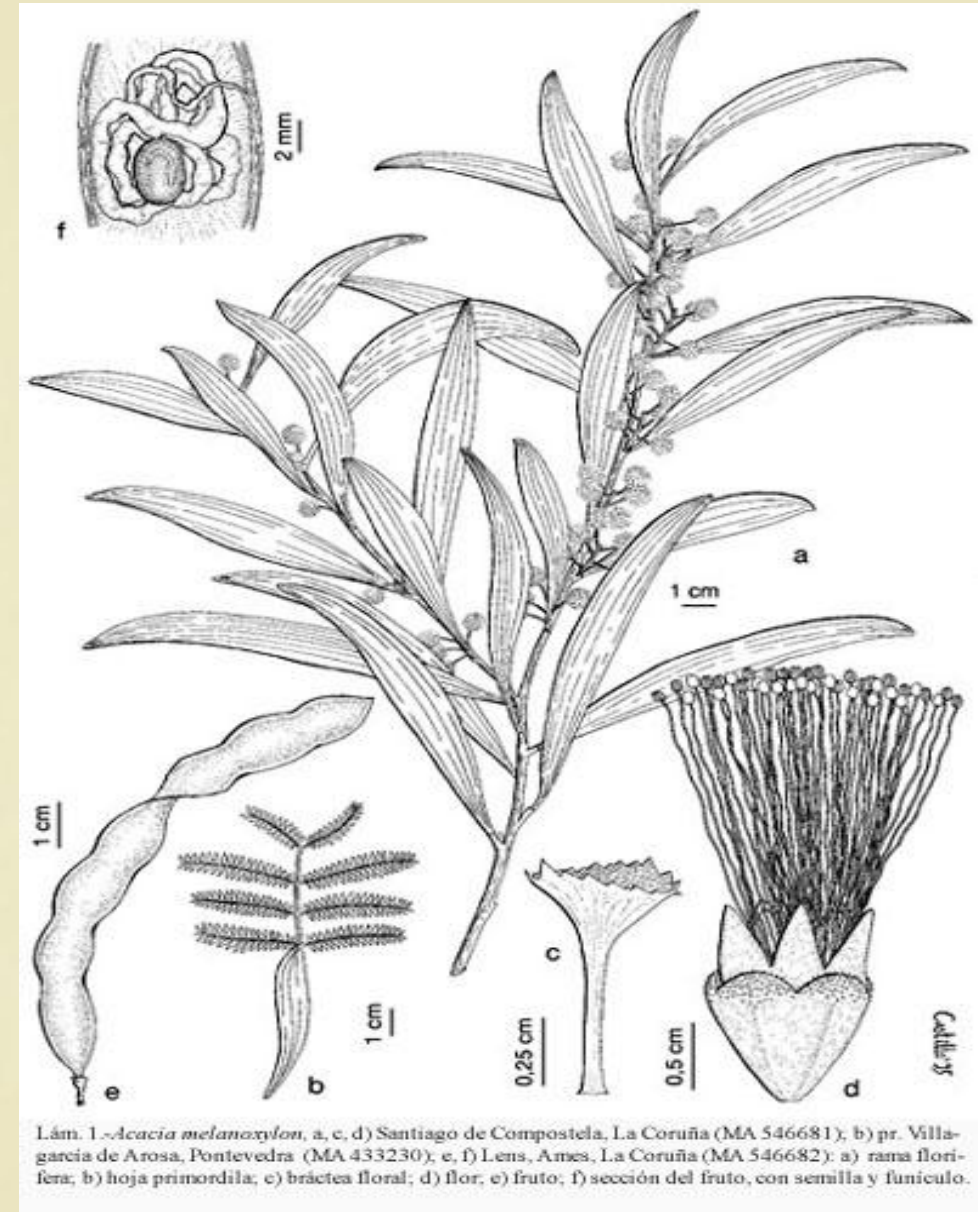
- **Catáfilos**, en bulbos, bases foliares engrosadas, sirven para acumular sustancias de reserva.
- **Estípulas**, apéndices asociados a la base foliar en *Rosa*, arveja, *Pisum sativum*
- **Lígula**, en monocotiledóneas, gramíneas: **aurícula**, dos prolongaciones.
- **Vaina**, modificación de la base foliar que se ensancha y abraza al tallo.
- **Zarcillos**, hoja o parte de ella modificada, en plantas trepadoras para sujetarse a una superficie o a otras plantas



- **Filodios**, pecíolos aplanados, de aspecto laminar.

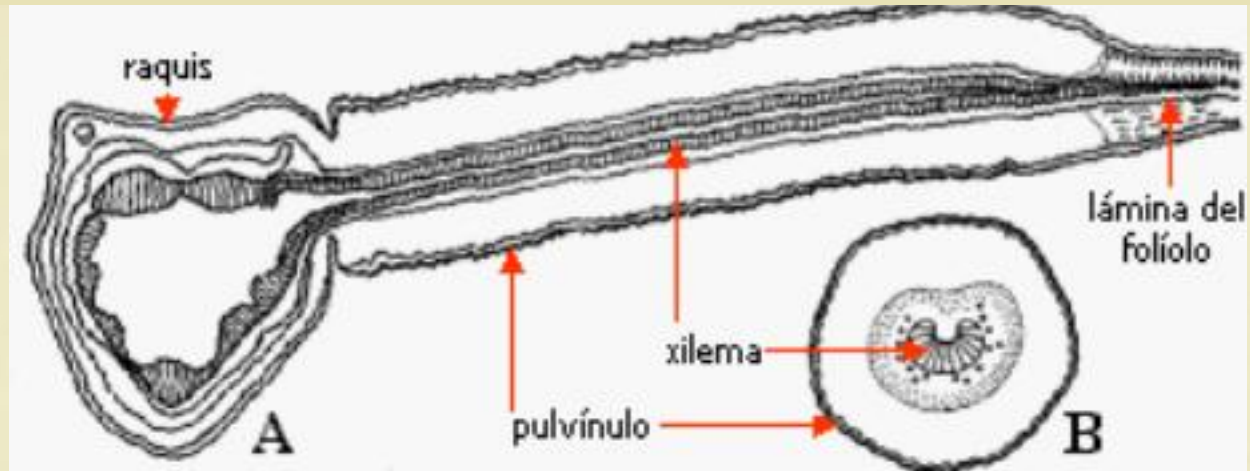
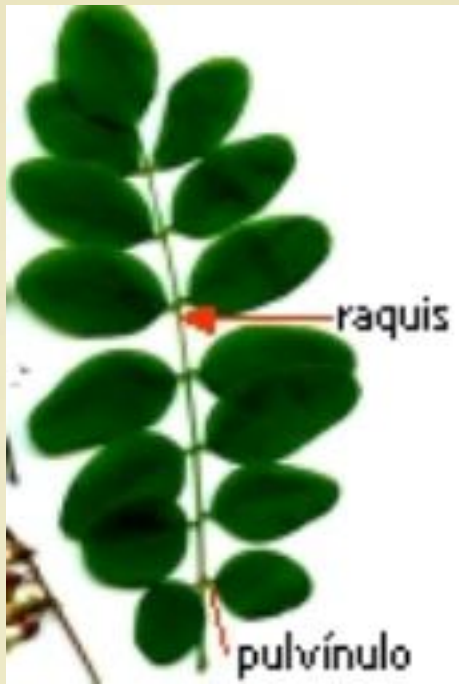


Acacia melanoxylon, hojas de las plantas jóvenes bipinnadas, las adultas reducidas a filodios



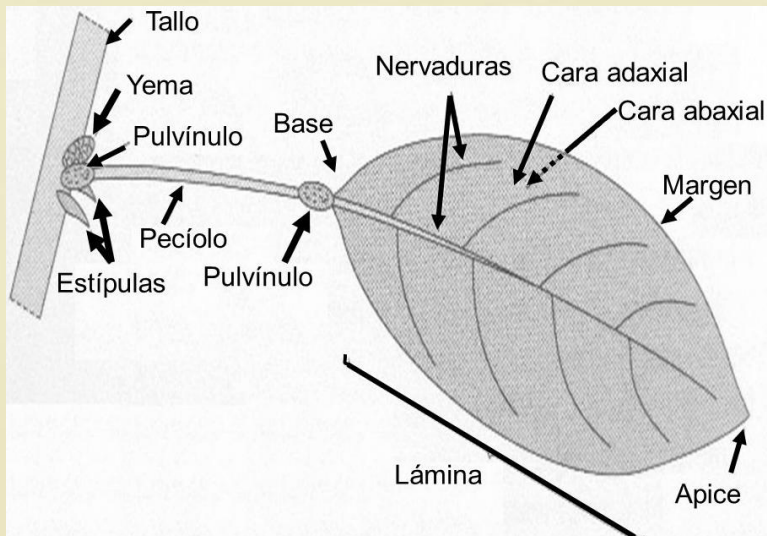
Lám. 1.-*Acacia melanoxylon*, a, c, d) Santiago de Compostela, La Coruña (MA 546681); b) pr. Villagarcía de Arosa, Pontevedra (MA 433230); e, f) Lens, Ames, La Coruña (MA 546682); a) rama florífera; b) hoja primordia; c) bráctea floral; d) flor; e) fruto; f) sección del fruto, con semilla y funículo.

Los **pulvinulos** situados en los pecíolos y peciólulos respectivamente, son hinchados, con superficie arrugada. El sistema vascular está en el centro, rodeado por parénquima con paredes delgadas y espacios intercelulares. Los movimientos se producen por cambios rápidos de turgencia, es decir incorporación o pérdida de agua en las células.



A, transcorte de raquis y corte longitudinal de pulvínulo situado en el peciólulo.

B, transcorte de pulvínulo



• **Pulvínulo**, da movimiento a las hojas, base foliar engrosada (en *Mimosa*) base de los folíolos (en hojas compuestas), en el ápice del pecíolo.

Hoja de *Bauhinia* con pulvínulo



- **Espinas**, transformación de hojas o de partes de éstas, formaciones agudas, afeznadas, provistas de tejido vascular y de sostén.

Berberis microphylla (calafate)

FILOTAXIS (gr.: filo: hoja, taxis: ordenación)

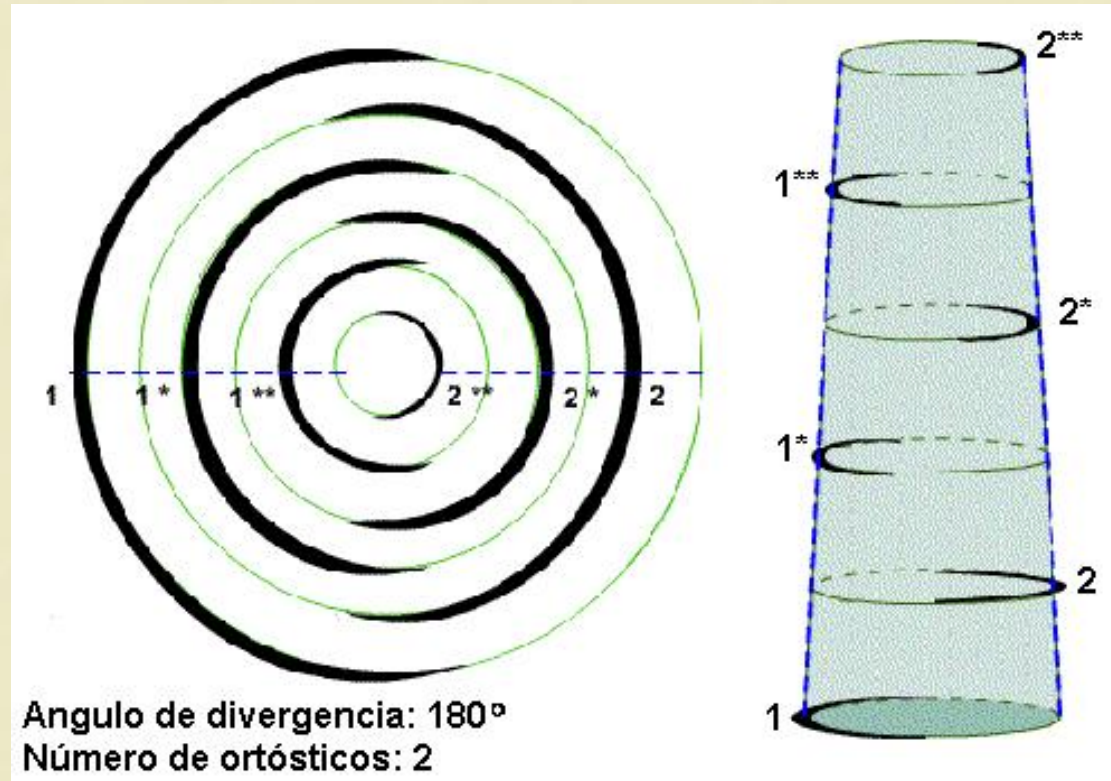
- ✓ Es la disposición de las hojas sobre el tallo.
- ✓ Está íntimamente ligada a la estructura primaria del tallo: el número de haces vasculares del tallo queda determinado por la filotaxis, cuanto más densa es la misma, mayor será el número de haces caulinares.
- ✓ El estudio puede hacerse de dos maneras: estudiando el arreglo de las hojas a lo largo del tallo desarrollado, o el corte transversal de una yema.
- ✓ El conjunto de hojas inserto en cada nudo constituye un **verticilo foliar**.

Hay 2 grandes grupos de disposición foliar: **verticilada y alterna**.

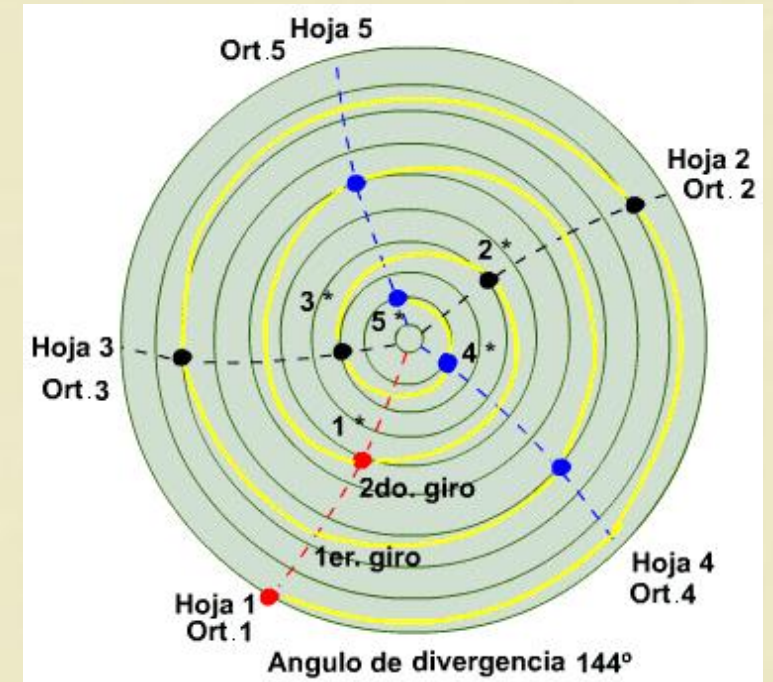
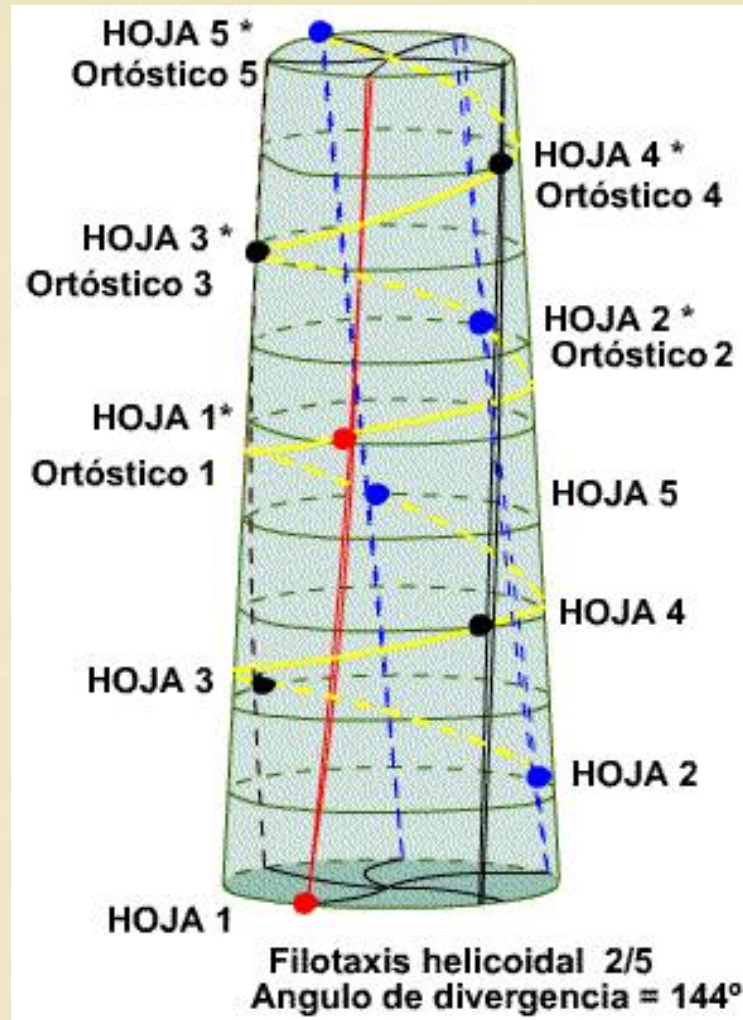
- ❖ **DISPOSICIÓN ALTERNA:** en cada nudo se inserta 1 hoja.
Hay dos tipos principales: **dística y helicoidal**
- ❖ **DISPOSICIÓN VERTICILADA:** en esta disposición, 2 o más hojas se insertan simultáneamente en cada nudo del tallo. De acuerdo al número de hojas por nudo: **decusada:** (2 hojas por nudo) y **verticilada:** (3 hojas o más en cada nudo o verticilo).

DISPOSICIÓN ALTERNA

Filotaxis dística: las hojas se insertan a lo largo de dos líneas opuestas en el tallo, llamadas **ortósticos**, alternativamente sobre uno y otro, en cada nudo. Esta disposición es frecuente en monocotiledóneas y rara en dicotiledóneas



Filotaxis helicoidal en *Boehmeria nivea*

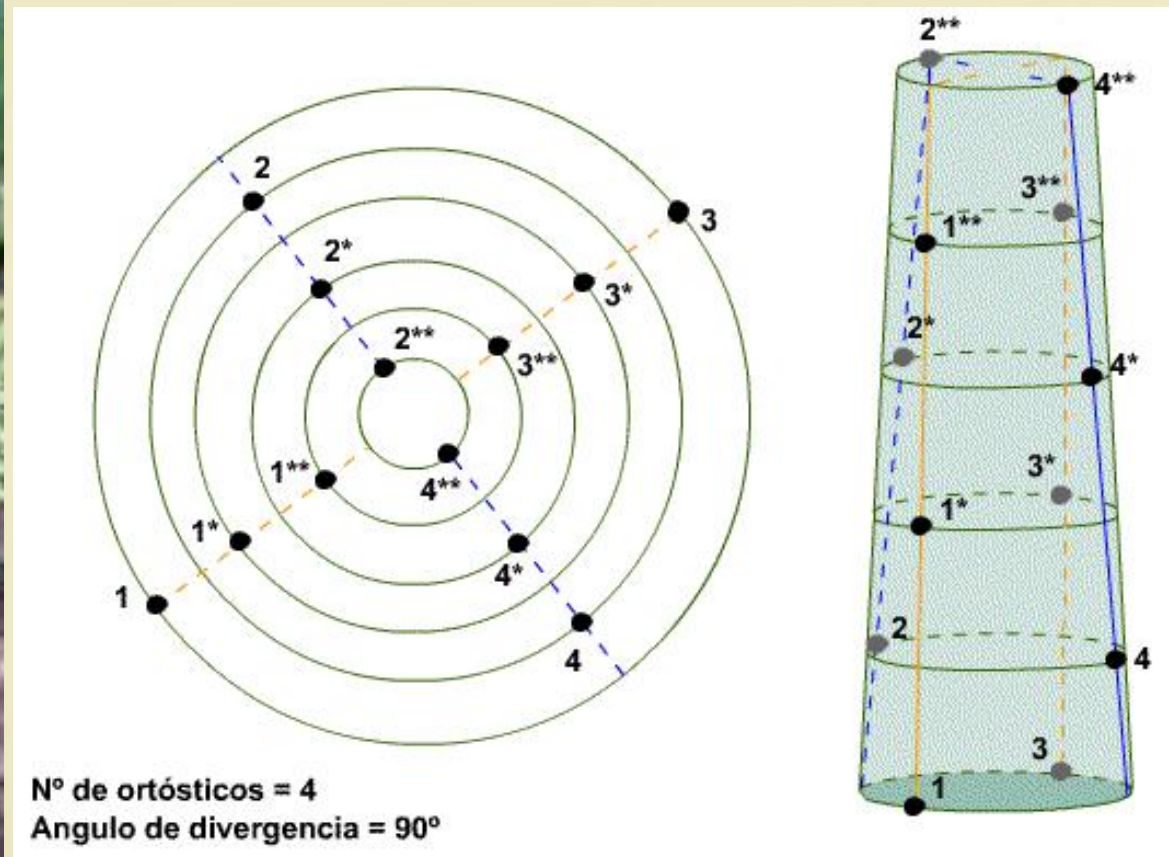


Las hojas están esparcidas sobre el tallo, ordenadas regularmente sobre una espiral dextrorsa o sinistrorsa: la **espira generatriz**

❖ **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:

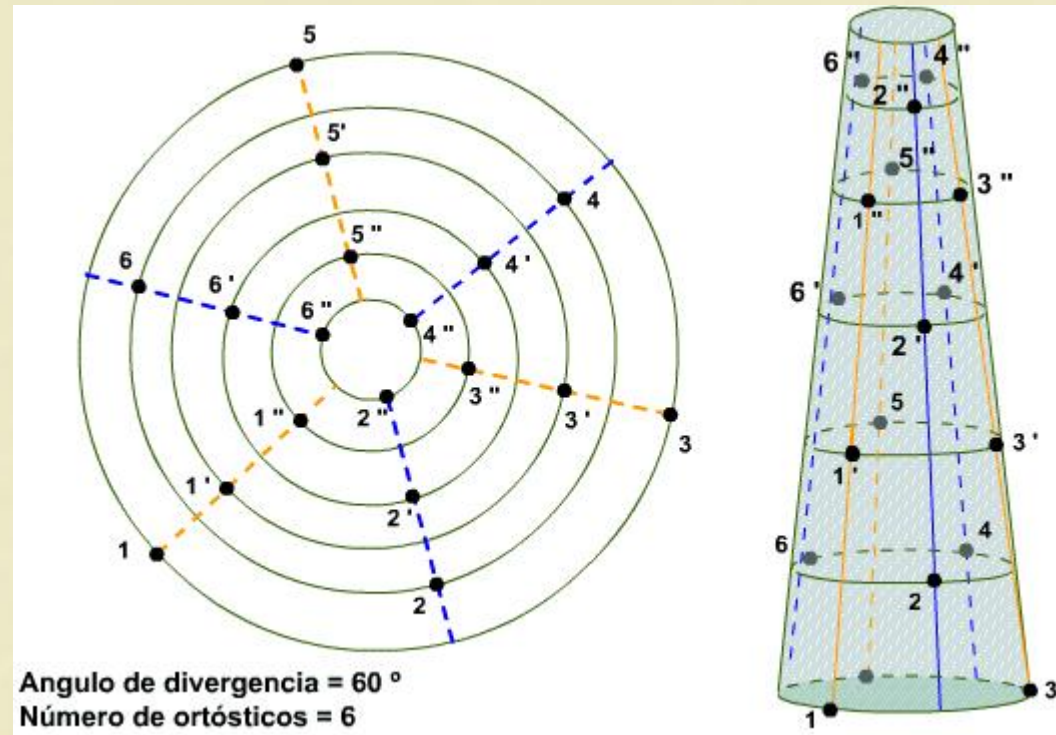
1. Fitotaxis decusada (*Amaranthaceae, Labiatae*): 2 hojas por nudo.



2. Filotaxis verticilada (*Apocynaceae*): 3 hojas o más en cada verticilo.

El número de ortósticos es 6 o más.

Es excepcional la presencia de 4 hojas en un verticilo.

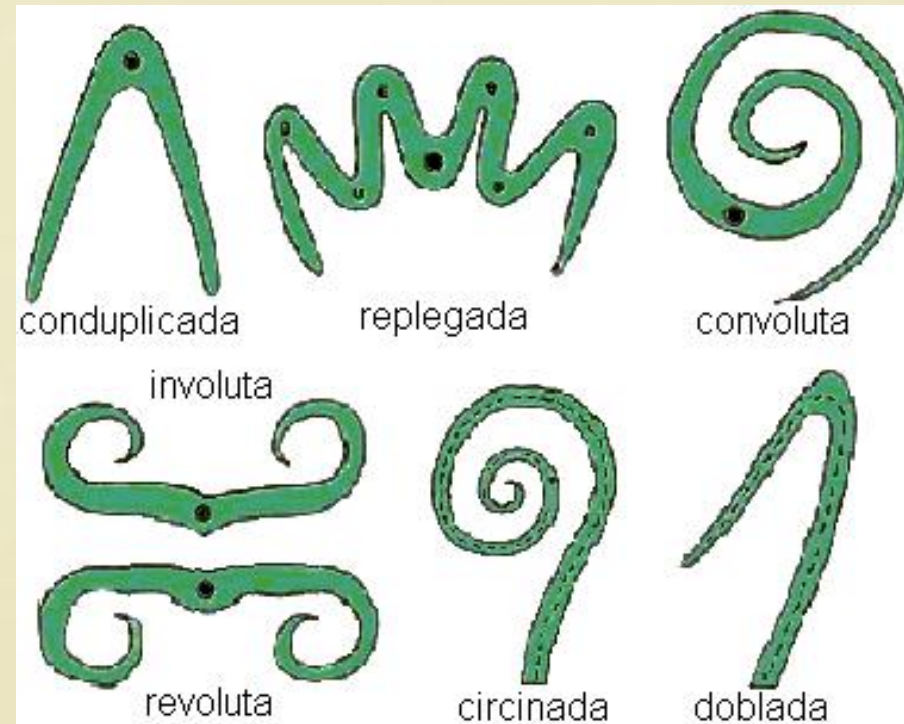


Filotaxis verticilada en *Nerium oleander*, laurel rosa, adelfa.

PREFOLIACIÓN O VERNACIÓN

Es la disposición del **primordio foliar** en la yema. Se distinguen varios tipos:

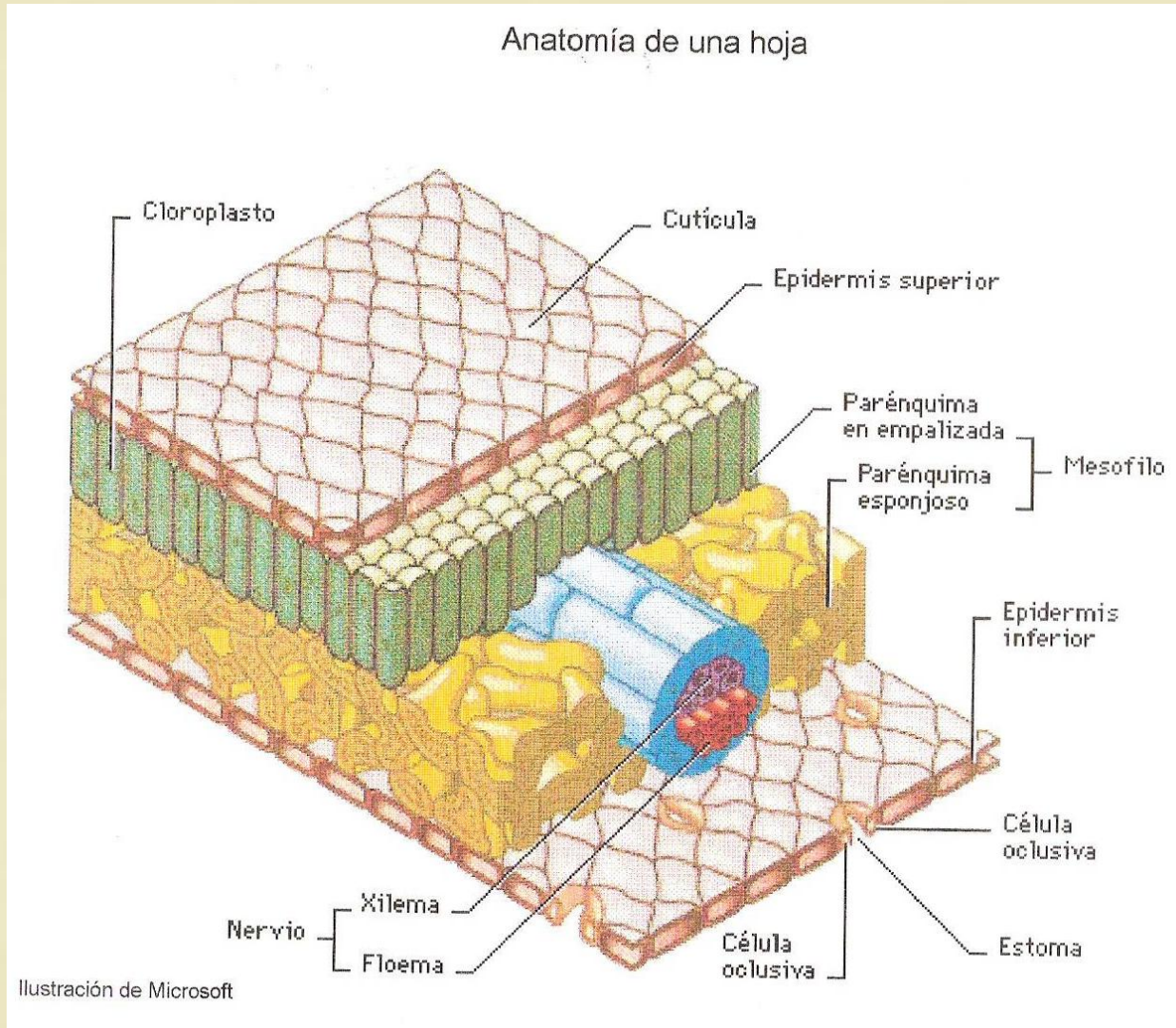
- ✓ **Conduplicada (plegada)**, limbo plegado en dos a lo largo de la vena media (*Petunia thymifolia*)
- ✓ **Replegada (plicata)** limbo plegado como un abanico o como fuelle (vid)
- ✓ **Convoluta**, limbo enrollado paralelamente a la vena media, como un cucurucho (lechuga)
- ✓ **Involuta**, limbo con sus márgenes arrollados hacia el haz o cara superior (álamo, peral)
- ✓ **Revoluta**, limbo con márgenes arrollados hacia el envés o cara inferior (*Muehlenbeckia sagittifolia*)
- ✓ **Circinada**, las hojas se enrollan sobre sí mismas desde el ápice hacia la base. Es característica de las pteridofitas, y se presenta raramente en espermatofitas.



Prefoliación circinada en pteridófitas



Anatomía foliar



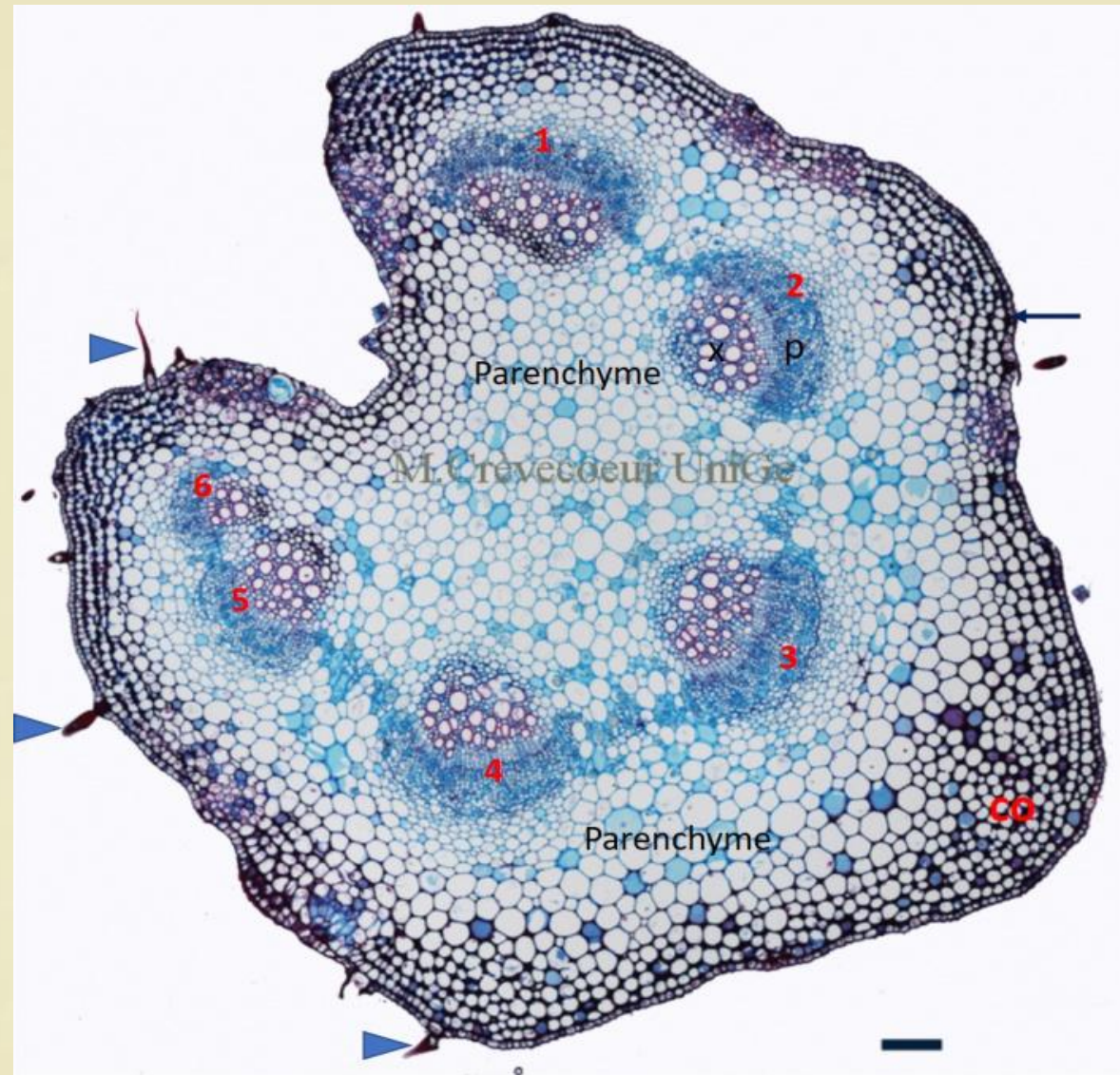
Las hojas están compuestas por tres **sistemas de tejidos**:

- **dérmico**, constituido por la epidermis
- **fundamental o mesófilo**, donde el tejido más importante es el parénquima clorofiliano, aunque también se encuentran tejidos de sostén: colénquima y esclerénquima
- **vascular**, integrado por el xilema y el floema

HOJAS DE DICOTILEDÓNEAS

PECÍOLO

- ✓ Forma redondeada en transcurso; cuando la base foliar es amplia, puede tener forma semilunar
- ✓ La epidermis presenta estomas.
- ✓ El córtex exhibe un anillo completo de colénquima periférico, o cordones de colénquima si el pecíolo presenta costillas.
- ✓ El parénquima fundamental puede contener estructuras glandulares y células con cristales. A veces hay fibras alrededor del tejido vascular.



pecíolo en hoja de ortiga

Pecíolos de hojas de Dicotiledóneas en transcurso: organización vascular

a- Un haz vascular con el xilema orientado hacia la cara adaxial y el floema hacia la cara abaxial (*Camellia, Ilex, Ligustrum, Nerium*).

b- Varios haces dispuestos en un semicírculo (*Aristolochia, Mahonia, Sanguisorba*) o en un círculo completo (*Platanus, Pelargonium, Liriodendron, Vitis, Cucurbita, Hedera helix*).

c- Los tejidos vasculares pueden formar un anillo continuo, donde el xilema es interno y el floema periférico (*Citrus, Catalpa*).

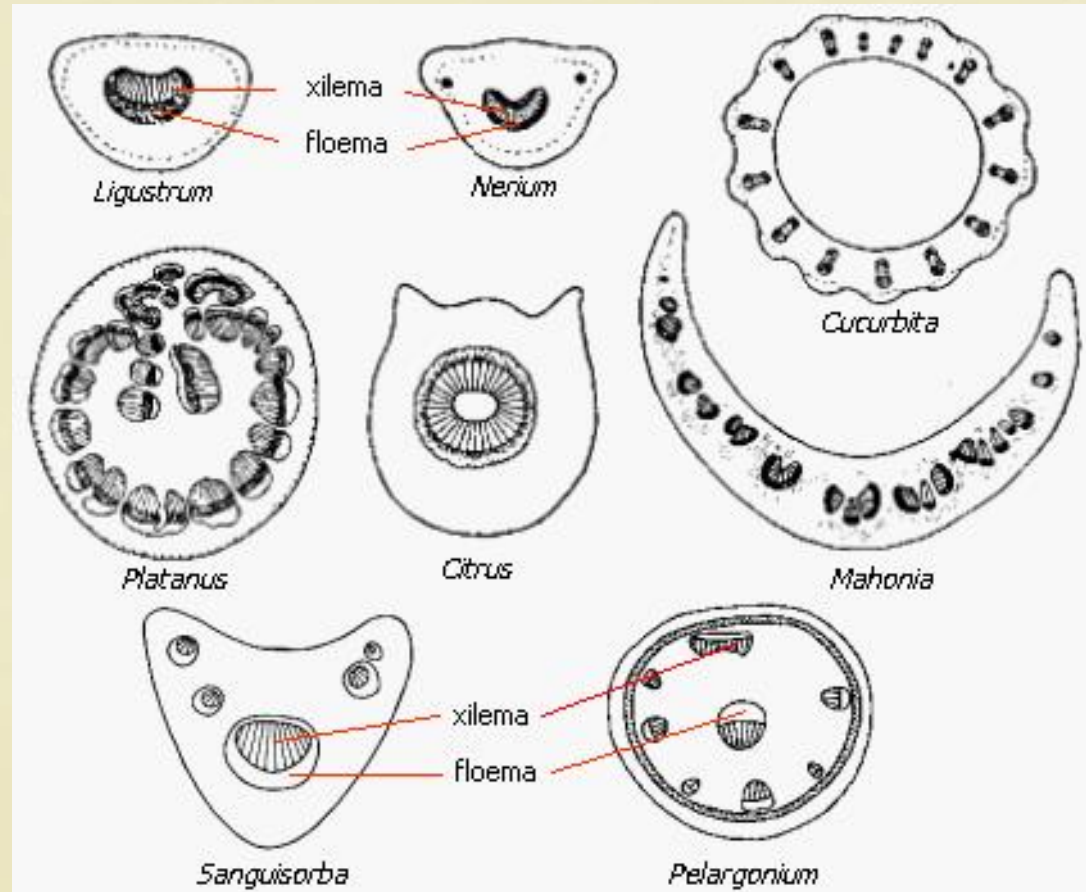


LÁMINA FOLIAR

El **mesófilo** está constituido por el parénquima clorofiliano ubicado entre las dos epidermis. Puede ser de dos tipos:

1) homogéneo

2) heterogéneo, con el parénquima clorofiliano diferenciado en **parénquima en empalizada** y **parénquima esponjoso**.

ESTRUCTURA DE LA LAMINA

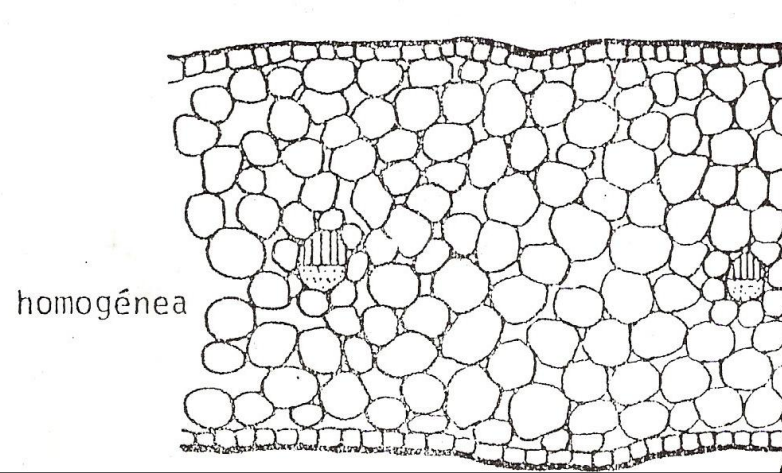
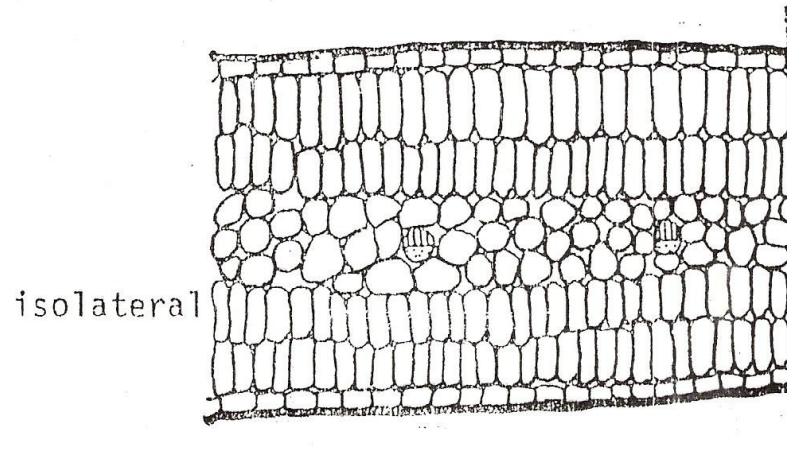
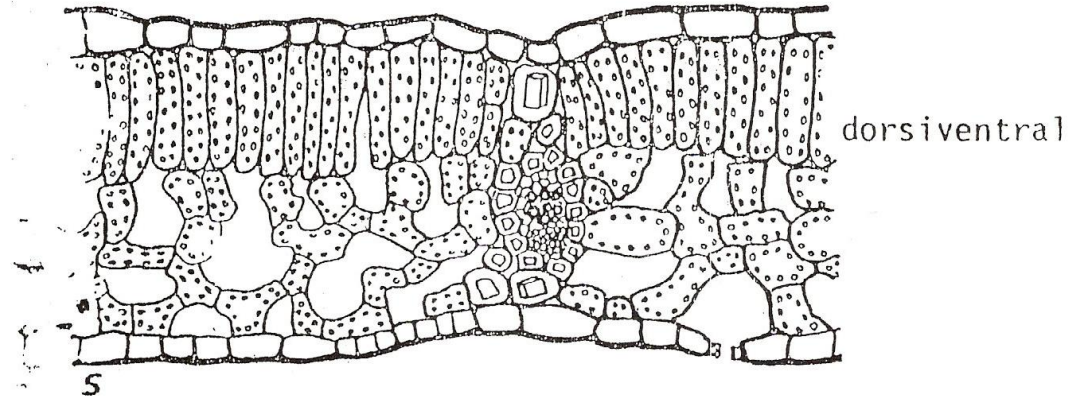
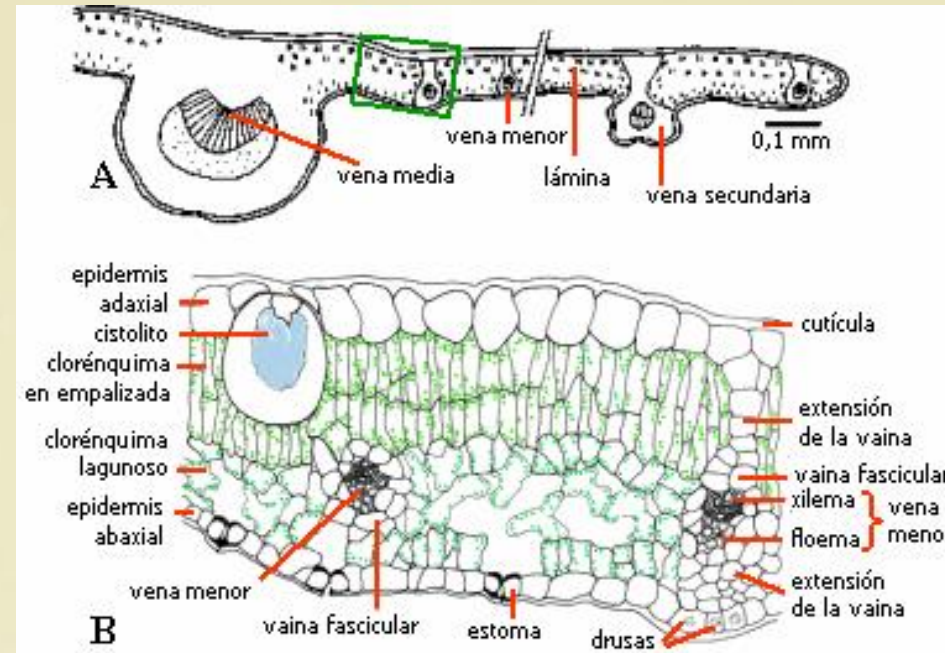


LÁMINA FOLIAR

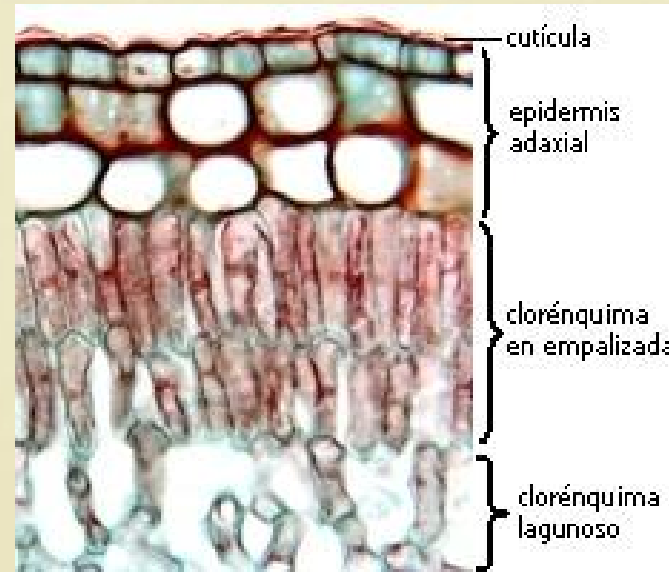
1) SISTEMA DÉRMICO



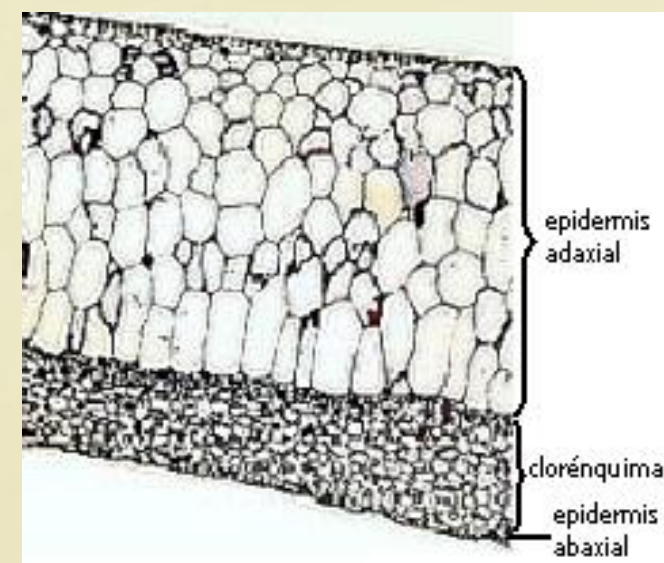
Simple en *Camellia*



Múltiple en *Nerium oleander*

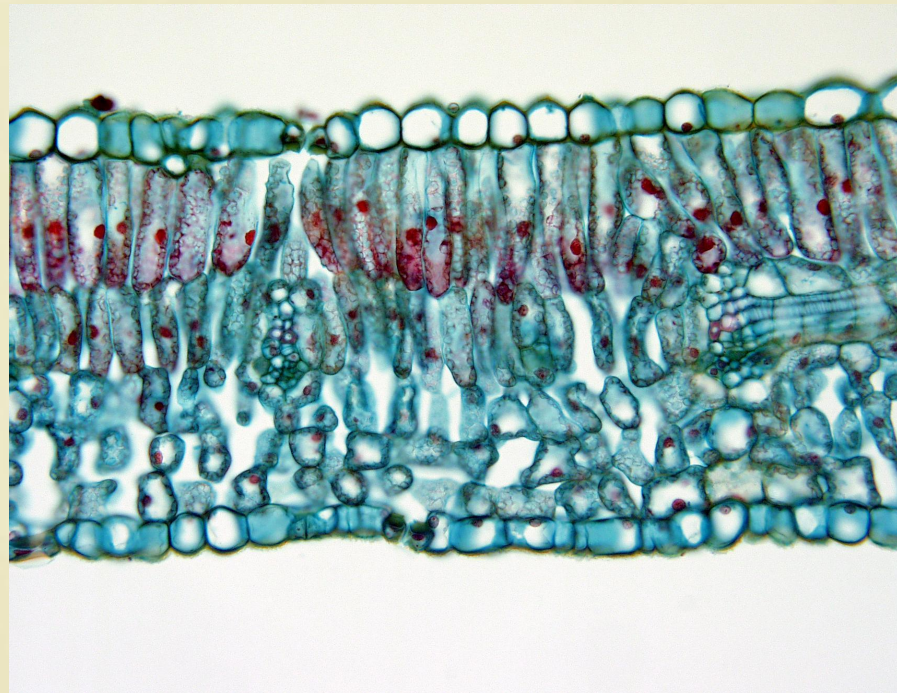


Múltiple en *Peperomia*

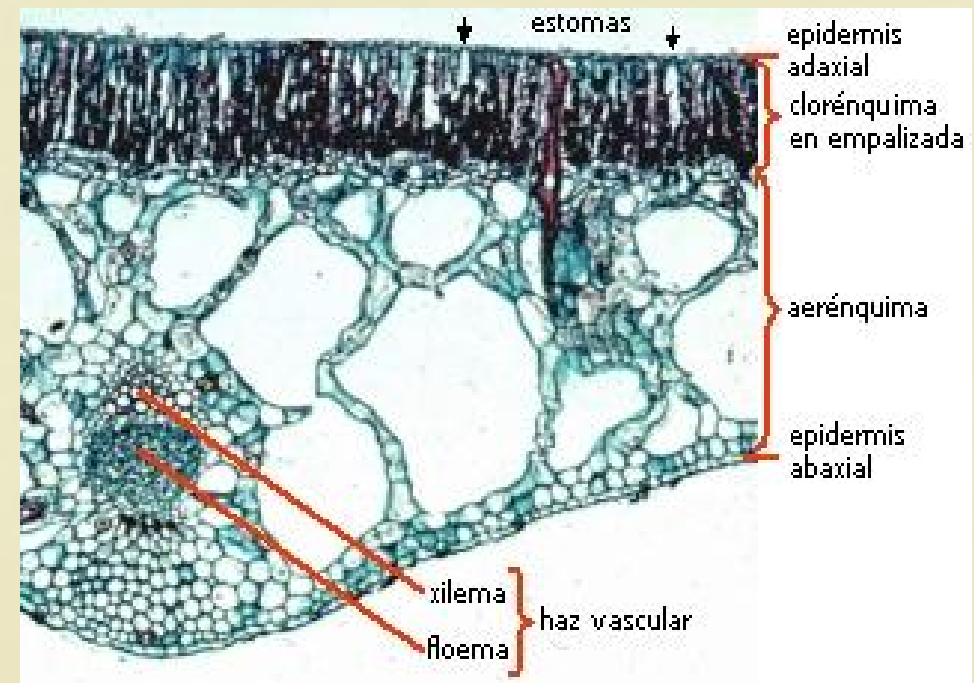


- ✓ La **ubicación de los estomas** es variable.
- ✓ Comúnmente las hojas son **hipostomáticas**, con estomas sólo en la epidermis abaxial (Ej. *Maclura tinctoria*, *Patagonula americana*, *Camellia*).
- ✓ Las hojas **anfistomáticas** los presentan en ambas caras, generalmente con más estomas en la cara abaxial (Ej. *Syringa*, lila; *Dianthus*, clavel).
- ✓ Las hojas **epistomáticas** presentan estomas sólo en la cara adaxial (Ej. *Nymphaea*, *Victoria cruziana*, irupé).

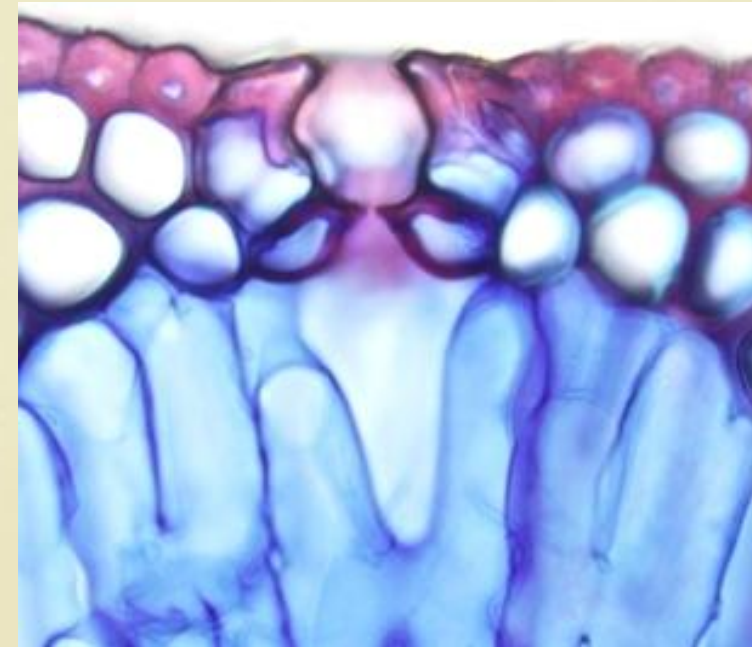
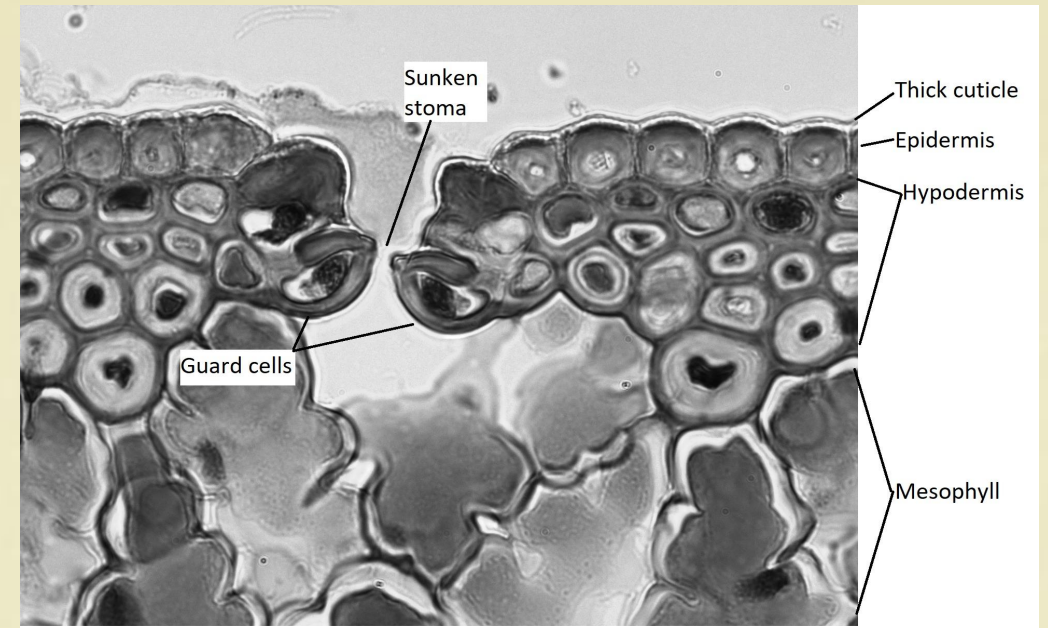
Syringa: hoja anfistomática dorsiventral

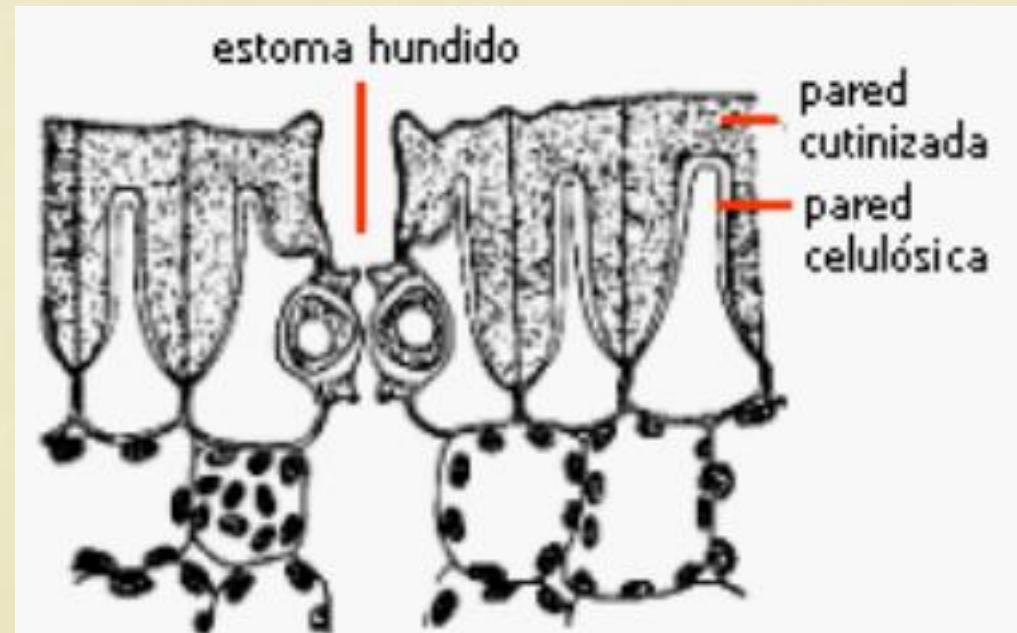
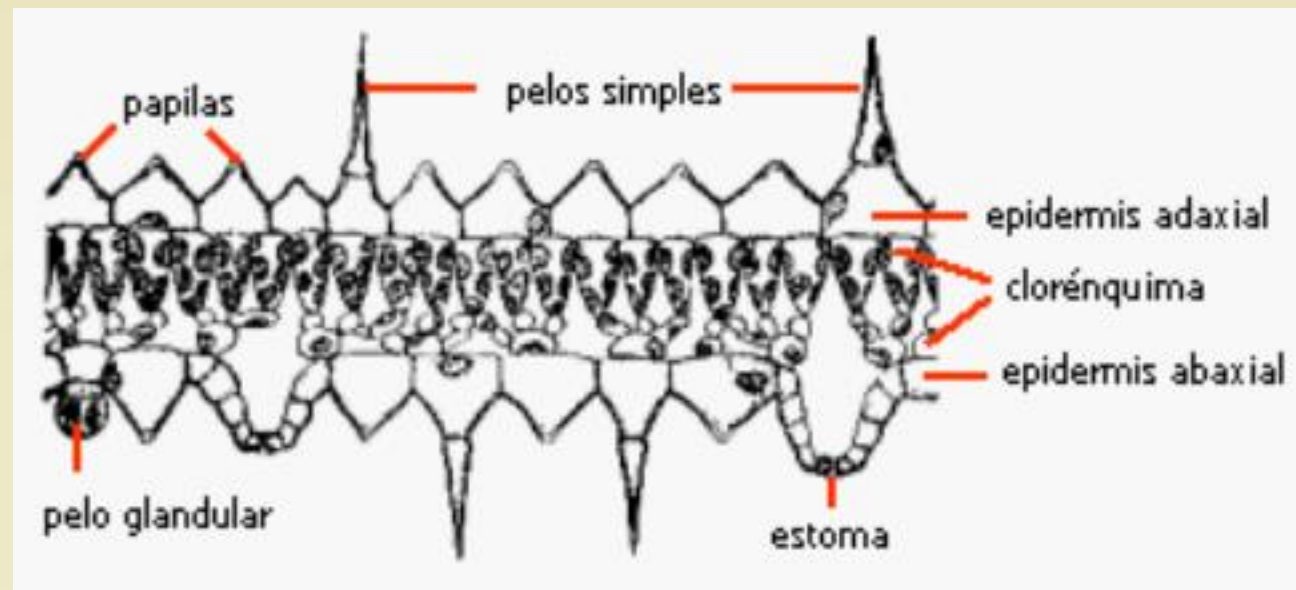


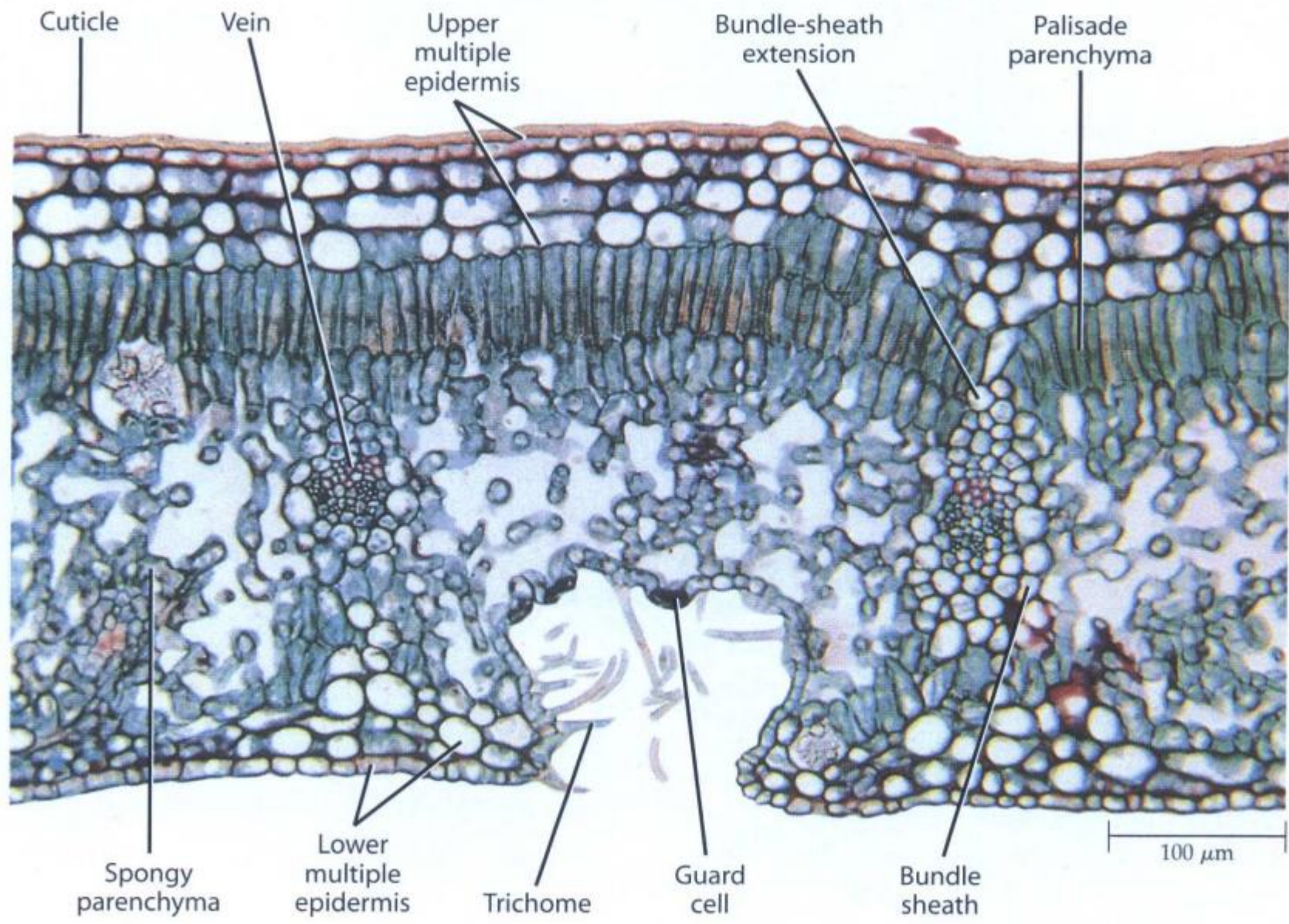
Nymphaea: hoja epistomática dorsiventral

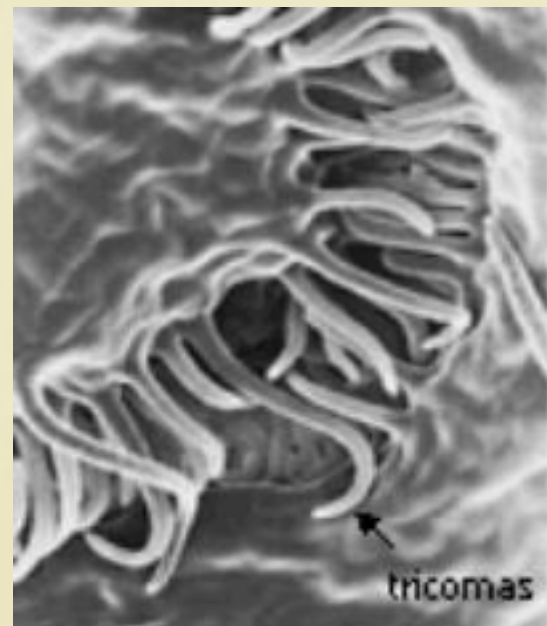
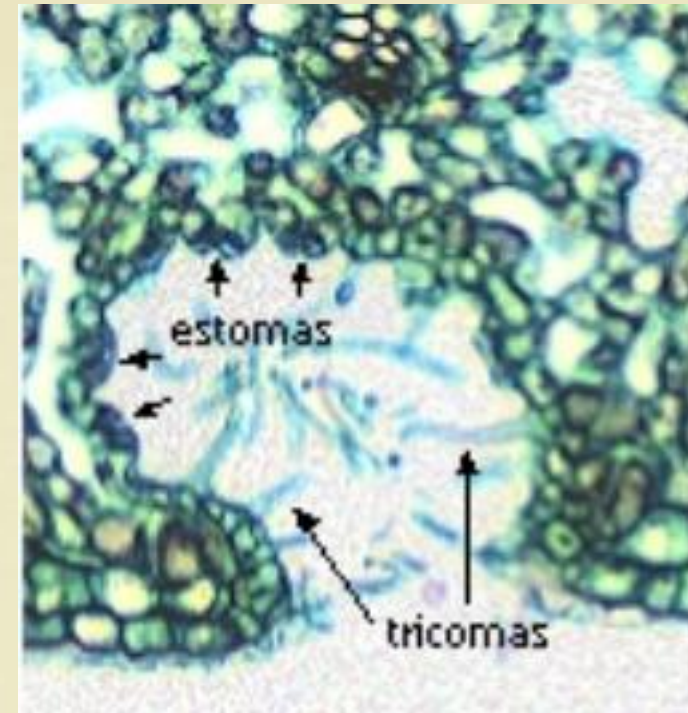
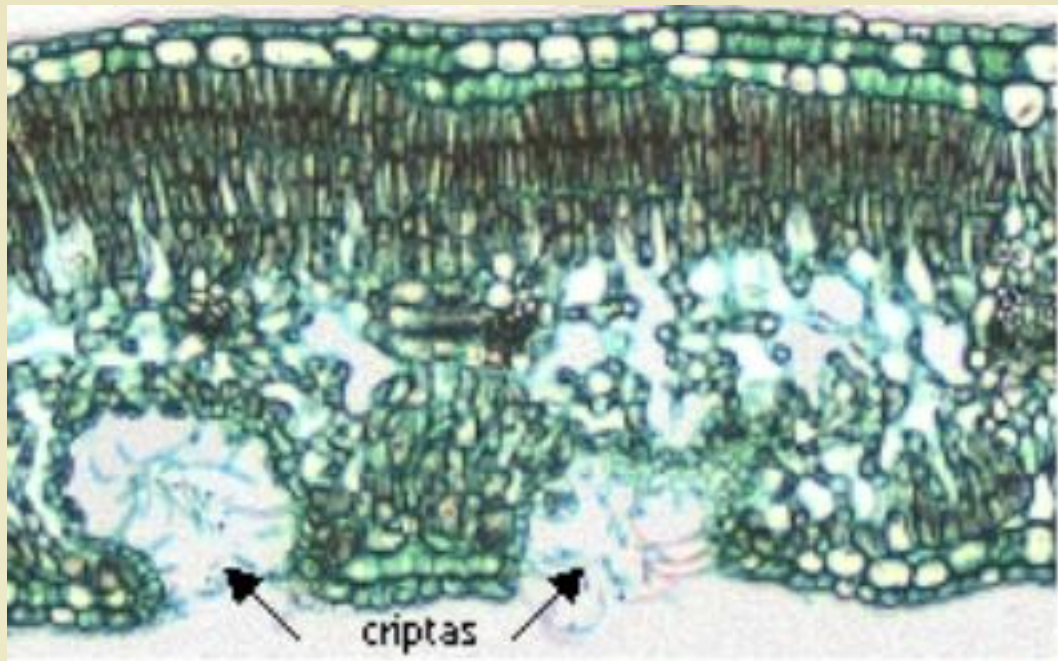


- ✓ En las hojas amplias de las dicotiledóneas los **estomas están esparcidos**.
- ✓ En plantas **mesófitas** los **estomas** generalmente están **al mismo nivel** que las demás células.
- ✓ En plantas **higrófitas** los **estomas** están **elevados** sobre las demás células.
- ✓ Los vegetales de ambientes 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.



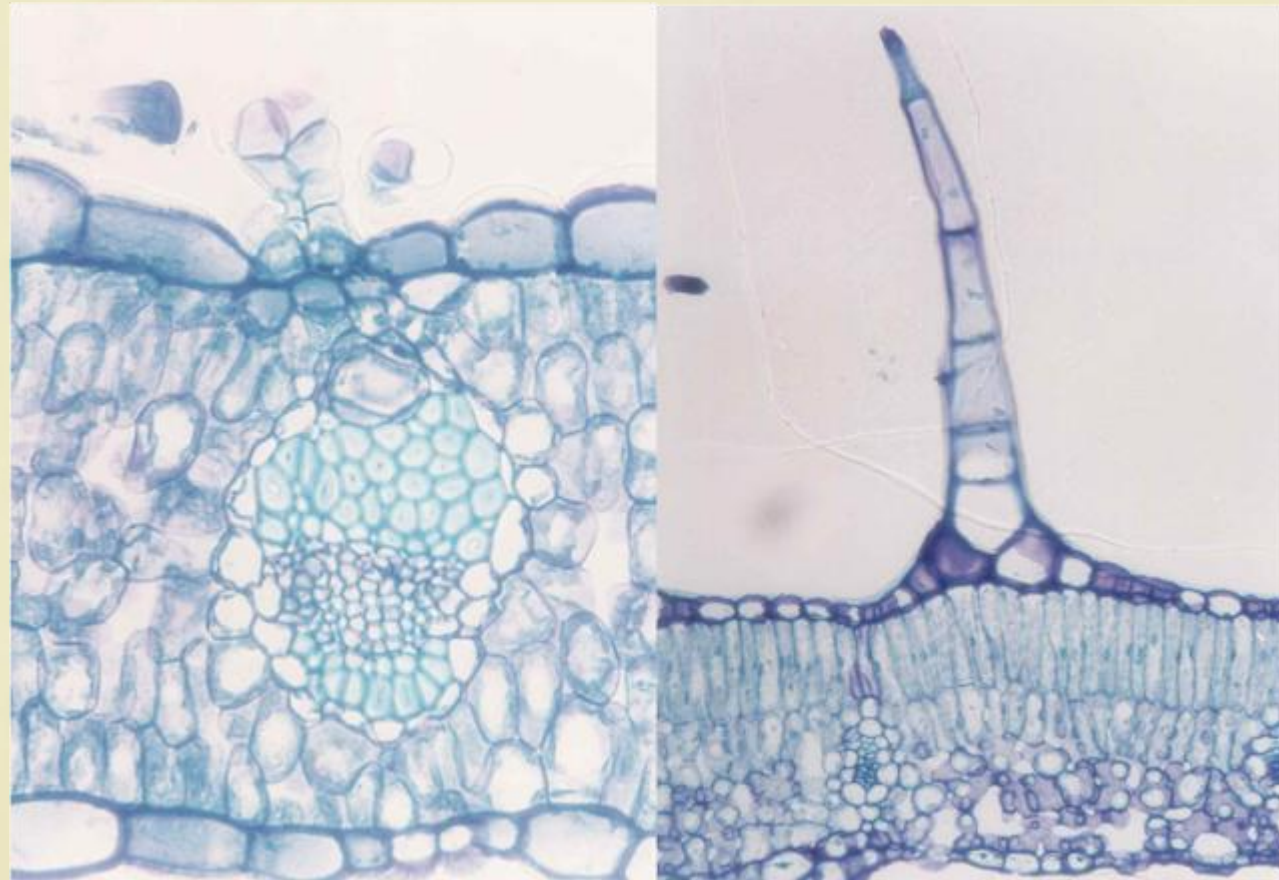






Criptas estomáticas
en *Nerium oleander*,
laurel rosa

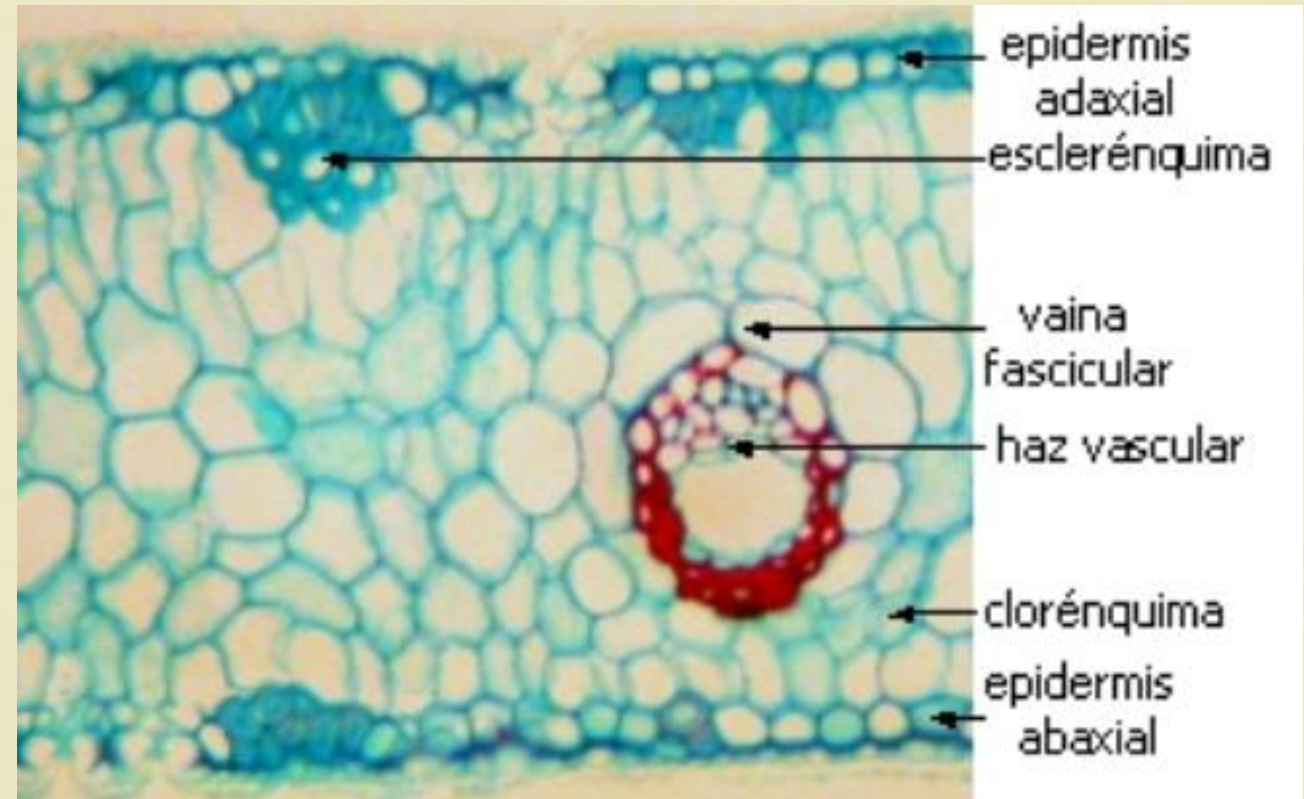
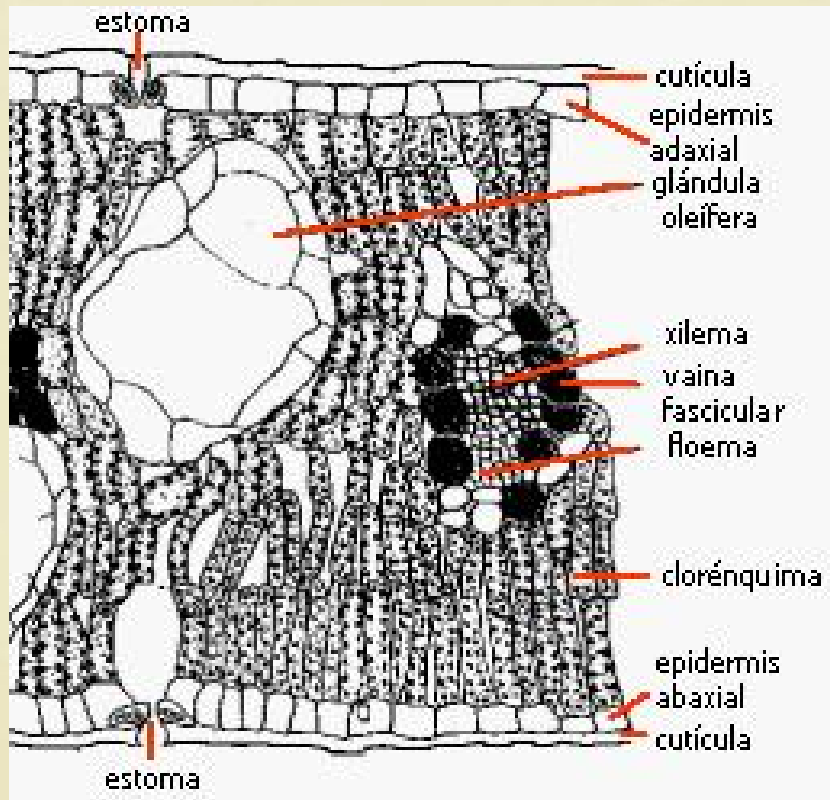
Las hojas pueden ser **glabras o pilosas**, la variabilidad de los pelos es amplísima, pueden presentarse **pelos tectores y/o glandulares**.



2) SISTEMA FUNDAMENTAL O MESÓFILO

El **mesófilo** está constituido por el **parénquima clorofiliano** ubicado entre las dos epidermis. Puede ser de dos tipos: homogéneo - heterogéneo

- **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*), o constituido por células alargadas como sucede en la remolacha (*Beta vulgaris*). Las especies de *Eucalyptus* con hojas péndulas también presentan este tipo de mesófilo.



Eucalyptus, transcorte de hoja anfistomática con mesófilo homogéneo

mesófilo heterogéneo, con el *parénquima clorofiliano* diferenciado en *parénquima en empalizada* y *parénquima lagunoso*. Según la ubicación de los dos tipos de parénquima se distinguen **tres tipos** de estructura del mesófilo: **dorsiventral, isolateral y céntrico**

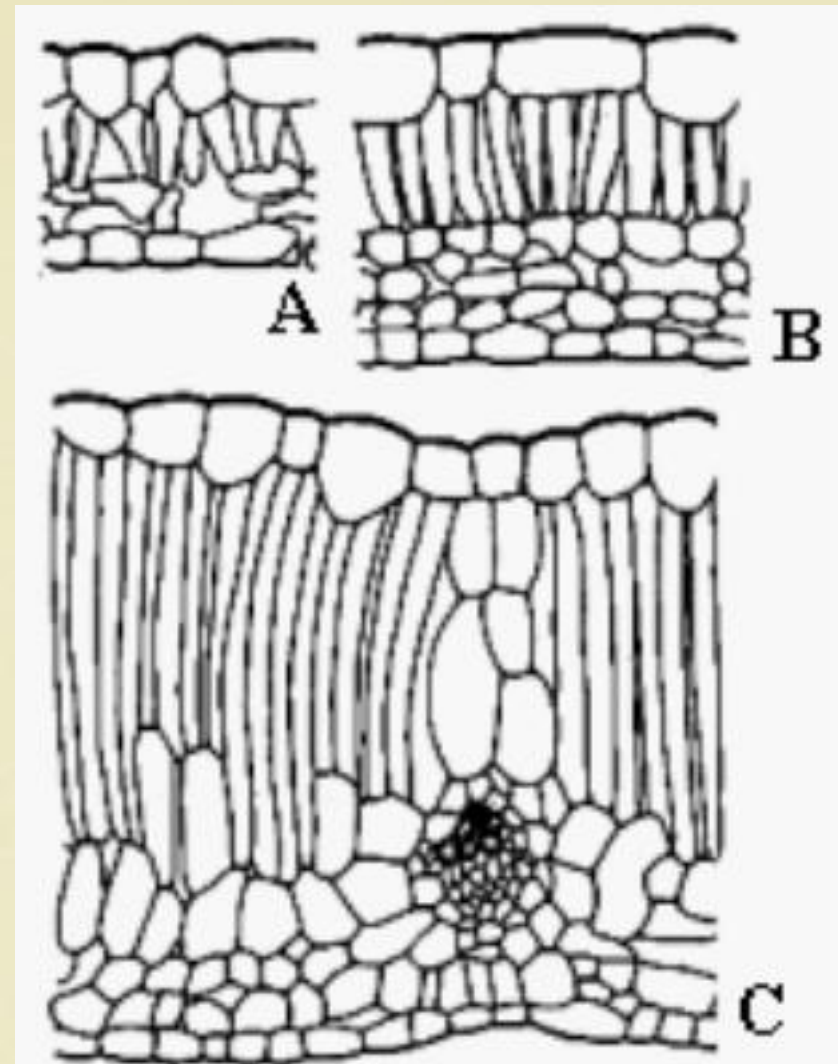
- **dorsiventral**, cuando el parénquima en empalizada está hacia la cara adaxial y el parénquima lagunoso hacia la cara abaxial (*Vitis*, *Ligustrum*, *Pyrus*, *Citrus*, *Syringa*).

✓ Esta organización se encuentra en las **hojas orientadas horizontalmente**.

✓ Al nivel de cada estoma de la epidermis inferior la laguna del tejido lagunoso constituye la **cámara subestomática**.

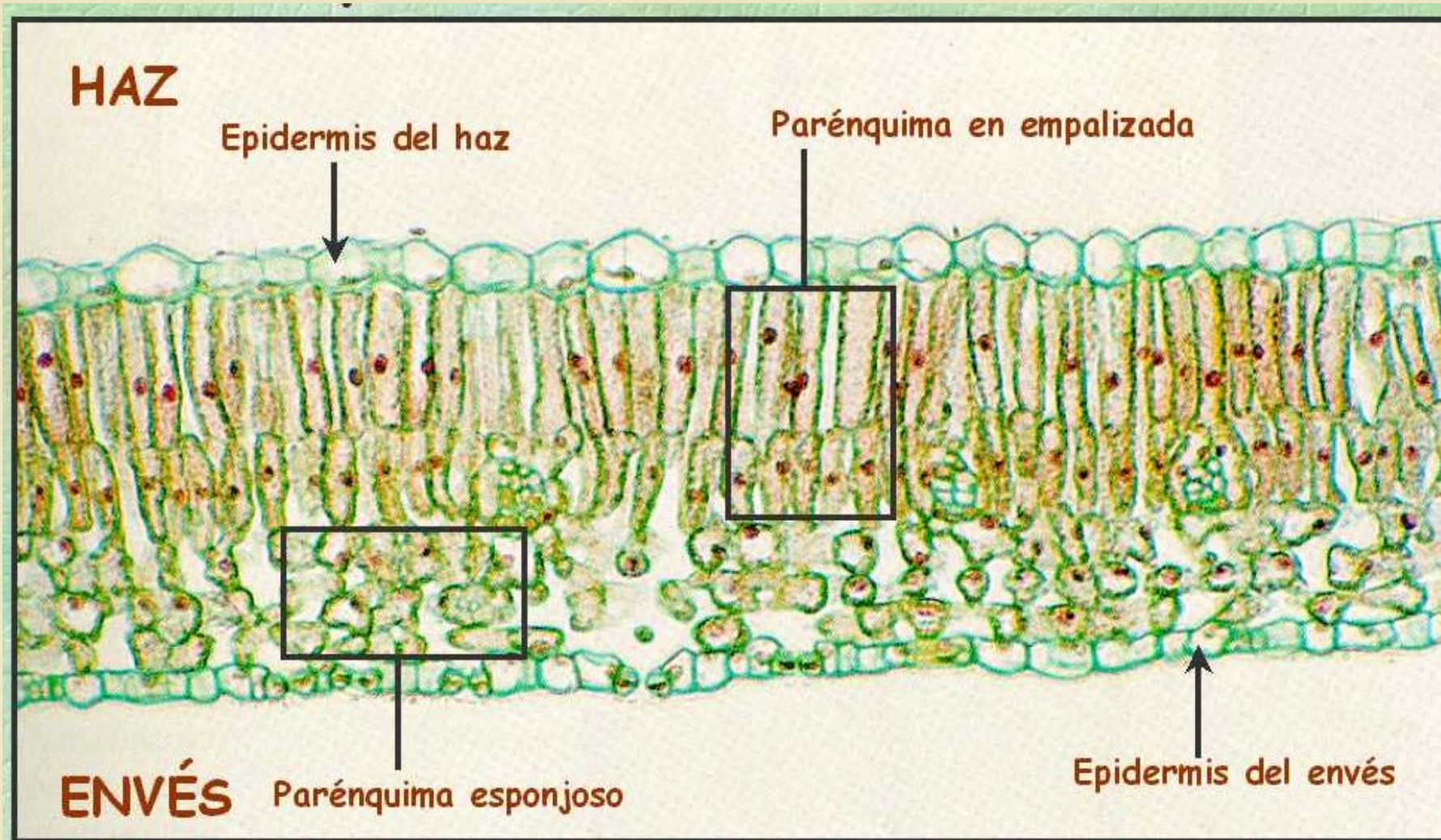
✓ El **número de capas de parénquima en empalizada es variable**: hay una sola en el tabaco (*Nicotiana tabacum*), la batata (*Ipomoea batatas*), la papa (*Solanum tuberosum*) y el tomate (*Lycopersicon esculentum*), dos en el laurel rosa (*Nerium oleander*), la alfalfa (*Medicago sativa*) o el guayaibí (*Patagonula americana*) y tres en el peral (*Pyrus*).

✓ El número de capas del tejido en empalizada puede variar de una hoja a otra del mismo individuo: en *Fagus silvatica* y *Acer platanoides*, árboles de copa amplia, las hojas periféricas tienen más capas que las del interior de la copa. **Las hojas que están al sol son más gruesas que las que están en la sombra, el parénquima clorofiliano en empalizada está más desarrollado y tienen más cloroplastos.**

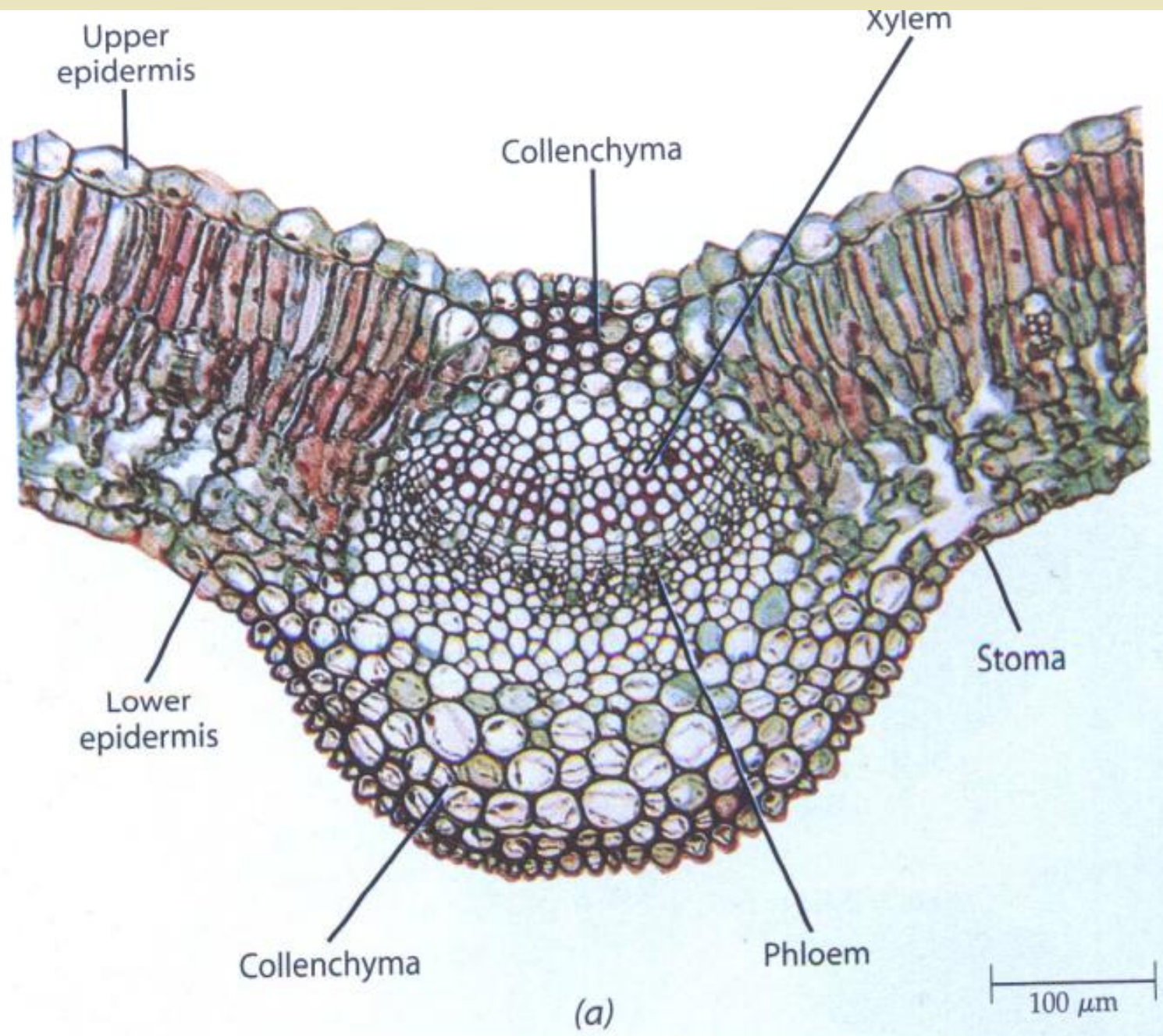


Acer platanoides, transcortes de hojas del mismo árbol

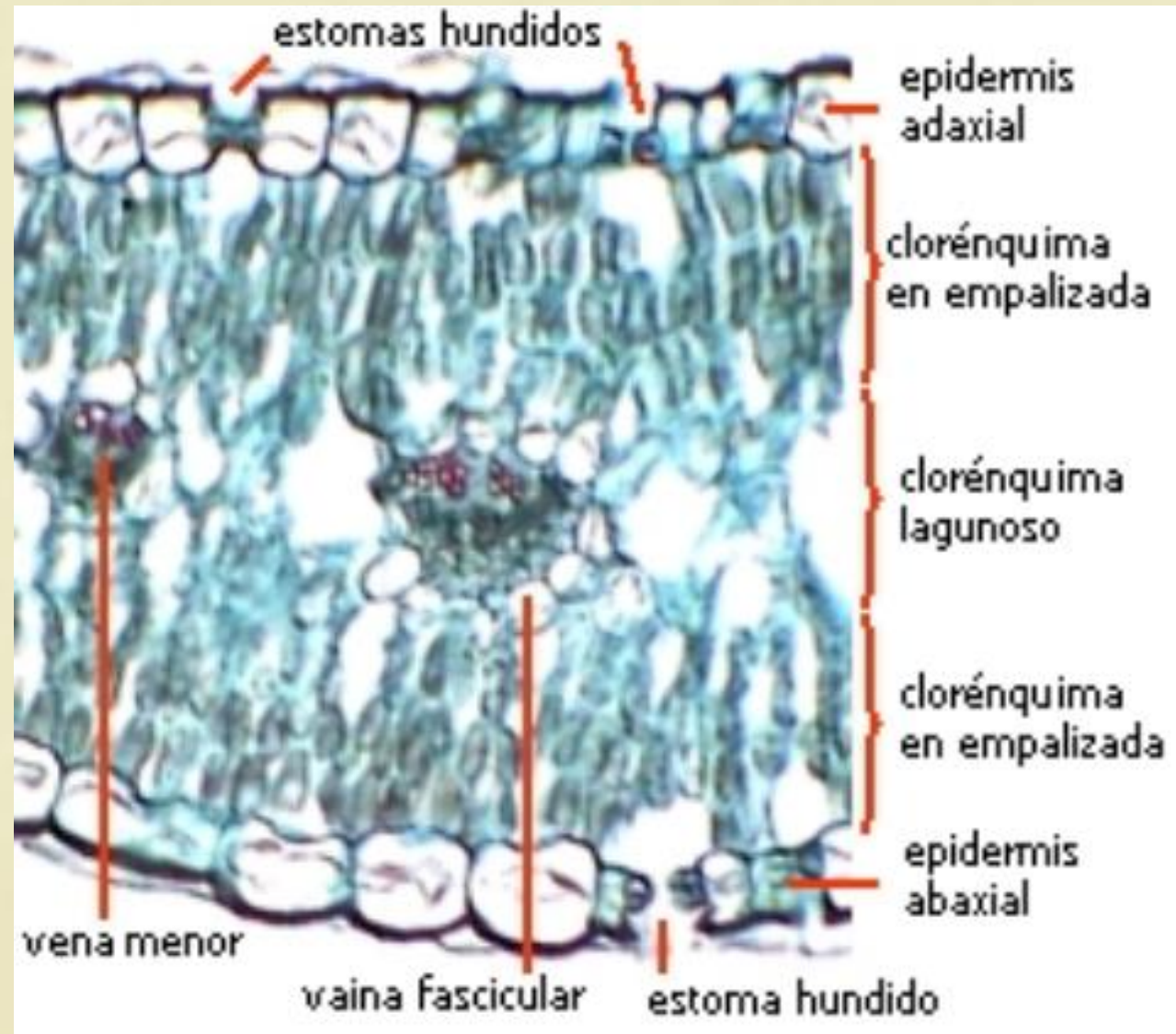
Estructura dorsiventral



Sección transversal del limbo de una hoja de lila (*Syringa vulgaris*)

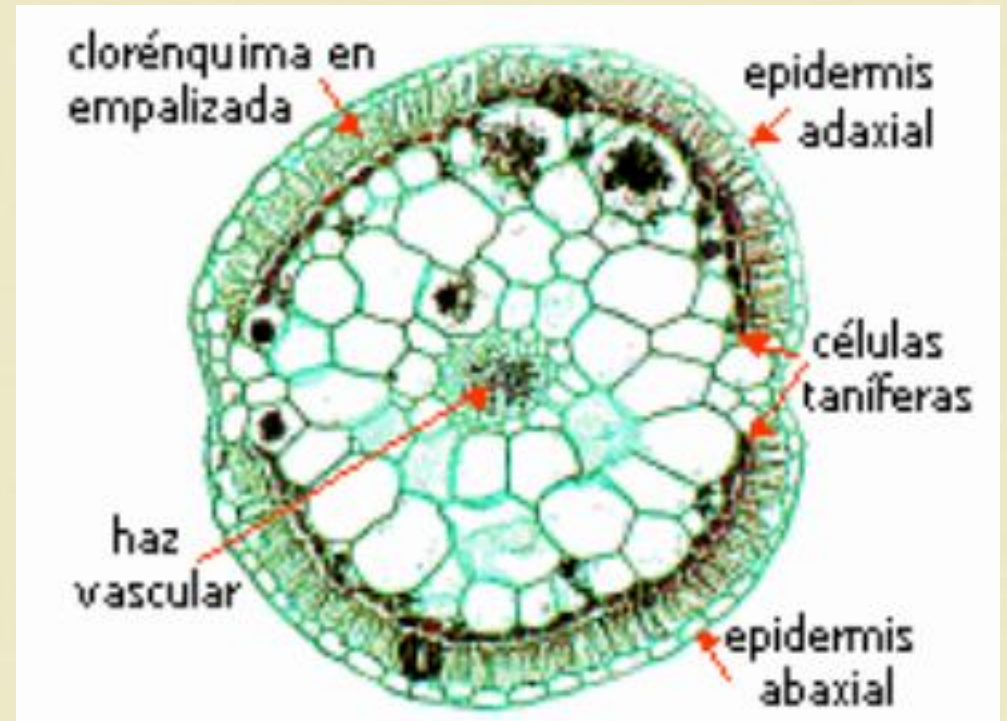


isolateral o equifacial, cuando el tejido en empalizada se observa sobre las dos caras del limbo foliar, y el parénquima lagunoso queda en el medio. Esta organización es característica de plantas con **hojas erguidas o péndulas** (*Dianthus*, *Artemisia*, *Silene*).



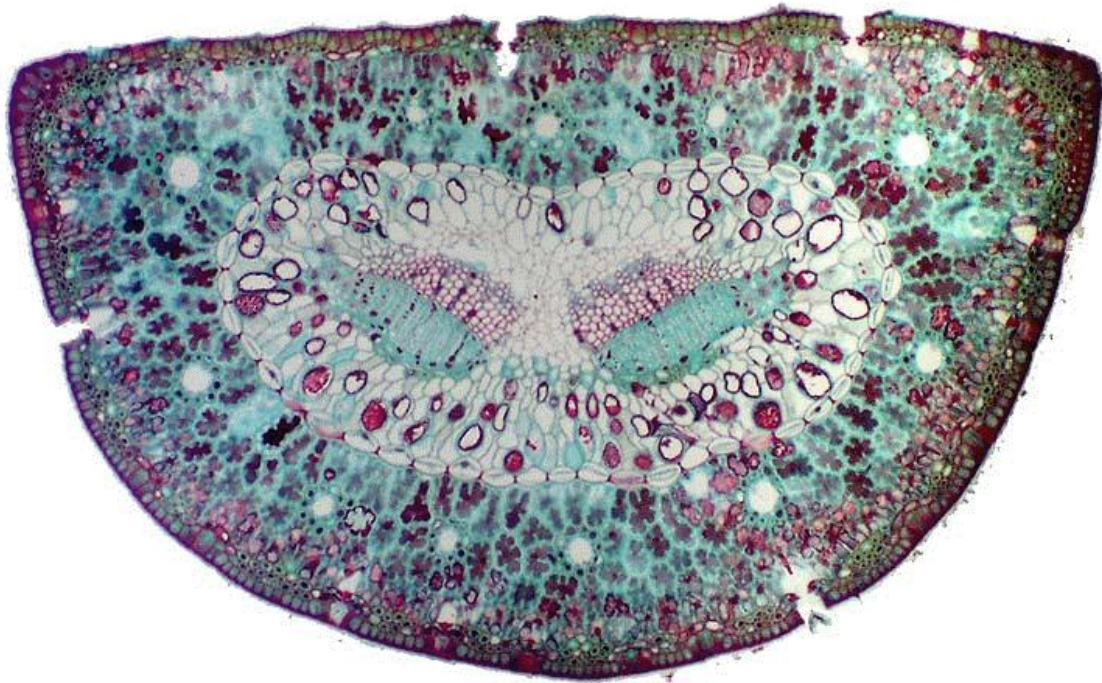
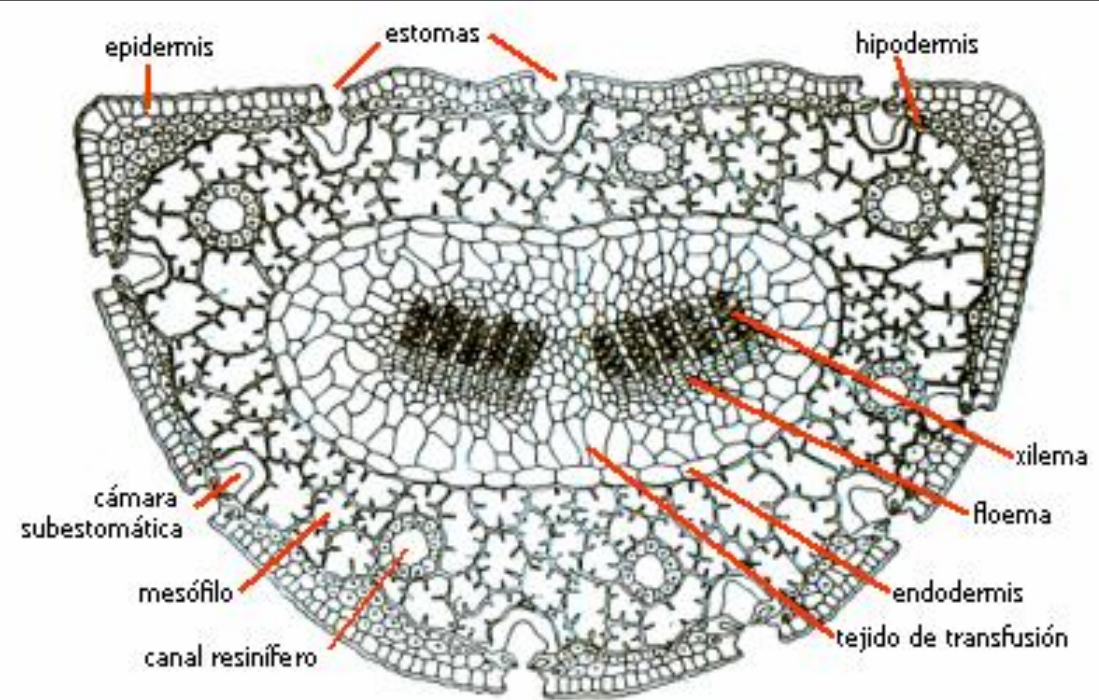
- **céntrico**, modificación que se encuentra en hojas muy **angostas**, casi **cilíndricas**: el parénquima en empalizada adaxial forma una capa casi continua con el abaxial (*Salsola*).

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 **esclerénquima**.



Salsola, mesófilo céntrico

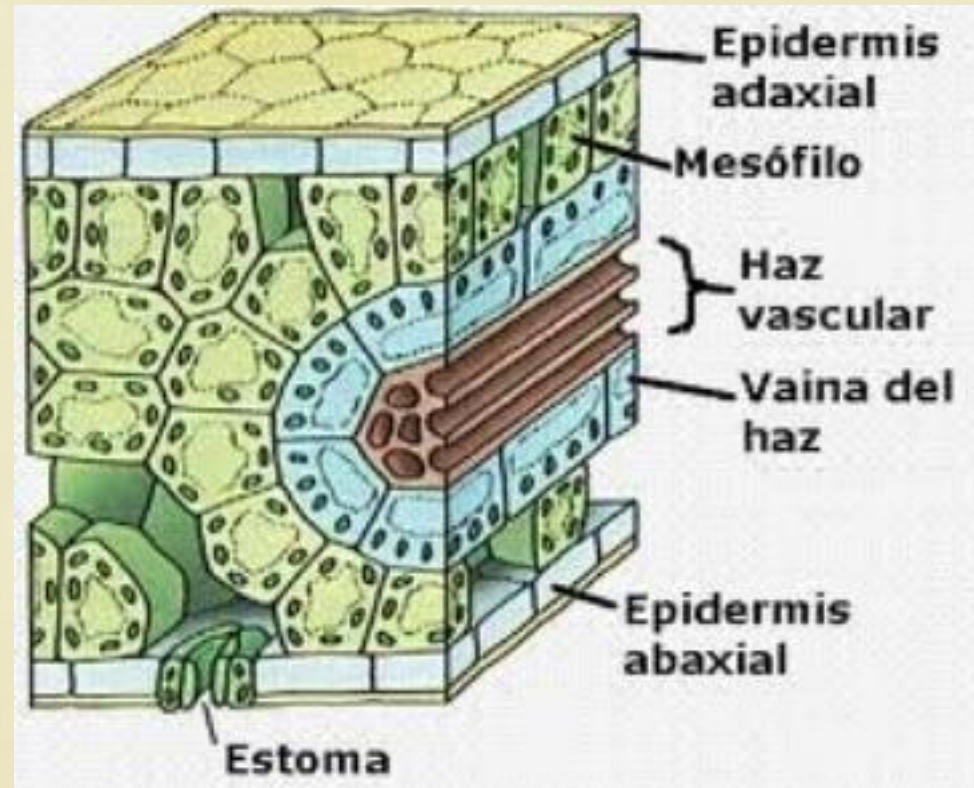
Estructura radiada



mesofilo homogéneo

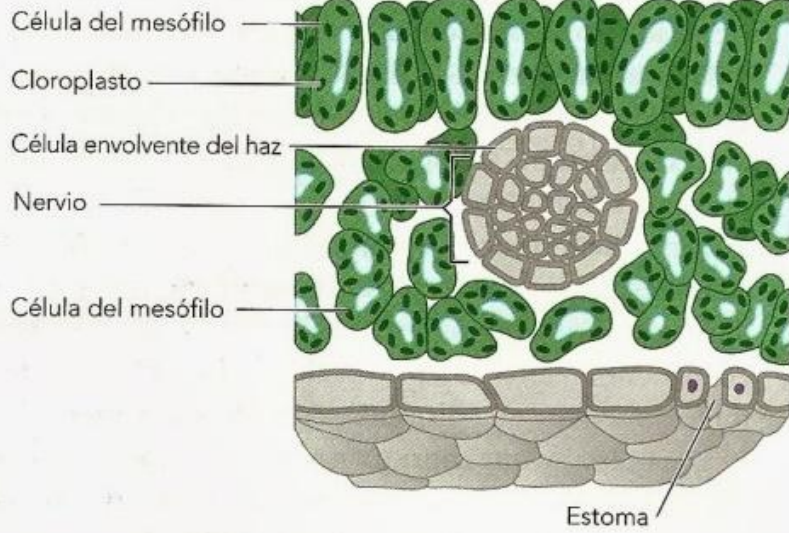
Anatomía Kranz

En las hojas de algunas gramíneas y otras plantas que son llamadas C4 (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.

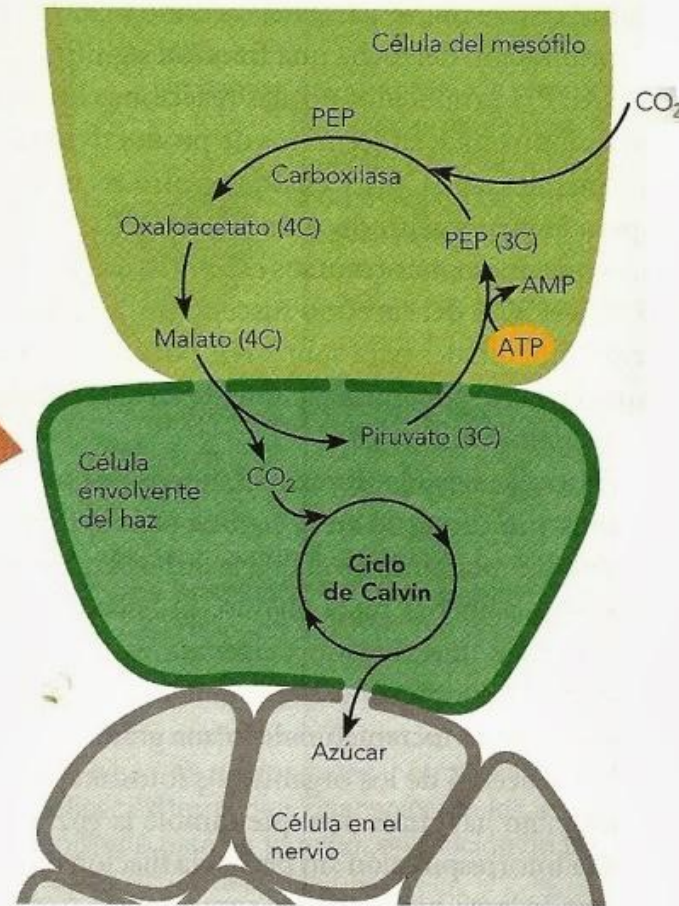
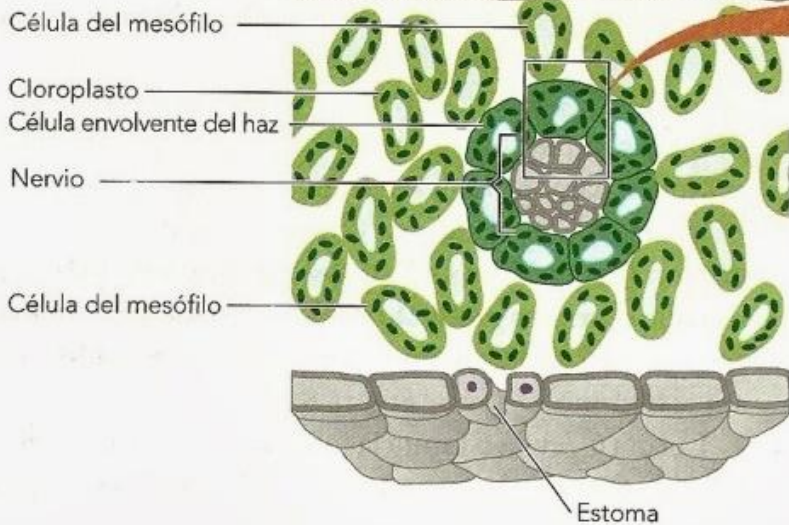


Células que llevan a cabo el ciclo de Calvin
 Células que llevan a cabo la ruta C₄

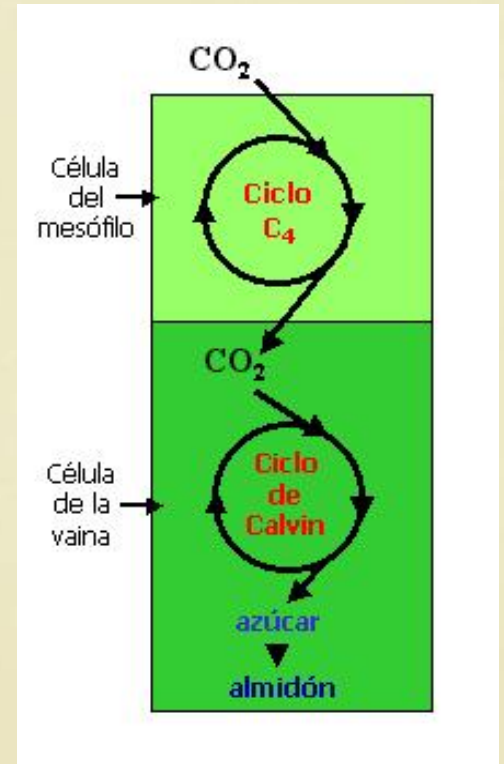
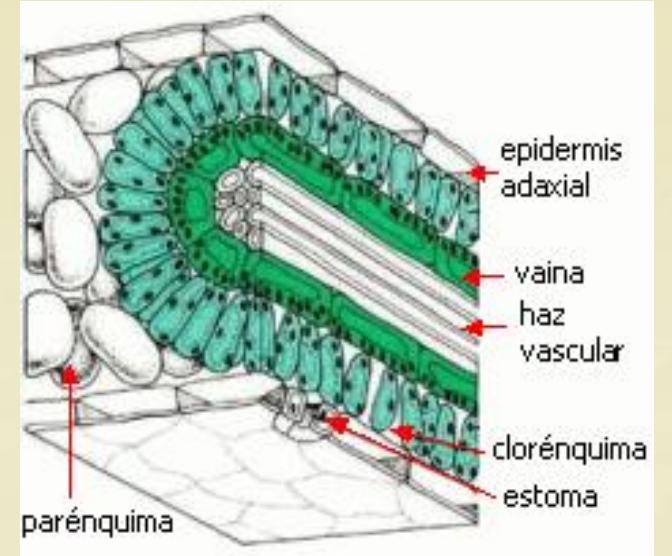
(a) Hoja C₃

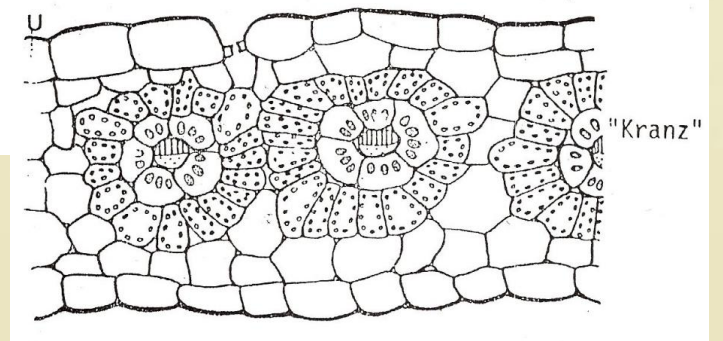
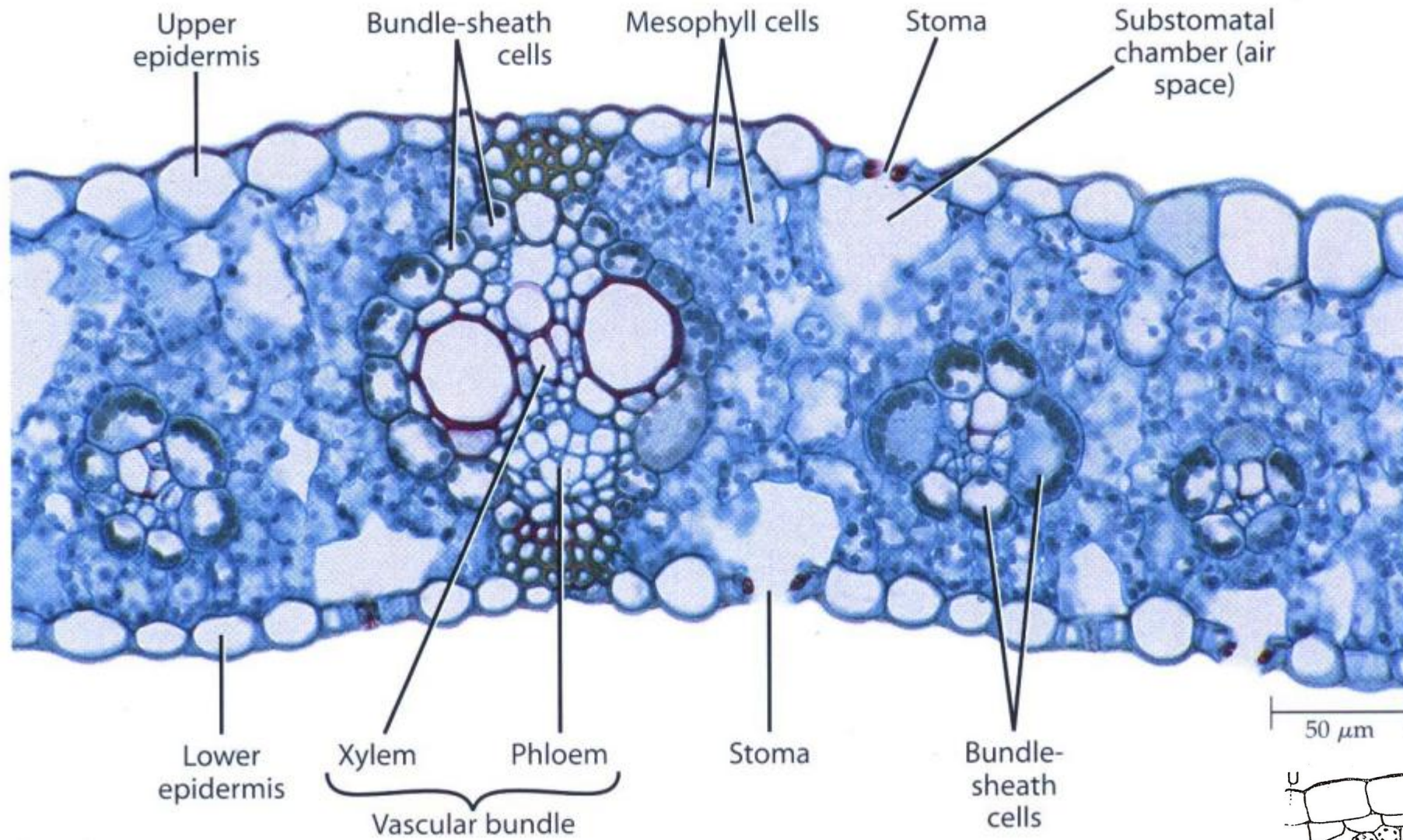


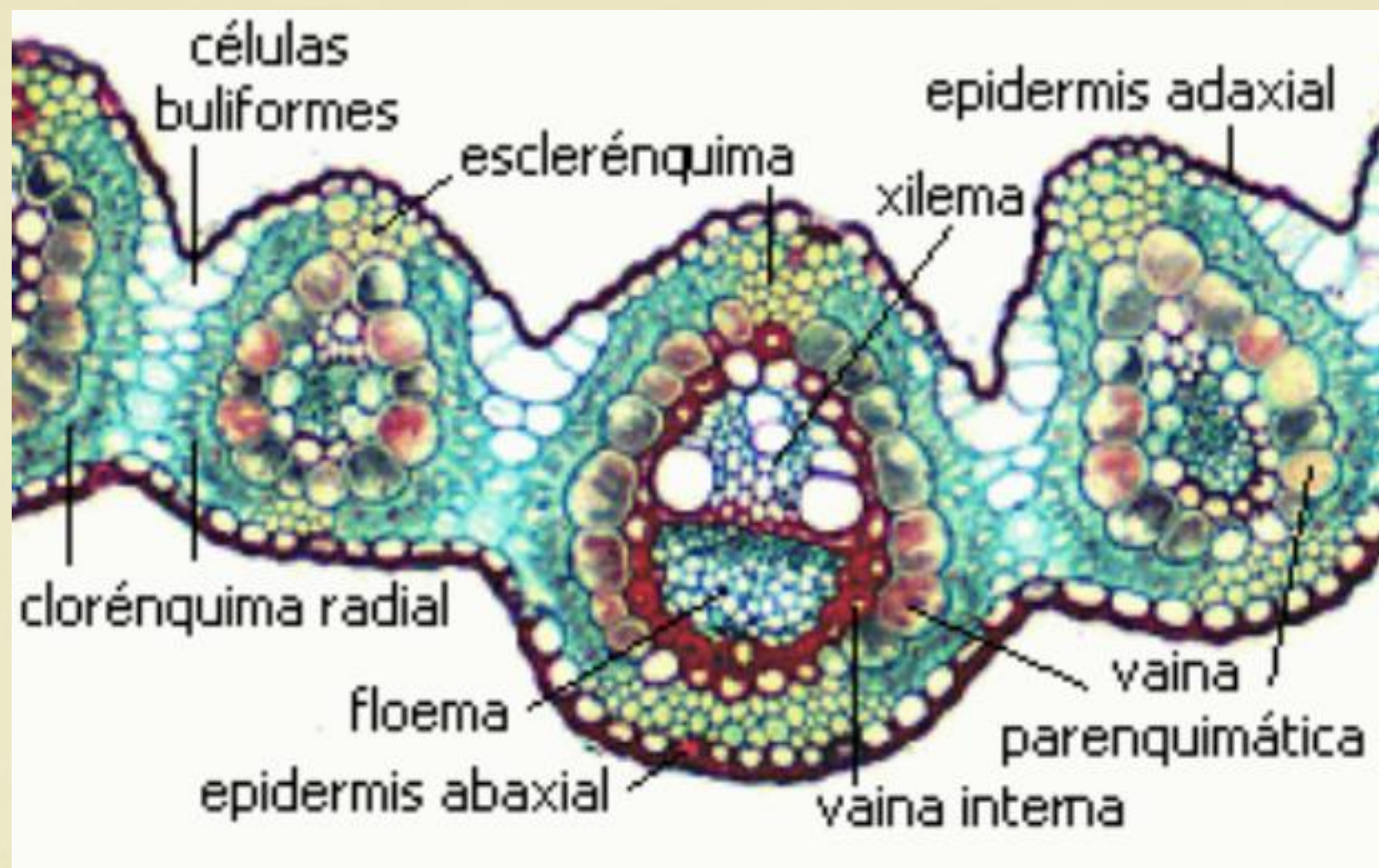
(b) Hoja C₄

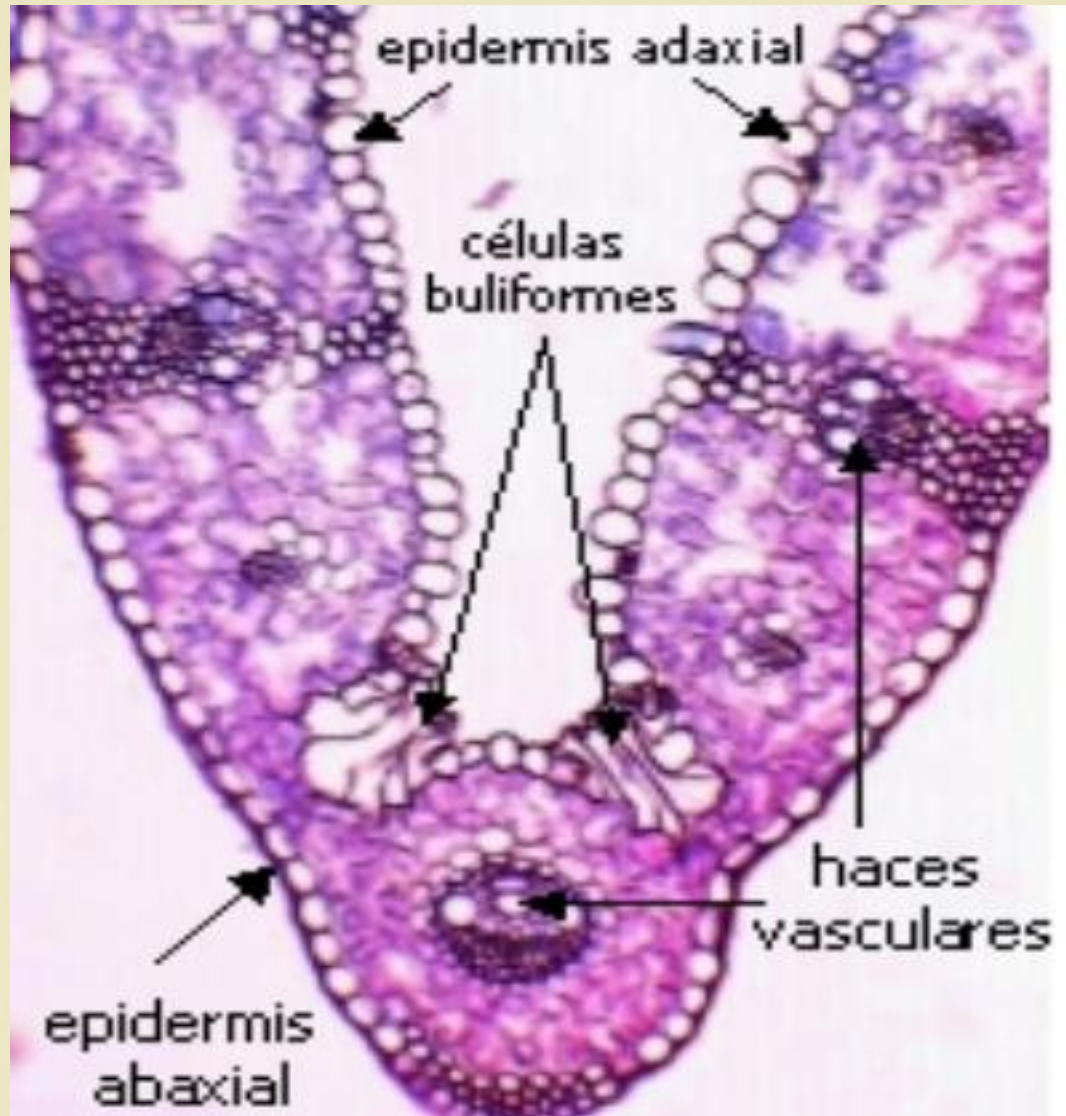


(c) Ruta C₄ y ciclo de Calvin









En las Gramíneas xerófitas con numerosos **estomas en la cara adaxial**, la epidermis adaxial presenta células buliformes o células motrices, que se diferencian de las demás por su forma y su mayor tamaño. Su función es la protección de las hojas contra la desecación, cuando el aire está seco, las hojas se pliegan protegiendo la cara adaxial y evitando la transpiración

Poa, transcorte de hoja mostrando células buliformes

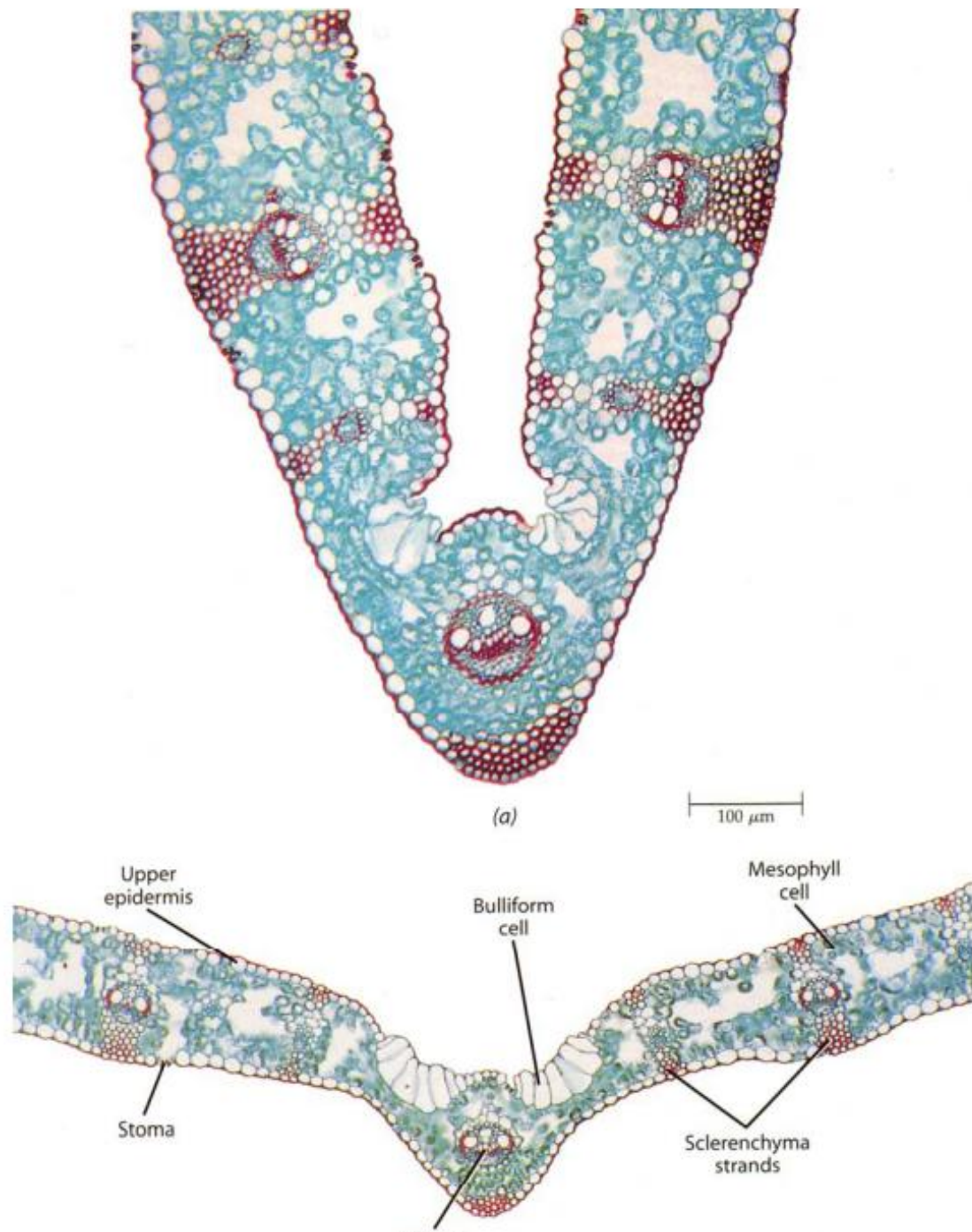
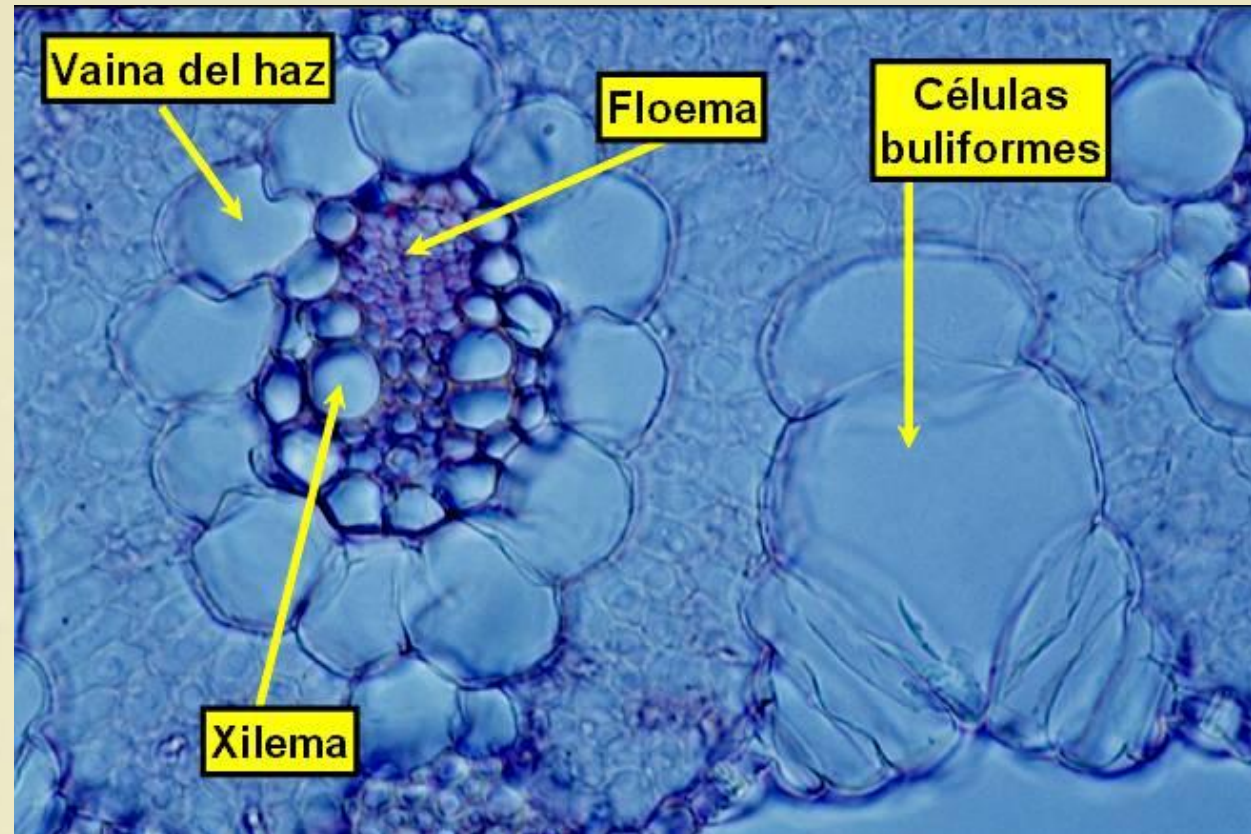


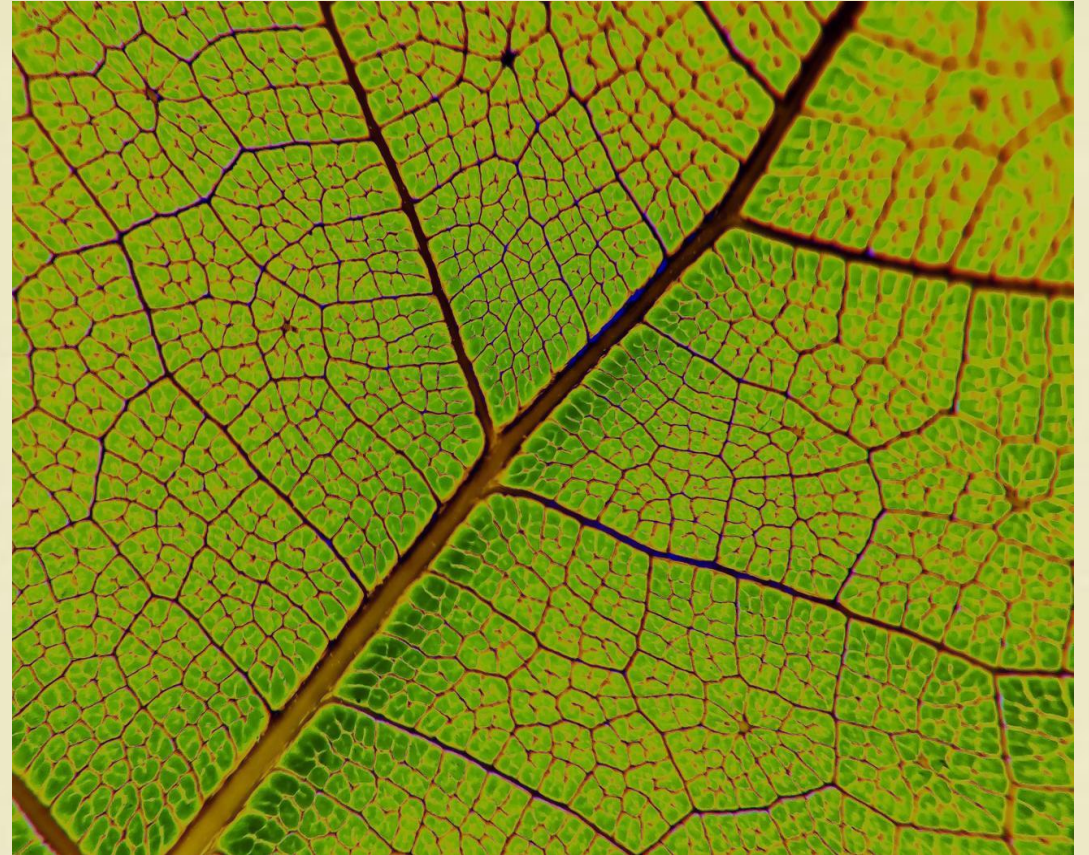
Fig. 2.21. Sección transversal de hoja de una planta herbácea anual (*Poa annua*) a) doblada y b) estirada.



- 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**

3) SISTEMA VASCULAR - venación foliar

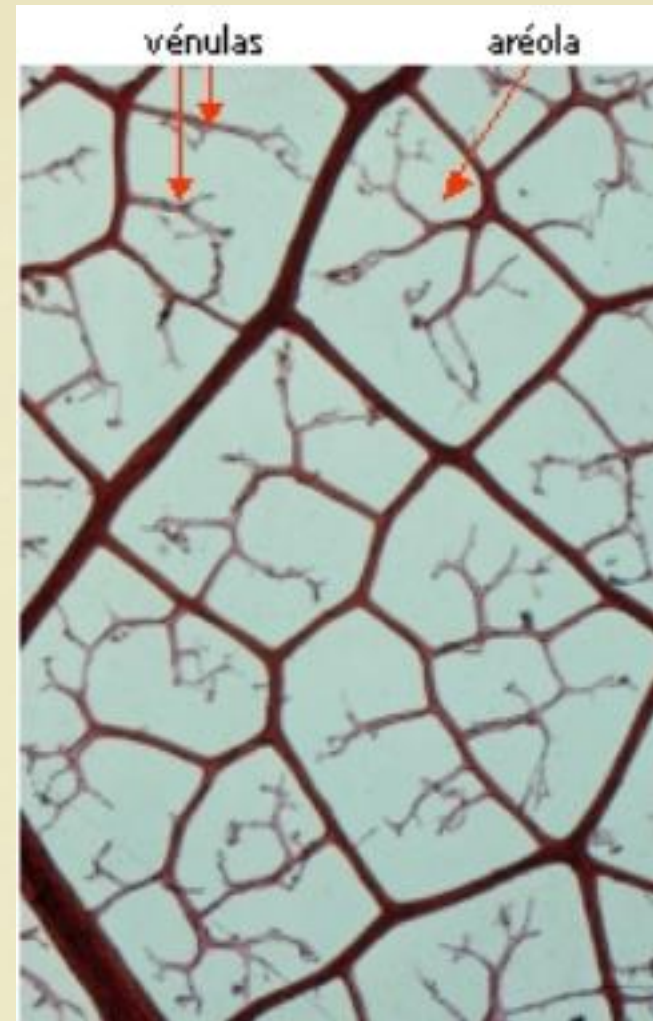
Los tipos de **venación mayor** se establecen teniendo en cuenta las **venas primarias** o venas más gruesas de la hoja (Hickey, 1974). Una hoja puede tener una vena primaria, en ese caso llamada **vena media**, o varias. Las venas secundarias parten de las venas primarias. De las venas secundarias divergen las venas terciarias, y así sucesivamente.



Las últimas venas configuran la **venación menor**, y al unirse entre sí determinan **áreas de mesófilo** que se llaman **aréolas**. Las aréolas pueden tener forma y tamaño variables, y pueden tener o no terminaciones libres llamadas **vénulas** en su interior. Las vénulas pueden ser simples o ramificadas.



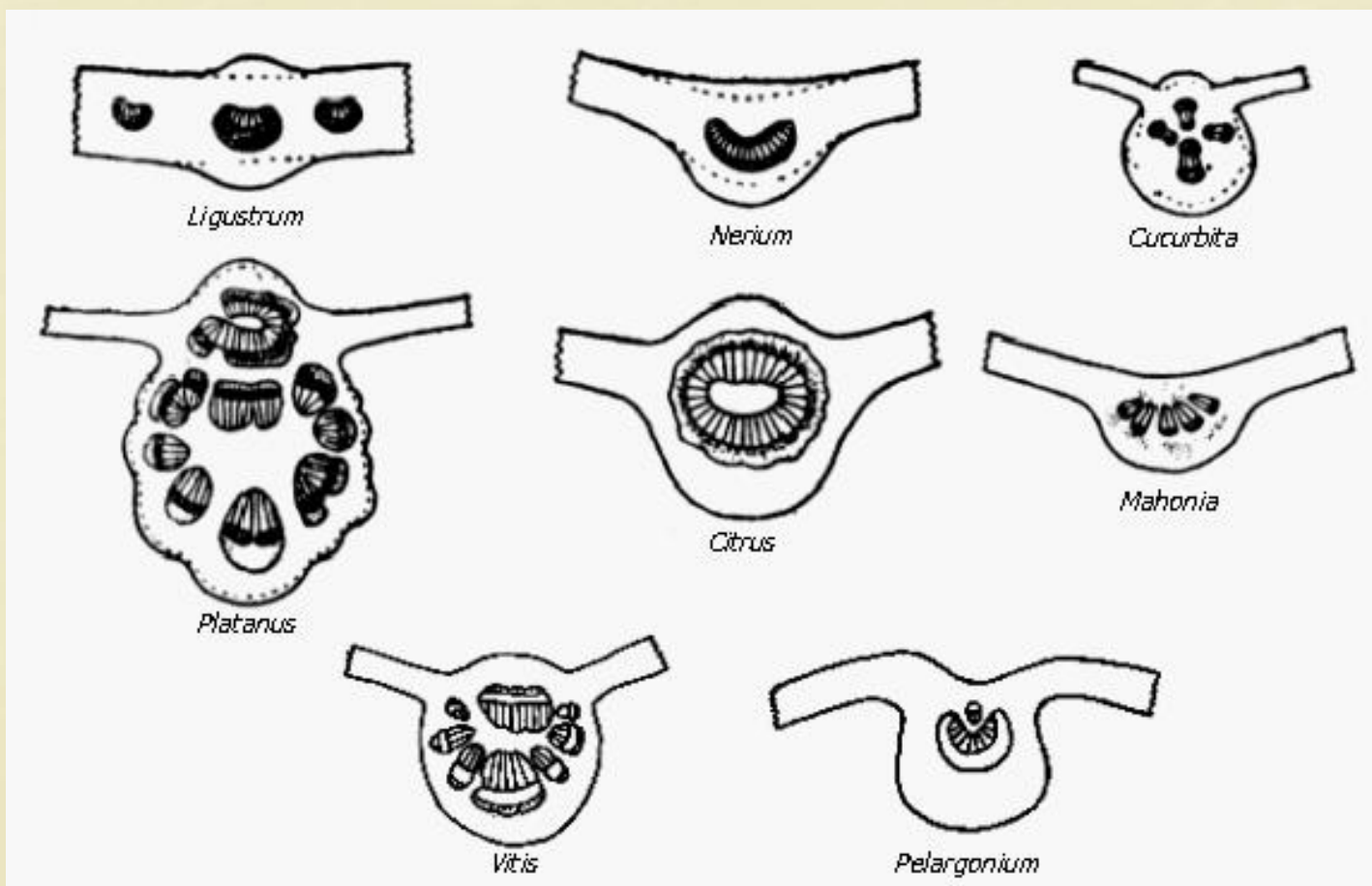
Sistema vascular de una hoja



Venación menor en hoja diafanizada

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**.

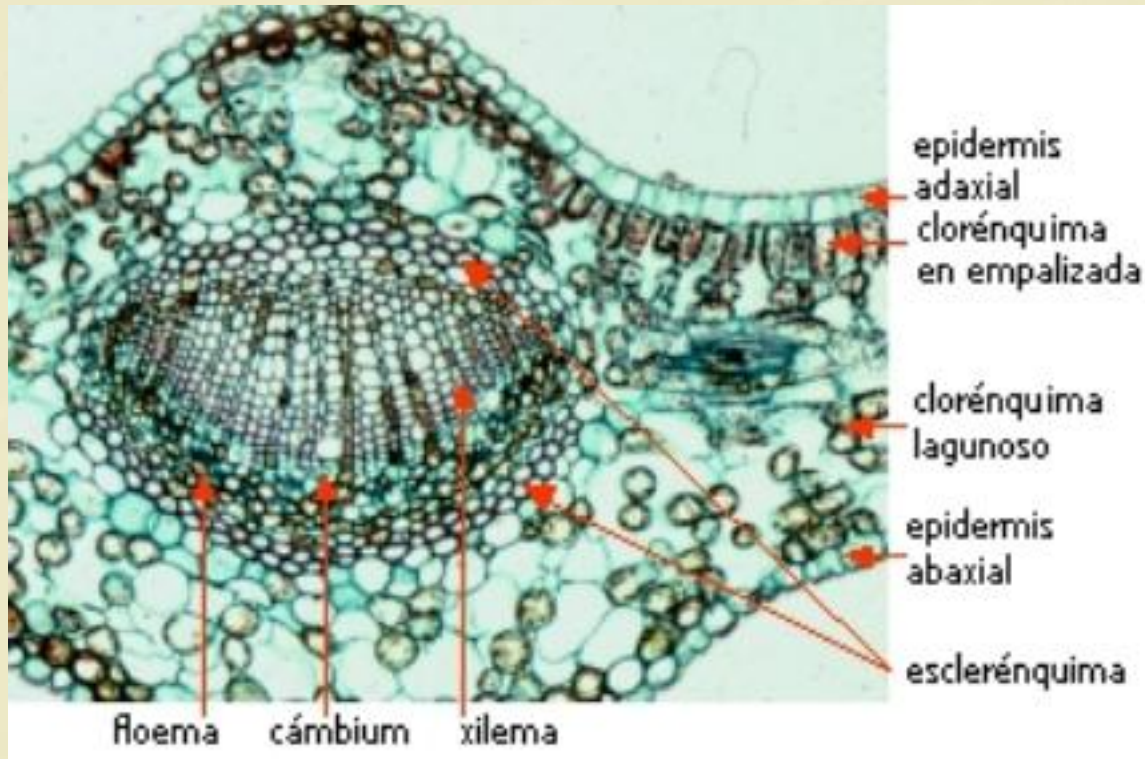
- **Venación mayor.** En las dicotiledóneas generalmente hay una **vena media** o varias **venas primarias**. La organización vascular de la vena media presenta las mismas variantes que la del pecíolo, ya que es una prolongación del mismo.



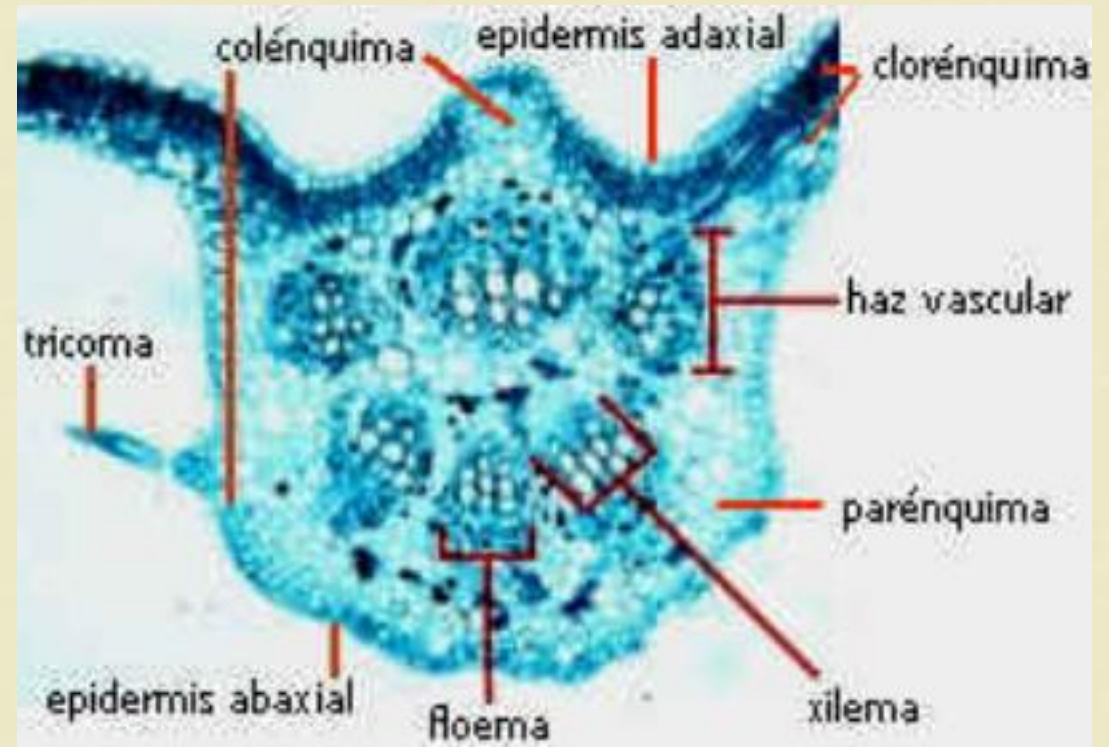
Las venas primarias son haces vasculares sencillos o varios haces asociados.

Organización vascular de la vena media de hojas de Dicotiledóneas en transcurso

La **vena media** o **vena principal** forma crestas salientes, más prominente la de la cara inferior; en el centro se encuentran el **xilema** y el **floema**, dispuestos en uno o varios **haces vasculares**, rodeados por un parénquima pobre en cloroplastos o sin ellos. También se encuentran los tejidos de sostén: **colénquima** por debajo de las epidermis, y **esclerénquima** alrededor de los tejidos vasculares.



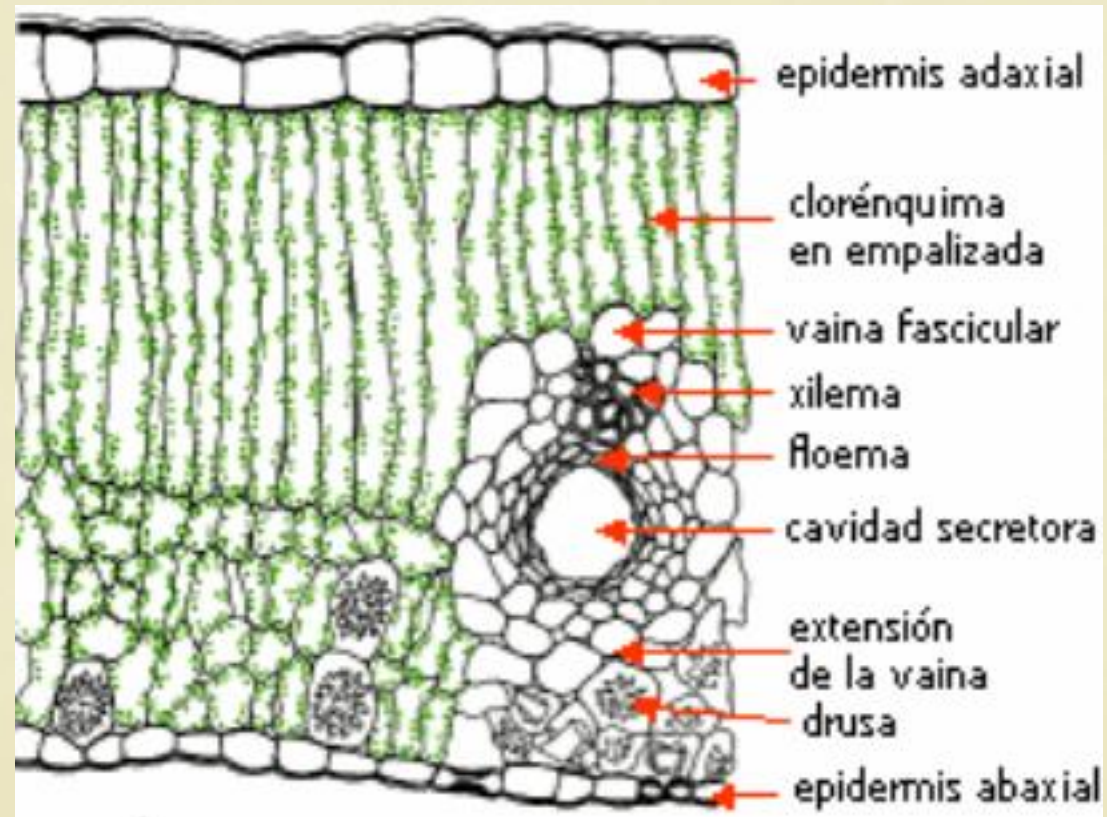
Camellia (*Theaceae*), vena media en transcorte



Vitis, vena media en transcorte

La vaina puede ser **parenquimática** o **esclerenquimática**, o pueden combinarse ambos tipos de células. Cuando la vaina es parenquimática, sus células comúnmente presentan menos cloroplastos que el clorénquima.

En muchas especies la **vaina fascicular** está conectada con la epidermis por paneles de células que constituyen las **extensiones de la vaina**.

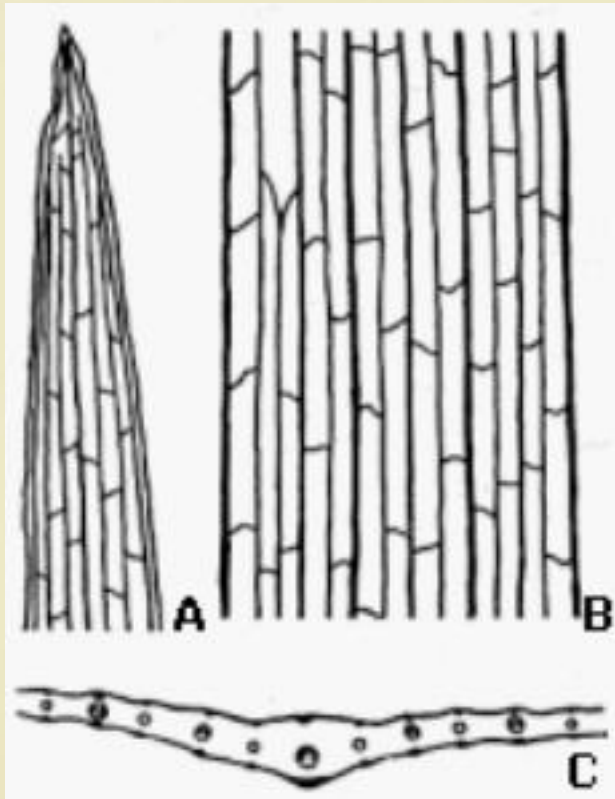


Astronium balansae, urunday

Sistema vascular

El sistema vascular de las hojas de **Monocotiledóneas** está formado por **venas paralelas** que convergen en el ápice, ligadas entre sí por **finas venas transversales**, es decir que a nivel microscópico el sistema es también reticulado (cerrado).

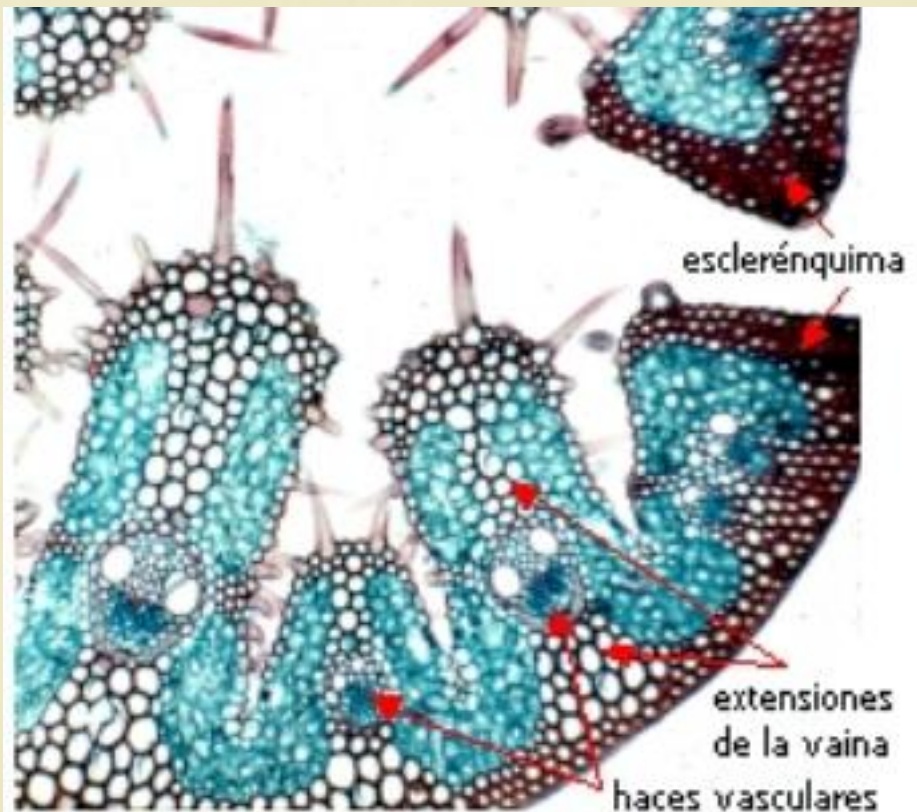
En las Gramineae el haz mediano puede ser más grande, o la parte mediana de la lámina estar engrosada sobre el lado adaxial, por la presencia de parénquima incoloro masivo, en ese caso la costilla lleva numerosos haces vasculares (*Canna*).



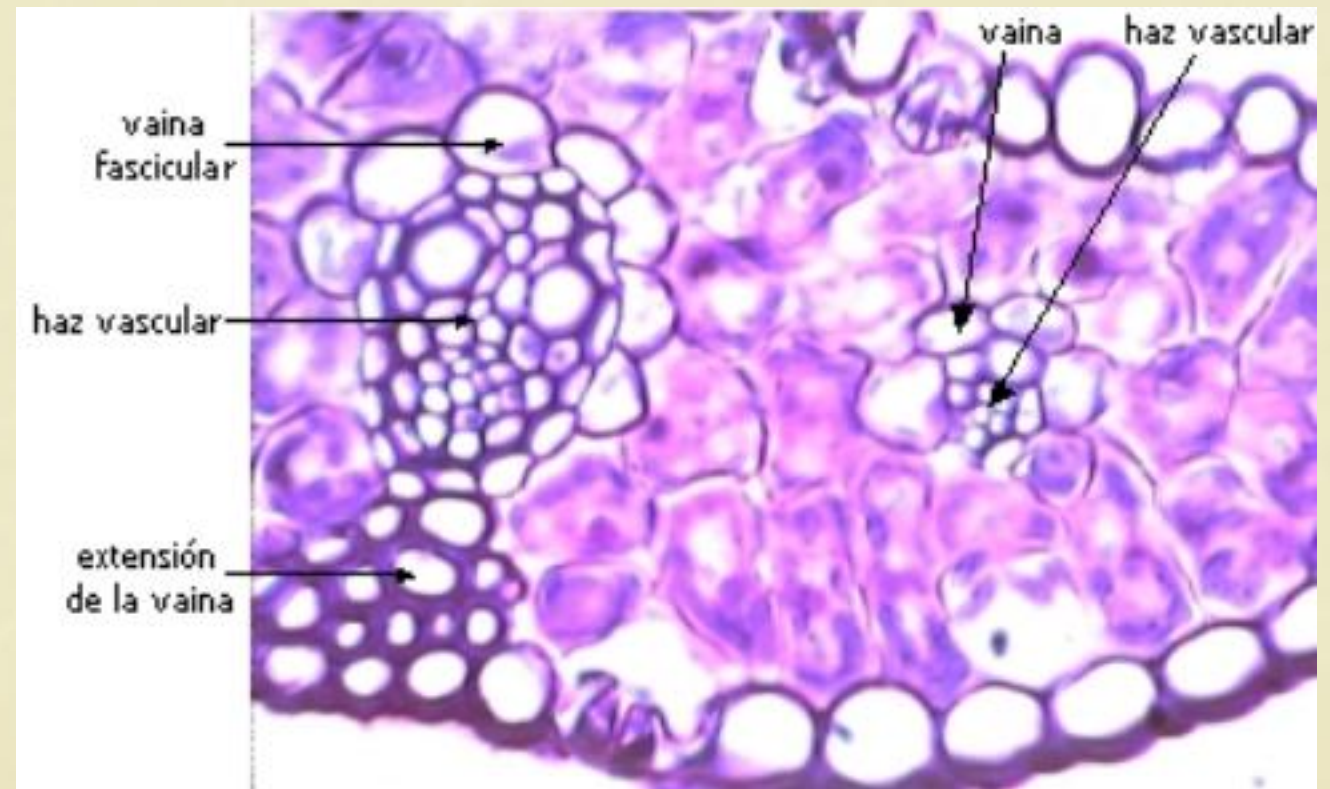
Avena, venación foliar. A, ápice foliar; B, venación paralela cerrada; C, transcorte

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