

Preguntas generadoras

Tutoría 1

¿Qué metodología emplearía usted para demostrar la transpiración?

Por medio de un experimento; en la cual se pueda observar con facilidad con dos hojas de una planta, en dos vasos con agua y a esa agua se le adiciona un tinte de color rojo o azul, en la cual a una se le aplica vaselina y a la otra no, dejándola unas horas para luego, observar que a la hoja que se aplicó la vaselina se le frota un algodón y este se muestra limpio. Pero a la hoja en la cual no se le aplicó vaselina se le frota el algodón se puede ver que transpira y el tinte queda impregnado en el algodón y se observa húmedo.

En una planta, cerca del 90% de agua que entra por el sistema de raíces, se pierde en forma de vapor. A este proceso se le llama transpiración y es consecuencia que se abran las estomas, para captar el dióxido de carbono, para efectuar así la fotosíntesis.

¿Cuáles son las estructuras internas de la raíz de las que dependen sus funciones?

El organismo que se desarrolla en la germinación de la semilla, recibe el nombre de cuerpo primario de la planta y se caracteriza por tener un crecimiento principalmente en longitud. Al llegar a cierta etapa del desarrollo, los árboles, arbustos y algunas plantas anuales producen otros tejidos llamados tejidos secundarios, y el cuerpo así constituido se denomina cuerpo secundario de la planta. El crecimiento secundario se caracteriza por un aumento en el diámetro (grosor). Las plantas monocotiledóneas no tienen crecimiento secundario, razón por la cual generalmente son de poco diámetro.

El cuerpo primario de la raíz se desarrolla a partir del meristema apical que se encuentra en el extremo de la radícula del embrión. Las células del meristema apical se dividen continuamente y en ellas ocurren pequeños cambios dando origen a tres tejidos meristemáticos primarios. La Protodermis, el Meristema fundamental y el Procambium, a partir de los cuales se diferencian los tejidos definitivos del cuerpo primario de la raíz.

Tejidos del cuerpo primario de la raíz de una planta dicotiledónea Para estudiar la estructura interna de un órgano, se acostumbra hacer cortes transversales y longitudinales de la parte que se va a analizar, lo mismo que el uso de colorantes para diferenciar los tejidos y facilitar el estudio. En un corte transversal de la raíz

de una planta dicotiledónea, a nivel de la zona pilífera, se diferencian los siguientes tejidos.

a. **Epidermis.** Capa de una célula de espesor en la parte externa de la raíz, no posee cutícula y se origina por diferenciación del tejido meristemático primario llamado Protodermis. La función de la epidermis de la raíz consiste en proteger los órganos internos y absorber sustancias; esto último debido a que la epidermis forma los pelos absorbentes.

b. **Córtex (Corteza).** Es un conjunto de tejidos que ocupa el mayor volumen de la raíz. El córtex se origina por diferenciación de las células del Meristema fundamental y está formado por:

- **Exodermis.** Células parenquimáticas más externas, estructural e histoquímicamente se asemejan a la endodermis, pueden tener bandas de Caspary o una laminilla de suberina en el interior de la pared primaria.

- **Parénquima cortical.** Células con paredes delgadas que dejan espacios intercelulares irregulares y almacenan sustancias en los leucoplastos.

- **Endodermis.** Capa de células prismáticas que rodean al cilindro central. Las células de la endodermis poseen paredes inicialmente de celulosa, pero a medida que maduran se deposita en ellas Suberina formando las llamadas bandas de Caspary que engruesan la pared, estas células ayudan a canalizar el agua. Las células endodérmicas que se encuentran al frente de los brazos del xilema, poseen paredes delgadas sin bandas de Caspary; éstas se llaman células de paso y permiten el transporte hasta el xilema del agua y los minerales absorbidos del suelo.

c. **Estela.** Corresponde al cilindro central del cuerpo primario de la raíz, se origina por la diferenciación de las células del procambium y esta formada por los siguientes tejidos:

- **Periciclo.** Es un tejido parenquimático de una o varias células de espesor, que poseen paredes delgadas y se encuentran inmediatamente después de la endodermis hacia el centro de la raíz. Las células del periciclo se diferencian en determinado momento y originan las raíces laterales o secundarias. Las células del periciclo por diferenciación originan el cambium del corcho (felógeno) y parte del cambium vascular para el crecimiento secundario (en grosor) de la raíz.

Desarrollo de la raíz lateral.

- **Tejidos vasculares primarios.** En la raíz el xilema primario se distribuye formando salientes que reciben el nombre de brazos de xilema, constituidos por células anguladas y los elementos del floema primario alternan con los brazos del xilema primario. A éstos se les llama tejidos vasculares primarios por ser los primeros que se forman. Generalmente las raíces dicotiledóneas poseen pocos brazos de xilema y reciben diferentes nombres según el número de ellos, así: Diarca si tiene dos brazos, triarca si tiene tres, tetrarca cuatro y pentarca cinco, tanto en el xilema como en el floema se observan unas células más pequeñas debido a que son las primeras que se diferencian sin haber alcanzado el tamaño característico. Estas reciben el nombre de Protoxilema y Protofloema respectivamente.

Las células de mayor tamaño y de posterior maduración corresponden al Metaxilema y al Metafloema. Si el protoxilema se encuentra en la parte exterior, y el metaxilema en la parte interior, esto indica que la maduración de xilema ocurre de fuera hacia dentro, por lo cual se dice que el xilema es exarco y si el protoxilema está en la parte interior y el metaxilema en la exterior, el xilema es endarco es decir, madura desde la parte interior hacia el exterior.

- **Cambium vascular:** Tejido meristemático de varias células de espesor con paredes delgadas ubicadas entre el xilema y el floema. Las células del cambium situadas en los espacios entre los brazos del xilema se originan del procambium y las que bordean los extremos de los brazos se forman por desdiferenciación y división de las células del periciclo. Al cambium vascular se le denomina tejido meristemático secundario pues su función es producir xilema y floema secundarios para el crecimiento en grosor de la planta.

¿Por qué las micorrizas desarrolladas son importantes para las plantas?

Son importantes para contrarrestar el estrés de las plantas entendiéndose este como: la afectación del crecimiento, desarrollo y eficacia biológica de las plantas. El estrés abiótico se refiere a los factores externos que ejercen una influencia negativa sobre la planta, estos son: agua (estrés hídrico), sales (estrés salino), temperatura (estrés térmico), exceso de luz, anoxia (ausencia de oxígeno), estrés oxidativo, herbicidas, metales pesados, contaminantes medioambientales y contaminantes atmosféricos.

Las micorrizas absorben azúcares de la raíz de las plantas e introducen nutrimentos como el fósforo, nitrógeno, potasio, calcio, azufre, zinc, entre otros en

su sistema vascular. Presentan un papel decisivo en la absorción del fósforo mineral, el cual es poco asimilable. Diferentes microorganismos tienen efectos positivos en el crecimiento y desarrollo de distintos cultivos (ej. *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Frankia*, *Azotobacter*, etc.), como alternativa para la nutrición de las plantas, la defensa de los suelos contra la degradación y la protección fitosanitaria de los cultivos, entre otros. Por los beneficios anteriores, las micorrizas son microorganismos que tienen un efecto positivo ante el estrés en las plantas.

Cuando los cultivos están bajo condiciones de estrés hídrico se observa un mayor contenido de proteínas. Cumplen una importante función en la mejora de absorción de agua por las plantas.

Las micorrizas también tienen un efecto favorable en las plantas ante situaciones de estrés biótico, es decir, cuando las plantas están sufriendo algún daño por algún otro organismo en el suelo, o incluso otras plantas están interfiriendo en el crecimiento de la planta micorrizada.

Las micorrizas son deseables en suelos afectados por metales pesados, ya que se ha comprobado que en suelos afectados por estos metales, las plantas micorrizadas poseen mayor resistencia, gracias a la capacidad que obtiene para inmovilizar los metales en la raíz, con lo cual impiden que dichos metales pasen a la parte aérea de la planta

¿Qué papel juega la simbiosis en las leguminosas?

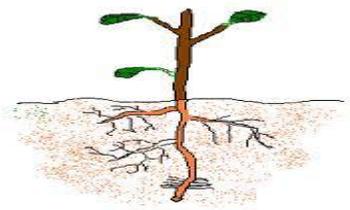
La mayoría de los organismos no pueden utilizar el nitrógeno atmosférico y sólo ciertas bacterias del suelo lo hacen. En la fijación biológica intervienen bacterias simbióticas que viven en las raíces de las plantas, sobre todo en leguminosas como el guisante, el haba, la judía, el garbanzo, el trébol o la alfalfa. Es muy común en agricultura cultivar leguminosas en determinados terrenos pobres en nitrógeno, o que han quedado agotados por otras cosechas, para permitir rotar los sembrados en el mismo lugar. El género *Rhizobium* es una de esas bacterias que realiza una simbiosis con las leguminosas, en las cuales, las bacterias penetran en las raíces de dichas plantas y forman unos abultamientos llamados nódulos donde se fija el nitrógeno y se reproducen. En la simbiosis, las células vegetales aportan la energía y el poder reductor para que se produzca la reducción del nitrógeno, y las bacterias aportan la nitrogenasa, una enzima de la cual carecen las plantas superiores. El nitrógeno así fijado es utilizado por el vegetal para formar sus compuestos orgánicos.

¿Cuáles son los diferentes tipos de raíz y tallo que se conocen diferencia?

Tipos de raíces

Están aquellas raíces que se introducen en el suelo:

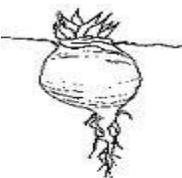
Raíz axonomorfa: esta está compuesta por una raíz que contiene mayor espesor, considerada la principal, y otras que salen de ella y que se caracterizan por ser más delgadas.



Raíz fasciculada: estas, a diferencia de las anteriores, carecen de una raíz principal, sino que todas poseen un espesor similar.



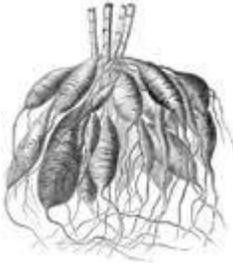
Raíz napiforme: en estas también se desarrolla una raíz principal, cuya función es la de almacenar sustancias de reserva.



Raíz ramificada: poseen una estructura similar a la del árbol, aunque carecen de raíz principal.



Raíz tuberosa: estas raíces contienen una estructura fasciculada que, tras la acumulación de las sustancias de reserva, se ensanchan de manera significativa.

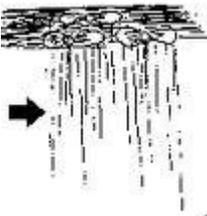


Dentro de aquellas raíces que no se introducen en el suelo, existen los siguientes tipos:

Adventicias: este tipo de raíces son utilizadas por ciertas especies de plantas para lograr treparse o extenderse a lo largo de la superficie del suelo.



Acuáticas: estas raíces son propias de las plantas acuáticas y permanecen dentro del agua, flotando, sin sujetarse a nada.



Chupadoras: este tipo de raíces son propias de las plantas conocidas bajo el nombre de parásitas, ya que introducen sus raíces dentro de otras plantas o vegetales y succionan o “chupan” de estos su sabia.



Por otro lado, existen raíces encargadas de fijar y sostener la planta:

Contráctiles: estas raíces son largas, turgentes, carnosas y adventicias. Arrastran el brote de la planta debajo o cerca de la superficie del suelo a una distancia tal que permita el desarrollo del mismo. Luego de tres años, estas raíces se acortan hasta un 40% ya que sus reservas se consumen.



Zancos: estas raíces se desarrollan en el tallo, más precisamente en su base y desde allí se extienden hacia el suelo para hacer de soporte. Las raíces de esta clase se presentan en árboles altos en inestables, ubicados en suelos no muy profundos y suaves.

Tipos de tallos

Los tallos pueden clasificarse desde diversos puntos de vista, los cuales van desde la consistencia hasta las modificaciones adaptativas que pudieran presentar.¹²²¹⁰³

Por su hábito

- Epígeos o aéreos: son todos aquellos tallos que crecen, como su nombre lo indica, por encima de la tierra. Incluyen los tallos normales con auténticas hojas y los estolones, siendo éstos brotes laterales más o menos delgados y generalmente muy largos (como es el ejemplo de la frutilla, *Fragaria*). De acuerdo con la dirección que sigue su crecimiento, los tallos aéreos pueden ser *rectos* o *ascendentes* si crecen de forma vertical, o *rastreros* si crecen de forma horizontal sobre la tierra.
- Hipógeos o subterráneos: son los tallos que crecen debajo de la tierra y presentan catáfilos (hojas rudimentarias). Dentro de este tipo de tallos se hallan los tubérculos, los rizomas y los bulbos, los cuales se describen a continuación:
 - Rizomas: son tallos subterráneos de longitud y grosor variables, que crecen horizontalmente a profundidades diversas según las especies. Los nudos llevan hojas pequeñas, y cada año producen raíces que penetran en el suelo

y tallos aéreos de vida corta –como es el caso del olluco– o simplemente un grupo de hojas formando un *pseudotallo* (como por ejemplo, el lirio, *Iris germanica*). Frecuentemente, los rizomas actúan como órganos de reserva de nutrientes.

- Tubérculos: son tallos que almacenan sustancias nutritivas. Tienen crecimiento limitado, no presentan habitualmente raíces y suelen durar un solo periodo vegetativo. En su superficie se observan catáfilos y yemas (denominadas “ojos”) y lenticelas.
- Bulbos: son tallos muy cortos y erectos, usualmente con forma de disco y con una yema terminal rodeada de varias hojas carnosas, densamente superpuestas, convertidas en órganos de reserva, llamadas *catáfilos*, que recubren el ápice y lo protegen.
- Cormos: se trata de tallos aplanados y de reserva con nudos y entrenudos muy cortos.

Según su consistencia,

- Herbáceos: se trata de aquellos tallos que nunca desarrollan tejidos adultos o secundarios, por lo que tienen una consistencia suave y frágil.
 - Escapo: es un tallo cuya única función es la de servir de sostén a las flores y, posteriormente, a los frutos. Una vez terminada su función, el escapo se seca y se cae. Puede presentar ramificaciones.
 - Caña: es un tallo herbáceo macizo o hueco que no se ramifica. Es el tallo típico de las poáceas.
 - Cálamos: son tallos aéreos, cilíndricos, que no presentan nudos, como por ejemplo, los tallos de los juncos (*Juncus*).
 - Volubles: son tallos flexibles y enrollables en un soporte, como por ejemplo el del poroto (*Phaseolus*).
 - Trepadores: son aquellos tallos que se fijan a un soporte mediante zarcillos, como por ejemplo los tallos de la vid (*Vitis*).
- Leñosos: son tallos rígidos y duros, sin color verde ya que no presentan clorofila.
 - Arbustivos o Sufrútices: llegan a desarrollar tejidos secundarios, pero sólo en la región próxima a la base, manteniendo la parte superior de la planta siempre con tejidos jóvenes.
 - Arbóreos: Son tallos que desarrollan tejidos secundarios por completo, limitando los primarios a las yemas tanto apicales como axilares. Son de consistencia dura, la que se debe a la acumulación de súber en ellos.
 - Estípites: Son aquellos tallos monopodiales en los que la única yema que se desarrolla es la apical, quedando todas las demás atrofiadas. Es el caso de la mayoría de las palmeras.

- Carnosos o suculentos

Según las modificaciones estructurales que presenten, los tallos pueden ser

- Zarcillo caulinar: es un tallo muy delgado que ha perdido la capacidad de formar hojas y flores. Su función es la de permitirle a la planta trepar o arrastrarse por diversas superficies.
- Espina caulinar: se trata de una rama modificada y muy lignificada que sirve como defensa contra los depredadores.
- Estolón: es un tallo cuya yema apical tiene la capacidad de formar raíces adventicias, lo que le permite formar una nueva planta.

Tallos fotosintéticos:

Son aquellos tallos que han asumido las funciones de las hojas. Son propios de plantas que, por razones adaptativas, han dejado de formar hojas o estas se redujeron hasta volverse rudimentarias, o fueron modificadas hasta perder la capacidad fotosintética. Estos tallos, a su vez, pueden ser:

- platiclados, son tallos aplanados y fotosintéticos que puede tener la forma de una hoja, como los filodios o filóclados, los cuales son ramas aplanadas y de aspecto foliáceo, que puede llevar flores.
- cladodios, son tallos planos y suculentos, típicos de muchas especies de cactáceas (*Opuntia* por ejemplo), los que además de la función de fotosíntesis también están especializados en el almacenamiento de agua. A diferencia de los filodios, estos tallos fotosintéticos presentan crecimiento indeterminado.

Explique la importancia de las raíces

La raíz es una estructura de enorme importancia para los vegetales porque es la encargada de suministrarles a los mismos los distintos elementos que luego servirán para la fotosíntesis y la generación de energía. Además, la raíz sirve como una manera de afianzar a la planta ante potenciales circunstancias ambientales que pudiesen afectarla, como por ejemplo los vientos o las inundaciones. Finalmente, la raíz tiene una utilidad a la hora de fijar a los suelos, haciendo que los mismos sean menos afectados por la erosión del viento.

¿Cuál es la importancia de dar condiciones adecuadas para el buen desarrollo de la raíz?

Si se dispone de un buen sistema de raíces y se le aporta humedad y nutrición óptimas, este enviará señales de tipo hormonal que potenciarán el desarrollo de brotes y frutos. Las principales limitaciones para el adecuado desarrollo de la raíz

son físicas y dependerán del manejo del suelo y del agua de riego. Sin embargo, cada vez se dispone de más herramientas químicas y biológicas -y de más información- para mejorar el desarrollo de las raíces. Hoy las principales novedades vienen de la biología gracias al estudio de las interacciones de los microorganismos del suelo y los sistemas radiculares de las plantas.

¿Cuál es la principal función del tallo dentro de la fisiología de la planta?

El tallo es el eje de la planta que sostiene las hojas, órganos de asimilación con forma aplanada, las cuales se disponen de un modo favorable para captar la mayor cantidad de radiación solar con el mínimo sombreamiento mutuo (*ver filotaxis*). En las plantas que no presentan hojas identificables como tales, como en la mayoría de las cactáceas, el tallo se encarga de la fotosíntesis. En el momento de la reproducción, el tallo sostiene también las flores y los frutos. En muchas especies, el tallo es además uno de los órganos de reserva de agua y fotoasimilados, especialmente con antelación a la etapa reproductiva.

No obstante, la función principal del tallo es la de constituir la vía de circulación de agua entre las raíces y las hojas de las plantas



¿Cuáles son las estructuras internas del tallo encargadas del funcionamiento del tallo?

Estructura interna del tallo

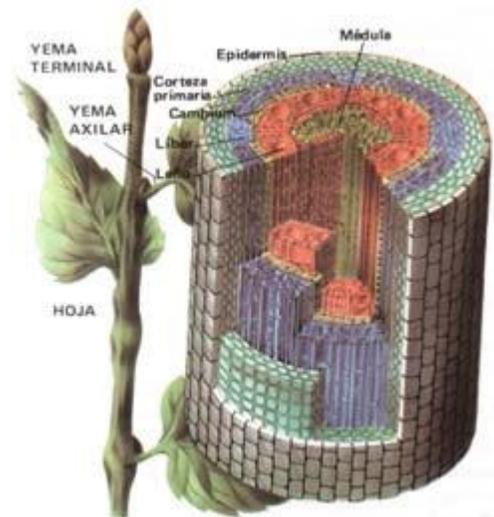
Si se observa al microscopio el corte transversal de un tallo joven, se pueden apreciar las siguientes partes: la epidermis, la corteza y el anillo vascular.

El anillo vascular se encuentra incrustado en la corteza formado por fibras conductoras que constituyen los haces vasculares.

Los haces vasculares tienen forma de cuña, y en ellos se encuentra el floema hacia el exterior y el xilema hacia el interior. Entre ambas estructuras se encuentra el cambium, que es un tejido de crecimiento secundario o engrosamiento y está constituido por sólo una capa de células.

La epidermis es una capa externa del tallo. Está recubierta, a su vez, por una cutícula o capa incolora e impermeable al agua y a los gases.

La corteza: se encuentra inmediatamente después de la epidermis. Las células de la corteza poseen clorofila.



¿Cómo se clasifican los tallos?

Tipos de tallos[editar]

Los tallos pueden clasificarse desde diversos puntos de vista, los cuales van desde la consistencia hasta las modificaciones adaptativas que pudieran presentar.¹²²¹⁰³

Por su hábito

- Epígeos o aéreos: son todos aquellos tallos que crecen, como su nombre lo indica, por encima de la tierra. Incluyen los tallos normales con auténticas hojas y los estolones, siendo éstos brotes laterales más o menos delgados y

generalmente muy largos (como es el ejemplo de la frutilla, *Fragaria*). De acuerdo con la dirección que sigue su crecimiento, los tallos aéreos pueden ser *rectos* o *ascendentes* si crecen de forma vertical, o *rastreros* si crecen de forma horizontal sobre la tierra.

- Hipógeos o subterráneos: son los tallos que crecen debajo de la tierra y presentan catáfilos (hojas rudimentarias). Dentro de este tipo de tallos se hallan los tubérculos, los rizomas y los bulbos, los cuales se describen a continuación:
 - Rizomas: son tallos subterráneos de longitud y grosor variables, que crecen horizontalmente a profundidades diversas según las especies. Los nudos llevan hojas pequeñas, y cada año producen raíces que penetran en el suelo y tallos aéreos de vida corta – como es el caso del olluco – o simplemente un grupo de hojas formando un *pseudotallo* (como por ejemplo, el lirio, *Iris germanica*). Frecuentemente, los rizomas actúan como órganos de reserva de nutrientes.
 - Tubérculos: son tallos que almacenan sustancias nutritivas. Tienen crecimiento limitado, no presentan habitualmente raíces y suelen durar un solo periodo vegetativo. En su superficie se observan catáfilos y yemas (denominadas “ojos”) y lenticelas.
 - Bulbos: son tallos muy cortos y erectos, usualmente con forma de disco y con una yema terminal rodeada de varias hojas carnosas, densamente superpuestas, convertidas en órganos de reserva, llamadas *catáfilos*, que recubren el ápice y lo protegen.
 - Cormos: se trata de tallos aplanados y de reserva con nudos y entrenudos muy cortos.

Según su consistencia,

- Herbáceos: se trata de aquellos tallos que nunca desarrollan tejidos adultos o secundarios, por lo que tienen una consistencia suave y frágil.
 - Escapo: es un tallo cuya única función es la de servir de sostén a las flores y, posteriormente, a los frutos. Una vez terminada su función, el escapo se seca y se cae. Puede presentar ramificaciones.
 - Caña: es un tallo herbáceo macizo o hueco que no se ramifica. Es el tallo típico de las poáceas.
 - Cálamos: son tallos aéreos, cilíndricos, que no presentan nudos, como por ejemplo, los tallos de los juncos (*Juncus*).
 - Volubles: son tallos flexibles y enrollables en un soporte, como por ejemplo el del poroto (*Phaseolus*).
 - Trepadores: son aquellos tallos que se fijan a un soporte mediante zarcillos, como por ejemplo los tallos de la vid (*Vitis*).
- Leñosos: son tallos rígidos y duros, sin color verde ya que no presentan clorofila.

- Arbustivos o Sufrútices: Llegan a desarrollar tejidos secundarios, pero sólo en la región próxima a la base, manteniendo la parte superior de la planta siempre con tejidos jóvenes.
- Arbóreos: Son tallos que desarrollan tejidos secundarios por completo, limitando los primarios a las yemas tanto apicales como axilares. Son de consistencia dura, la que se debe a la acumulación de súber en ellos.
- Estípites: Son aquellos tallos monopodiales en los que la única yema que se desarrolla es la apical, quedando todas la demás atrofiadas. Es el caso de la mayoría de las palmeras.
- Carnosos o suculentos

Según las modificaciones estructurales que presenten, los tallos pueden ser

- Zarcillo caulinar: es un tallo muy delgado que ha perdido la capacidad de formar hojas y flores. Su función es la de permitirle a la planta trepar o arrastrarse por diversas superficies.
- Espina caulinar: se trata de una rama modificada y muy lignificada que sirve como defensa contra los depredadores.
- Estolón: es un tallo cuya yema apical tiene la capacidad de formar raíces adventicias, lo que le permite formar una nueva planta.

Tallos fotosintéticos:

Son aquellos tallos que han asumido las funciones de las hojas. Son propios de plantas que, por razones adaptativas, han dejado de formar hojas o estas se redujeron hasta volverse rudimentarias, o fueron modificadas hasta perder la capacidad fotosintética. Estos tallos, a su vez, pueden ser:

- platíclados, son tallos aplanados y fotosintéticos que puede tener la forma de una hoja, como los filodios o filóclados, los cuales son ramas aplanadas y de aspecto foliáceo, que puede llevar flores.
- cladodios, son tallos planos y suculentos, típicos de muchas especies de cactáceas (*Opuntia* por ejemplo), los que además de la función de fotosíntesis también están especializados en el almacenamiento de agua. A diferencia de los filodios, estos tallos fotosintéticos presentan crecimiento indeterminado.

¿Por qué las modificaciones de los tallos reciben este nombre y cuál es su clasificación?

Adaptaciones de los tallos

Tallos aéreos

- Estolón: rastrero cuya yema apical muere al formar una nueva planta. Posee por función la multiplicación, por ejemplo: *Fragaria* spp 'frutilla'; *Duchesnea indica* 'frutilla silvestre'.
- radicante: rastrero cuya yema apical no muere, originando nuevas plantas en los nudos. Función almacenaje y multiplicación, ej. *Stenotaphrum secundatum* 'gramillón'.



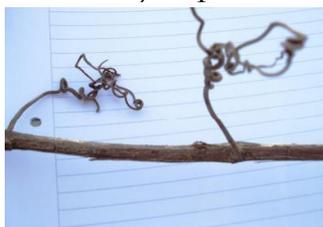
Plantas trepadoras

- voluble: con movimiento levógiro o dextrógiro se enrosca sobre un soporte. Son tallos trepadores, ej. *Convolvulus arvensis* 'enredadera'.
- adherente: se fija a un soporte por medio de discos adhesivos, ej. *Cissus* sp 'enamorada del muro'. Por raíces adventicias, ej. *Hedera helix* 'hiedra'.



- zarcillo caulinar: ramitas delgadas con capacidad prénsil. Son plantas trepadoras, ej. *Vitis* sp 'vid'.

Observación: el zarcillo foliar se diferencia del zarcillo caulinar porque se origina por transformación de una hoja o parte de una hoja).



Tallos fotosintetizadores

- cladofilos: son órganos análogos de la hoja. Pueden ser más o menos aplanados (platiclados) o más o menos cilíndricos. De acuerdo al crecimiento se clasifican en:
 - ❖ filocladios: con crecimiento definido. Función fotosintetizadora, ej. *Ruscus* spp 'brusco', *Asparagus* spp. 'falso helecho' (Liliaceae)

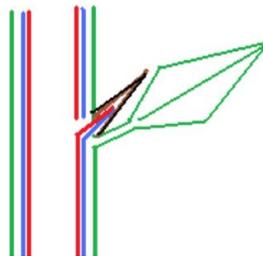


- ❖ cladodios: con crecimiento indefinido. Función: fotosintetizadora, ej. *Casuarina cunninghamiana* 'casuarina'. Función fotosintetizadora y de almacenaje, ej. *Opuntia* sp 'cactus'.



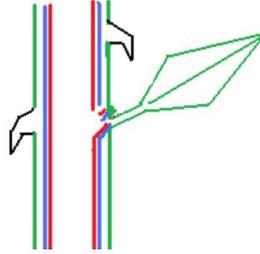
Tallos con estructuras de defensa

- espina caulinar: órgano punzante producto de la transformación de una rama incluso con ramificaciones. Función defensa, ej. *Gleditsia triacanthos* 'acacia negra'.



Observación: la espina foliar se diferencia de la espina caulinar porque se origina por transformación de una hoja o parte de una hoja.

- aguijón: emergencia punzante originada en los tejidos epidérmico y subepidérmicos, sin conexión vascular. Función defensa, ej. *Rosa* sp 'rosal'



¿Cuáles son las diferencias a nivel estructural entre los tallos herbáceos y los leñosos?

Esta diferencia radica básicamente en su consistencia

Los tallos herbáceos, son aquellos que no desarrollan estructuras leñosas endurecidas, su consistencia es blanda.

Los leñosos si desarrollan estructuras endurecidas, aquello que normalmente conocemos como madera.