



HOJA

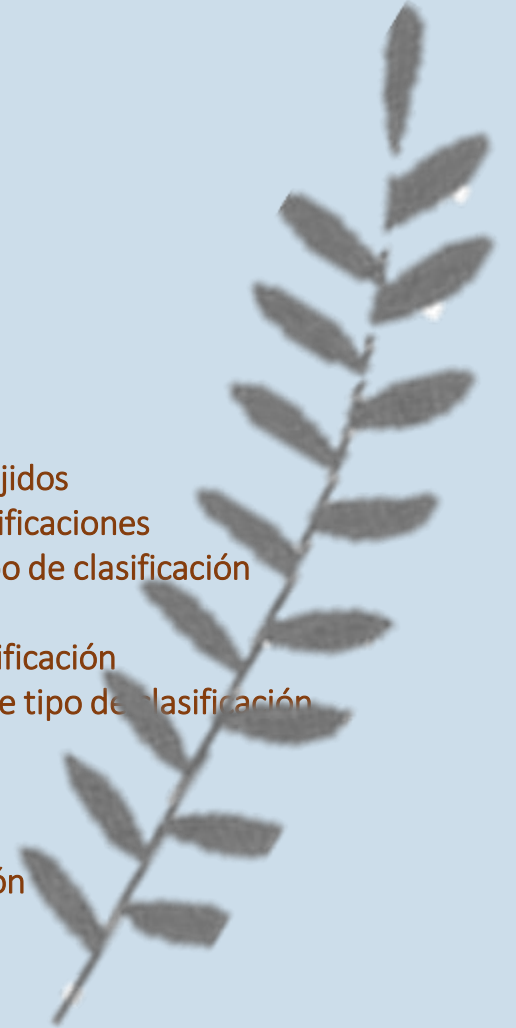
MODIFICACIONES DE SU ESTRUCTURA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
Dra. Carmen Zepeda Gómez
Asignatura Anatomía Vegetal
2018



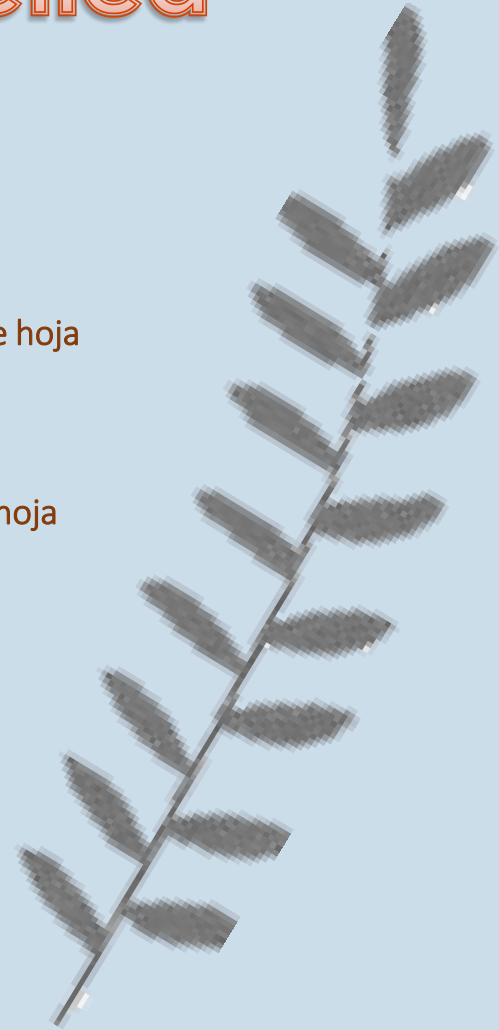
Guía didáctica

1. Portada
2. Guía didáctica
3. Guía didáctica
4. Introducción
5. Secuencia didáctica
6. Justificación
7. Objetivos
8. ¿Qué es una hoja?: Se define anatómica y funcionalmente una hoja
9. ¿Cuáles son sus funciones? Se enuncian las principales funciones de los diferentes tipos de hojas
10. ¿Cuál es su origen? Se describe el origen general de las hojas
11. Tipos de hojas se enumeran los tipos de hojas por función y hábitat
12. Tipos de hojas Nomofilo: Se describe una hoja de tipo nomofilo (hoja verde)
13. Partes de nomofilo: Se enumeran las partes de las hojas verdes completas
14. Prefoliación: Se ejemplifica la forma que tienen las hojas verdes al formarse en el meristemo
15. Estructura interna de un nomofilo: se ilustra la estructura general de una hoja verde con sus respectivos tejidos
16. Clasificación de los nomofilos: se enlista la clasificación de las hojas verde y las características de estas clasificaciones
17. Nomofilo: 1) División del limbo o lamina: Se ilustran las categorías generales de las hojas verdes en este tipo de clasificación
18. Nomofilo: 2) Formas: Se ilustran las categorías generales de las hojas verdes en este tipo de clasificación
19. Nomofilo: 3) Arreglo: en el tallo Se ilustran las categorías generales de las hojas verdes en este tipo de clasificación
20. Nomofilo 4) Presencia o ausencia de peciolo: Se ilustran las categorías generales de las hojas verdes en este tipo de clasificación
21. Nomofilo: 5) Base: Se ilustran las categorías generales de las hojas verdes en este tipo de clasificación
22. Nomofilo 6) Ápice: Se ilustran las categorías generales de las hojas verdes en este tipo de clasificación
23. Nomofilo: 7) Margen: Se ilustran las categorías generales de las hojas verdes en este tipo de clasificación
24. Nomofilos: 8) Nervadura: Se ilustran las categorías generales de las hojas verdes en este tipo de clasificación
25. Estípulas: se mencionan estructuras adicionales a las hojas, pero asociadas a las mismas
26. Pulvínulos: se mencionan estructuras adicionales a las hojas, pero asociadas a las mismas
27. Abscisión: se describe el proceso general de la caída de las hojas



Guía didáctica

28. Filotaxia: se describe de forma general los patrones de disposición de hojas en el tallo
29. Tipos de hojas Catáfilos: se describen las características morfológicas de este tipo de hoja
30. Tipos de hojas Cotiledones: se describen las características morfológicas de este tipo de hoja
31. Tipos de hojas Hipsofilos o brácteas: se describen las características morfológicas de este tipo de hoja
32. Tipos de hojas Antófilos: se describen las características morfológicas de este tipo de hoja
33. Tipos de hojas Espinas: se describen las características morfológicas de este tipo de hoja
34. Tipos de hojas Zarcillos: se describen las características morfológicas de este tipo de hoja
35. Tipos de hojas Ascidas y Utrículos: se describen las características morfológicas de este tipo de hoja
36. Hojas de xerofitas: se describen las características morfológicas de este tipo de hoja
37. Hojas de hidrófitas: se describen las características morfológicas de este tipo de hoja
38. Hojas de Mesófitas: se describen las características morfológicas de este tipo de hoja
39. Fuentes de información



Introducción

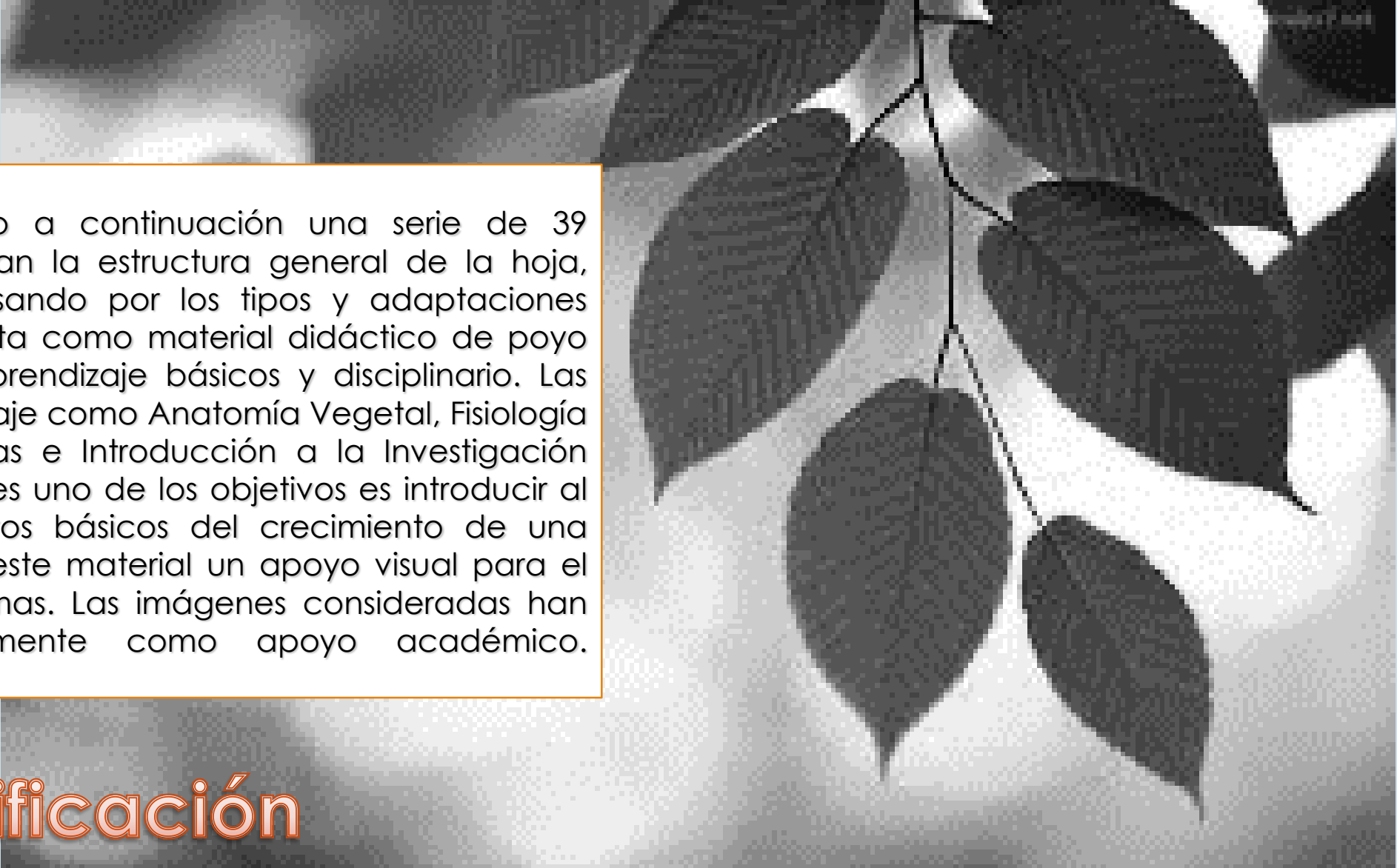
Las hojas son los órganos que mantienen y protegen a las plantas y a sus estructuras. Existen diferentes hojas en el cuerpo de una planta, especializadas para cumplir una función específica; las más comunes son las hojas verdes o fotosintéticas que son las responsables de fijar el bióxido de carbono para producir moléculas orgánicas, y controlar la transpiración para evitar la pérdida excesiva de agua.

Las variaciones morfológicas y funcionales de las hojas se asocian a su aparición en los diferentes estados de desarrollo de las plantas o en ciertas regiones de la misma. Por ejemplo; de acuerdo con su estructura las hay simples y compuestas; si se considera el origen y el crecimiento estas adquieren una conformación particular típica de algunas especies y que en muchas ocasiones sirve para explicar la filotaxia y crecimiento de toda la planta. Una clasificación más divide a los diferentes tipos de hojas por su consistencia, lo cual se asocia directamente con el hábito y las principales adaptaciones de los grandes grupos de plantas.

De forma general las hojas verdes son las estructuras más o menos conservadas en las diferentes familias de plantas vasculares por lo que sus características son de interés taxonómico, para lo cual la estructura del margen, limbo, base, ápice han sido motivo de extensas clasificaciones.

Son múltiples las clasificaciones utilizadas para agrupar las hojas por alguna característica, en la presente serie de diapositivas se ejemplifican las más generales sin que esto represente que el tema está agotado.





Se han seleccionado a continuación una serie de 39 diapositivas que ilustran la estructura general de la hoja, desde su origen, pasando por los tipos y adaptaciones principales. Se presenta como material didáctico de apoyo para unidades de aprendizaje básicos y disciplinario. Las unidades de aprendizaje como Anatomía Vegetal, Fisiología Vegetal, Angiospermas e Introducción a la Investigación Biológica, en las cuales uno de los objetivos es introducir al alumno en los eventos básicos del crecimiento de una planta, tendrán con este material un apoyo visual para el desarrollo de las mismas. Las imágenes consideradas han sido usadas únicamente como apoyo académico.

Justificación

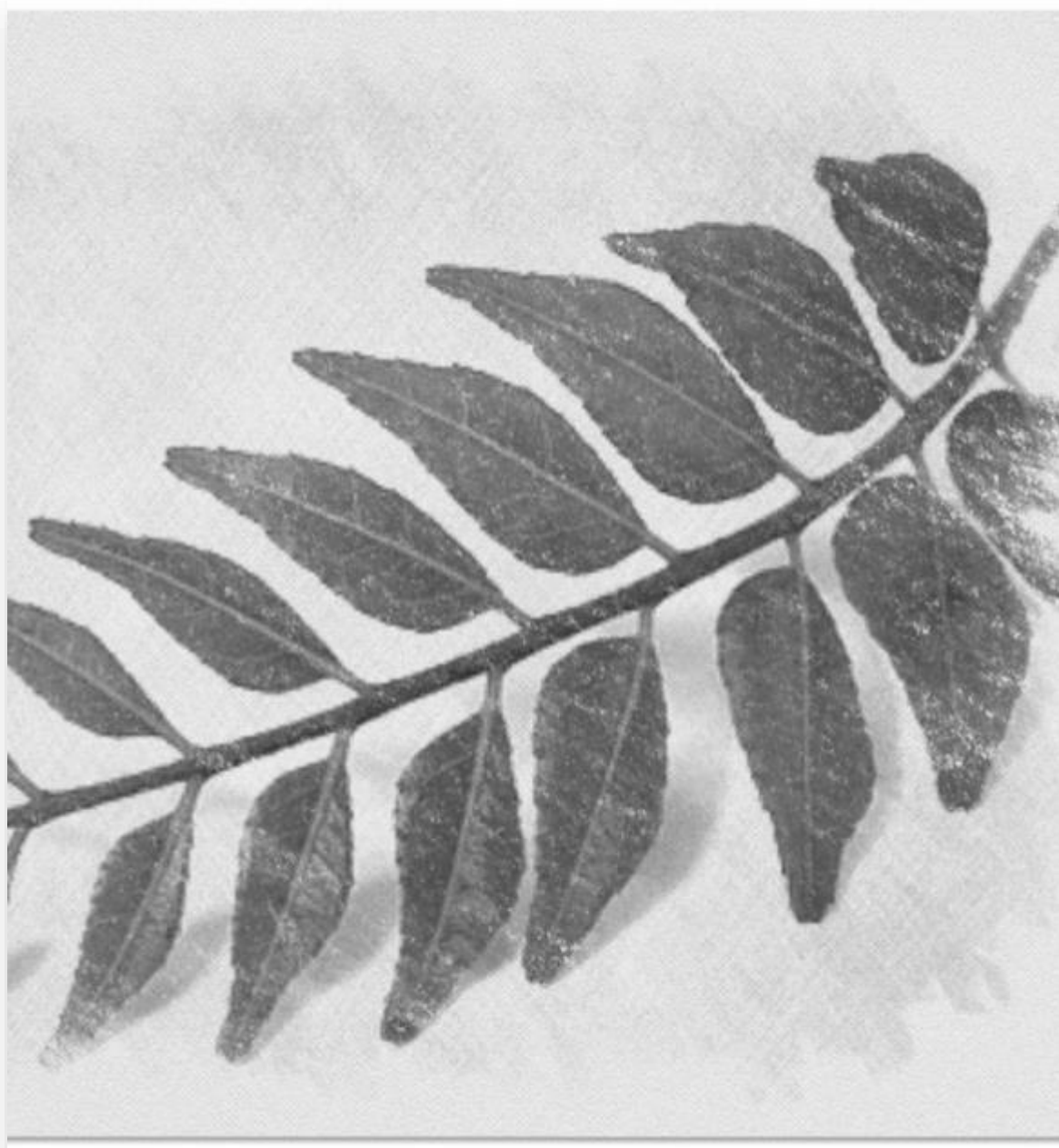
Secuencia didáctica



Objetivo

Describir las características de las hojas de una planta, su estructura y variaciones





¿Qué es una hoja?

- Órgano lateral del tallo con estrecha relación entre sus tejidos. Habitualmente de laminar o aplanada, simetría dorsiventral y de crecimiento lateral determinado. Se ubica sobre los tallos en un nudo de y en cuya axila puede formarse una yema axilar.

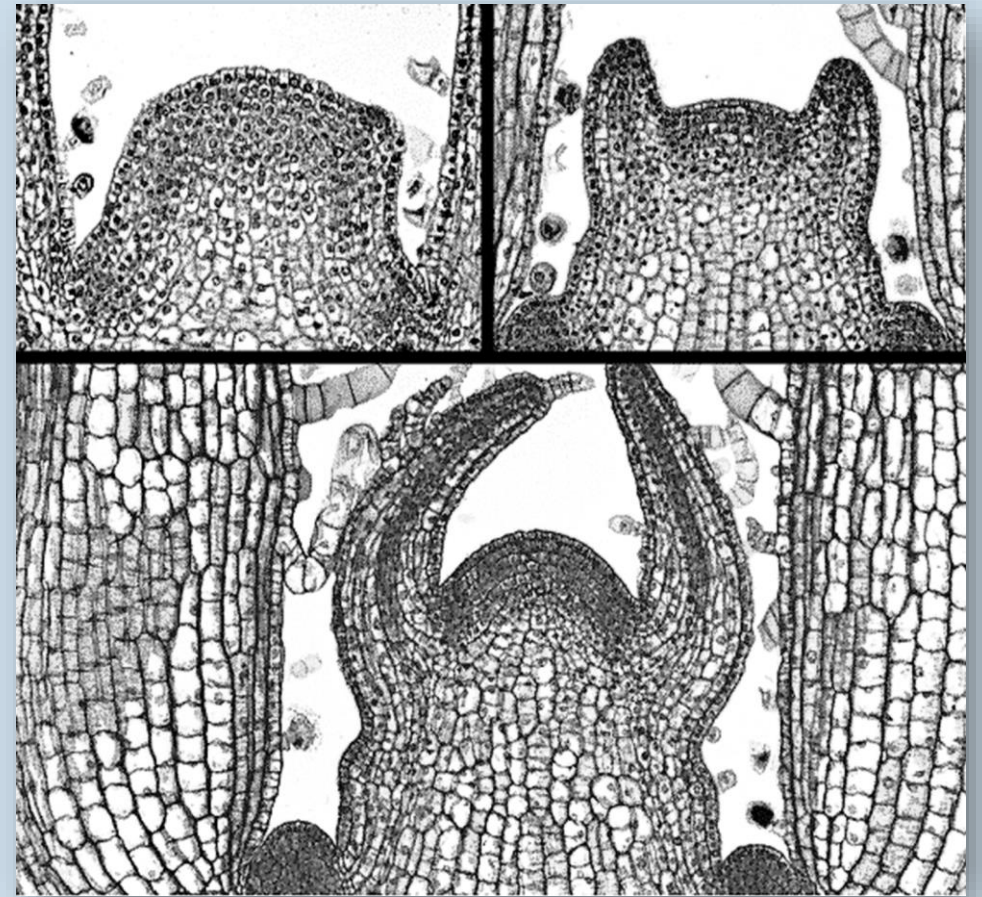
¿Cuáles son sus funciones?

- Fotosíntesis
- Intercambio gaseoso y transpiración
- Almacenamiento (cotiledones)
- Defensa y protección (espinas, florales)
- Sostén (zarcillos)
- Reproducción
- Captura de insectos



¿Cuál el su origen?

- Se origina del meristemo apical del brote (MAB)
- El MAB presenta
 - Divisiones periclinales de células subepidérmicas
 - Capa superficial con divisiones anticlinales y
 - Región central en varios planos de división



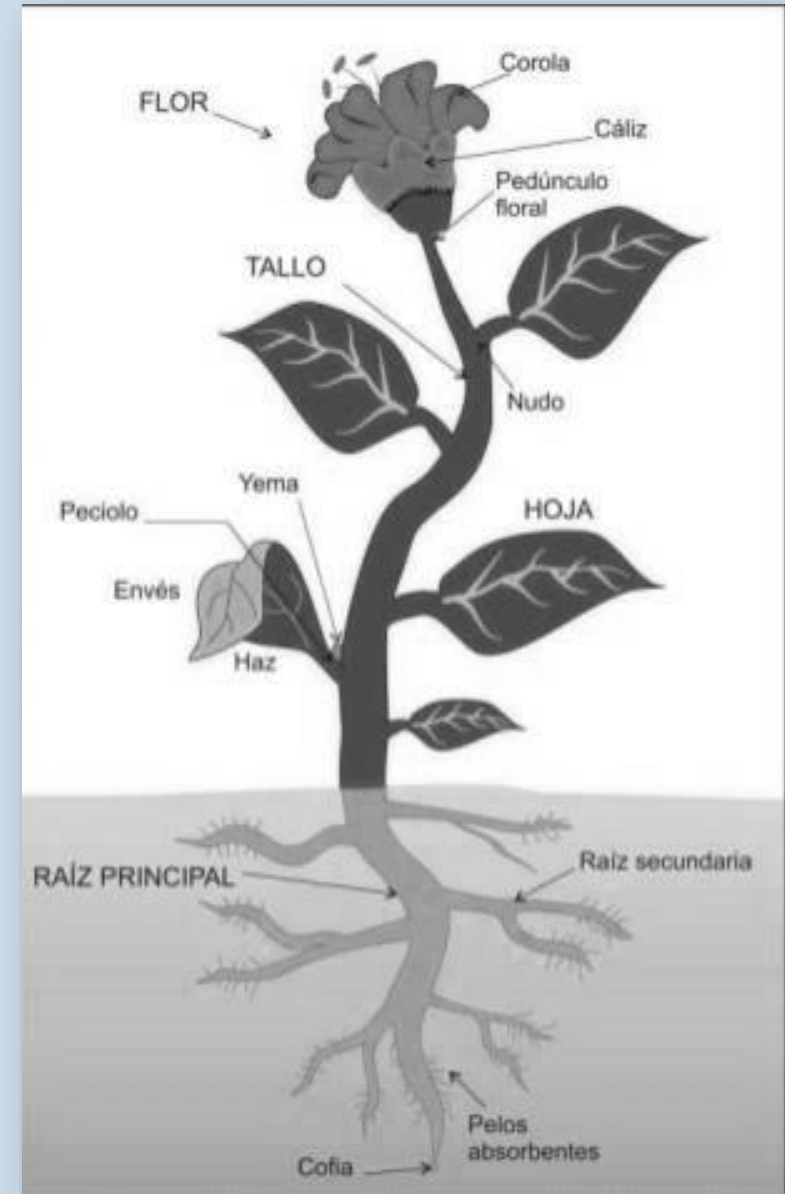
Tipos de hojas

◦ **Función**

- Nomofilos o Tropofilos
- Catafilos
- Cotiledones
- Hipsofilos o brácteas
- Antofilos
- Espinas
- Zarcillos
- Ascidas y utrículos

◦ **Ambiente**

- Mesófitas
- Xerófitas
- Hidrófita



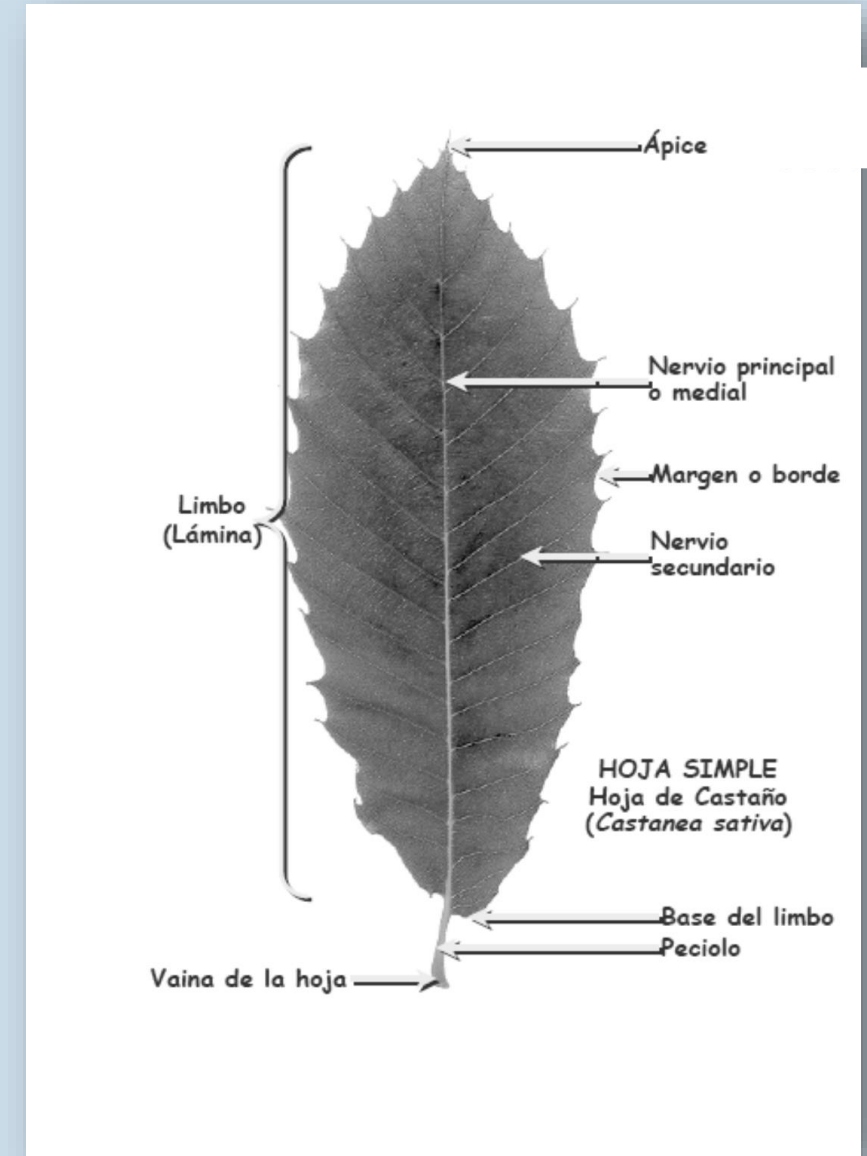
Tipos de hojas Nomofilo



- Corresponde a lo que comúnmente se conoce como las hojas normales del vegetal.
- Realizar la fotosíntesis y el intercambio gaseoso.
- Presentan diferentes formas y organización en el vegetal para maximizar su función

Partes de nomofilo

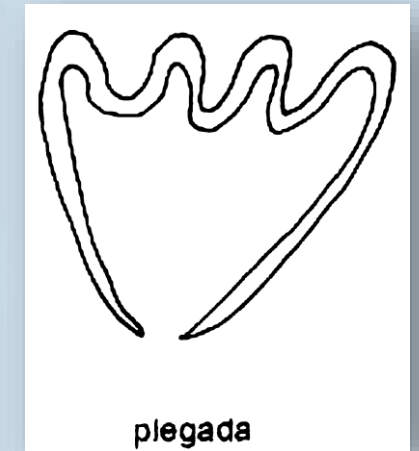
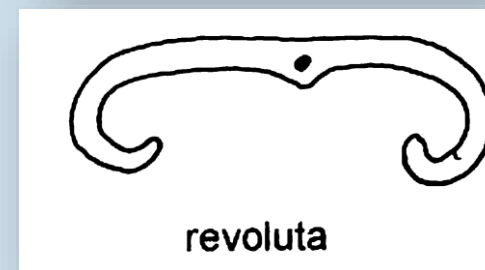
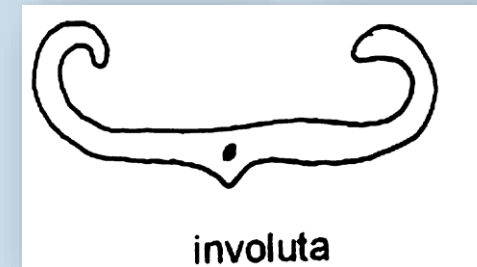
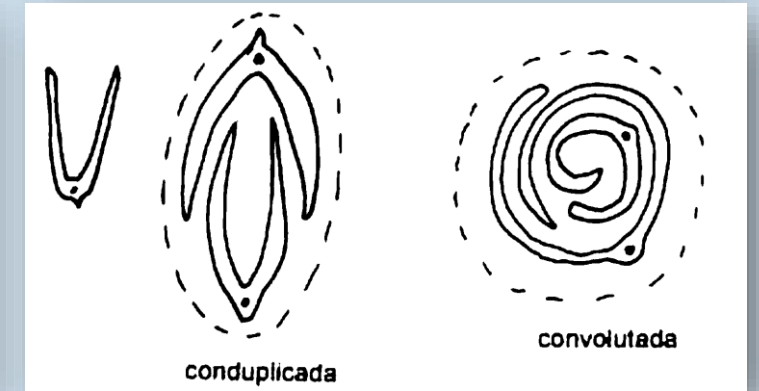
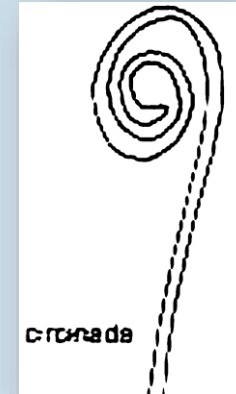
- **Pecíolo** (puede faltar)
- **Limbo**
 - Ápice, margen y base
 - Fotosintético
 - Polimórfico
 - Simetría dorsiventral, cilíndrica (coníferas), aplanada lateralmente (Iris sp), tubular (carnívoras)
 - Dos superficies:
 - la dorsal (externa o haz), llamada adaxial
 - la ventral (interna o envés) llamada abaxial.
- **Vaina.**



Prefoliación

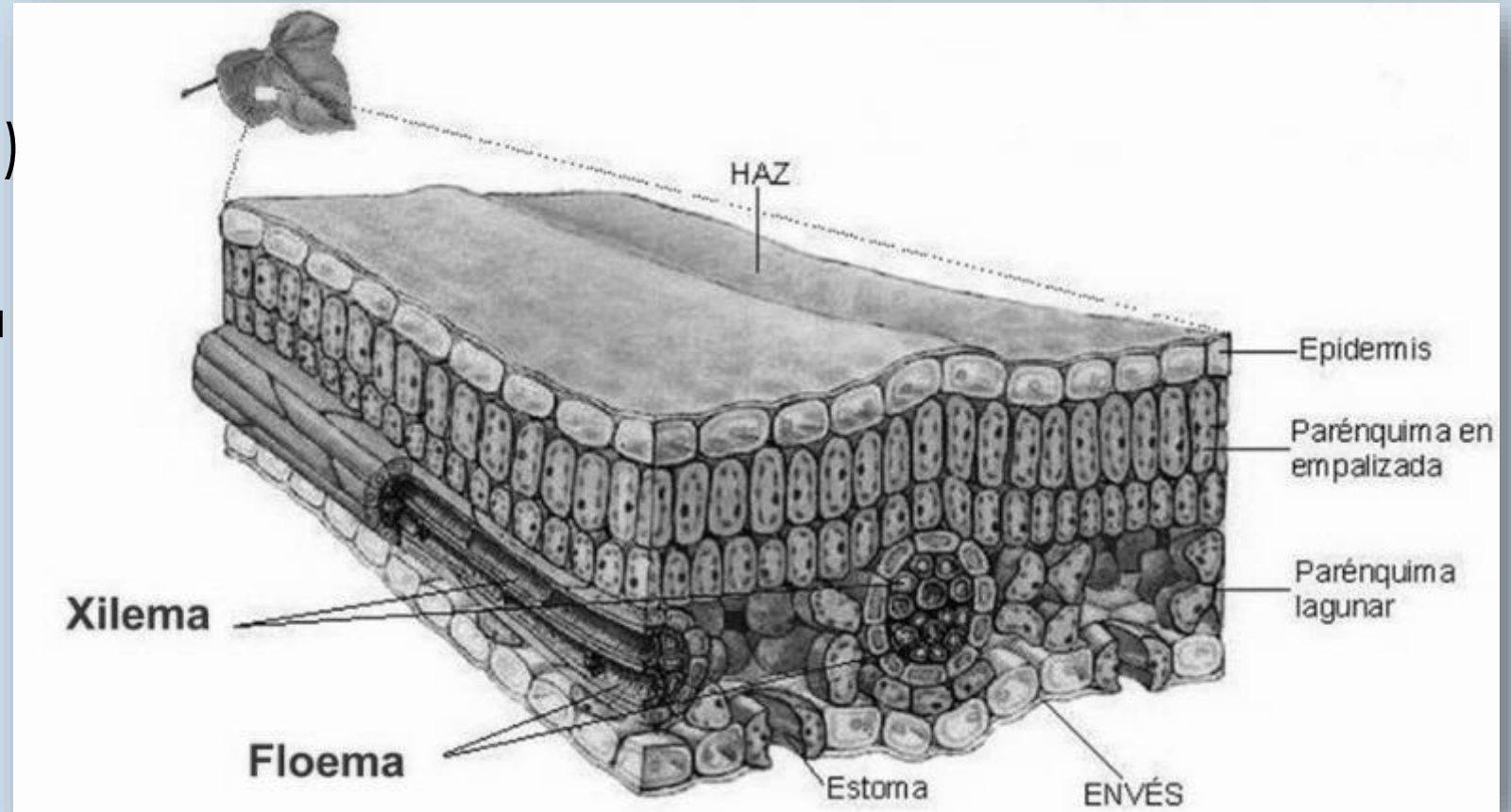
Se refiere a como están plegadas las hojas en la yema

| | |
|--------------|---|
| Circinada | hoja enrollada sobre si misma desde el ápice hacia la base, se desenrolla a medida que crece |
| Conduplicada | hoja plegada a lo largo de la vena media, con las dos mitades de la lámina frente a frente |
| Convoluta | hoja arrollada sobre sí misma |
| Involuta | los bordes de la lámina doblados hacia arriba o adentro |
| Revoluta | los bordes de la lámina doblados hacia abajo o afuera |
| Plegada | lámina doblada hacia adelante y atrás a lo largo de las venas principales a manera de abanico cerrado |



Estructura interna de un nomofilo

- **Epidermis adaxial** (haz)
- **Epidermis abaxial** (envés)
- **Mesófilo**
 - Parénquima en empalizada
 - Parénquima Esponjo
 - Tejidos vasculares (venas)
 - Tejidos de sostén



Clasificación de los nomofilos

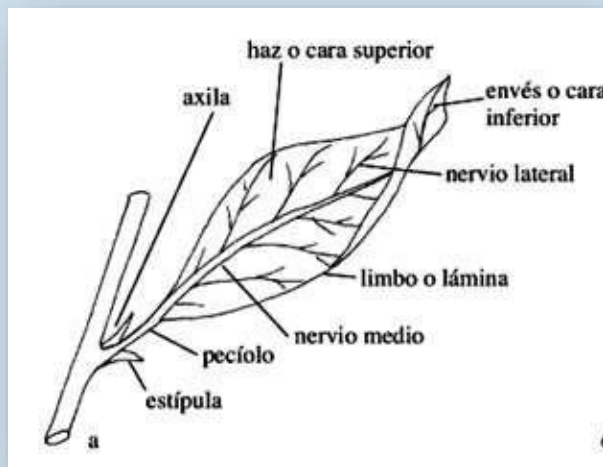
1. División del limbo o lamina
2. Forma
3. Arreglo en el tallo
4. Presencia o ausencia de peciolo
5. Base de la lamina
6. Ápice de la lamina
7. Margen de la hoja
8. Nervadura



Nomofilo: 1) División del limbo o lamina

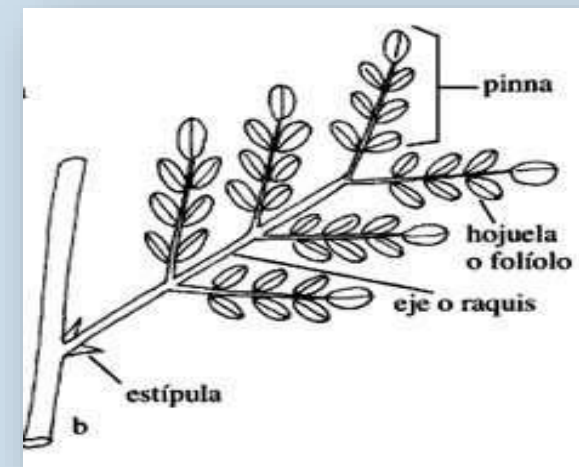
Simple

- Hoja cuya lámina se comporta como una sola unidad. La nervadura es completamente continua, queda definida por la existencia de una única zona de abscisión en su punto de inserción al tallo y por la presencia de una yema axilar.



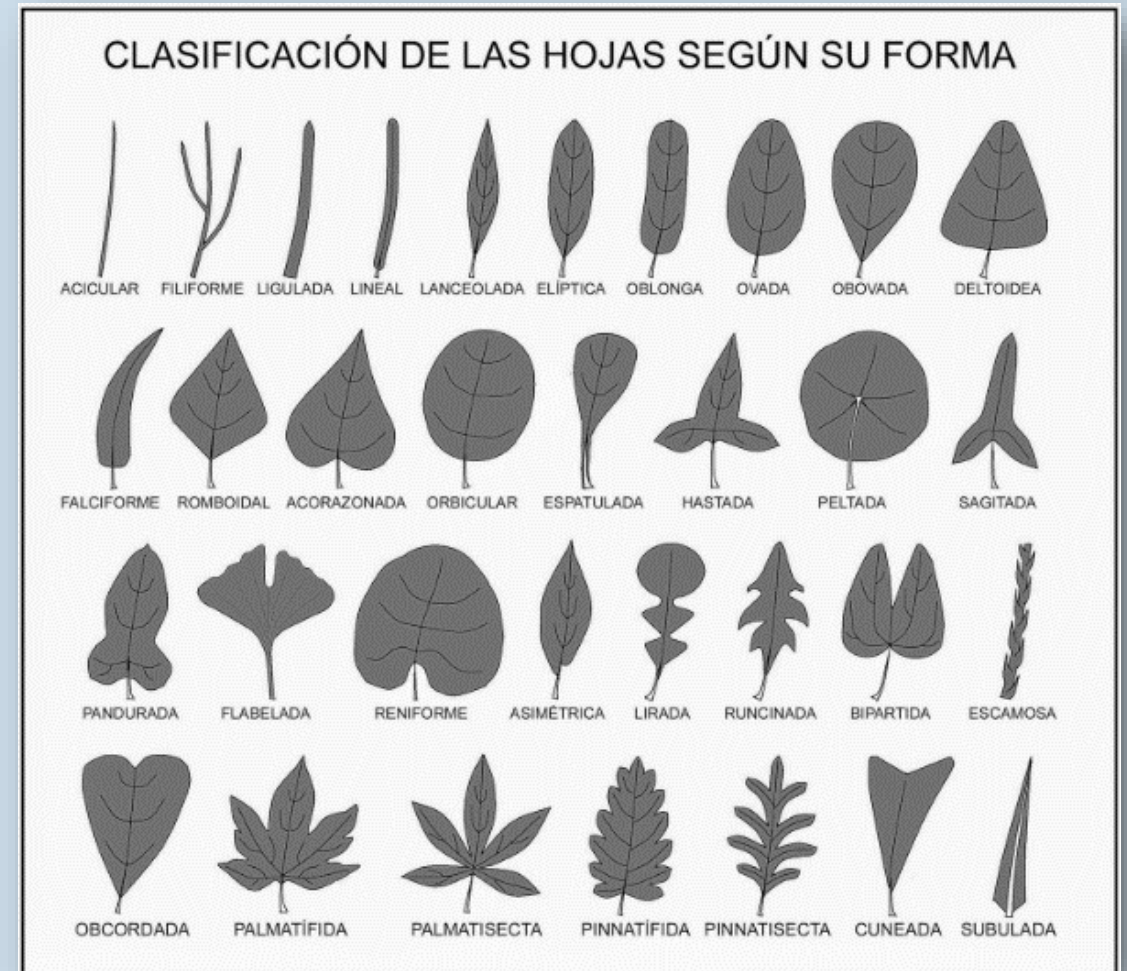
Compuesta

- Hoja cuya lámina se compone por una o varias subunidades independientes entre sí, como también del raquis y del nervio medio. Presenta una articulación o zona de abscisión en el punto de inserción al raquis, y NO presenta yemas en este punto.



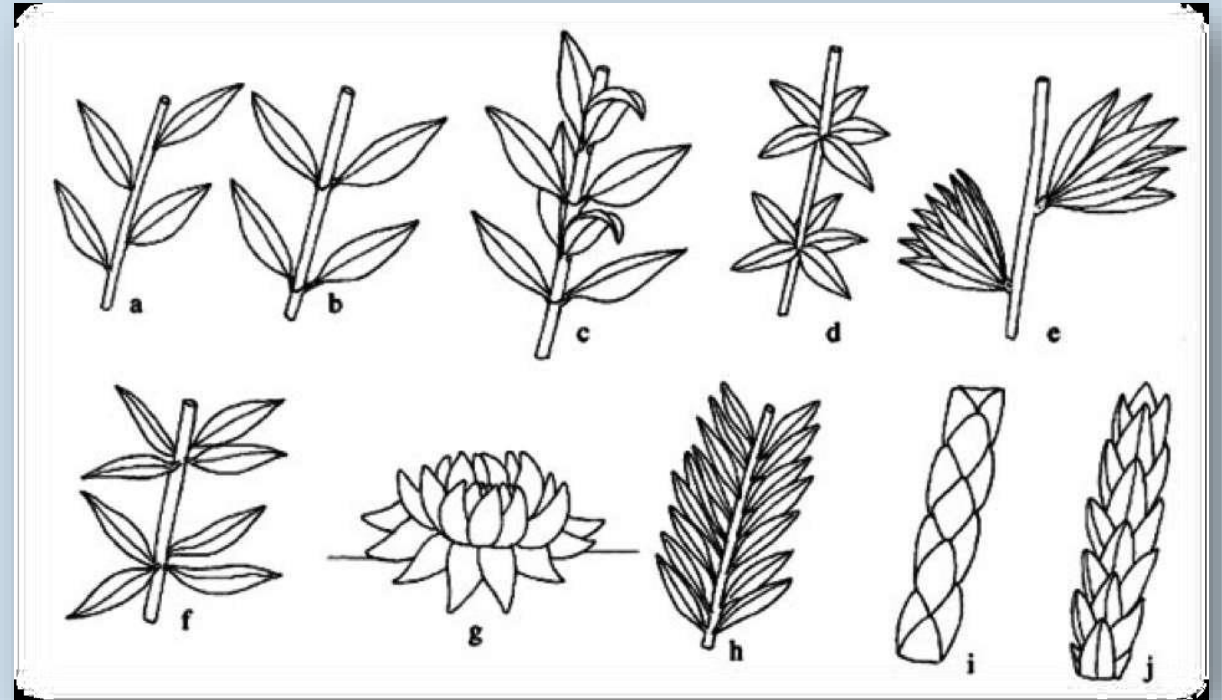
Nomofilo: 2) Formas

- Para una máxima eficiencia en la absorción de radiación, la hoja necesita una superficie amplia y una orientación en ángulo recto respecto al sol
- Para ser eficiente en el intercambio gaseoso requiere un área máxima por unidad de peso.
- La apariencia y la anatomía de las hojas típicas se relaciona directamente con su capacidad para el intercambio gaseoso y la absorción de radiación, procesos involucrados con su actividad fotosintética



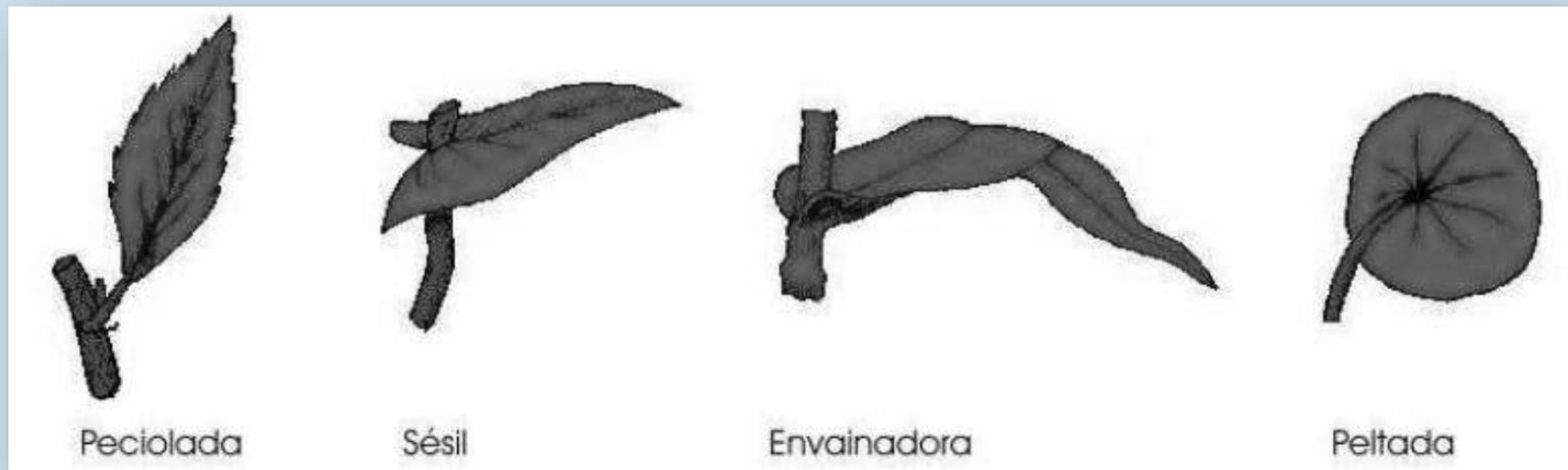
Nomofilo: 3) Arreglo en el tallo

- **Alternas:** se suceden a cada lado del tallo (a).
- **Opuestas:** dos hojas en cada nudo, enfrentadas (b).
- **Opuestas y decusadas:** las dos hojas de cada nudo forman una cruz con las hojas del nudo adyacente (c). Si están en el mismo ángulo se dice que son opuestas dísticas (h).
- **Verticiladas:** hojas dispuestas en verticilos, es decir, que salen más de dos hojas en cada nudo del tallo, en disposición radial (d).
- **Fasciculadas:** hojas que se disponen formando hacecillos en el tallo (e).
- **Falsos verticilos** (f).
- **En roseta basal** (g).
- **Imbricadas:** hojas dispuestas muy próximas de tal forma que llegan a solaparse por los bordes como las tejas de un tejado (i).
- **Espiraladas** (j).



Nomofilo 4) Presencia o ausencia de peciolo

- **Peltada**: lámina más o menos circular y aplastada, con el peciolo inserto en el centro del limbo
- **Peciolada**: con peciolo
- **Sésil**: sin peciolo
- **Envainante**: con la base abrazando al tallo



Nomofilo: 5) Bases

- **Aguda:** base en la que los bordes forman un ángulo agudo.
- **Atenuada:** base que se va estrechando paulatinamente hacia la base
- **Auriculada:** provista de aurículas, unos apéndices generalmente redondeados
- **Acorazonada:** con forma de corazón
- **Cuneada:** con forma de cuña, de bordes rectos y convergentes
- **Hastada:** con forma de punta de pica o alabarda
- **Redondeada:** con aspecto de semicírculo
- **Sagitada:** con forma de flecha
- **Truncada:** base de la hoja que remata en un borde o en un plano transverso como si hubiese sido cortado



Nomofilo 6) Ápice

Acuminado: ápice finalizado en una puntilla

Agudo: ápice en el que los bordes forman un ángulo agudo

Caudado: ápice prolongado en una especie de cola, es decir, un apéndice más ancho en la base que en el extremo superior y ligeramente curvado (d).



Emarginado: ápice con una muesca o entalladura apenas profunda

Ganchudo: ápice con una prolongación con forma de gancho

Mucronado: ápice que remata en un mucrón, una punta corta, de forma súbita

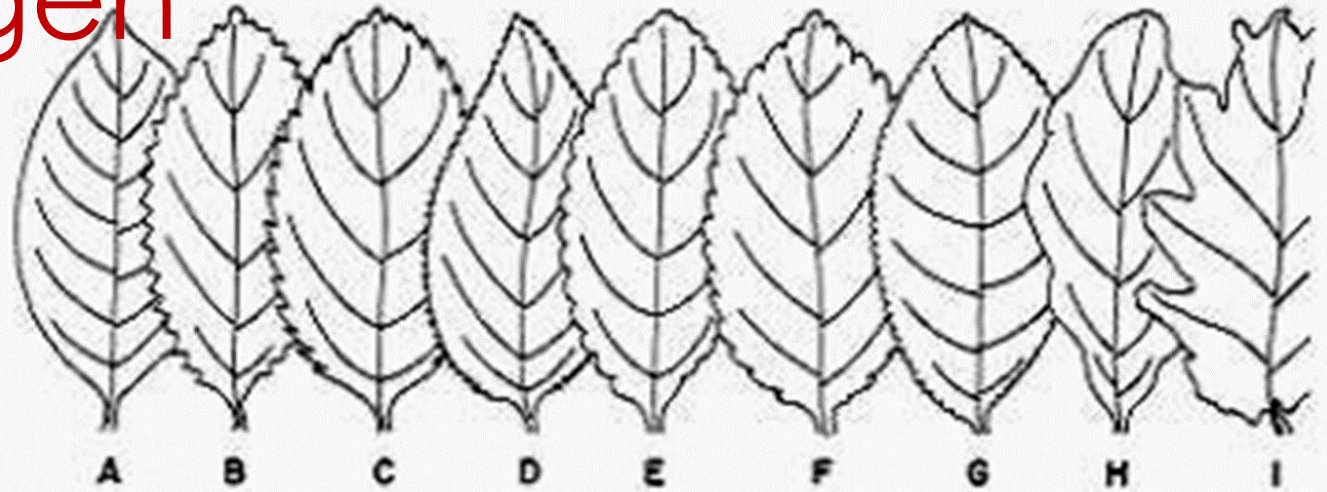
Redondeado: ápice con forma de semicírculo

Retuso: ápice ligeramente escotado

Truncado: hoja que remata en un borde o en plano transversal, con si hubiera sido Cortado

Tridentada: Con tres dientes

Nomofilo: 7) Margen



| | |
|---|--|
| a. Entero | no aparece ni dividido ni recortado en forma alguna |
| b. Dentado | con dientes redondeados o agudos apuntados directamente hacia el exterior |
| c. Serrado | con dientes agudos apuntando claramente hacia el ápice, con los bordes de los dientes de distinta longitud, como los dientes de una sierra |
| d. Serrulado | margen aserrado, pero con los dientes muy pequeños |
| e. Fenestrado f. Crenado | festoneado , con dientes redondeados |
| g. Crenulado | festoneado con pequeños festones |
| h. Ondulado | formado por ondas |
| i. Lobulado | margen recortado o con lóbulos o gajos cuya profundidad alcanza de 1/8 a 1/4 de la mitad del limbo. |

Nomofilo: 8) Nervadura

Uninervada: con una sola vena. Son hojas características de las Gimnospermas.

Paralelinervia: cuando las nervaduras se disponen en forma paralela. como el trigo y el maíz. este tipo de nervadura es característico de las monocotiledóneas

Penninervia: Cuando hay un nervio central y todos los demás nacen a lo largo de su eje, como las barbas de la pluma de un ave cuando parten del raquis (ejemplo de la hoja del avellano).

Palmatinervia: Cuando el pecíolo, en la unión con la hoja, se ramifica en nervios diferentes.

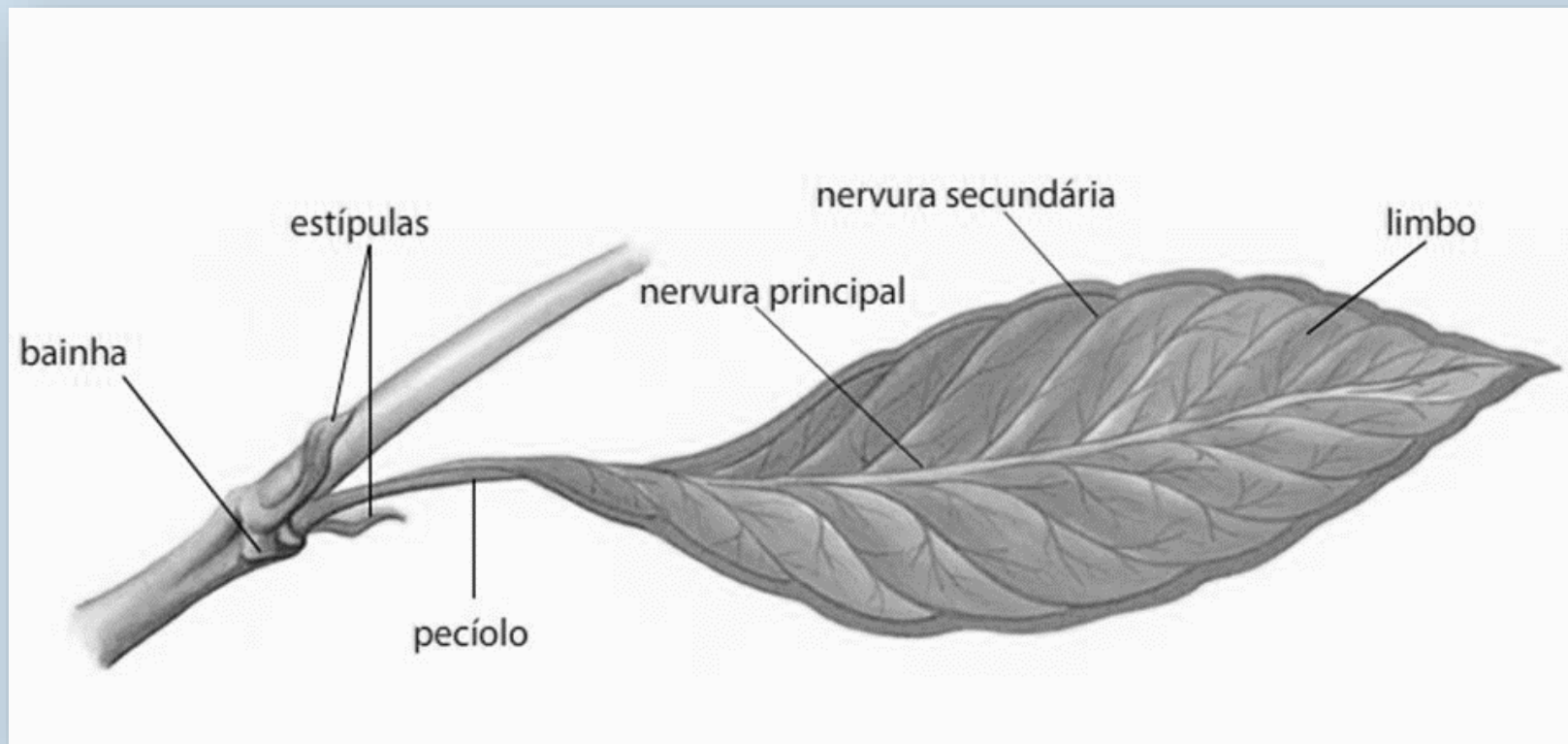
Anastomosada: Dos o mas nervaduras que se vuelven a unir.

Dicotoma: Nervaduras sucesivamente ramificadas en dos



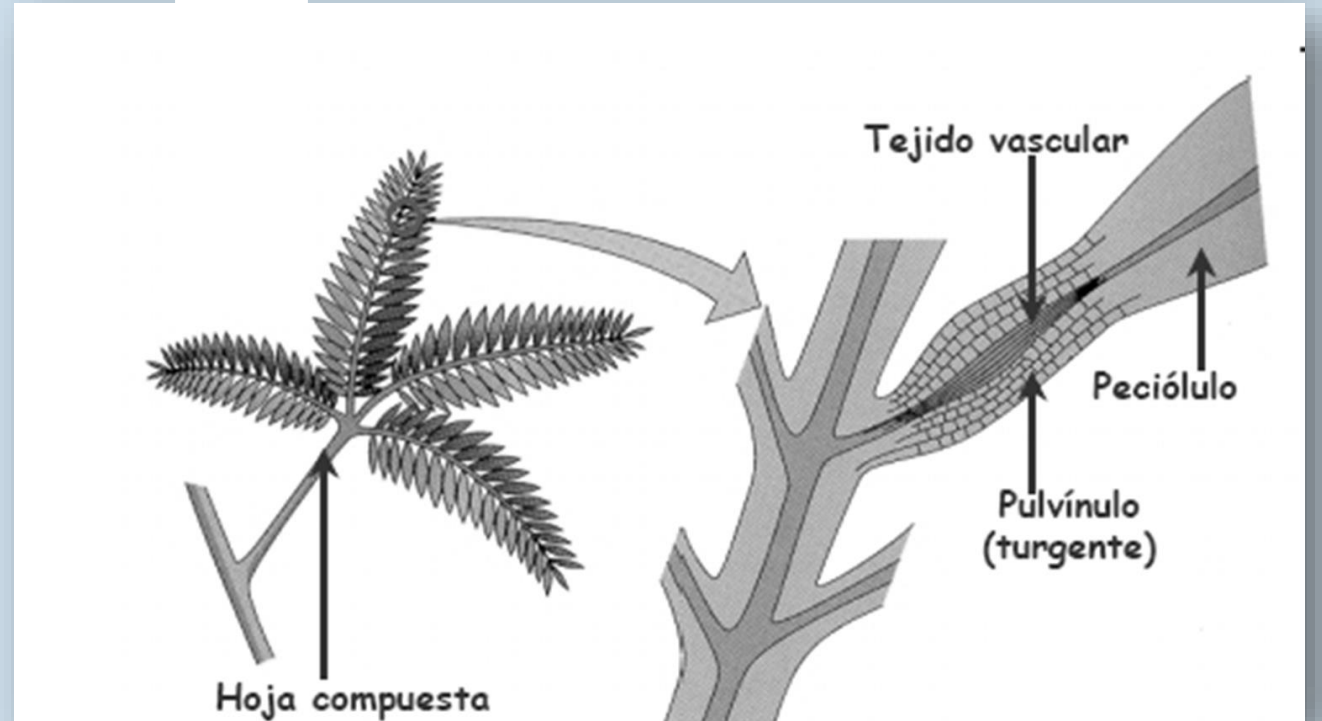
Estípulas

Apéndices laminares foliáceos, generalmente aplanados, verdes ubicados en la base del pecíolo, habitualmente en número de dos, pueden estar presente o no.



Pulvínulos

- Tejido parenquimático situado en la base del pecíolo que, por movimientos de turgencia celular, provoca movimientos de folíolos y hojas.
- En algunas leguminosas (*Mimosa*, *Albizzia*):



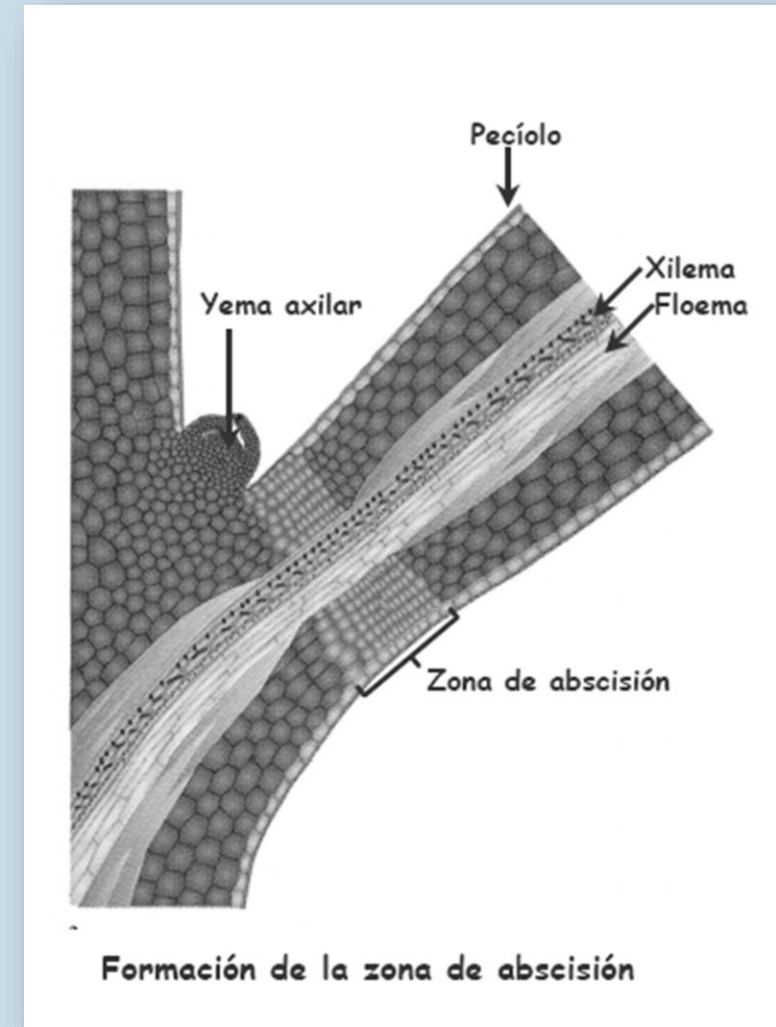
Rápida liberación de potasio, azúcar y agua al apoplasto

Caída de la hoja tras un periodo de senescencia.

Abscisión

◦ Zona de abscisión

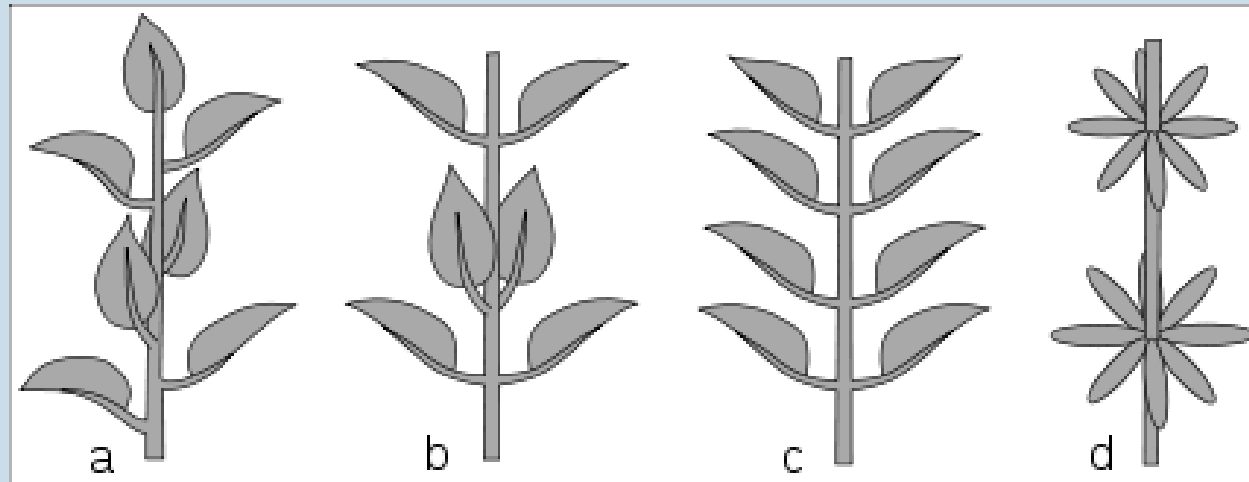
- Haces vasculares más estrechos y no existe colénquima ni esclerénquima, o están poco desarrollados.
- En ella se forma la zona de separación: células de citoplasma denso y mucho almidón.
- La lámina media de las células de esta zona se vuelve gelatinosa y, finalmente, las células se desintegran (no en monocotiledóneas y dicotiledóneas herbáceas).
- Tras la caída: capa protectora.



Filotaxia

Disposición de las hojas en el tallo

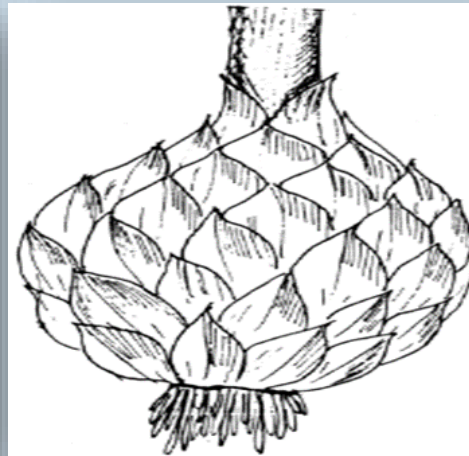
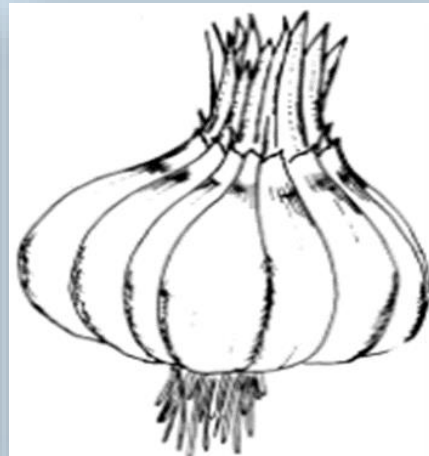
- La disposición que presentan es característica de cada especie y por lo tanto tiene importancia ecológica y adaptativa ya que la disposición de las hojas facilita que estén expuestas al sol con el mínimo de interferencias posibles por parte de sus compañeras.



- a) alternada
- b) opuestas
(decusadas)
- c) dísticas
- d) verticiladas

Tipos de hojas Catáfilos

- Presente en tallos hipogeos (subterráneos).
- Con aspecto de escama o membranas
- No realizan fotosíntesis.
- Función de protección y algunas veces almacenamiento

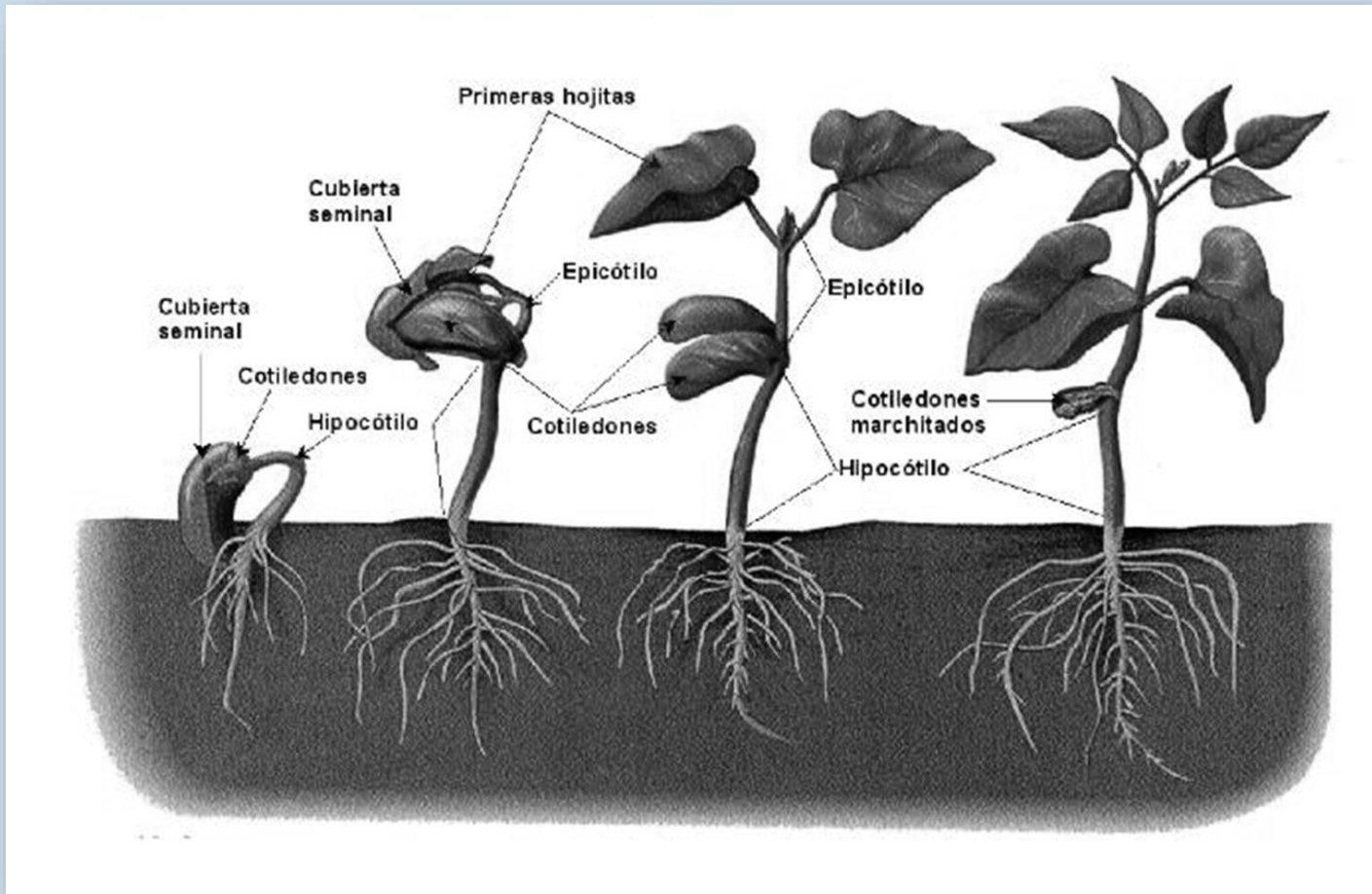


PERULA:

- En tallos epigeos protege yemas aéreas
- No fotosintético,
- Consistencia gruesa, resistente y que puede o no presentar indumentos en la superficie.



Tipos de hojas Cotiledones



- Primeras hojas que presenta un individuo vegetal en el estado de embrión
- Protegen al esporofito mientras se encuentra en la semilla y en sus primeros estados de desarrollo
- En algunos casos desarrollar fotosíntesis complementaria

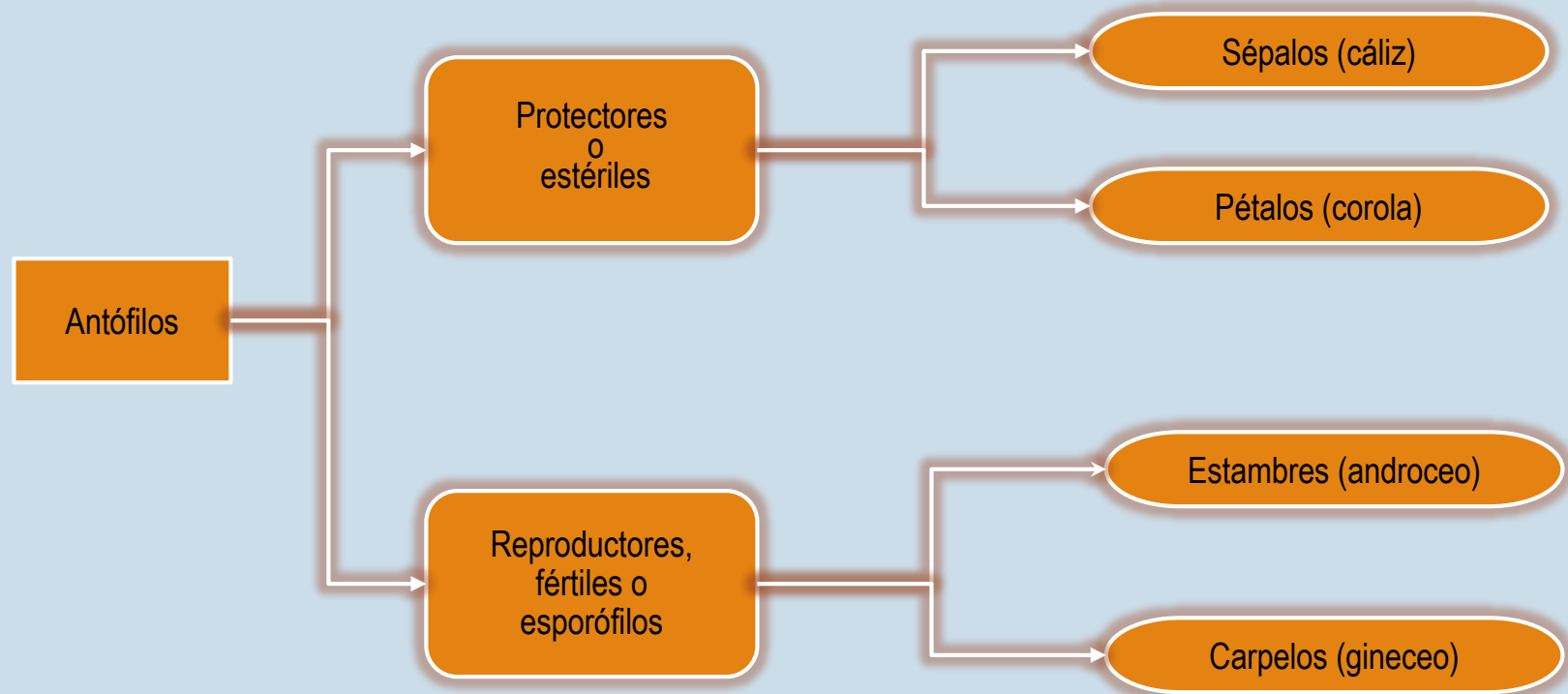
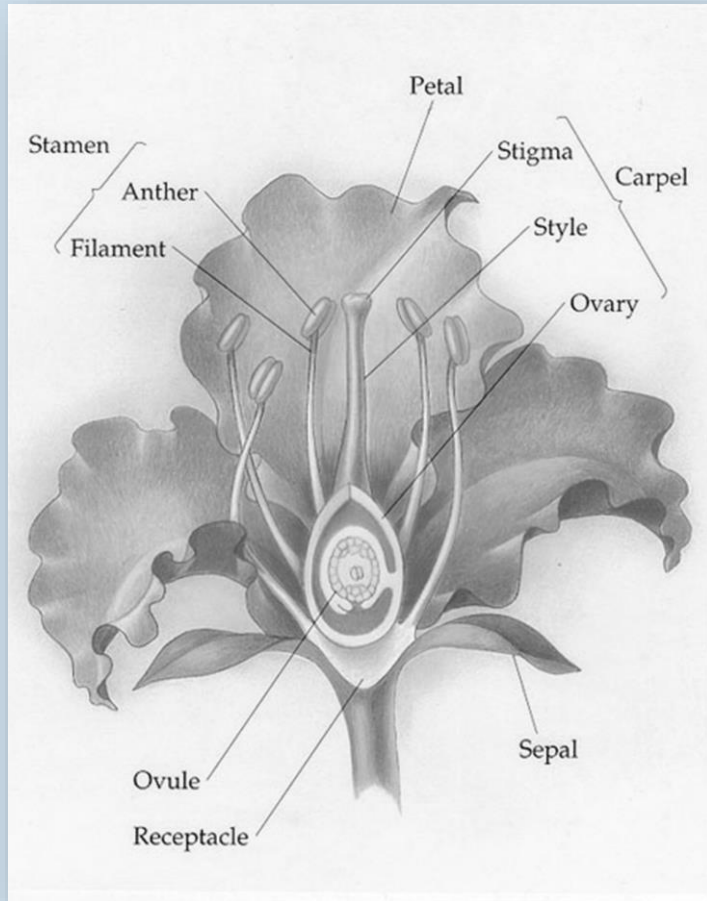
Tipos de hojas Hipsofilos o brácteas

- Verde y/o coloreado
- Asociado a las estructuras reproductivas sexuales.
- Protege las estructuras reproductivas sexuales de la planta
- Promueve la polinización
- Si posee clorofilas tiene función fotosintética



Tipos de hojas Antófilos

- Hojas altamente especializadas que forma parte de las estructuras reproductivas sexuales del vegetal
- Participar directa o indirectamente en el proceso de reproducción sexual.



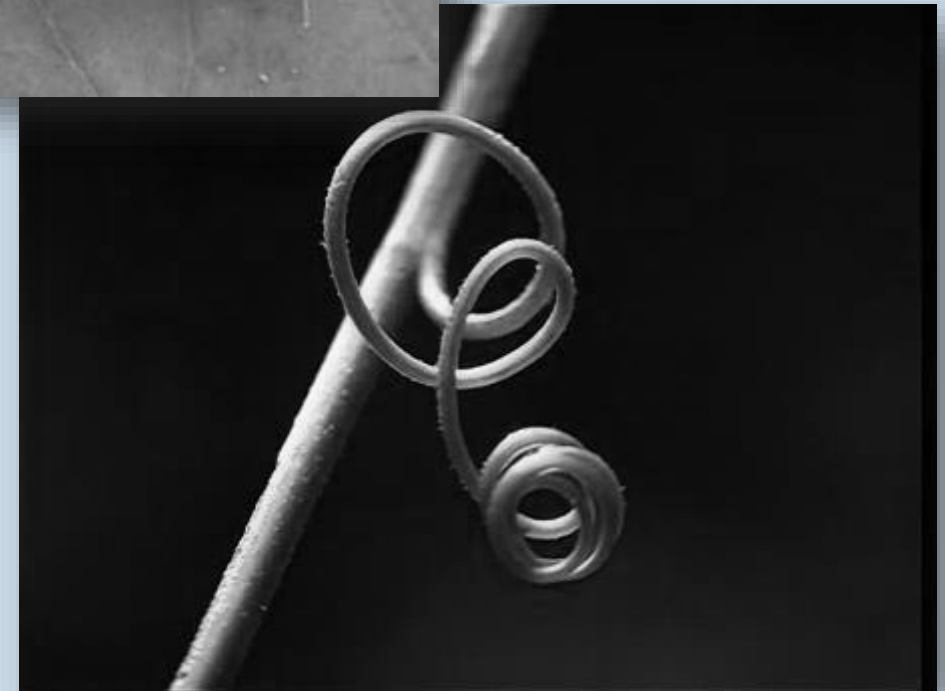
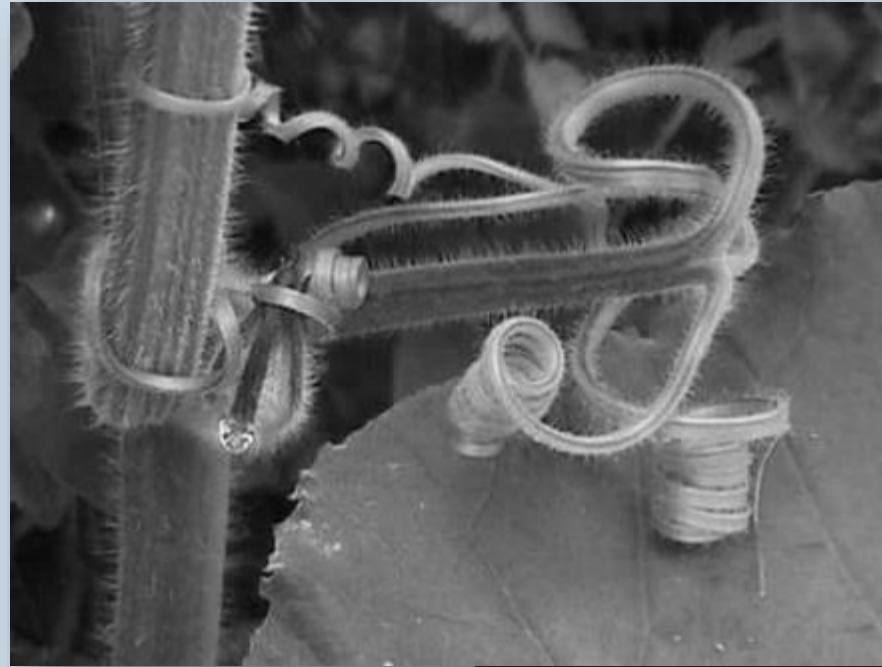
Tipos de hojas Espinadas

- Hojas modificadas en forma puntiaguda (Cactáceas)
- Espinas estipulares (Euphorbias)
- Mantienen relación vascular con el tallo



Tipos de hojas Zarcillos

- Hojas alagadas y dispuestas de forma espiralada
- Mantienen relación vascular con el tallo
- Participan en el sostén de la planta



Tipos de hojas Ascidias y Utrículos

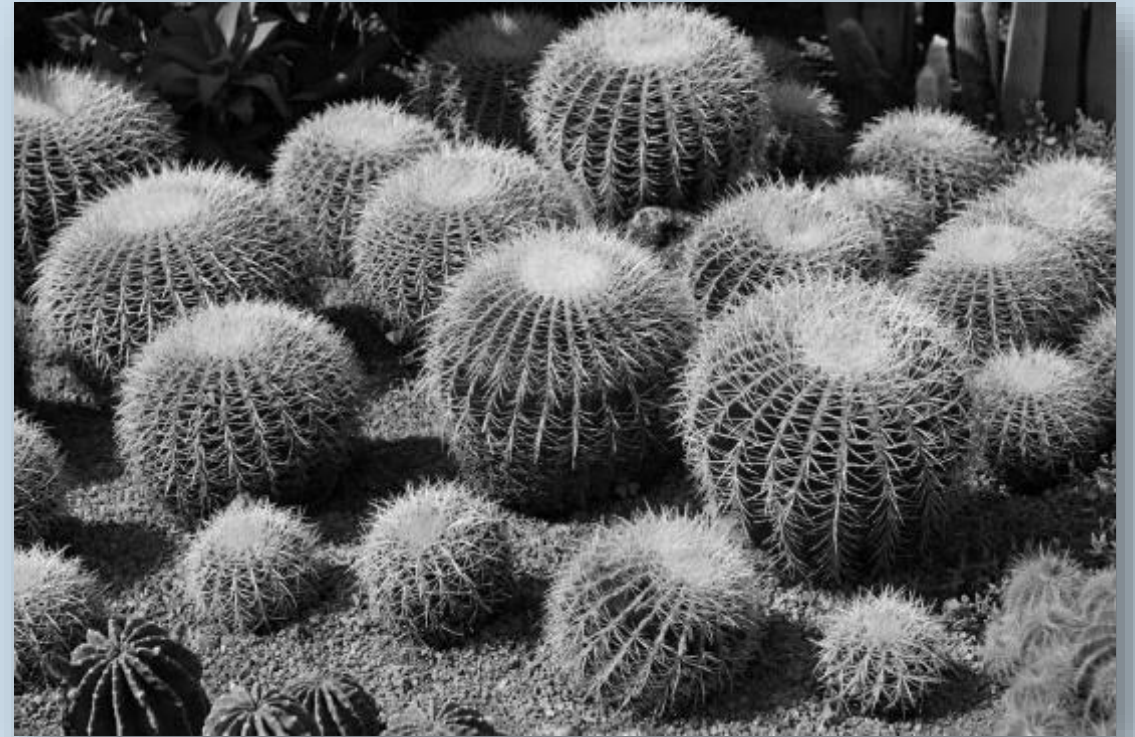
Las plantas carnívoras han modificado las hojas adaptadas para atraer y atrapar presas

La presa es digerido con las enzimas secretadas desde glándulas especializadas



Hojas de xerofitas

- Cutículas gruesas y depósitos de ceras y resinas
- Alta densidad de tricomas epidérmicos muertos
- Estomas pequeños, hundidos por debajo de la superficie o en criptas
- Epidermis lignificadas y pluriestratificada
- Desarrollo profuso del parénquima en empalizada
- Parénquima de reserva de agua
- Presencia de mucilago en los tejidos (suculencia)
- Desarrollo notable de los tejidos mecánicos, en especial del esclerénquima
- Reducción de la lamina foliar a espinas o agujas
- Glándulas secretoras de sales



Hojas de hidrófitas

- Cutícula y paredes celulares delgada
- Epidermis delgada y con cloroplastos
- Hojas glabras o sólo con pelos glandulares
- Estomas escasos, grandes y prominentes sobre la epidermis
- Presencia de hidátodos y pelos glandulares
- Mesófilo con amplios espacios intercelulares y presencia de aerénquima en las hojas flotantes.
- Parénquima empalizada en una sola capa
- Hojas delgadas, de relación superficie/volumen alta



Hojas de mesófitas

- Plantas que se encuentran en una situación intermedia, es decir, las plantas que asumen esta designación viven en un ambiente que no puede tener demasiada cantidad de agua, pero al mismo tiempo tampoco sobreviven en ambientes con poca cantidad.
- Las plantas mesófitas asumen características que las coloca entre las plantas hidrófitas y las xerófitas
- Adaptadas a un gran número de condiciones ambientales sin que su crecimiento sea condicionado.
- No poseen adaptaciones para ambientes extremos, pudiendo no sobrevivir cuando son expuestas a estos ambientes.
- Poseen hojas grandes, planas, finas. La epidermis de las hojas es bastante simple con la presencia de estomas
- Las especies que se encuadran en esta clasificación habitan en suelos bien drenados, donde no ocurre acumulación excesiva de agua.
- Estas plantas evitan el estrés hídrico, puesto que intentan regular la pérdida de agua, presentan una cutícula fina e impermeable. Su sistema de vasos conductores está bien desarrollado, además de poseer un vasto sistema radicular que favorece la obtención de agua.



Fuentes de información

La siguiente literatura sirve de base para conocer más sobre el tema y para integrar este material didáctico.

- Azcárraga, M.R; Jacquez, M.P; Bonfil, C.A Y Sandoval, E. 2010. Atlas De Anatomía Vegetal. Ed. UNAM Cuautitlán. 279 Págs.
- Becerra, L.N; Barrera, E Y Marquínez, X. 2002. Anatomía Y Morfología De Los Órganos Vegetativos De Las Plantas Vasculares. Ed. Universidad Nacional De Colombia. 276 Págs.
- Esau, K. 1980. Anatomía Vegetal. Omega. Barcelona, España. 720 Págs.
- Esau, K. 1995. Anatomía De Las Plantas Con Semilla. Hemisferio Sur. 511 Págs.
- Fahn, A. 1974. Plant Anatomy. Pergamon Press. Oxford. England. Anatomía Vegetal. Blume. Madrid, España. 643 Págs.
- Gifford E. Y A. S. Foster 1988. Morphology And Evolution Of Vascular Plants. Ed. Freeman. Nueva York
- Stevenson F. Y Mertens 1980. Anatomía Vegetal. Serie Instrucción Programada. Limusa México. Qk641/S83

También se pueden consultar las siguientes páginas para obtener ejemplos de diferentes tipos celulares y cortes de tejidos vegetales.

- <http://www.euita.upv.es/>
- <http://www.ugr.es/>
- <http://www.botanica.cnba.uba.ar/>
- <http://www.educ.ar/>
- <http://www.redtextilargentina.com.ar/>
- <http://www.redtextilargentina.com.ar/>