

## LA HOJA DE LAS PLANTAS, SU ANATOMÍA

Al hablar de anatomía de la hoja generalmente nos referimos a la lámina en corte transversal (CT) a nivel de la vena media, tomando parte de los semilimbos o alas y expresamos nuestros hallazgos como estructura de la lámina.

También se puede estudiar la estructura del pecíolo en CT, para ello se realizan cortes en la parte media de su longitud, salvo que se desee ver el número de haces vasculares, trazas o rastros que penetran a la hoja. Las trazas al penetrar a la hoja quedan con el xilema hacia el haz y el floema hacia el envés.

### CORTE TRANSVERSAL DE LA LÁMINA

Los tejidos que encontramos son: la **epidermis adaxial** en la cara adaxial, haz o epifilo  
el **mesofilo** formado por parénquima llevando los haces o cordones vasculares  
la **epidermis abaxial** en la cara abaxial, envés o hipofilo

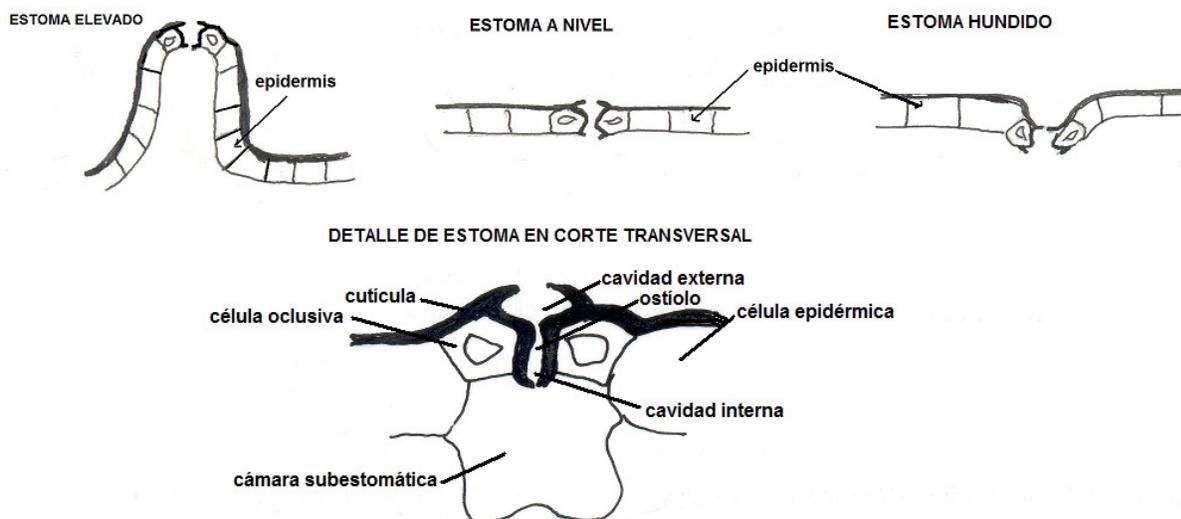
La **epidermis** en corte transversal (tanto en la cara adaxial como abaxial) presenta células más o menos rectangulares, a veces, globosas con la cara externa convexa formando una epidermis papilosa. Son células vivas sin cloroplastos (incolores), salvo raras excepciones como en las plantas acuáticas. La pared externa de las células epidérmicas generalmente está engrosada, además está impregnada con cutina (cutinización) y cubierta por una capa de cutina que forma la cutícula (cuticularización). Sobre la cutícula puede haber ceras epicuticulares que forman diversos diseños de valor sistemático. Las ceras contribuyen a la impermeabilización, mejorando la función de protección del órgano que cubre. (Ver Micrografías de Epidermis vista en superficie)

En una o ambas epidermis puede haber distintos tipos de indumento (**tricomas o pelos**, papilas, aguijones, etc) (Ver micrografías)

La **epidermis** puede estar formado por una sola capa de células (**unistrata**), como es en la mayoría de la hojas, o puede estar formada por un número variable de capas celulares (**pluristrata**), por ejemplo en la higuera (*Ficus carica*) u otras especies del género *Ficus*. En este género también se observa la presencia de cistolitos, éstos son formados por una célula epidérmica (litociste) ampliada de cuya pared se forma un pie celulósico sobre el que se deposita carbonato de calcio (Ver micrografías)

La epidermis puede estar acompañada de una hipodermis uni o pluristrata, como ocurre en la hoja del pino.

La epidermis excepto en la de la raíz (rizodermis) se ve interrumpida por los **estomas** que permiten el intercambio gaseoso entre la planta y el medio ambiente. En el corte transversal los estomas pueden ubicarse respecto a la epidermis: elevados, a nivel o hundidos. Una forma extrema de estomas hundidos son los ubicados en cripta como en *Nerium oleander* 'laurel de jardín' (Ver y recordar micrografías de tejido epidérmico).



Las hojas se clasifican de acuerdo a la distribución de los estomas respecto a sus epidermis en:

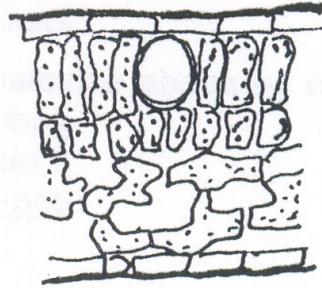
- hoja es epistomática: posee estomas solamente la epidermis adaxial, superior o epifilo.
- hoja es hipostomática: los estomas están solamente en la epidermis abaxial, inferior o hipofilo.
- hoja es anfistomática: posee estomas en ambas epidermis, adaxial y abaxial.

*El mesofilo foliar puede ser: dorsiventral, isolateral e indiferenciado.*

**Dorsiventral:**

con **parénquima en empalizada** formado por células alargadas y

**parénquima esponjoso** (células irregulares que dejan amplios espacios intercelulares)



**Isolateral:**

puede ser:

**parénquima en empalizada** (células alargadas dispuestas en empalizada)

**parénquima esponjoso** (células irregulares que dejan amplios espacios intercelulares)

**parénquima en empalizada** (células alargadas dispuestas en empalizada)



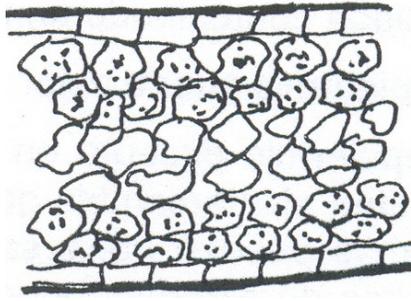
o puede ser:

**parénquima homogéneo clorofiliano** (células más o menos isodiamétricas con abundantes cloroplastos)

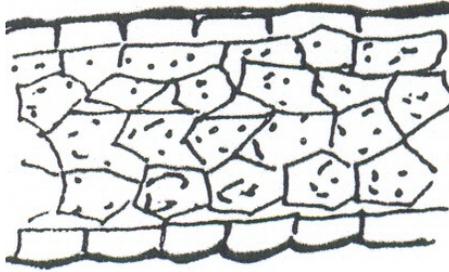
**parénquima homogéneo incoloro**

(células más o menos isodiamétricas con cloroplastos escasos o ausentes)

**parénquima homogéneo clorofiliano** (células más o menos isodiamétricas con abundantes cloroplastos)



**Indiferenciado:** parénquima homogéneo clorofiliano



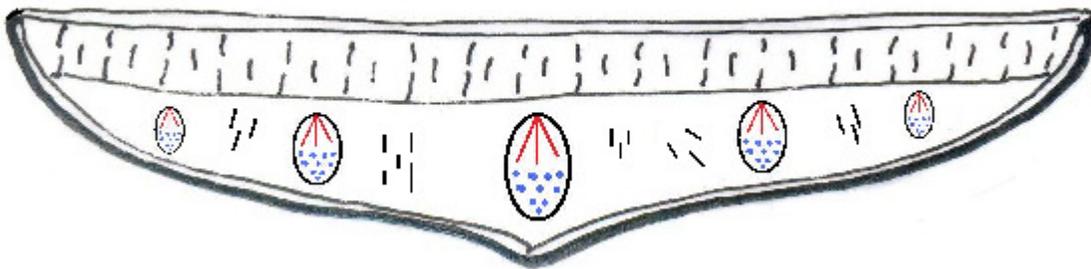
Dentro del parénquima del mesofilo en algunas especies se forma el tejido secretor interno, ya sea como células secretoras, cavidades o conductos lisígenos o esquizógenos.

- Cavidades lisígenas se forman por destrucción de células, por ejemplo en el mesofilo de la hoja de naranjo, conteniendo aceites esenciales.
- Cavidades o conductos esquizógenos se forman por división y separación de células, por ejemplo los conductos resiníferos de la hoja de pino.

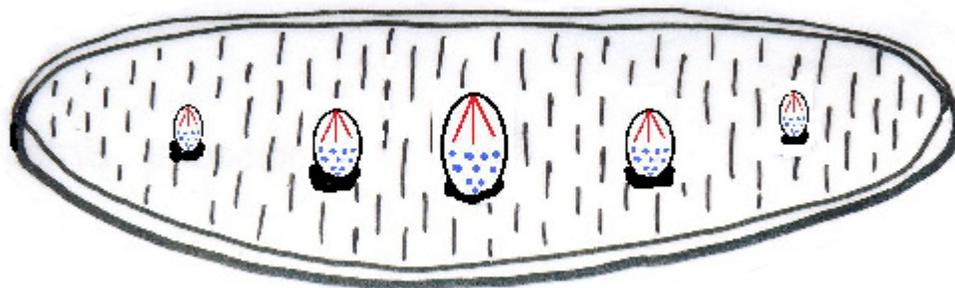
#### ESTRUCTURA BIFACIAL, EQUIFACIAL Y UNIFACIAL

**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 la clase Dicotiledóneas.

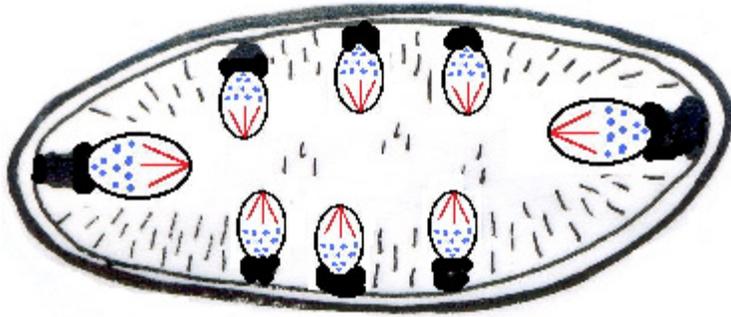
##### ESTRUCTURA BIFACIAL



**Estructura equifacial:** hay dos epidermis distintas, el mesofilo es isolateral o 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. Ejemplo: Gramíneas y Pino.



**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.*), donde la hoja sufre una fuerte compresión lateral.



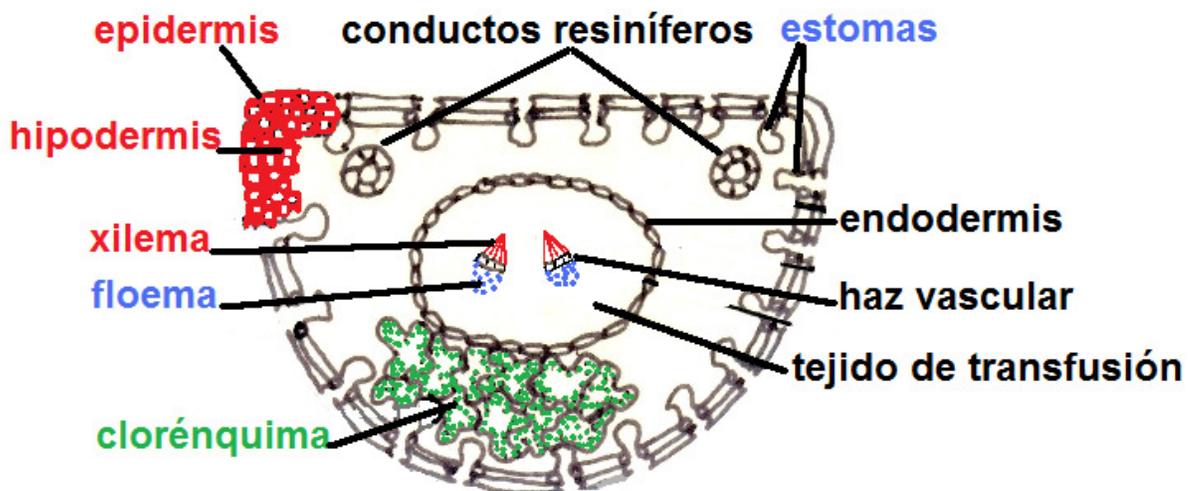
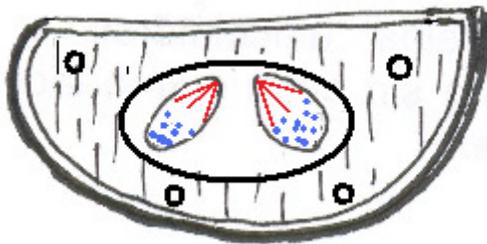
## ESTRUCTURA DE LA HOJA DE LA DIVISIÓN GIMNOSPERMAS

### LA HOJA DE PINO

Hoja acicular. Estructura equifacial. Mesofilo indiferenciado.

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. En relación con la superficie fotosintetizadora pequeña al tener forma de aguja el mesofilo está formado por células con pliegues o invaginaciones que aumentan la superficie donde se ubican los cloroplastos y por lo tanto, aumentan la superficie fotosintética (cuando observamos estas células al microscopio óptico las vemos con contorno sinuoso). 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.

- En la epidermis vista en superficie los estomas se disponen de manera ordenada a veces en varias líneas agrupadas formando las bandas estomáticas teniendo valor taxonómico, ya que caracterizan algunos géneros *Abies* (abetos)



Ver micrografías

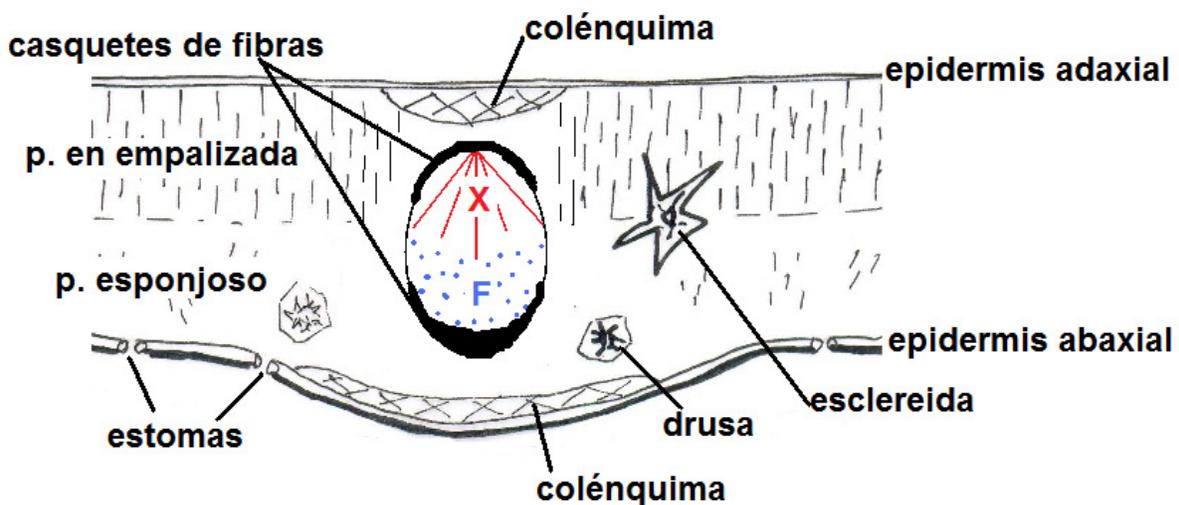
*LA HOJA DE LAS DICOTILEDÓNEAS*

La hoja de las Dicotiledóneas varía tanto en su tipo y forma como estructura. Sin embargo, predomina: una lámina plana, con estructura bifacial y con mesofilo dorsiventral.

En el epifilo una epidermis adaxial, el mesofilo está diferenciado en parénquima en empalizada hacia la cara donde incide el sol (adaxial) y parénquima esponjoso hacia la cara sombreada (abaxial). Salvo raras excepciones.

Las venas tienen los haces vasculares con el xilema hacia la cara adaxial y el floema hacia la cara abaxial y en la vena media en posición subepidérmica y hacia ambas caras hay colénquima.

En algunas hojas como de Camelia o de Té en el parénquima del mesofilo se encuentran **idioblastos**, es decir, células aisladas y distintas al parénquima, por ejemplo: esclereidas y células cristalíferas con drusas.



Ver micrografías

**RECORDAR Y REVEER EL TEMA DE TEJIDO EPIDÉRMICO visto en superficie (células epidérmicas, estomas y tricomas)**

La epidermis de las Dicotiledóneas vista en superficie (VS) tiene como características:

- (1) células epidérmicas más o menos isodiamétricas, poligonales, con paredes rectas, curvadas o sinuosas;
- (2) células epidérmicas dispuestas de manera desordenada;
- (3) los estomas se distribuyen de manera desordenada;

Los estomas están formados por dos células oclusivas arriñonadas, con la pared delgada excepto la pared engrosada que limita al ostiolo. Las células oclusivas del estoma son vivas con núcleo grande y numerosos cloroplastos.

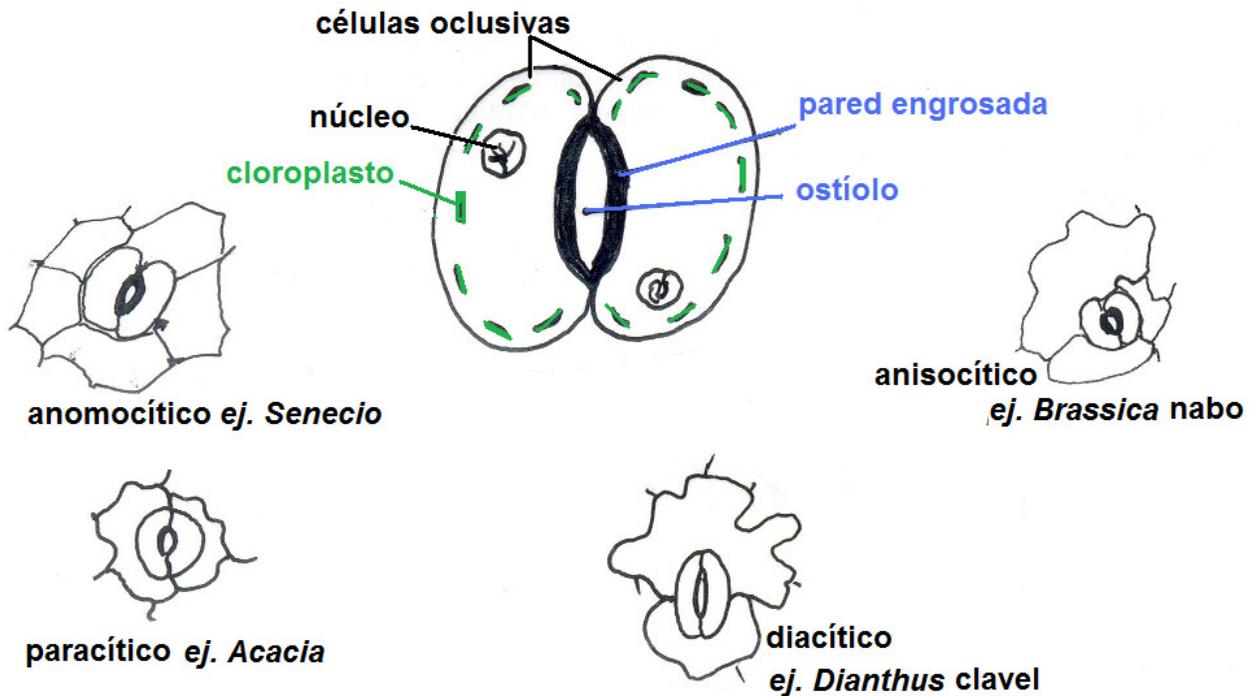
Existen diversos tipos de estomas, los más frecuentes son:

Anomocítico: no tiene células anexas

Anisocítico: tienen tres células anexas de diferente tamaño.

Paracítico: tiene dos células anexas dispuestas con su eje longitudinal paralelo al eje longitudinal de las células oclusivas.

Diacítico: tienen dos células anexas dispuestas con su eje longitudinal en sentido perpendicular al eje longitudinal de las células oclusivas.



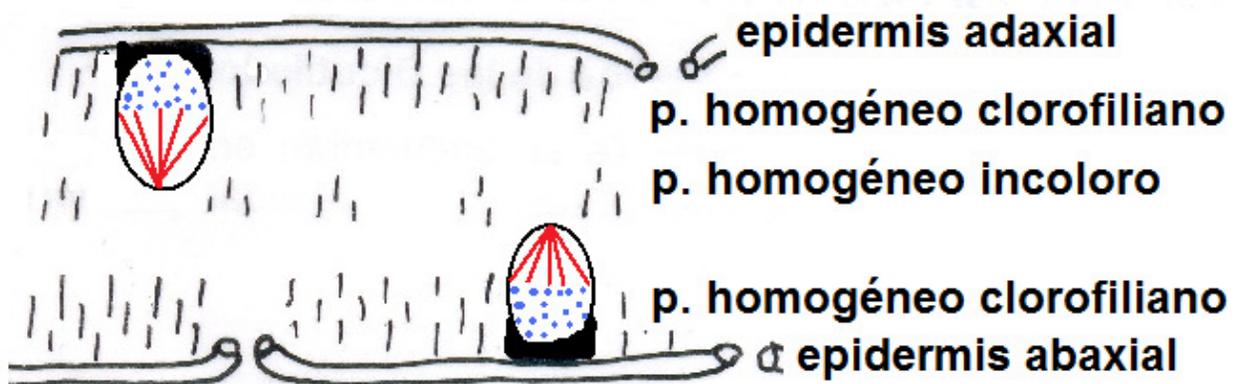
Ver micrografías

## ESTRUCTURA EN LAS HOJAS DE LAS MONOCOTILEDÓNEAS

En la clase Monocotiledóneas predomina la hoja simple, lámina plana, estructura equifacial o unifacial y mesofilo isolateral o indiferenciado.

### HOJA DE 'LIRIO' (*IRIS SP*), DE LA CLASE MONOCOTILEDÓNEAS.

Es una hoja **plana unifacial**. Esta hoja deriva de una hoja cilíndrica donde se ha perdido totalmente una epidermis, por lo tanto tiene una sola cara. El **mesofilo es isolateral**. Los haces vasculares están enfrentados, con el xilema interno. En posición subepidérmica y junto a las venas hay fibras del **esclerénquima**.

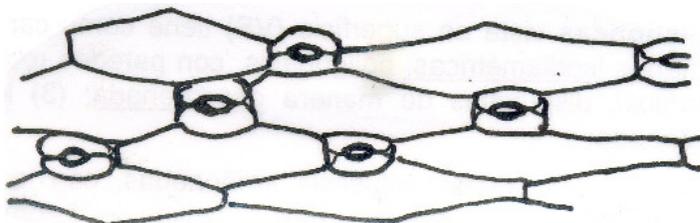


**RECORDAR Y REVEER EL TEMA DE TEJIDO EPIDÉRMICO visto en superficie (células epidérmicas, estomas y tricomas)**

La epidermis de las Monocotiledóneas vista en superficie (VS) tiene como características:

- (1) células epidérmicas más o menos alargadas, poligonales o rectangulares;
- (2) células epidérmicas dispuestas de manera ordenada;
- (3) los estomas se distribuyen de manera ordenada.

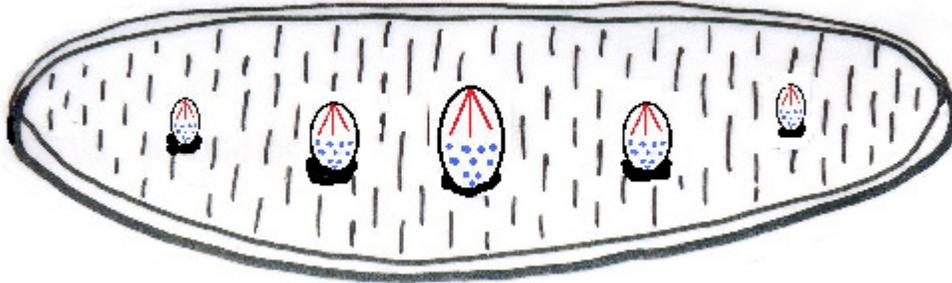
Los estomas de las Monocotiledóneas son iguales a los de Dicotiledóneas, salvo algunas excepciones como las familias Cyperaceas y Gramíneas.



**ESTRUCTURA DE LA HOJA DE LA FAMILIA POACEAE (= GRAMÍNEAS) DE LA CLASE MONOCOTILEDÓNEAS.**

**Hoja plana. Estructura equifacial. Mesofilo indiferenciado.**

Los haces vasculares tienen el **xilema adaxial**. En posición subepidérmica y junto a las venas hay fibras del **esclerénquima**.



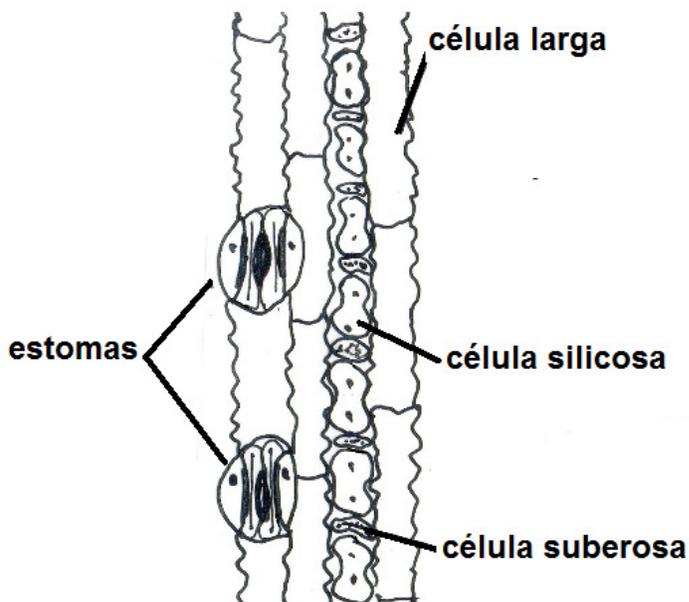
**RECORDAR Y REVEER EL TEMA DE TEJIDO EPIDÉRMICO visto en superficie (células epidérmicas, estomas y tricomas)**

La **Epidermis** de la familia presenta varios tipos de células:

*Células largas*: rectangulares con el borde ondulado.

*Células cortas*: suberosas y silicosas.

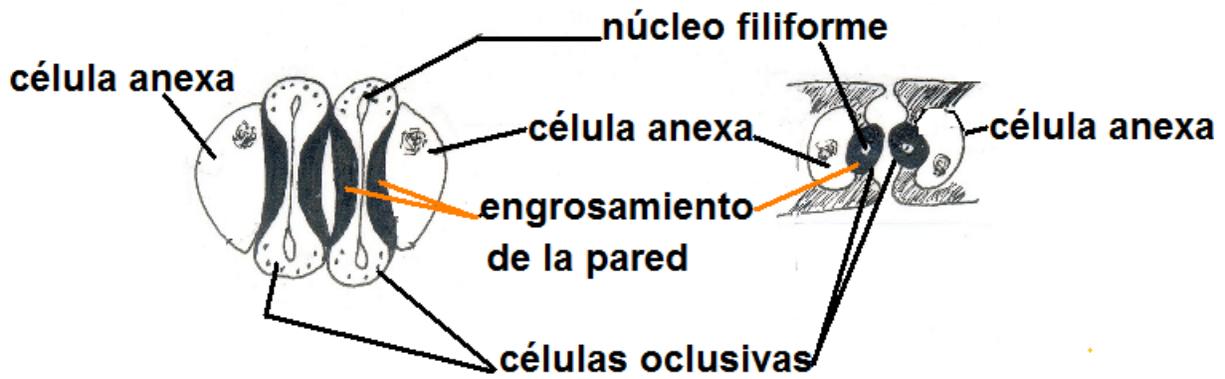
Las suberosas presentan las paredes impregnadas con suberina, se ven opacas al microscopio. Las silicosas contienen sílice y se observan con puntos brillantes al microscopio.



*Células buliformes*.

Son células epidérmicas con pared delgada, grandes con forma de gota que acumulan agua.

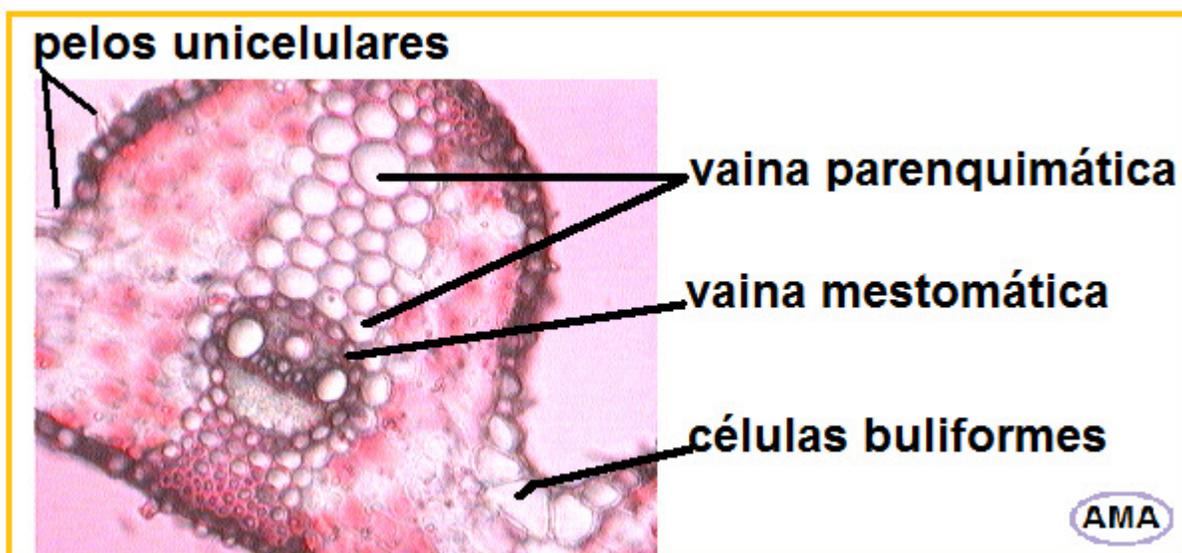
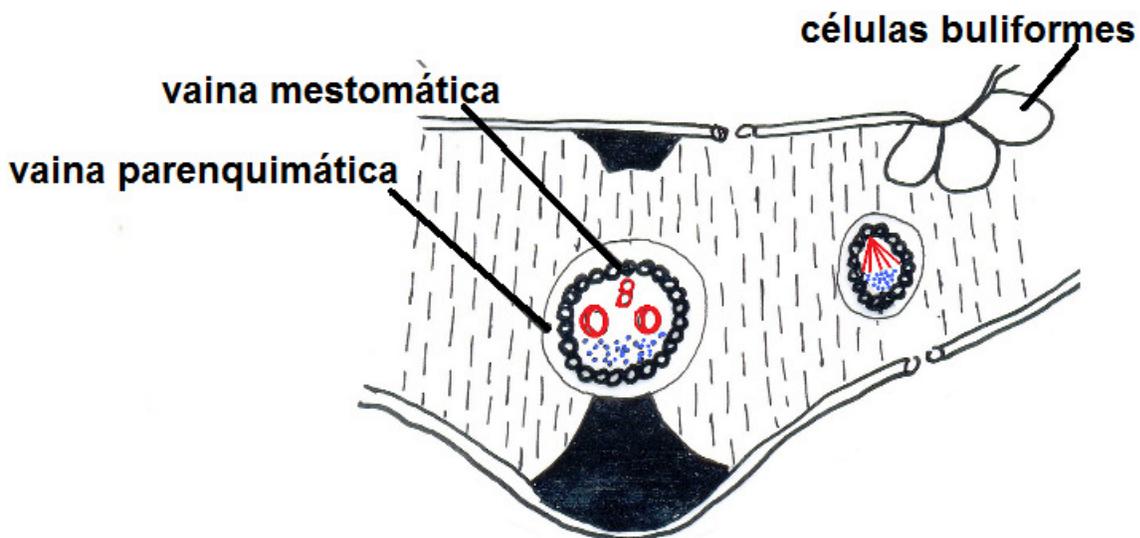
El **estoma** tipo gramíneas consta de: dos células oclusivas con forma de pesas, sus extremos, llamados sacos polares tienen la pared delgada y en su contenido se encuentran cloroplastos. La parte media de la célula presenta las paredes muy engrosadas, dejando una pequeña cantidad de citoplasma. El núcleo es filiforme ya que se extiende a través de ese conducto desde un saco polar de la célula hasta el otro. El estoma es paracítico, con células anexas más o menos triangulares, incoloras y con núcleo.



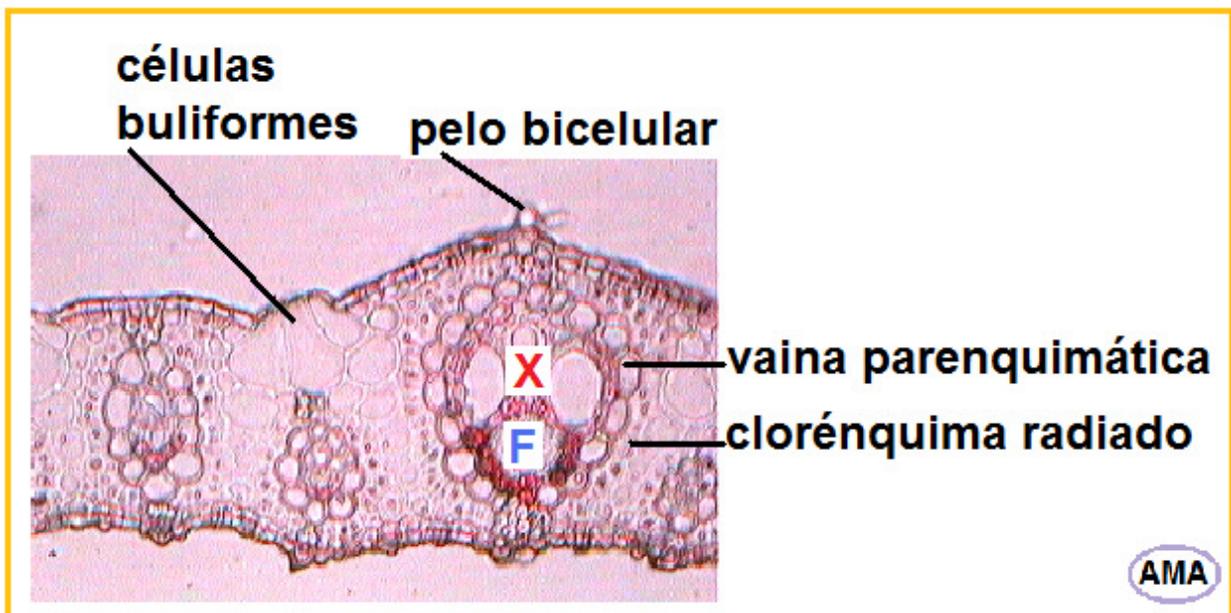
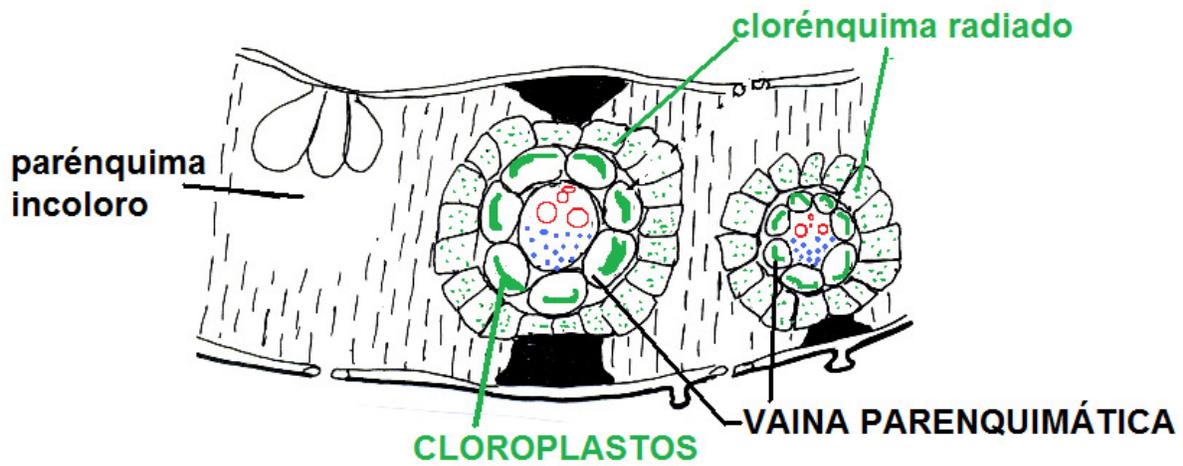
*Movimiento estomático:* Cuando las células están llenas de agua, turgentes, la pared delgada cede y el ostiolo se abre permitiendo el intercambio gaseoso, mientras que cuando pierden agua, se tornan flácidas y el ostiolo se cierra.

En las especies de esta familia encontramos características foliares de importancia fisiológica y sistemática. Las diferencias están dadas a nivel de la epidermis, mesofilo y haces vasculares. Las formas extremas son las denominadas Festucoide o plantas  $C_3$  y Panicoide o plantas  $C_4$  con estructura Kranz. La estructura Kranz no es exclusiva de esta familia.

**Hoja Festucoide:** epidermis con pelos unicelulares y células silicosas alargadas o redondeadas. Mesofilo con clorénquima sin parénquima incoloro, haz con **dos vainas:** vaina mestomática y vaina parenquimática.



**Hoja Panicoides:** epidermis con pelos bicelulares, células silicosas en forma de halterio (pesa de gimnasta), silla de montar o cruz; clorénquima con parénquima incoloro; **haz con una vaina parenquimática con cloroplastos mayores a los del clorénquima y las células del clorénquima próximo al haz dispuestas de manera radiada respecto al mismo.**



**VER MICROGRAFÍAS**

**NO OLVIDE CONSULTAR LA BIBLIOGRAFIA**

Burkart, A. 1969. Flora ilustrada de Entre Ríos. Vol. VI, Parte II. Colec. Cientif. INTA  
 Esau, K. 1976. Anatomía Vegetal. Ed. Omega  
 Esau, K. 1982. Anatomía de las plantas con semilla. Ed. Hemisferio Sur  
 Fahn, A. 1985. Anatomía Vegetal. Ed. Pirámide  
 Font Quer, P. 1965. Diccionario de Botánica. Ed. Labor  
 Jensen WA y FB Salisbury. 1988. Botánica. McGraw-Hill  
 Valla JJ. 2004. Botánica. Morfología de las plantas superiores. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires.