

# Cátedra de Biología General

## Estructura y procesos en plantas



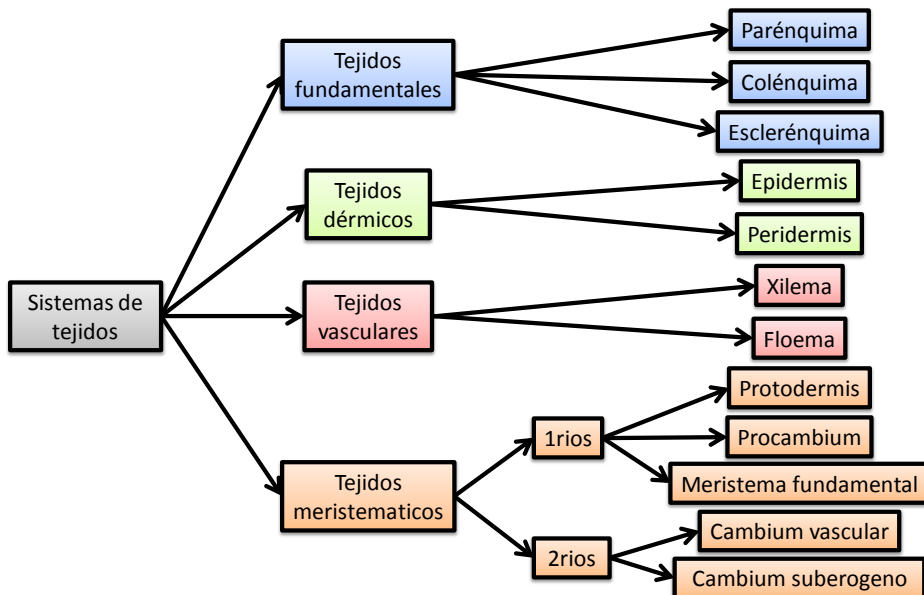
Lic. Gestión Ambiental  
2017

### Contenidos:

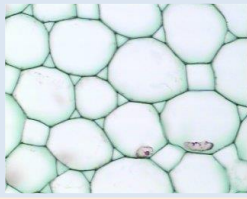
1. Morfología vegetal. Tipos de tejidos. Estructuras: raíces, tallos y hojas. Crecimiento y meristemas.
2. Mecanismos de transporte de fluidos. Xilema y floema. Transpiración y gutación. Nutrición y absorción radicular. Abscisión y senescencia.
3. Reproducción. Estructura y función de la flor. Polinización. Fertilización y desarrollo de semillas y frutos. Comparación entre la reproducción asexual y sexual.
4. Mecanismos sensoriales e interacción con el ambiente. Características relevantes del suelo como sustrato vegetal. Relaciones simbióticas. Mecanismos de defensa de las plantas. Respuestas a la luz y a hormonas.

### Los Tejidos

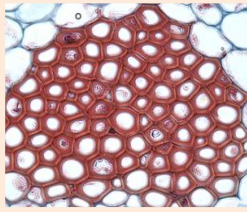
**Tejidos:** conjunto de células que forman una unidad estructural y funcional. Se agrupan formando órganos (raíz, tallo, hoja, flor, fruto). Se diferencian mediante microscopía (histología).



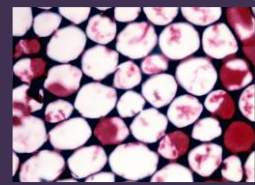
### Tejidos fundamentales:



**Parénquima:** es el más común. Blando, con paredes finas. Funciones: fotosíntesis, almacenamiento y secreción. Sus células pueden diferenciarse en otros tejidos. En sus paredes predomina la celulosa (polisacárido que forma microfibrillas)



**Colénquima:** Células elongadas con pared engrosada en las esquinas. Flexible. Función: soporte. Forma largas tiras dispuestas cerca de la superficie del tallo y a lo largo de las nervaduras. Tiene (además de celulosa) pectina, que es un polisacárido que cementa entre si las microfibrillas de celulosa.

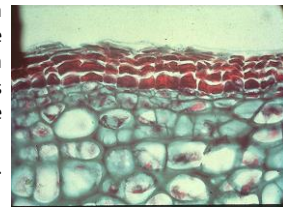


**Esclerénquima:** Paredes duras y gruesas. Función: soporte. La mayoría de sus células están muertas. Mucha lignina (polímero complejo, formado por monómeros derivados de aminoácidos). Dos tipos celulares: fibras y esclereidas.

### Tejidos dérmicos:

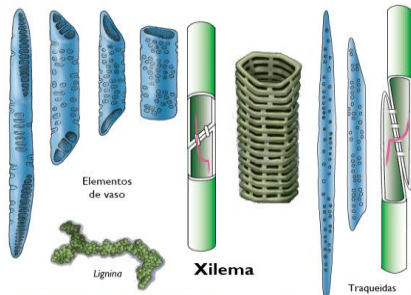
**Epidermis:** Transparentes, sin clorofila. Celulares aplanadas. Secretan una cutícula cerosa sobre la superficie. El intercambio de gases se da a través de poros llamados estomas, rodeados por dos células (se cierran durante la noche). Tiene tricomas, pelos uni o pluricelulares, con muchas funciones (defensa, aumento de superficie de intercambio en raíces, eliminación de sales, reflexión de luz).

**Peridermis:** reemplaza la epidermis cuando el tallo o la raíz crecen en ancho. Las paredes producen una sustancia impermeable llamada suberina.

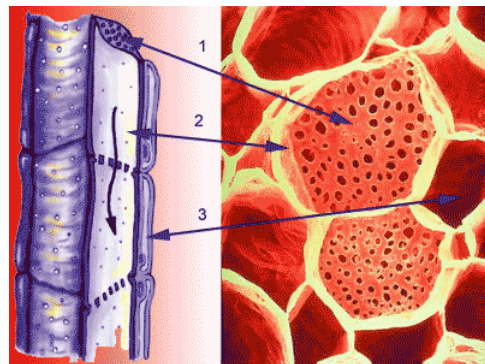


### Tejidos vasculares:

**Xilema:** conduce agua y minerales disueltos de las raíces a las hojas y brinda soporte. 4 tipos celulares: parénquima del xilema (almacenamiento), fibras (sostén), traqueidas y vasos (conducción de fluidos). Gracias a la apoptosis mueren y solo queda su pared. Traqueidas: largas y ahusadas, con perforaciones laterales para que el fluido pase. Vasos, son cilíndricos, abiertos en sus extremos. Se disponen verticalmente como tubos.



**Floema:** conduce los azúcares producidos por fotosíntesis desde las hojas al resto de la planta y provee soporte. 4 tipos celulares: tubos cribosos, células acompañantes, fibras y parénquima del floema. Los tubos cribosos son cilíndricos, con perforaciones en sus extremos por las que pasa el citoplasma. Están vivos pero carecen de núcleo y organelas. Esta carencia es compensada por las células acompañantes que se disponen al lado y se conectan con los tubos cribosos mediante plasmodesmos.



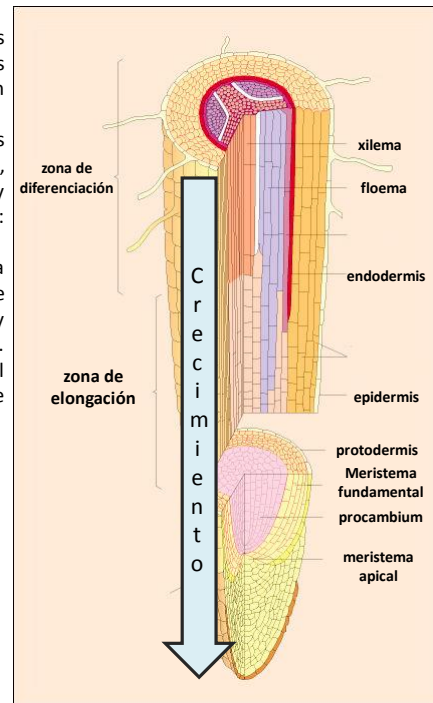
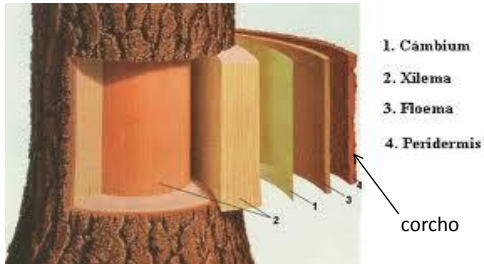
### Tejidos meristematicos:

A diferencia de los animales, el crecimiento en las plantas solo se da en áreas específicas llamadas **meristemas**. Las células meristematicas son indiferenciadas y se reproducen por mitosis. Hay 2 tipos de crecimiento meristemático:

**1<sup>ro</sup> (a lo largo):** Ocurre en los meristemas apicales (en las puntas de raíces y tallos). Por debajo del meristema apical, zona de división celular, hay una zona de elongación y luego una de diferenciación. diferenciarse. Tejidos:

**Protodermo, Procambium y Meristema fundamental.**

**2<sup>ro</sup> (a lo ancho).** Ocurre en áreas donde ya termino la elongación. El cambium vascular es una fina capa de células meristematicas que forma un cilindro en la raíz y tallo. Esta entre **xilema** y **floema** 1<sup>ros</sup>. Forma xilema 2<sup>ro</sup>. (hacia el interior) y floema 2<sup>ro</sup> (hacia el exterior). El cambium suberogeno forma la peridermis (compuesta de dos capas: **suber** hacia afuera y **felodermis** hacia adentro).



Muy diversas. Miden desde <1mm a 15m

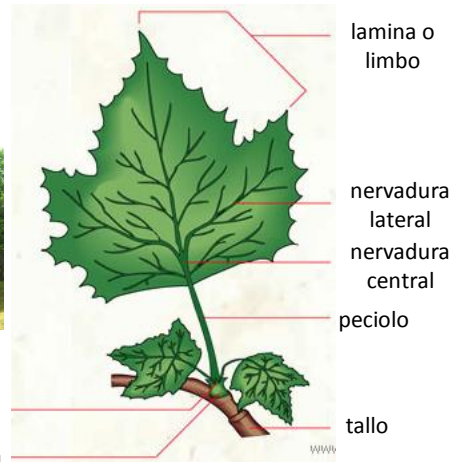
## La hoja



La superficie de todas las hojas juntas puede ser >50m<sup>2</sup>



estipulas (crecimientos en forma de hojas en la base del peciolo)  
yema auxiliar (en la axila del peciolo con el tallo)



Más de 40 tipos de formas y 12 tipos de bordes

Lanceolada

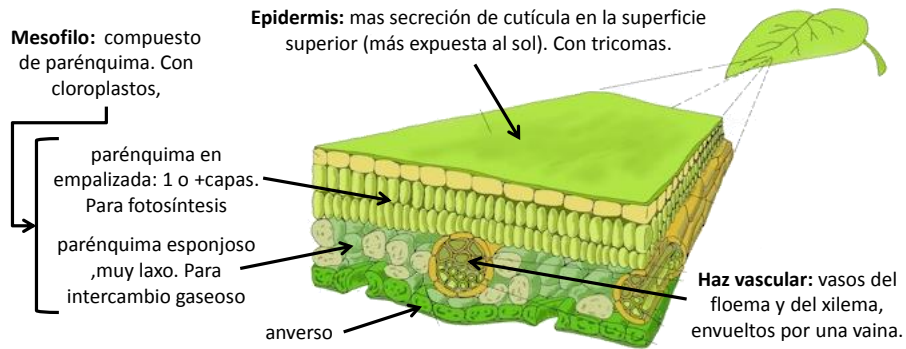
Cordada

Lobulada

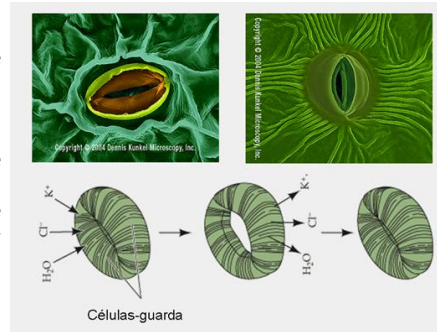
Palmeada

Trifoliada





Los estomas abundan en la superficie inferior, salvo en plantas flotantes. Las células guarda del estoma se arquean cuando se ponen turgentes por el ingreso de agua, abriendo el poro que se cierra cuando se vuelven flácidas. Estas células absorben la luz azul (400-500nm) que activa una bomba de protones. Los  $H^+$  salen fuera de la célula, creándose un gradiente electroquímico. Entonces entra  $K^+$  por unos canales dependientes de voltaje y luego entra  $Cl^-$ . Finalmente entra agua por osmosis hinchando la célula. Durante el día se mantienen abiertos por la alta concentración de azúcar. La falta de  $CO_2$  induce la apertura de los estomas.



**Pteridofitas:** Hojas grandes, compuestas, nervaduras (frondes)



**Gimnospermas:** hojas aciculares o escuamiformes.



**Monocotiledóneas:** hojas angostas, con nervaduras mayores paralelas. Sin peciolo, muchas veces envuelven el tallo.



**Dicotiledóneas:** hojas con nervaduras reticuladas, y laminas muy diversas



#### Hojas modificadas:

La función primordial de la hoja es la fotosíntesis, pero a veces se especializan para cumplir otras funciones.





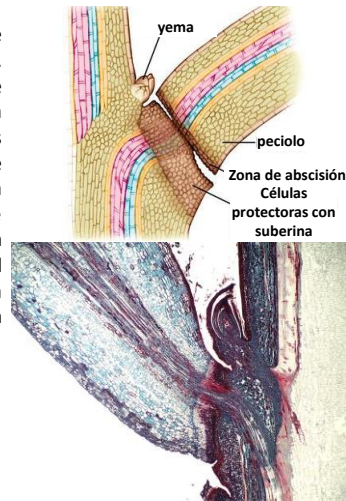
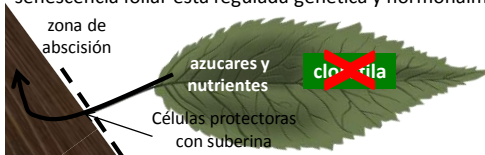
**Transpiración:** ocurre en un 97% por los estomas (solo 3% del agua se evapora por la cutícula). Aumenta por la temperatura, la luz y el viento. Ayuda al ascenso del agua por el tallo y evita el sobrecalentamiento de las hojas al sol gracias al enfriamiento por evaporación.

**Gutación:** eliminación de gotas de agua en los márgenes de las hojas cuando hay exceso de agua en el suelo y baja tasa de evaporación.



**Senescencia y abscisión foliar** (= caída de las hojas):

Las hojas se caen en invierno porque no producen lo suficiente mediante fotosíntesis y encima desperdician agua por transpiración. Primero los azúcares, aminoácidos y minerales son recuperados de las hojas y llevados a otras partes de la planta. La clorofila se degrada (al destruirse los cloroplastos) y quedan solo pigmentos amarillentos (carotenoides) y rojizos (antocianinas). Luego, se forma una zona de abscisión, en el sitio de unión del peciolo al tallo donde se desarrolla una lamina de células protectoras, con suberina, sobre el tallo y se liberan enzimas que disuelven las sustancias que mantienen unidas a las células de la base del peciolo. La hoja ahora apenas está unida al tallo por unas pocas células; cae con el viento y no queda herida alguna ya que las células con suberina son impermeables. La senescencia foliar está regulada genética y hormonalmente.

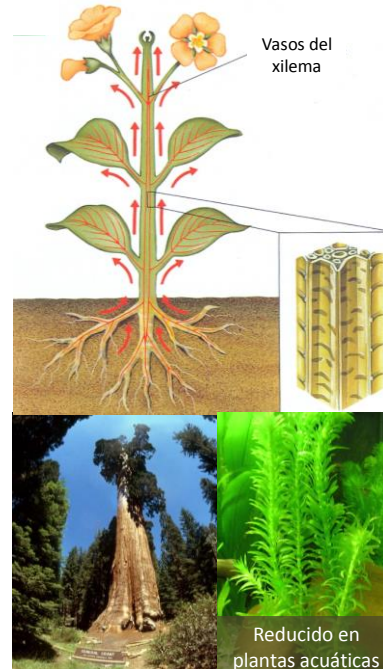


## Sistema vascular: xilema

El xilema conduce el agua desde las raíces hacia el resto de la planta. El potencial (energía libre) del agua es la capacidad de la célula para absorber agua por osmosis. El agua pura tiene el máximo potencial: cero. Cuando hay solutos, estos son rodeados por las moléculas de agua y el potencial baja. El agua siempre se mueve hacia regiones con potencial más bajo (negativo). Generalmente, los fluidos de la raíz siempre tienen más solutos que los del suelo.

Según el **modelo de transpiración-cohesión**, el agua del suelo absorbida por las raíces es succionada hacia arriba por la evaporación de las hojas. Para que esta succión pueda continuar debe existir una columna continua de agua a lo largo de toda la planta. Esto se logra gracias a la cohesión del agua por sus puentes de Hidrogeno. La atmosfera tiene un potencial de agua muy negativo. Entonces el agua se mueve a favor de su gradiente osmótico, desde la raíz al tallo, que tiene potencial de agua más negativo, a las hojas, donde es aun más negativo y finalmente a la atmosfera.

Complementariamente, la raíz puede ejercer una presión positiva sobre el agua que ayuda al movimiento y es responsable de la gutación.



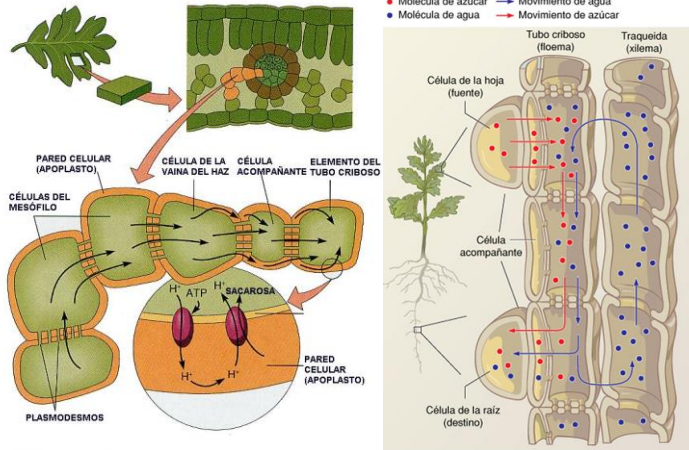
## Sistema vascular: floema

La translocación de la savia del floema desde los sitios de síntesis (generalmente hojas) hacia el resto de la planta es más lenta que la del xilema. La savia va de las hojas a zonas de almacenamiento (en forma de almidón) en las raíces, meristemas apicales, frutas y semillas. En el mesófilo de las hojas, las células cribosas bombean  $H^+$  hacia afuera, gastando ATP. Gracias a esto luego pueden entrar azúcares al floema por cotransporte con  $H^+$ . Al aumentar la concentración de azúcar adentro de las células del floema, entra agua por osmosis desde el xilema y aumenta su turgencia. En las células de reserva el azúcar entra por transporte activo y pasivo.

A medida que sale el azúcar, el agua vuelve al xilema y baja la turgencia de la célula cribosa.

La savia se compone principalmente de azúcares, en especial sacarosa

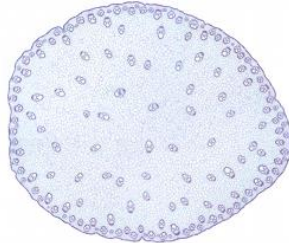
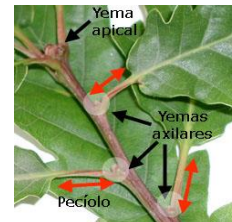
Azúcares	87,0%
Aminoácidos	5,2%
Ácidos orgánicos	2,3%
Proteínas	1,8%
Potasio	2,5%
Cloruro	0,5%
Fosfato	0,6%
Magnesio	0,1%



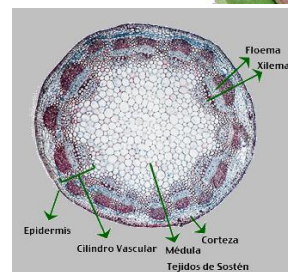
## El tallo

El eje principal del tallo es llamado vástago. El crecimiento del tallo se da en las yemas, que están protegidas por hojas escamosas. Hay yemas apicales y yemas axilares. Las yemas axilares al crecer dan ramas. Los sitios de ramificación son llamados nodos.

Disposición de los haces vasculares del xilema y floema en el tallo:



**Monocotiledóneas:** los haces vasculares están dispersos en toda la sección transversal. Cada haz está rodeado por una vaina de esclerénquima. Algunas especies, como las palmeras, puede crecer lateralmente mediante la división y elongación del parénquima y tienen un esclerénquima fuerte que parece madera.

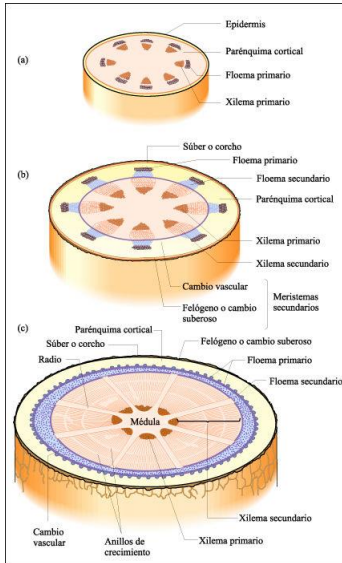


**Dicotiledóneas:** los haces vasculares se disponen radialmente en corte transversal. Dentro de cada haz, el xilema se ubica hacia adentro y el floema hacia afuera, con el cambium vascular entre ellos. El parénquima que queda en el centro del tallo es la medula. El tejido externo es la corteza

Las plantas pueden ser herbáceas o leñosas (con tejido secundario lignificado).

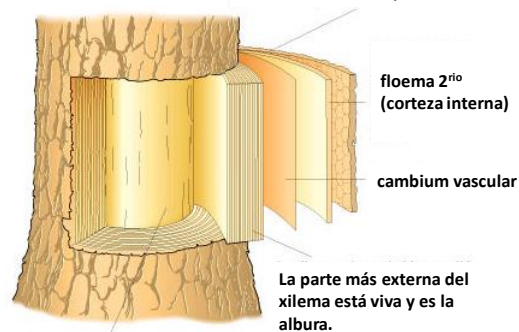
## Madera y corteza

Al dividirse y crecer, las células del cambium vascular producen xilema 2<sup>rio</sup> (madera) que reemplaza al 1<sup>ro</sup>, y floema 2<sup>ro</sup> (corteza interna) que reemplaza al 1<sup>ro</sup>. El cambium suberogeno al crecer forma la peridermis (corteza externa) que reemplaza a la epidermis. A medida que crece el tronco, el xilema y floema secundarios se vuelven anillos continuos.



Los tejidos 1<sup>ros</sup> externos (floema, parénquima externo y epidermis) van siendo desgarrados y presionados hasta desaparecer. Se forman rayos, de células de parénquima, que sirven para la conducción lateral de agua y azúcares.

La corteza se compone del corcho (súber, tejido muerto), el cambium suberoso y el floema.



El centro del xilema está muerto y es el duramen (soporte del árbol). Las células de la albura se van transformando en duramen.

Las diferencias entre los distintos tipos de cortezas se deben a variaciones en las características del cambium suberogeno y de su tasa de división.



En general la madera de coníferas es más blanda porque no tiene fibras ni vasos.

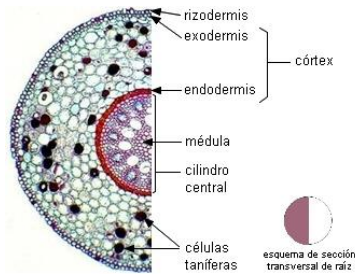
En zonas templadas se forman anillos concéntricos anualmente que sirven para estimar la edad (dendrocronología). Los anillos son en realidad el contraste entre los vasos grandes del xilema en el periodo húmedo y los pequeños en el periodo seco.



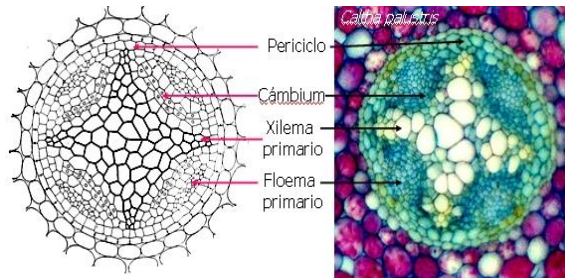


## Las raíces

Externamente hay epidermis sin cutícula. Por debajo de ella está el cortex formado de parénquima para almacenar almidón. Es esponjoso y sus células están interconectadas por lo que el agua puede pasar entre las células o por dentro de las células. Por debajo del cortex hay una capa llamada endodermis que regula el ingreso de sustancias al xilema, ya que tiene suberina. Por dentro de la endodermis hay una capa externa llamada periciclo, que es responsable de la generación de raíces laterales y están los haces vasculares.



En monocotiledóneas, hay una médula central de parénquima alrededor de la cual se disponen alternadamente el xilema y floema.

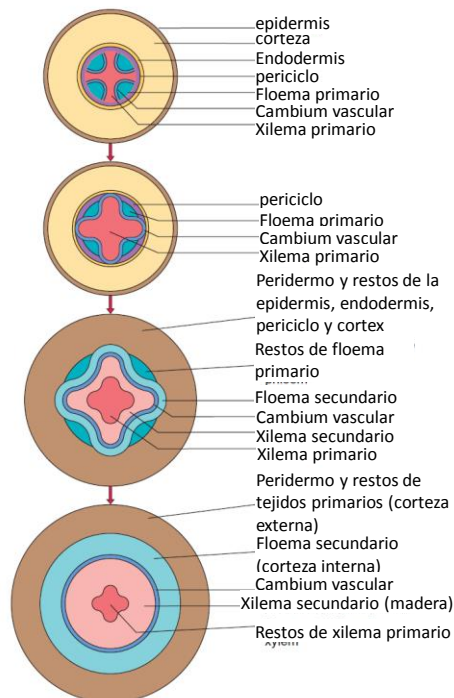


En dicotiledóneas herbáceas los haces forman estela con un xilema central en forma de estrella, floema entre los rayos del xilema y cambium vascular entre floema y xilema.

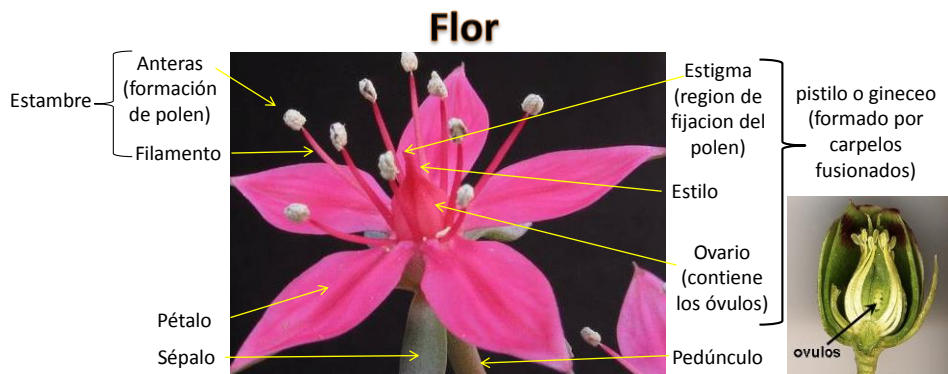
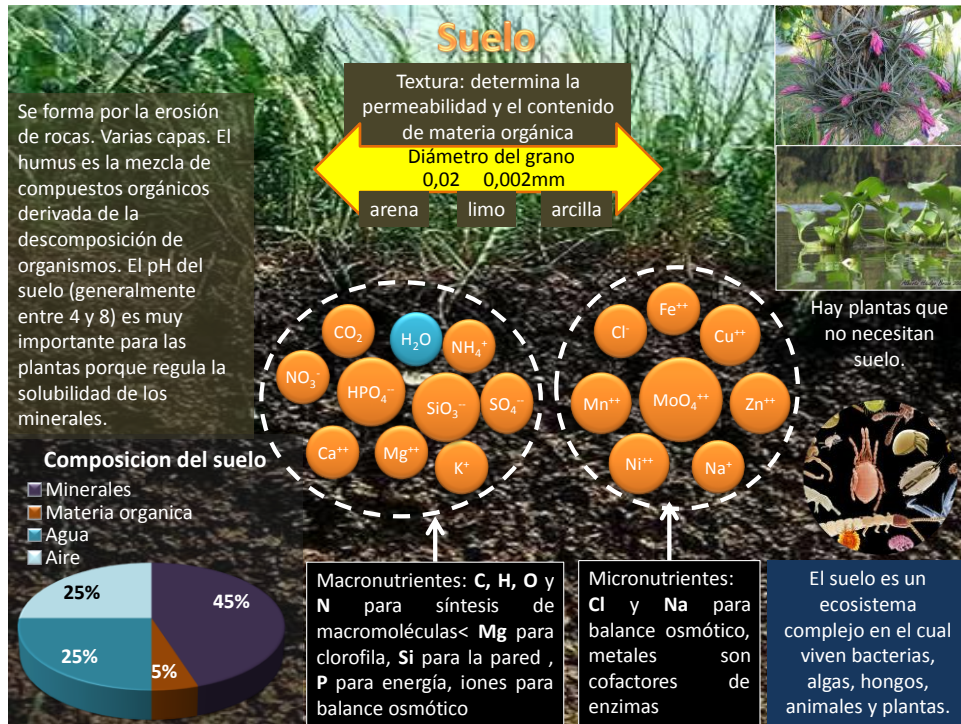
Las raíces pueden tener crecimiento secundario gracias a la división en el cambium vascular y en el cambium suberogénico. Al crecer el xilema y el floema <sup>2</sup> se vuelven cilíndricos.

La endodermis posee una banda continua de suberina llamada banda de Caspary, que se extiende a lo largo de la pared celular de las células. Impermeabiliza la endodermis.

- Las puntas de las raíces protegen el meristema apical.
- Las raíces tienen pelos, que son proyecciones de la epidermis, para aumentar la superficie de absorción.
- Hay varios tipos de raíces modificadas:
  - Almacenamiento: Muy engrosadas. Ej. zanahoria, nabo, batata.
  - Respiración: crecen hacia arriba. Muy esponjosas.
  - Fijación: salen de la base del tallo y dan estabilidad. Ej. raíces fulcreas del maíz.
  - Chupadoras: en plantas parásitas. Succionan savia de otra planta.







- Los pétalos pueden tener células que secretan fragancia (osmóforos).
- Luego de la fecundación, la flor origina el fruto.
- Las flores "perfectas" tienen ambos sexos, las "imperfectas" son masculinas o femeninas.
- Las flores pueden estar agrupadas en inflorescencias (ej. Margarita)

Las monocotiledóneas suelen tener 3 pétalos, 3 sépalos, 3 carpelos y 6 estambres. Las dicotiledóneas suelen tener 4-5 pétalos, 4-5 sépalos, 4-5 carpelos y 8-10 estambres.



## Polinización

Hay mecanismos para evitar la autopolinización (Ej. Flores imperfectas y autoincompatibilidad genética). Flores y animales coevolucionaron. Atracción visual u olfativa. Cuando se posan para comer se llevan el polen adherido a su cuerpo. Hay glándulas para secretar néctar.



Abejas: tienen estructuras en las patas para coleccionar polen. No ven el rojo. Flores con marcas color UV.



Lepidoptero: flores alargadas (*Xanthopan morgani praedicta* libando sobre *Angraecum sesquipedale*)



Aves: flores rojas y amarillas, poco olorosas.



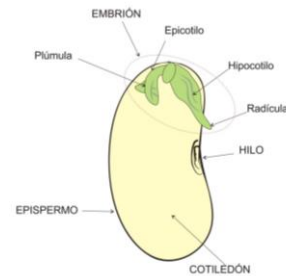
Escarabajos y moscas: olor a carne podrida



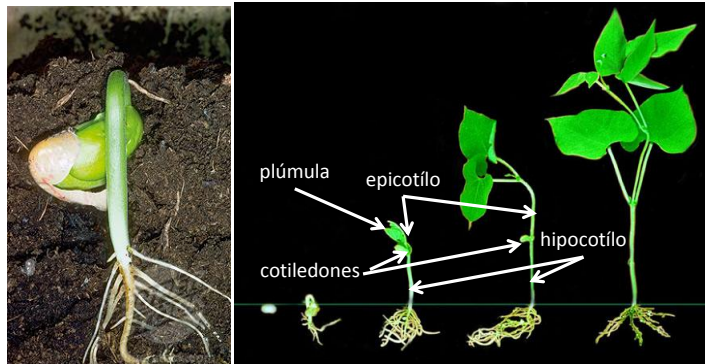
Murciélagos: flores blanquecinas, con olor a fruta fermentada.

## Semillas y frutos

La semilla deriva del ovulo, cuya epidermis se convierte en el tegumento o epispermo de la semilla. A partir de la división de la cigota, se forma una célula basal que da una célula apical que origina el embrión y un suspensor, tejido embrionario que fija al embrión y sirve para que se nutra. A medida que crecen los cotiledones (hojas embrionarias) el embrión se va curvando, y desarrolla un tallo (hipocotilo) y raíz (radícula) embrionarios. Por encima de los cotiledones hay un breve tallo (epicotilo) con una yema foliar en su extremo (plúmula). Una vez que está maduro deja de crecer hasta que las condiciones sean propicias y la semilla germina.



Hasta que empiezan a hacer fotosíntesis, los embriones se alimentan de las reservas del endospermo o de los cotiledones.



## Frutos:

Mientras que la semilla madura, el ovario se transforma en fruto. Su pared se engrosa, formando el pericarpio. Puede haber más de una semilla por fruto. Los frutos pueden ser dehiscentes o indehiscentes (según si se abren solos o no). Hay 4 tipos básicos de fruto:

- Simple: derivados de un solo ovario (ej. Durazno).
- Agregados: derivados de una flor con varios carpelos separados (ej. Fresa).
- Múltiple: formado por los ovarios de muchas flores que salen del mismo pedúnculo. (ej. Ananá)
- Accesorios: participan otras partes de la planta además del ovario. (ej. Frutilla)



## Dispersión de frutos y semillas:



Viento (anemofilia)

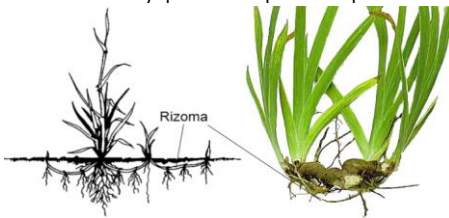
Agua (ej. Coco)

Fijación mediante ganchos y espinas a los animales

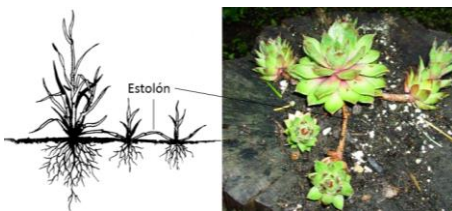
Frutas comestibles: atraen animales por su color, aroma y sabor.

## Reproducción asexual

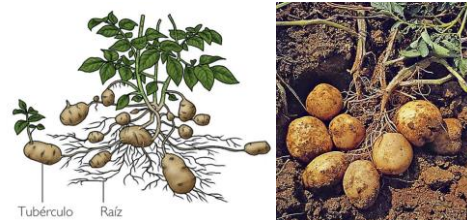
**Rizomas:** tallos horizontales y subterráneos que se extienden lateralmente generando raíz y tallo vertical. Eventualmente la porción vieja del rizoma se deshace y quedan dos plantas separadas.



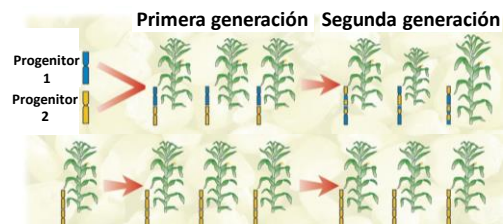
**Estolones:** tallos horizontales superficiales, con largos internodos.



**Tubérculos:** extremos dilatados de los rizomas con abundantes reservas de almidón, a partir de los cuales se genera una nueva planta.



Muchas plantas pueden producir semillas diploides sin fecundación (apomixis). Esto permite obtener clones idénticos al progenitor y propagar plantas estériles (como las variedades poliploides de interés agrícola)





## Tropismo

Tropismo: crecimiento direccional en respuesta a un estímulo ambiental. Puede ser positivo o negativo, según crezcan hacia el estímulo o se alejen de él. Está bajo control hormonal. El más común es el fototropismo positivo. Intervienen fototropinas, que son kinasas fotodependientes que se fosforilan al recibir luz azul.

La respuesta a la gravedad es el gravitropismo, que es negativo en los tallos y positivo en las raíces.

El tigmotropismo es la respuesta al estímulo mecánico, típicamente el contacto con un objeto. Permite a las plantas sujetarse y trepar.



## Hormonas

Funcionan a concentraciones muy bajas, gracias a transducción celular que amplifica la señal. Una sola molécula puede desencadenar una replicación de miles de células.

- Auxinas: promueven la elongación en el meristema apical, haciendo más plástica la pared (por acidificación de la misma) de modo que la célula pueda expandirse. La auxina producida por la semilla estimula el desarrollo del fruto. Además estimula el desarrollo de raíces adventicias.
- Las gibberelinas promueven la elongación del tallo y la estimulación del florecimiento y el crecimiento del embrión.
- Las citoquininas promueven la división y diferenciación celular. Aplazan la senescencia (por eso las flores duran menos al cortarlas de las plantas, pues dejan de recibir las citoquininas).
- Etileno promueve la abscisión y la maduración de los frutos. También estimula la germinación e inhibe la elongación celular. A medida que madura la fruta produce más etileno ("la manzana que pudrió al resto"). Al llegar la estación seca la auxina en la hoja se reduce y las células de la base del peciolo secretan etileno. Se usa industrialmente para la fruta de cámara.
- El ácido salicílico (en el sauce, por ej.) defiende a la planta de insectos y patógenos

