

## 8. Histología y organografía vegetal

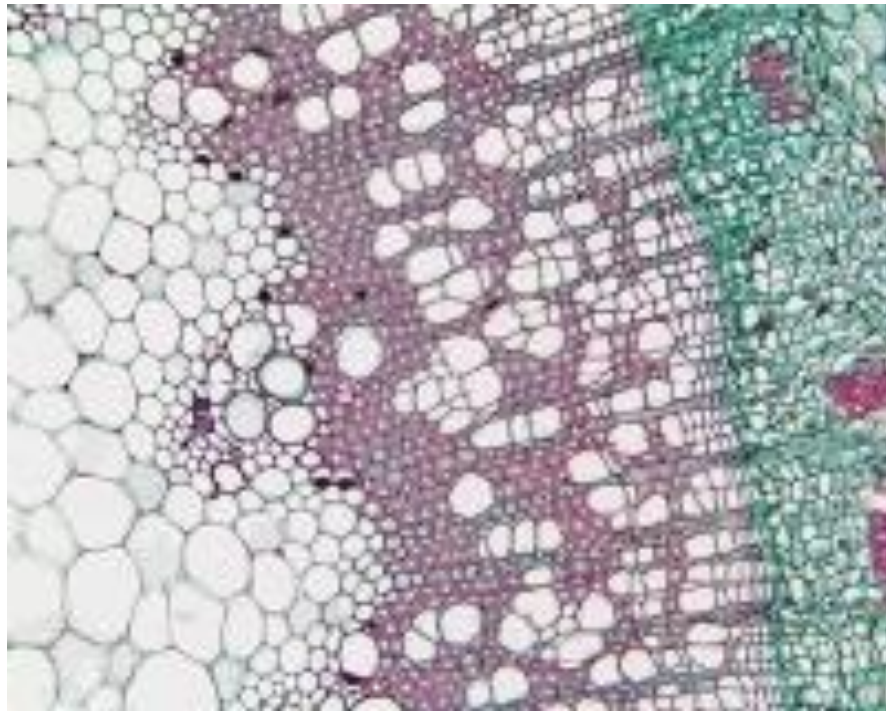


Foto: Sección transversal de un tallo de sauco (*Sambucus nigra*) visto al microscopio. Se puede observar los tejidos conductores: xilema y floema.

### INTRODUCCIÓN

Los **vegetales** o **plantas** son los organismos fotosintéticos que presentan **tejidos**, al menos un tejido epidérmico impermeable que les permite vivir en el medio terrestre.

Los tejidos vegetales se pueden clasificar atendiendo a la función que desempeñan en seis grupos diferentes, que son: **protectores, fundamentales, esqueléticos, conductores, secretores** y **embrionarios**. Los cinco primeros se encuentran en los tres órganos no reproductores de las plantas (raíz, tallo y hojas) y el último se encuentra en las semillas.

### Índice:

La organización de los vegetales

Los tejidos vegetales

La raíz

El tallo

La hoja

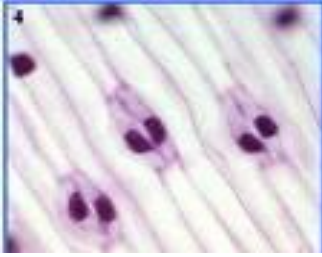


Foto epidermis de lirio

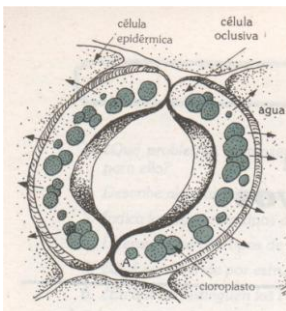
## 1. Los tejidos vegetales

Un **tejido** es un conjunto de células, iguales o ligeramente diferentes, que cooperan en realizar una actividad específica. La ciencia que estudia los tejidos se denomina **Histología**. Los tejidos que forman las plantas (metáfitas) se llaman **tejidos vegetales**. Según su función, podemos clasificar los tejidos vegetales en seis grupos: protectores, embrionarios, fundamentales, esqueléticos, conductores y secretores.

CLASIFICACIÓN DE LOS TEJIDOS VEGETALES		
Grupos	Tipos	Actividad
Tejidos protectores	Tejido epidérmico	Proteger e impermeabilizar
	Tejido suberoso o súber	Proteger e impermeabilizar
Tejidos embrionarios	Tejido meristemático	Desarrollo de la planta y crecimiento
Tejidos fundamentales	Tejido parenquimático	Fotosíntesis, almacén de almidón, de agua y de aire.
Tejidos esqueléticos	Tejido colenquimático	Sostén.
	Tejido esclerenquimático	Sostén.
Tejidos conductores	Tejido leñoso o xilema	Conducir la savia bruta
	Tejido liberiano o floema	Conducir la savia elaborada
Tejidos secretores	Tejido glandular	Secreción

### 1.1. El tejido epidérmico

El **tejido epidérmico** es el que realiza la función de proteger la parte aérea de la planta de la desecación y de permitir la absorción de agua y de sales minerales a través de la parte subterránea.



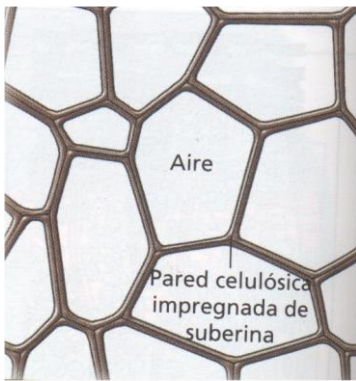
Está formado por **una única capa de células vivas**. Se encuentra en las hojas y en los tallos y raicillas jóvenes. Sus células son aplanadas, están perfectamente unidas entre sí y carecen de cloroplastos, por lo que son incoloras.

Las células epidérmicas producen una sustancia impermeable llamada **cutina**. Esta se acumula y forma una capa denominada **cutícula**. La cutina impide la pérdida de agua. Para permitir el paso del  $\text{CO}_2$  y del  $\text{O}_2$ , la epidermis presenta unas estructuras, denominadas **estomas**, que tienen la capacidad de abrirse y cerrarse regulando el intercambio de gases. Un **estoma** está formado por dos células arriñonadas, con cloroplastos y núcleo, denominadas **células oclusivas**. Cuando realizan la fotosíntesis se hinchan y, debido a ello, dejan un orificio entre sí llamado **ostíolo**, que permite el paso de los gases.

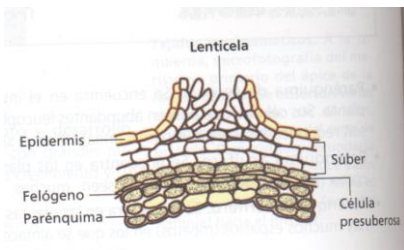


Dibujo esquema de un estoma indicando sus partes

La epidermis además presenta **pelos** o **tricomas**. Estos pueden ser unicelulares o pluricelulares. En las hojas y tallos tienen función protectora contra la desecación o contra los animales herbívoros (pueden contener sustancias urticantes), y en las raíces tienen función absorbente.



Tejido suberoso



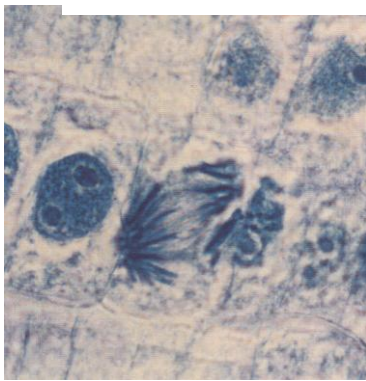
## 1.2. El tejido suberoso o súber

El tejido suberoso es el responsable de proteger el tronco de la planta contra la pérdida de agua y contra las temperaturas extremas.

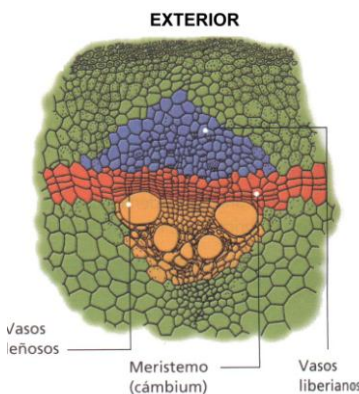
Está formado por varias capas superpuestas de células muertas. El interior de estas células está lleno de aire y sus membranas contienen **suberina**, que es una sustancia muy impermeable.

El tejido suberoso se encuentra en los tallos y en las raíces de cierta edad. Un ejemplo de tejido suberoso es la "piel" de la patata. Para permitir el paso del aire a su través existen unos orificios denominados **lenticelas**.

En algunos árboles, como el alcornoque, el súber alcanza un gran espesor y se aprovecha para hacer taponeros y láminas aislantes de la humedad, de la temperatura y del ruido. El súber vulgarmente se denomina "corcho".



Dibujo de meristemos



## 1.3. El tejido meristemático

El tejido meristemático es el responsable del crecimiento y desarrollo de las plantas. Está constituido por células vivas, pequeñas, con grandes núcleos, sin vacuolas y con una pared celular fina, que permite su crecimiento y su posterior división. Según donde se encuentren, se distinguen tres tipos de meristemos:

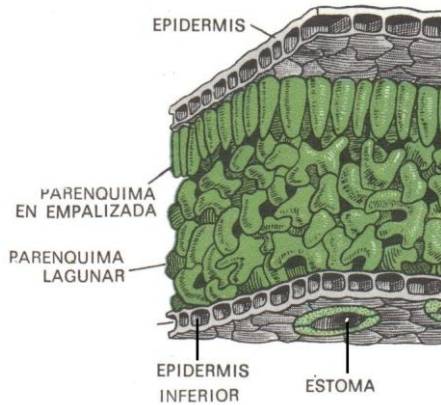
- **Meristemos embrionarios.** Se encuentran en las semillas. A partir de ellos se forman los diferentes tejidos de la planta adulta.
- **Meristemos primarios o apicales.** Se encuentran en los ápices de las raíces, protegidos por las *cofias*, y en los vértices de los tallos, en el interior de las *yemas*. A partir de ellos se produce el crecimiento en longitud de las plantas.
- **Meristemos secundarios o laterales.** Se encuentran formando unas capas concéntricas a lo largo de los tallos y de las raíces. Existen dos tipos, denominados **cámbium** y **felógeno**. El **cámbium** origina, hacia el interior, los vasos leñosos y, hacia el exterior, los vasos liberianos. El **felógeno** da lugar, hacia el interior, al parénquima cortical y, hacia el exterior, al súber. A partir de ellos se produce el crecimiento en grosor.

### Ejercicios:

1. ¿Qué es la cutina? ¿Qué diferencia hay entre la cutina y la cutícula?
2. ¿Cómo se llaman las células que permiten el intercambio de gases a través de la epidermis?
3. ¿Qué estructuras permiten el intercambio de gases a través de la corteza del tronco?
4. ¿Por qué las células meristemáticas se pueden dividir con facilidad y originar células hijas?
5. ¿Qué diferencia hay entre los meristemos primarios y los meristemos secundarios?
6. ¿Qué tipo de tejido origina los vasos leñosos y los vasos liberianos que conducen la savia?

## 1.4. El tejido parenquimático

El tejido parenquimático o parénquima se encarga de realizar la fotosíntesis o de almacenar diversas sustancias, como almidón, azúcar, grasas, agua, etc. Está constituido por células vivas, de forma variable, con grandes vacuolas y con una gruesa pared celulósica, por lo que carecen de poder de división. Según la función que realizan, se distinguen cuatro tipos:



Dibujo del parénquima clorofílico de una hoja

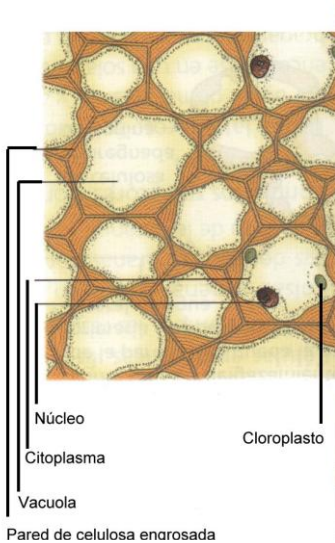
- **Parénquima clorofílico.** Sus células poseen muchos cloroplastos en los que se realiza la fotosíntesis. Se encuentra en las hojas y en los tallos verdes. Se distinguen el **parénquima clorofílico en empalizada**, situado en el haz de las hojas y constituido por células alargadas y muy apretadas, y el **parénquima clorofílico lagunar**, propio del interior y del envés de las hojas, constituido por células que dejan entre sí amplios espacios (*meatos*).
- **Parénquima de reserva.** Sus células son redondeadas, dejan espacios entre sí (*meatos*) y poseen abundantes leucoplastos y vacuolas de reserva. Se encuentra en el interior de los órganos de la planta.
- **Parénquima acuífero.** Sus células poseen muchas vacuolas llenas de agua. Se encuentra en las plantas de climas muy secos, por ejemplo en los cactus.
- **Parénquima aerífero.** Entre sus células hay muchos espacios (*meatos*) en los que se almacena aire. Se encuentra en las

## 1.5. El tejido colenquimático y el tejido esclerenquimático

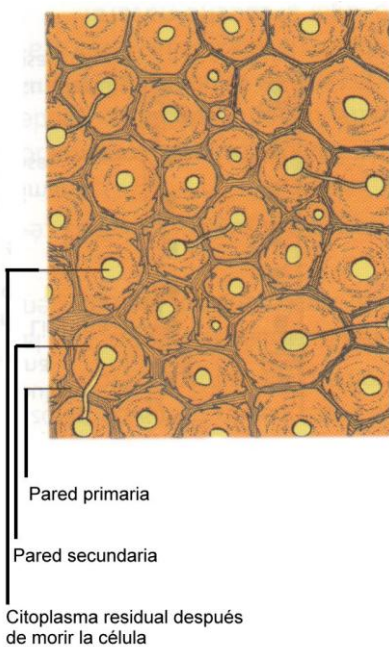
El tejido colenquimático es el responsable de mantener erguidos y flexibles los tallos jóvenes y los pecíolos de las hojas. Está constituido por células vivas, prismáticas, y con las membranas fuertemente engrosadas a nivel de los vértices. Se encuentra bajo el tejido epidérmico y permite mantener la forma de las partes blandas de la planta.

## 1.6. El tejido esclerenquimático

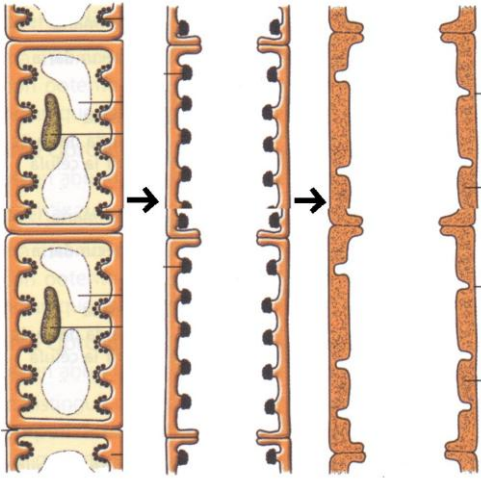
El tejido esclerenquimático es el responsable de constituir órganos protectores. Por ejemplo, el «hueso» del melocotón. También constituye las fibras alargadas que dan soporte y elasticidad a la planta, como sucede en el lino, cáñamo, etc. Está constituido por células muertas, de membrana gruesa y lignificada que, si tienen forma poliédrica, se denominan esclereidas o células pétreas, y si tienen forma alargada, **fibras esclerenquimáticas**.



Pared de celulosa engrosada



Citoplasma residual después de morir la célula



Formación de un vaso leñoso

## 1.7. El tejido leñoso

**La función del tejido leñoso es transportar la savia bruta (agua y sales minerales) desde la raíz al tallo y a las hojas.**

Está constituido por una serie de células muertas alargadas y de paredes engrosadas, denominadas **traqueidas**. En las angiospermas muchas de estas células se superponen y reabsorben los tabiques intercelulares, dando lugar a las denominadas **tráqueas** o **vasos leñosos**. Sus paredes se refuerzan con depósitos de *lignina*. Según la forma de estos depósitos, se distinguen los vasos *anillados*, *reticulados*, *espiralados* y *punteados*.

Gracias a la *lignificación*, los vasos leñosos también realizan la función de soporte de la planta. El conjunto de traqueidas, tráqueas y células parenquimáticas acompañantes se denomina **leño** o **xilema**. La madera está constituida básicamente por este tipo de tejido.

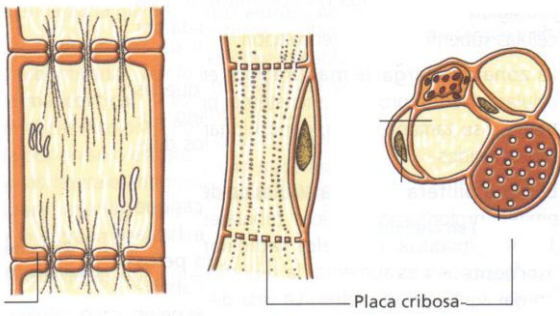
## 1.8. El tejido liberiano

**El tejido liberiano es el responsable de transportar la savia elaborada (agua, sacarosa, maltosa, etc.) desde las hojas al resto de la planta.**

Está constituido por una serie de células vivas y alargadas, alineadas unas detrás de otras. Los tabiques intercelulares presentan una serie de poros para permitir el paso de la savia, las denominadas de **cribas**, por lo que estos vasos también reciben el nombre de **vasos cribosos**. Durante el otoño sobre las cribas se deposita una sustancia denominada *calosa*, que impide el paso de la savia. Durante la primavera siguiente, según el tipo de la planta, o se redisuelve la calosa o se producen nuevos vasos cribosos a partir del cámbium. Los **vasos cribosos** o **liberianos** se hallan en los tallos junto a los vasos leñosos, formando los **haces liberoleñosos**. El conjunto de vasos liberianos y de células parenquimáticas y fibras esqueléticas acompañantes se denomina **líber** o **floema**.



Traqueida de helecho      Tráqueas de angiospermas



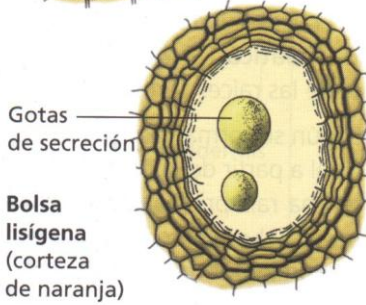
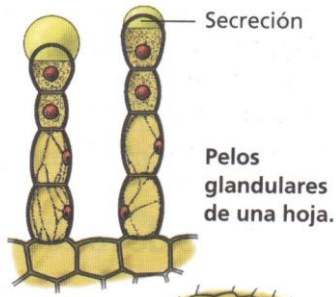
Vaso liberiano

### Ejercicios

8. ¿Cómo se llaman los espacios que quedan entre las células del tejido parenquimático?
9. ¿En qué tipo de células hay células con muchos leucoplastos? ¿Qué función tienen estos?
10. ¿Qué diferencia fisiológica tienen las células del colénquima respecto a las del esclerénquima?
11. ¿Qué tejido conductor está formado por células vivas y cual lo está por células muertas?
12. Completa la siguiente frase: "El --(a)-- es el conjunto constituido por los vasos liberianos o

## 1.9. El tejido glandular

El **tejido glandular** es el responsable de la **secreción de sustancias**. Está constituido por células que almacenan en su interior sustancias de secreción y que las vierten al interior o al exterior de la planta. Se distinguen cuatro tipos:

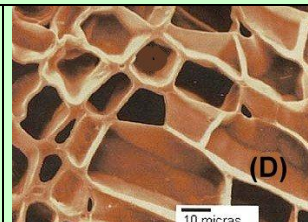
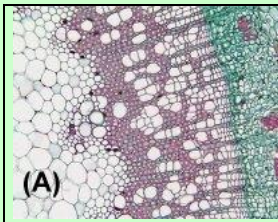


Estructuras de tejido glandular.

- **Células epidérmicas.** Se hallan en la epidermis y a veces constituyen pelos. Por ejemplo, las responsables del olor del romero, de la menta, etc.
- **Bolsas lisígenas.** Proceden de la unión de varias células secretoras gracias a la *lisis* de sus membranas por digestión enzimática. Aparecen, por ejemplo, en la corteza de la naranja.
- **Conductos secretores.** Son tubos en los que vierten sus sustancias varias células secretoras.
- **Tubos laticíferos.** Son tubos que contienen un líquido lechoso denominado *látex*, constituido por agua, gomas, resinas y almidón. Puede encontrarse en una sola célula alargada, o en una serie de células, cuyas membranas intercelulares se han reabsorbido. El látex del árbol *Hevea brasiliensis* se solidifica en contacto con el aire y da lugar al **caucho natural**.

### Ejercicios

13. Indica el nombre de los tejidos señalados con una letra en las siguientes fotografías de preparaciones microscópicas de estructuras vegetales:

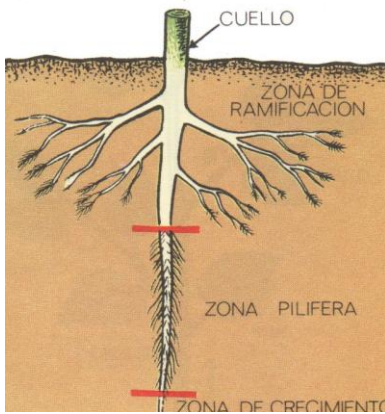


A =                      B =                      C =                      D =                      E =

14. Relaciona los nombres de las estructuras vegetales que aparecen en la columna de la izquierda con los diferentes tejidos vegetales que aparecen en la columna de la derecha:

- |                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| A) Lenticelas    | 1) Tejido parenquimático    |
| B) Traqueida     | 2) Tejido esclerenquimático |
| C) Criba         | 3) Tejido leñoso            |
| D) Látex         | 4) Tejido meristemático     |
| E) Meato         | 5) Tejido suberoso          |
| F) Cambium       | 6) Tejido liberiano         |
| G) Célula pétreo | 7) Tejido glandular         |

15. ¿Qué tipos de tejidos vegetales están constituidos por células muertas?
16. ¿Por qué las células de los vasos leñosos presentan paredes celulósicas muy gruesas? ¿Qué ventaja suponen esos engrosamientos para la planta?



## 2. El aparato vegetativo de las cormófitas: la raíz

El aparato vegetativo de las cormófitas está constituido por la **raíz**, el tallo y las **hojas**.

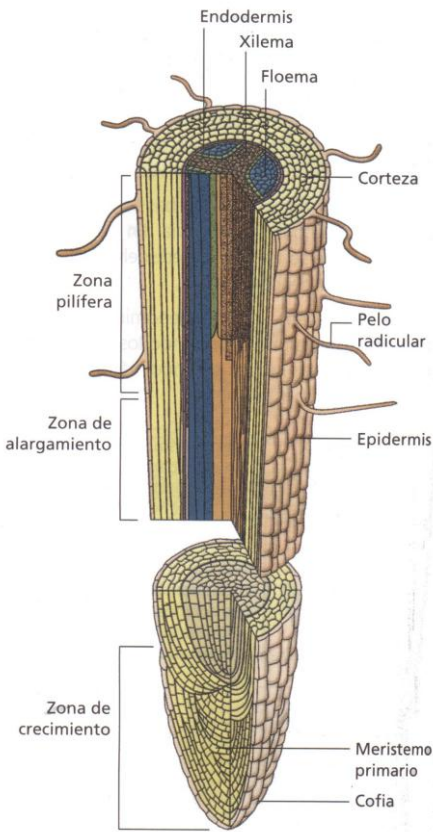
### 2.1 La raíz

La raíz es un **órgano vegetal subterráneo que crece hacia el centro de la Tierra y que sirve para el anclaje del vegetal al suelo, la absorción de nutrientes inorgánicos** (agua y sales minerales disueltas), **el transporte de la savia bruta** (agua y sales minerales) **hacia el tallo y, en ocasiones, para el almacenamiento de sustancias nutritivas.**

#### ■ Morfología de la raíz

La raíz presenta cuatro zonas morfológicas:

- La **zona de ramificación**. Es la zona en la que la raíz principal emite ramificaciones generándose todo un sistema radicular, que permite un mejor anclaje del vegetal
- La **zona pilífera**. Es la zona que presenta células epidérmicas que emiten prolongaciones citoplasmáticas tubulares denominadas *pelos radiculares* o *pelos absorbentes*. Su función es la absorción del agua y de las sales disueltas.
- La **zona de alargamiento** o de **maduración**. Es la zona en que las células jóvenes del meristemo primario aumentan de tamaño y se diferencian, dando lugar a los diferentes tejidos.
- La **zona de crecimiento**. Es un pequeño sector situado en el extremo apical de la raíz de tejido meristemático primario, cuyas células son todas iguales y se hallan en continua división. Se halla protegido por una *cofia*, que es una cápsula constituida por células suberificadas.

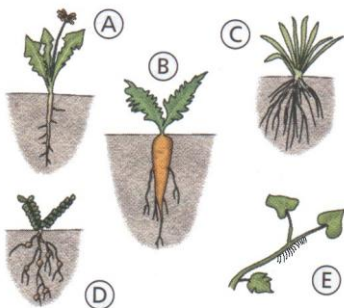


Estructura de una raíz ideal de dicotiledónea.

#### ■ Tipos de raíces

Las raíces pueden ser **hipógeas** o **subterráneas**, si crecen en el interior del suelo; **acuáticas**, si lo hacen en el agua, y **aéreas**, si crecen en el aire. Según su forma, las raíces se clasifican en:

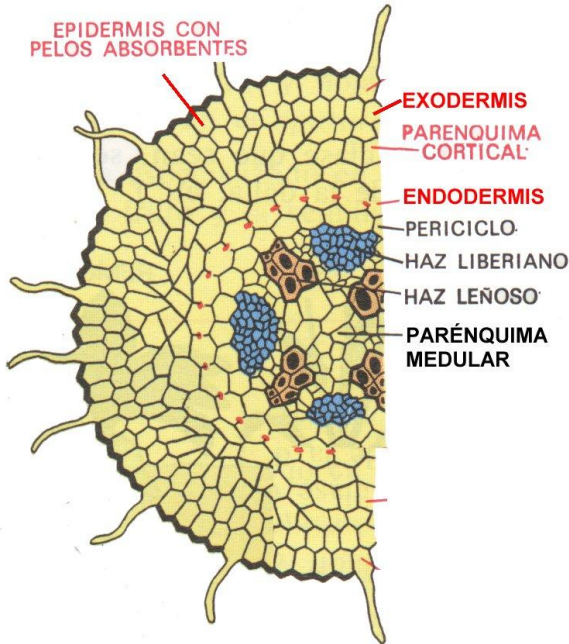
- **Axonomorfas**. Poseen una raíz principal a partir de la cual salen las raíces secundarias
- **Fasciculadas**. No presentan raíz principal, sino que todas las raíces son iguales y forman un haz.
- **Napiformes**. Presentan una raíz principal muy engrosada
- **Tuberosas**. Todas las raíces presentan engrosamientos debido a la acumulación de sustancias de reserva.
- **Adventicias**. Son las que crecen en lugares anómalos, como en ápices, zonas aéreas del tallo; etc.



Tipos de raíces. A: axonomorfa. B: napiforme. C: fasciculada. D: tuberosa. E: aérea.

## ■ Estructura interna de la raíz

En las raíces en las que sólo hay crecimiento en longitud, la estructura interna es sencilla y se denomina **estructura primaria**. En las que además hay crecimiento en grosor la estructura interna es más compleja y se denomina **estructura secundaria**. Presentan estructura primaria la zona pilífera de todas las raíces y las raíces adultas de helechos y monocotiledóneas. Presentan estructura secundaria las raíces de más de un año de gimnospermas y dicotiledóneas.



### A) Estructura primaria de la raíz.

En un corte transversal de la zona pilífera se pueden distinguir las siguientes estructuras:

\* El **cilindro cortical** o corteza que abarca:

- La **epidermis**. Es una capa fina, de un solo estrato de células, de tejido epidérmico carente de cutícula impermeable. Periódicamente algunas de las células se alargan y forman pelos absorbentes que mueren pronto.
- La **exodermis**. Es una capa de células suberificadas.
- El **parénquima cortical**. Es la capa intermedia. Es una capa gruesa de muchos estratos de células parenquimáticas incoloras.
- La **endodermis**. Es la capa interna. Es un solo estrato de células especiales que en su membrana interna tienen sustancias impermeables (banda de Caspary) que les permite seleccionar la entrada de sustancias.

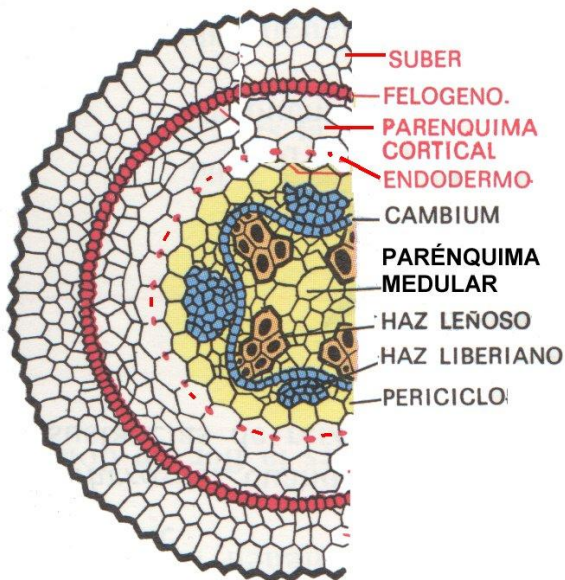
\* El **cilindro central**, o cilindro interno. Abarca cuatro tipos de estructuras.

- El **periciclo**. Es un único estrato de células parenquimáticas a partir de la cual se forman las raíces secundarias (para salir han de atravesar el cilindro cortical).
- El **xilema**. Es el conjunto de haces de vasos leñosos que conducen la savia bruta hacia el tallo.
- El **floema**. Es el conjunto de haces de vasos liberianos que reparten la savia elaborada por todas las células de la raíz.
- El **parénquima medular** o **médula**. Está formado por varias capas de células parenquimáticas sin cloroplastos. Embutidos en él, se intercalan los haces liberianos y los leñosos, quedando entre ellos radios de parénquima medular. En muchas especies los haces leñosos se reúnen en el centro que queda sin parénquima medular.



## B) Estructura secundaria de la raíz

Las raíces de las gimnospermas y de las dicotiledóneas, cuando empiezan a crecer en grosor, modifican su estructura interna. Ello se debe a la aparición de los meristemos secundarios **cámbium** y **felógeno**. Su actividad origina los siguientes cambios:



- El **felógeno**. Procede del periciclo, produce hacia fuera una nueva corteza de tejido suberoso, y hacia dentro un nuevo parénquima cortical. El conjunto de estas tres nuevas capas se denomina **peridermis**. Debido a este crecimiento en grosor todo el cilindro cortical del año anterior se rompe y cae.
- El **cámbium**. Se origina entre los vasos liberianos y los leñosos. Genera más vasos liberianos hacia fuera y más leñosos hacia dentro. El resultado es un gran cilindro de vasos leñosos en el centro, rodeado de un cilindro de vasos liberianos.

## 2.2 El tallo

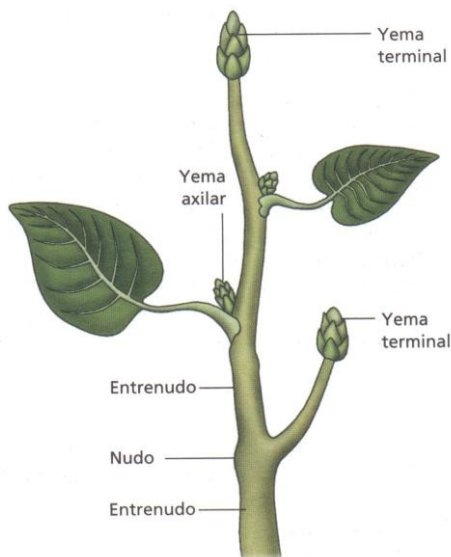
El tallo es un eje longitudinal de la planta que crece en sentido opuesto a la fuerza de gravedad. Generalmente es aéreo y suele presentar ramificaciones o tallos secundarios, sobre los que se disponen las hojas, las flores y los frutos.

■ **Las partes del tallo.** Son cuatro:

- **Nudos.** Zonas engrosadas en donde se insertan las hojas.
- **Entrenudos.** Zonas comprendidas entre dos nudos.
- **Yema terminal.** Estructura apical con meristemos primarios que le permite al tallo crecer en longitud.
- **Yema axilar.** Estructura con meristemo primario situada en la base de la hoja que originará una rama.

■ **Las funciones del tallo.** Son tres:

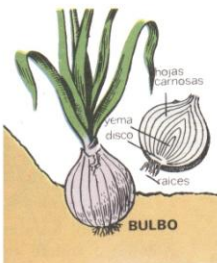
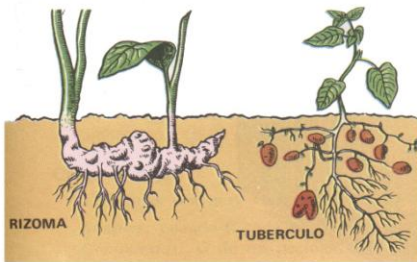
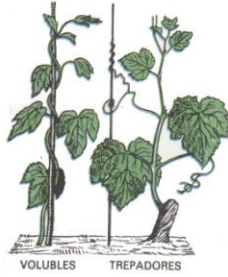
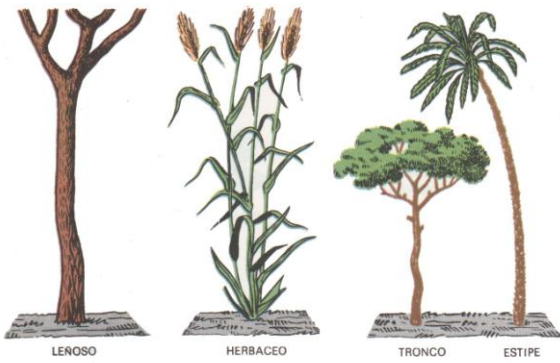
- **Sostener** las hojas, flores y frutos,
- **Transportar** la savia bruta y la savia elaborada.
- **Almacenar** sustancias nutritivas en algunas especies.



Esquema de las partes del tallo de una angiosperma dicotiledónea.

### Ejercicios:

17. ¿Cuáles son las cuatro zonas morfológicas de la raíz? ¿Qué sucede en cada una de ellas?
18. ¿Cuáles son los elementos de la raíz responsables de su crecimiento en grosor?
19. ¿Dónde se encuentra el xilema y el floema? ¿Cuál es su función?
20. ¿Cuáles son las diferentes partes de un tallo? ¿Qué sucede en cada una de ellas?



■ **Tipos de tallos.** Se distinguen tres grandes tipos:

- **Herbáceos.** Son tallos flexibles y verdes. Se distinguen las siguientes formas:

**Trepadores.** Presentan estructuras en forma de hilos (zarcillos) que les permiten trepar. Ej. la vid.

**Volubles.** Son flexibles y se enrollan sobre estructuras erguidas. Ejemplo: la judía, la hiedra, etc.

**Cañas.** Son cilíndricos y presentan nudos macizos y entrenudos huecos. Por ejemplo el trigo y el bambú.

**Cálamos.** Son cilíndricos y sin nudos. Ej. el junco.

Si sólo viven un año se denominan **anuales** y si viven muchos años se denominan **perennes**.

- **Leñosos.** Son tallos rígidos y generalmente no verdes. Se distinguen las siguientes formas:

**Troncos.** Presentan ramas. Pueden ser de tipo **arbustivo**, si sus ramas nacen de la misma base, o de tipo **arbóreo**, si las ramas nacen del tallo principal a una cierta distancia del suelo.

**Estipes.** No presentan ramas y acaban en un penacho de grandes hojas. Ejemplo: las palmeras.

- **Tallos especiales.** Son los que presentan grandes modificaciones para realizar funciones específicas. Son:

**Tubérculos.** Tallos que almacenan sustancias de reserva. Ej.: la patata, la chufa, etc.

**Rizomas.** Tienen crecimiento horizontal. Ej.: las cañas, los helechos, etc.

**Bulbos.** Tallo en forma de disco rodeado de hojas carnosas. Ej.: la cebolla, el ajo, etc.

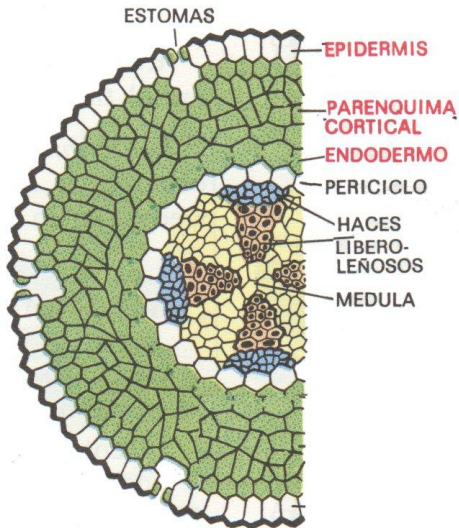
**Suculentos.** Tallo grueso, con hojas transformadas en espinas que acumula mucho agua. Ej.: los cactus.

**Ejercicios:**

17. ¿Cuáles son las cuatro zonas morfológicas de la raíz? ¿Qué sucede en cada una de ellas?
18. ¿Cuáles son los elementos de la raíz responsables de su crecimiento en grosor?
19. ¿Dónde se encuentra el xilema y el floema? ¿Cuál es su función?
20. ¿Cuáles son las diferentes partes de un tallo? ¿Qué sucede en cada una de ellas?
21. ¿Cuáles son los principales tipos de tallos que presentan las plantas?
22. ¿Qué diferencias hay entre la estructura primaria y la secundaria del tallo de las dicotiledóneas?
23. Define los siguientes términos: súber, felógeno, médula, cilindro central, haz liberoleñoso, cambium, endodermis y periciclo.

## ■ La estructura interna del tallo

La estructura interna de los tallos que no han crecido en grosor se denomina **estructura primaria**, y la de los que han crecido en grosor se denomina **estructura secundaria**. La estructura primaria es propia de los tallos jóvenes y es diferente en monocotiledóneas y dicotiledóneas. Las monocotiledóneas no suelen presentar estructura secundaria.



### A) Estructura primaria de un tallo de dicotiledónea.

\* El **cilindro cortical o corteza**. Comprende tres capas:

- La **epidermis**. Una sola capa de células con cutícula impermeable y transparentes excepto las que forman los estomas.
- El **parénquima cortical**. Varias capas de células con cloroplastos con función fotosintetizadora.
- La **endodermis**. Parénquima de reserva, rico en almidón.

\* El **cilindro central**. Abarca tres capas:

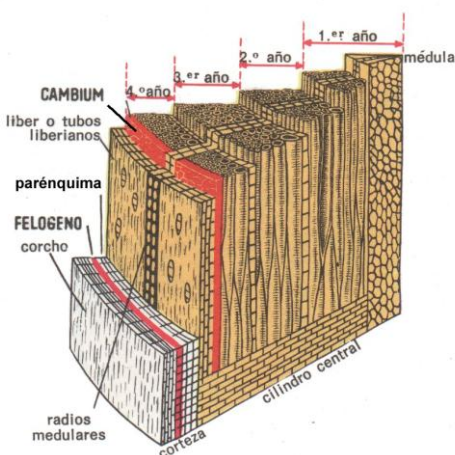
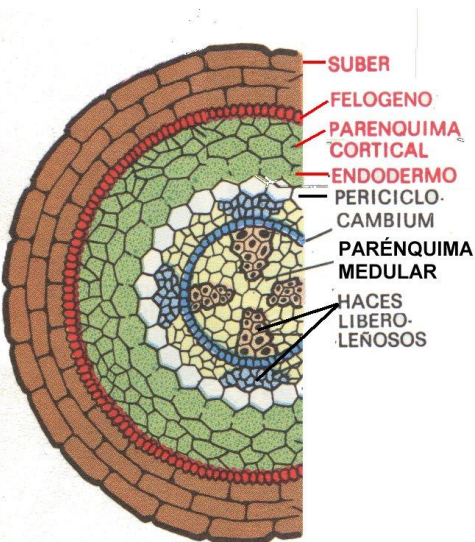
- El **periciclo**. Estrato de células de parénquima.
- Los **haces liberoleñosos**. Presenta vasos liberianos en el exterior y leñosos en el interior.
- El **parénquima medular o médula**. Es un parénquima de células sin cloroplastos.

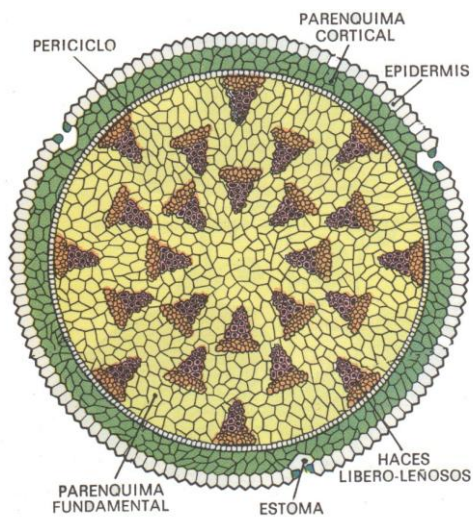
### B) Estructura secundaria del tallo de una dicotiledónea.

Los tallos de las gimnospermas y de las dicotiledóneas, crecen en grosor, al igual que sus raíces, debido a la aparición de los meristemos secundarios **cámbium** y **felógeno**. Su actividad origina los siguientes cambios:

\* El **felógeno** produce hacia afuera una nueva corteza de varios estratos de tejido suberoso (el súber o corcho) y hacia dentro nuevas capas de parénquima cortical (*felodermis*). Debido a este crecimiento, el cilindro cortical primario se desgarran y aflora el nuevo tejido suberoso. Entonces el color del tallo pasa de verde a gris o marrón, y aparecen unos poros superficiales, denominados *lenticelas*, que permiten el intercambio gaseoso imprescindible para las células internas.

\* El **cámbium** genera nuevos vasos liberianos hacia fuera, que se introducen en el parénquima cortical, y nuevos vasos leñosos hacia dentro. El resultado es un gran cilindro de vasos leñosos en el centro (xilema), rodeado de un cilindro de vasos liberianos (floema). Los vasos leñosos viejos pasan a realizar funciones de sostén. Suelen impregnarse de una sustancia antifúngica, el **tanino**, que los oscurece, produciéndose una madera oscura denominada **duramen**. La parte viva del tronco recibe el nombre de **albura**.





### C) Estructura primaria del tallo de las monocotiledóneas.

La característica más importante es que los haces liberoleñosos se encuentran dispersos en el parénquima, los más internos son los más gruesos y tienden a formar círculos. Ello se debe a que se corresponden con los vasos de las hojas que, como sucede en las gramíneas, son láminas concéntricas cuya base rodea al tallo. Las monocotiledóneas no suelen presentar estructura secundaria.

### 2.3 La hoja

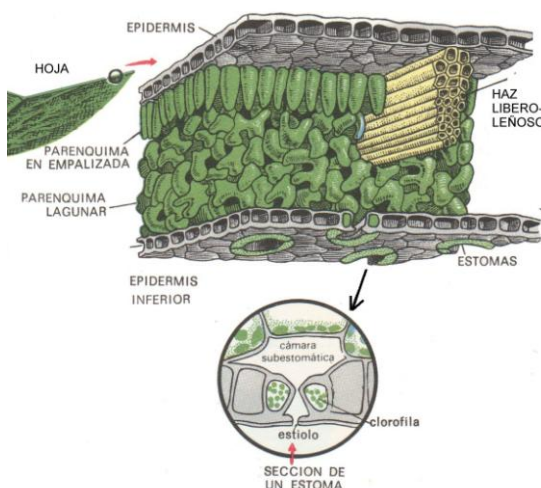
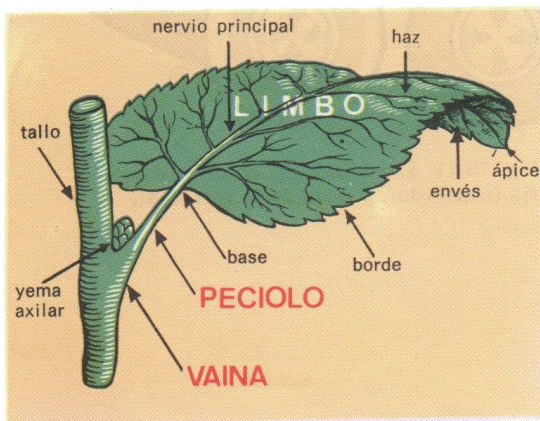
La hoja es un órgano vegetal de forma generalmente laminar, que nace del tallo, rico en clorofila y cuya función principal es realizar la fotosíntesis. Presenta tres partes: el limbo, el pecíolo y la vaina.

- El **limbo** es la parte laminar. Presenta *nerviaciones*, que son los relieves longitudinales originados por los haces liberoleñosos. Se puede distinguir una cara superior o **haz**, que es de color verde oscuro y con nerviaciones poco pronunciadas, y una cara inferior o **envés**, de color más claro y de nerviaciones muy marcadas.
- El **pecíolo** es el pedúnculo que sostiene al limbo.
- La **vaina** es el ensanchamiento del pecíolo en su unión a un nudo del tallo. En las hojas sin pecíolo u hojas sentadas, la vaina puede abrazar completamente al tallo.

#### ■ Estructura interna de la hoja

Se pueden distinguir los siguientes tejidos:

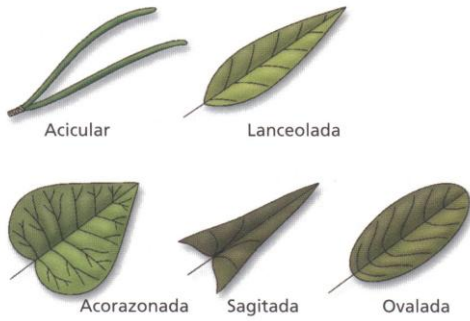
- **Epidermis del haz.** Es transparente, posee una cutícula impermeable, presenta estomas y, en ocasiones, pelos.
- **Parénquima clorofílico o mesófilo.** En él se pueden distinguir dos regiones:
  - a) **Parénquima clorofílico en empalizada.** Sus células están muy juntas y se disponen perpendicularmente a la superficie del haz.
  - b) **Parénquima clorofílico lagunar.** Sus células dejan entre sí amplios espacios (*meatos*) que comunican con los estomas del envés.
- **Tejido conductor.** Está constituido por haces liberoleñosos rodeados de un tejido parenquimático acuífero, que permite el trasiego de sustancias entre los tejidos conductores y el parénquima clorofílico. El parénquima acuífero origina un tejido de sostén de tipo colenquimático. El conjunto de los **haces liberoleñosos**, el **parénquima acuífero** y el **colénquima** forman las **nerviaciones** de las hojas.
- **Epidermis del envés.** Es transparente, posee una cutícula impermeable, gran número de estomas y en ocasiones pelos.



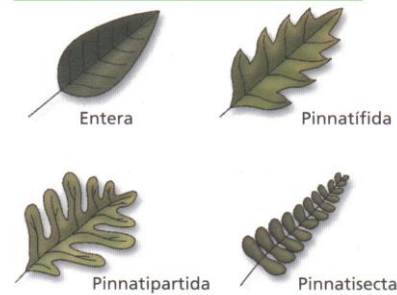
#### Clasificación por las nerviaciones



#### Clasificación por la forma del limbo



#### Clasificación por las hendiduras del limbo



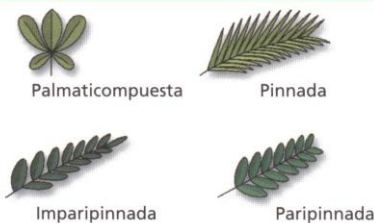
#### Clasificación por el borde del limbo



#### Clasificación según su posición



#### Clasificación según el número y posición de los folíolos



## 5.4. Tipos de hojas

Las hojas pueden ser **simples**, cuando a cada pecíolo le corresponde un limbo, o **compuestas**, cuando a un pecíolo le corresponden dos o más limbos, que en este caso se denominan **folíolos**. Para saber si una muestra es un grupo de hojas o una sola hoja con muchos folíolos, hay que observar si en cada base hay o no una yema axilar.

Las hojas simples se pueden clasificar según las nerviaciones, la forma del limbo, las hendiduras que éste presenta, la forma del borde de la hoja y la posición de las hojas en el tallo (ver el dibujo adjunto).

- Según las nerviaciones, las hojas se clasifican en **paralelinervias**, **penninervias**, **palminervias**, **uninervias**, etc.
- Según la forma del limbo pueden ser **aciculares**, **lanceoladas**, **acorazonadas**, **sagitadas**, **ovaladas**, etc.
- Según las hendiduras del limbo pueden ser enteras, **pinnatífidas** (si las hendiduras no llegan a la mitad del semilimbo), **pinnatipartidas** (si la superan) y **pinnatisectas** (si llegan al nervio central).
- Según la forma del borde del limbo, hay hojas **enteras**, **aserradas**, **dentadas**, **festoneadas**, **ciliadas** y **doblemente aserradas**.
- Según su posición pueden ser **alternas**, **opuestas**, **aisladas**, etc.

Las **hojas compuestas** también se dividen en varios tipos: pueden ser **palmaticompuestas**, cuando todos los folíolos salen del mismo punto, o **pinnadas**, si todos los folíolos salen de un mismo eje.

A su vez, las hojas compuestas pinnadas pueden ser **imparipinnadas** o **paripinnadas**, según que el nervio principal acabe en uno o dos folíolos.

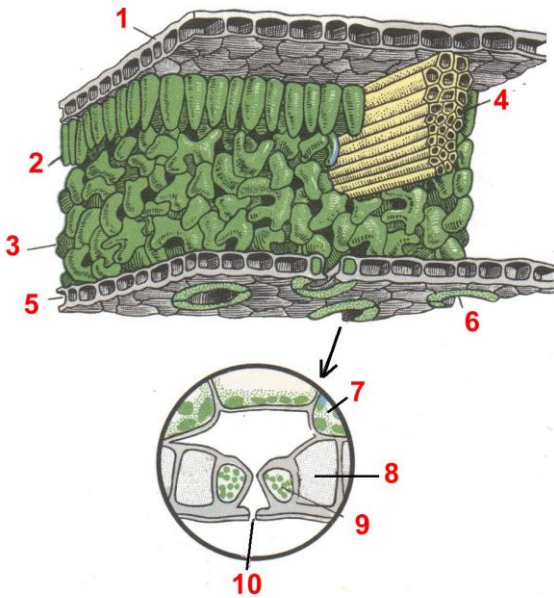
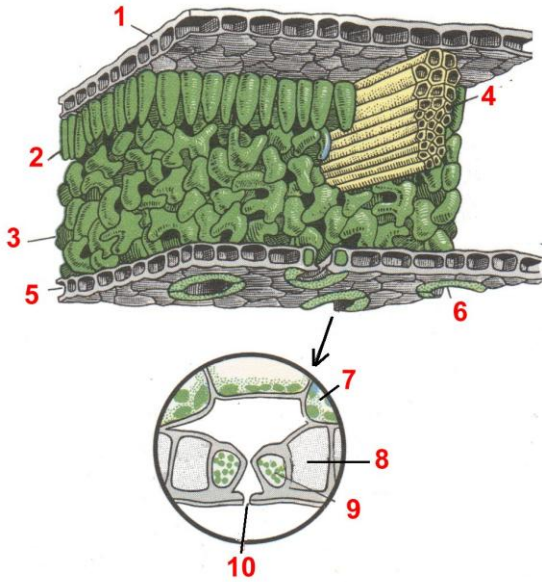
### Ejercicios:

24. ¿Qué son las hojas "sentadas"?
25. ¿Qué diferencia hay entre la epidermis del haz y la epidermis del envés de una hoja?
26. ¿Qué es el mesófilo de la hoja?
27. ¿Qué función realiza el parénquima acuífero de la hoja?
28. ¿Qué hipótesis se podría proponer sobre el hecho que bajo la epidermis del haz de la hoja exista un parénquima empalizada mientras que bajo la epidermis del envés, que posee muchos estomas, hay un parénquima lagunar?
29. ¿Cómo se puede saber si una hoja es de tipo simple o en realidad es un folíolo de una hoja compuesta?
30. Realiza un dibujo de una hoja pinnatipartida inventada.

# CUESTIONES FINALES

1. Realiza un cuadro en el que se relacione los diferentes órganos vegetativos de una planta y sus respectivas funciones.

Organos	Funciones
Raíz	
Tallo	

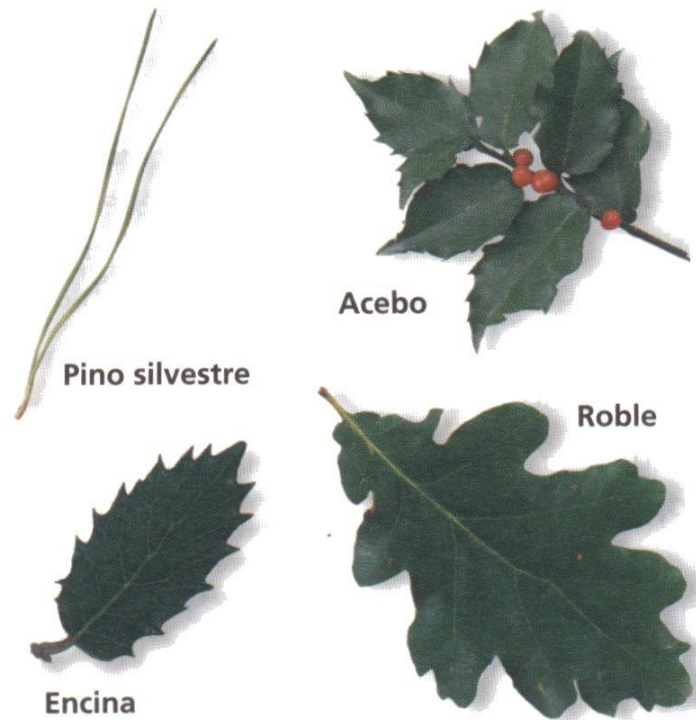


6. Haz un esquema del tallo de una planta, indicando sus diferentes partes y las funciones de cada una de ellas

7. ¿Por qué no presentan estructura secundaria los tallos de las gramíneas?

8. Indica qué tejidos aparecen en el corte de un tallo leñoso y anota qué función desempeñan

9. Clasifica las siguientes hojas por su forma, borde y nerviación.



9. Haz un esquema de un estoma, indicando sus diferentes partes y su función.

10. Indica cuáles son las funciones que desempeñan las hojas de las plantas y qué partes realizan cada una de ellas.

11. Enumera todos los tejidos que atraviesa una molécula de agua desde que entra en la raíz hasta que llega al parénquima clorofílico de las hojas.

12. ¿Cuáles son los diferentes tipos de parénquima que se pueden encontrar en una hoja? ¿En qué se diferencian?

13. ¿Cuáles son los tejidos que realizan función de soporte en las hojas?

14. ¿Qué tejidos son los responsables del crecimiento de las plantas? ¿Por qué?

15. ¿Qué tipos de estructuras utilizan las plantas para almacenar sustancias de?

16. ¿Qué función realizan los tejidos glandulares?

# **Páctica X. Preparaciones microscópicas de órganos vegetales**

## **Objetivos**

Se pretende obtener preparaciones microscópicas permanente para su observación al microscopio óptico. Con las preparaciones se puede realizar un colección para el centro.

## **Material necesario**

- Órganos vegetales (tallos, raíces jóvenes, peciolas, hojas)
- Micrótopo
- Navaja histológica u hoja de afeitar
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Cubeta de tinciones o vidrio de reloj
- Pincel
- Microscopio
- Médula de saúco o zanahoria o patata
- Colorantes: Verde yodo, Eosina, Lugol, Verde brillante, Carmín aluminico, Hematoxilina, Fucsina ácida al 1%.
- Alcohol de 70° y alcohol de 96°
- Esencia vegetal
- Xilol
- Balsamo de Canada o D Pe X

## **Procedimiento**

A partir de diferentes plantas se debe obtener raíces jóvenes, tallos verdes, peciolas y hojas. Todos estos órganos vegetales deben pasar por estos tres procesos: corte, tinción y montaje.

### **Corte**

Es conveniente realizar cortes muy finos; para ello es aconsejable la utilización de micrótopos.

- Si el órgano vegetal es plano, se debe colocar entre las dos mitades de un cilindro de médula de saúco; si es cilíndrico, haz un surco en una de las mitades de la médula de saúco y colócalo en él. A falta de medula de saúco, para englobar el material se puede hacer un paralepipedo a partir de una zanahoria, de una patata o de un trozo de porexpan.
- Una vez protegido así de las deformaciones, se debe introducir en el micrótopo la médula de saúco con el órgano vegetal en su interior y efectuar cortes con una navaja histológica. Los cortes se deben dejar sobre la navaja, retíralos luego con un pincel fino humedecido y colócalos en una cubeta con agua. Si no se dispone de micrótopo los cortes se pueden hacer con una hoja de afeitar, colocando un papel de plata doblado sobre el perfil sobre el que se ejercerá presión con el dedo índice.

### **Tinción**

- Los cortes elegidos se deben depositar en un vidrio de reloj, en donde se halla el colorante y déjarlos el tiempo justo; un exceso de tinción oscurecería el corte impidiendo su observación clara al microscopio. Generalmente basta con unos 10 minutos.
- Una vez transcurrido el tiempo requerido, se ha de retirar por decantación el colorante del vidrio de reloj, añadir agua y decantarla al cabo de un minuto. Esta operación de lavado se debe repetir hasta que no salga mas colorante. Se debe hacer con mucho cuidado para evitar que el líquido arrastre los cortes.
- En las tinciones puedes utilizar un solo colorante o dos colorantes, uno detrás de otro. Se aconseja la tinción de verde brillante-carmín aluminico y la de hematoxilina-verde yodo.

## Montaje de la preparación

- Una vez teñidos y lavados los cortes, se deben deshidratar. Para ello se dejarán cinco minutos en alcohol de 70°, luego cinco minutos en alcohol de 96%, luego cinco minutos en una esencia vegetal y luego cinco minutos en xilol.
- Acabada la deshidratación, con un pincel se debe depositar uno o dos cortes sobre un portaobjetos bien limpio en el que habrá una o dos gotas de xilol. A continuación se debe escurrir el xilol y añadir una gota de balsamo de Canada. Se debe colocar el cubreobjetos y ya se puede observar la preparación en el microscopio.
- Se deben añadir dos etiquetas, una en cada extremo. En una se indicará el material que contiene, el nombre del autor de la preparación y la fecha. En la otra se debe indicar el método de tinción y de montaje utilizado.

## Preparación de algunos colorantes

<p><b>Verde yodo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verde yodo ..... 1g</li> <li>• Agua destilada ..... 100 ml</li> <li>• Acido acético glacial 1 ml</li> </ul> <p><i>Verde yodo. Usar 2 a 4 minutos, tiñe lignina y suberina.</i></p>	<p><b>Carmin aluminico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acido aluminico ..... 10g</li> <li>• Acido acético glacial .... 5ml</li> <li>• Agua destilada ..... 100 ml</li> </ul> <p><i>Carmin aluminico. Usar 15 minutos, tiñe celulosa.</i></p>
<p><b>Eosina</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eosina .... 1g</li> <li>• Agua destilada..... 100 ml</li> </ul> <p><i>Eosina. Usar 10 minutos, tiñe acidos nucleicos (cromosomas).</i></p>	<p><b>Hematoxilina</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hematoxilina ..... 2g</li> <li>• Agua destilada ..... 100 ml</li> <li>• Glicerina ..... 100 ml</li> <li>• Acido acético glacial ..... 20 ml</li> <li>• Alumbre ..... 2g</li> </ul> <p><i>Dejar madurar a la luz hasta que aparezca el color rojo (1 mes)</i> <i>Hematoxilina. Usar 10 minutos. Tiñe celulosa.</i></p>
<p><b>Lugol</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yoduro potasico ..... 2g</li> <li>• Yodo ..... 0,5g</li> <li>• Agua destilada .... 100 ml</li> </ul> <p><i>Lugol. Tiñe al almidón.</i></p>	<p><b>Fucsina ácida al 1%</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fucsina acida al 1 % ..... 10 ml</li> <li>• Disolución saturada de acido picrico ..100 ml</li> </ul> <p><i>Picrofucsina. Usar 15 minutos, tiñe celulosa y lignina.</i></p>
<p><b>Verde brillante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verde brillante ... 2g</li> <li>• Acido acético glacial ... 2ml</li> <li>• Agua destilada ... 100 ml</li> </ul> <p><i>Verde brillante. Usar 1 minuto, tiñe lignina y suberina.</i></p>	