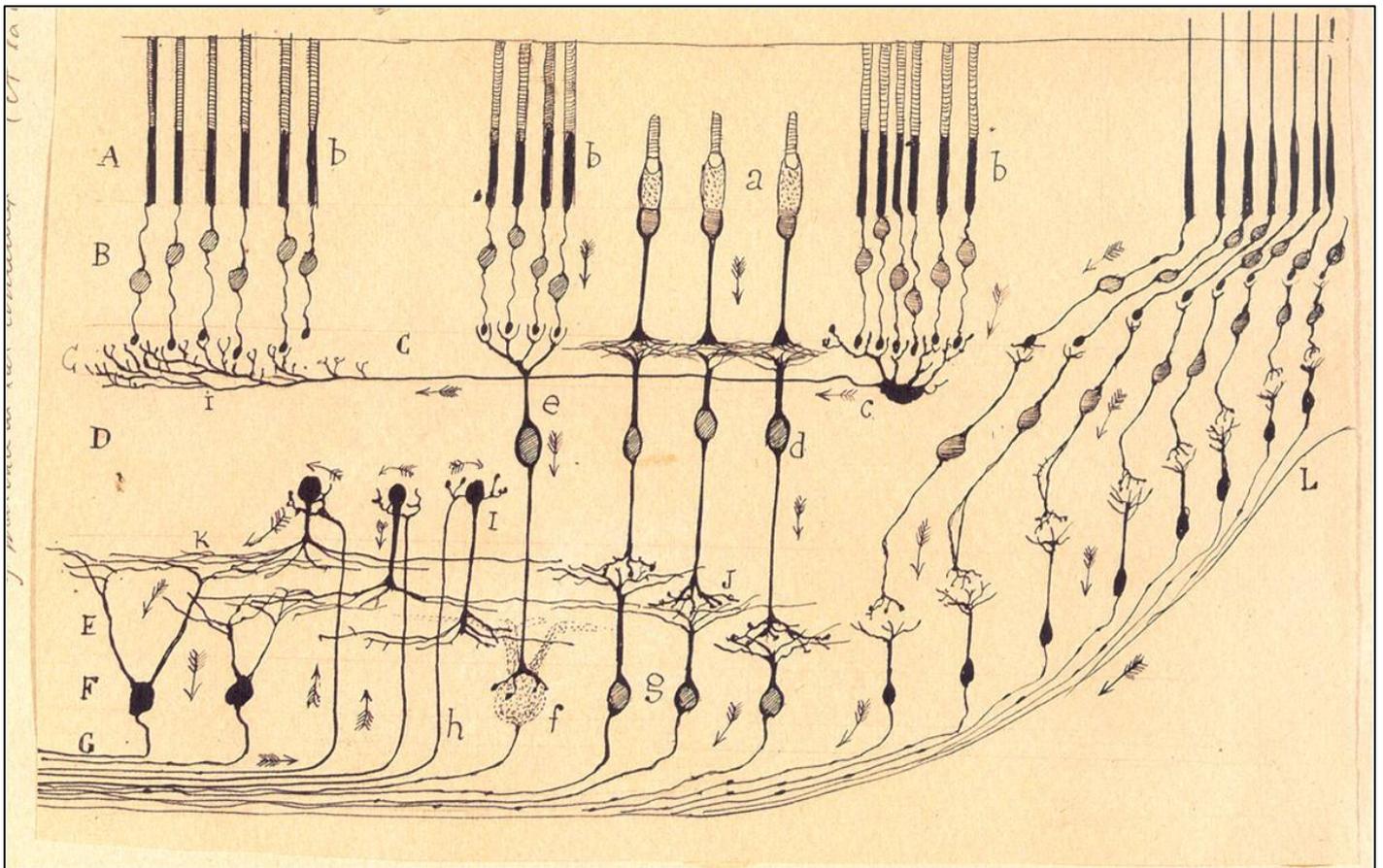


TEMA 1.2: LA ORGANIZACIÓN PLURICELULAR

- 1- LA DIFERENCIACIÓN CELULAR
- 2- LOS TEJIDOS ANIMALES
- 3- LOS TEJIDOS VEGETALES
- 4- LA ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL EN LOS ANIMALES
- 5- LA ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL EN LOS VEGETALES



Células de la retina dibujadas por Santiago Ramón y Cajal

1- LA DIFERENCIACIÓN CELULAR

En virtud de la asociación celular, los organismos se clasifican en los siguientes grupos:

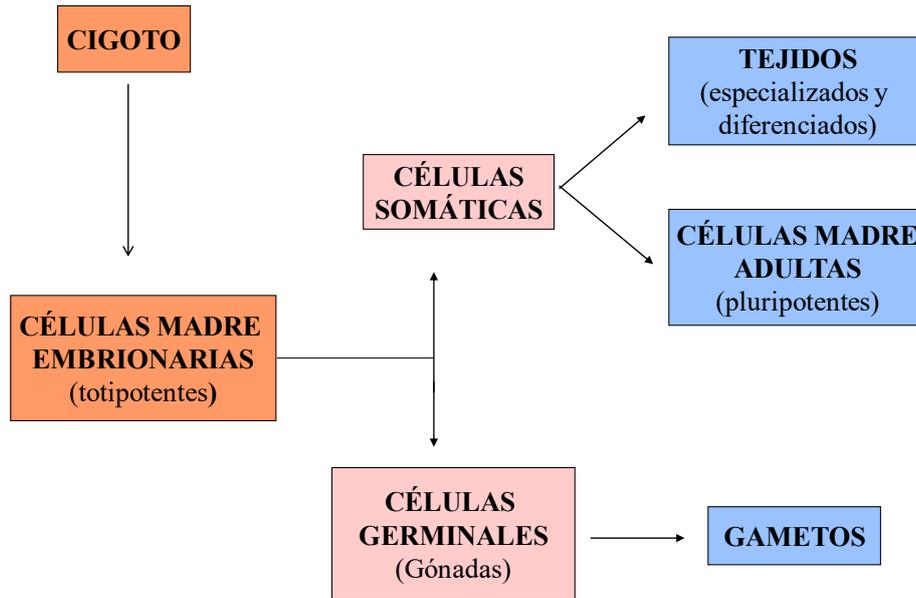
1. **Unicelulares:** seres vivos formados por una célula, el cual realiza las funciones vitales. Sólo pueden vivir en medios acuosos y su tamaño es microscópico. Son los siguientes: *bacterias, algas unicelulares, protozoos y levaduras.*
2. **Coloniales:** organismos formados por un bajo número de células semejantes entre sí y con cierta independencia metabólica. Las células pueden estar separadas, pero se reúnen para la reproducción o ante condiciones adversas. Esta organización está presente en algas como *Pandorina* y *Volvox*.
3. **Pluricelulares:** organismos formados por numerosas células generadas a partir de una única célula original (cigoto o espora). Las células se reparten el trabajo fisiológico y coordinan sus funciones, lo que genera una diferenciación morfológica y una mayor interdependencia mutua. Esta especialización funcional que les hace adquirir distintas formas se denomina **diferenciación celular**. Las asociaciones de células en los organismos pluricelulares pueden ser:
 - **Talos:** células interconectadas pero idénticas entre sí. Presente en las algas.
 - **Hifas:** células muy poco diferenciadas y asociadas en filamentos. Presentes en los hongos.
 - **Tejidos:** distintas agrupaciones de células especializadas en la misma función. Se encuentran en plantas y animales.

Los organismos pluricelulares han alcanzado un alto nivel de complejidad, un tamaño macroscópico y una elevada diversidad gracias a una serie de ventajas como:

- Un gran ahorro energético debido a la división del trabajo fisiológico.
- Una elevada regulación de funciones (a nivel de aparatos y sistemas), lo que aumenta la capacidad de adaptación.
- La posibilidad de conquistar el medio terrestre mediante cubiertas que impiden la desecación.

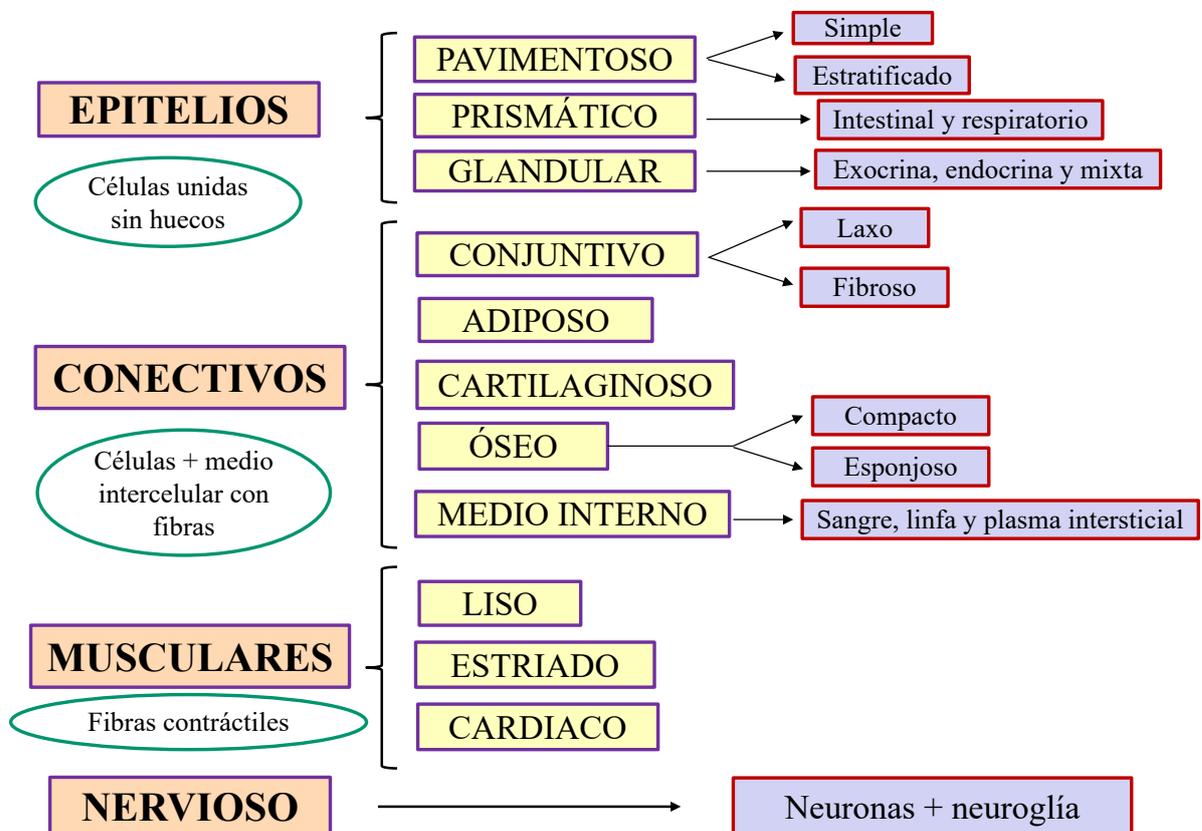
Las primeras divisiones del cigoto dan lugar a células iguales entre sí (las **células madre embrionarias**) que son **totipotentes**, puesto que cada una de ellas puede dar lugar a cualquier línea celular y, por separado, originar un organismo completo. Posteriormente, estas células se especializan y pierden la totipotencia durante el proceso de **diferenciación celular**. La primera diferenciación que se produce en el desarrollo embrionario de animales superiores es entre:

1. **Células germinales:** presentes en las gónadas, generan los gametos necesarios para la reproducción sexual.
2. **Células somáticas:** constituyen los tejidos del animal adulto y habitualmente se encuentran totalmente diferenciados. Hay más de 200 tipos de células diferentes, especializadas cada una de ellas en una función concreta. Algunas células somáticas se encuentran menos diferenciadas y mantienen la capacidad de reproducirse y dar lugar a unos tipos celulares concretos. Éstas son las **células madre adultas**, de carácter pluripotente y necesarias para el crecimiento del individuo y para la reparación de lesiones.



2- LOS TEJIDOS ANIMALES

En los organismos animales pueden existir hasta más de 100 tejidos distintos con un diferentes grados de diferenciación y especialización. Se reúnen en cuatro grupos: epiteliales, conectivos, musculares y el tejido nervioso.



2.1 LOS EPITELIOS

Son tejidos que tienen sus células colocadas juntas, sin dejar espacios entre ellas, que se colocan sobre una lámina basal inferior. Esta disposición es debida a su función de recubrimiento de superficies internas y externas (**revestimiento**), aunque también segregan sustancias (**glandulares**).

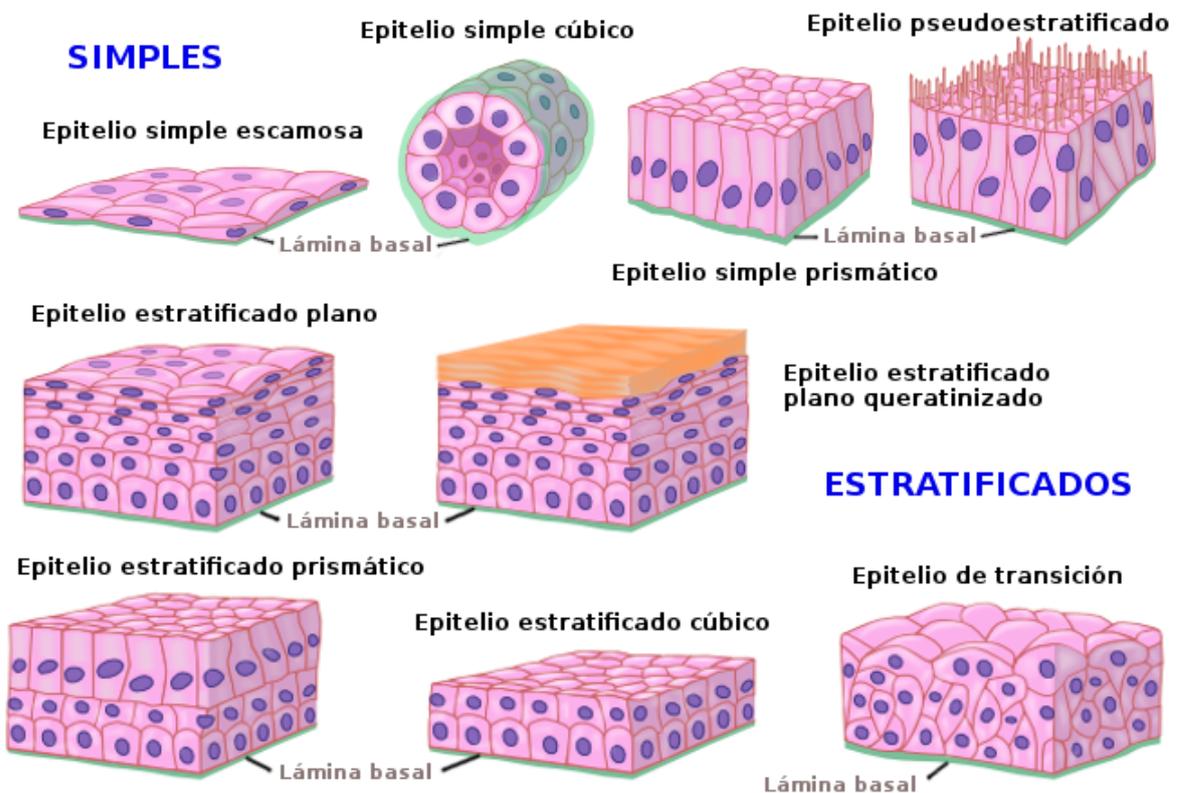
2.1.1 LOS EPITELIOS DE REVESTIMIENTO

Estos epitelios forman capas que recubren el exterior del organismo o el interior de sus cavidades. Tienen una función protectora (entrada de patógenos o deshidratación), aunque algunos se especializan en la absorción de nutrientes (epitelio intestinal), la difusión de gases (epitelio respiratorio pulmonar) e incluso en la secreción de sustancias al tener células glandulares intercaladas (como las caliciformes productoras de mucopolisacárido).

Los **epitelios simples** están formados por una sola capa de células. Por la forma de sus células distinguimos los planos o **endotelios** (presentes en vasos sanguíneos, pleura, peritoneo y endocardio), los **cúbicos** (túbulos renales) y los prismáticos (como el **epitelio intestinal**, especializado en la absorción y con células que presentan microvellosidades para aumentar su superficie).

Los **epitelios estratificados** presentan varias capas de células que se renuevan continuamente. Recubren superficies externas como la **epidermis** (con capas endurecidas e impermeabilizadas con sustancias como la queratina y la quitina) o superficies internas en el caso de las **mucosas** (con mucopolisacáridos que los mantienen húmedos y formados por células caliciformes presentes en el propio epitelio).

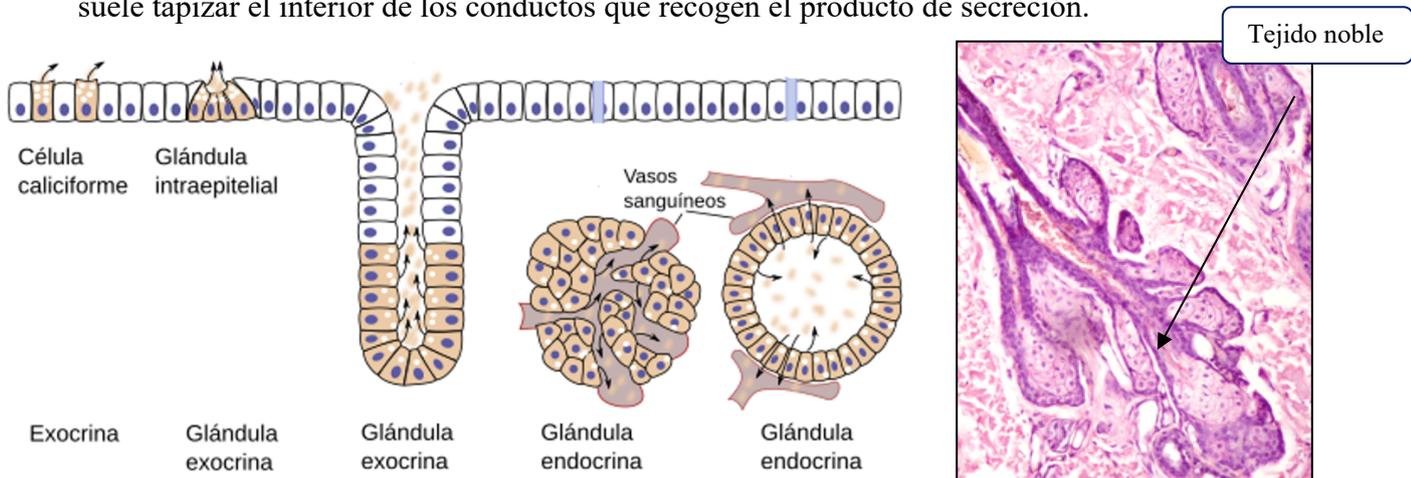
Un caso particular es el **epitelio respiratorio**, que consta de una capa pseudoestratificada de células ciliadas. Su función es retener las partículas sólidas del aire inspirado con los mucopolisacáridos que produce y expulsarlos con el movimiento de los cilios.



2.1.2 LOS EPITELIOS GLANDULARES

Las **glándulas** son órganos que se especializan en la producción y secreción de sustancias. Pueden ser **exocrinas**, si vierten los productos al exterior o al interior de cavidades, **endocrinas**, si vierten los productos a la sangre, o **mixtas**, con una parte endocrina y otra exocrina.

Los **epitelios glandulares** forman parte del tejido noble de las glándulas, es decir, de la parte de estos órganos que se encarga de producir las sustancias que segrega. Normalmente suele tapizar el interior de los conductos que recogen el producto de secreción.



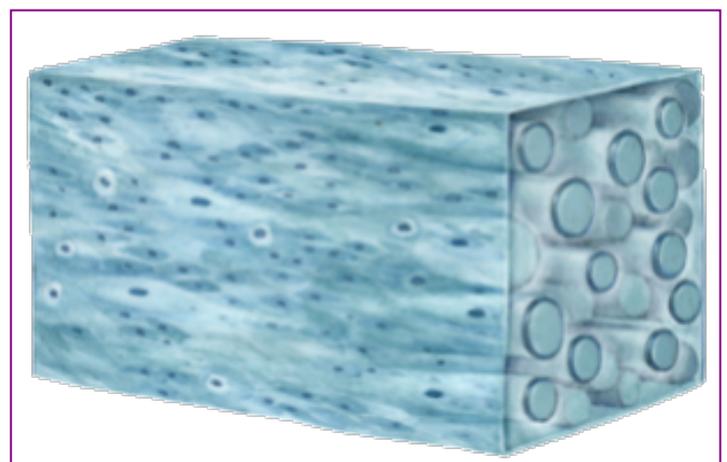
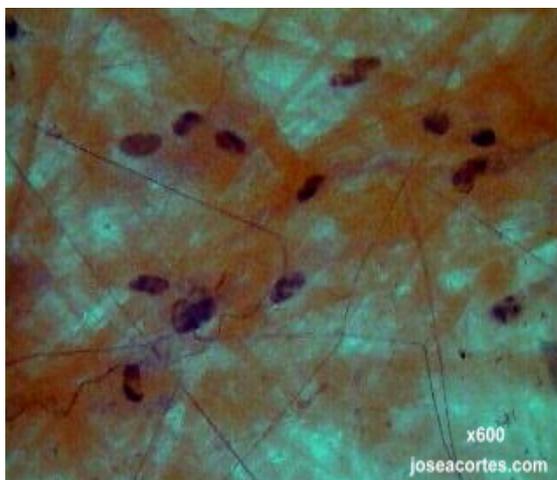
2.2 LOS TEJIDOS CONECTIVOS

Con este nombre se agrupa a los tejidos que unen o conectan órganos y tejidos. Están formados por células aisladas que se encuentran dentro de una sustancia intercelular que contiene una mayor o menor cantidad de fibras.

2.2.1 EL TEJIDO CONJUNTIVO

El tejido conjuntivo se encuentra presente en la dermis y entre los tejidos. Consta de una sustancia intercelular (el plasma intersticial) formada por una solución acuosa que posee **fibras** proteicas de colágeno, elastina y reticulina.

En el plasma intersticial se encuentran células como los **fibrocitos** (de forma estrellada, sintetizan las fibras del tejido), **melanocitos** (producen y acumulan pigmentos como la melanina), **macrófagos** (procedentes de los monocitos sanguíneos, se encargan de la defensa inmune por fagocitosis), **mastocitos** (procedentes de los leucocitos basófilos, intervienen en los procesos de inflamación gracias a la histamina y heparina que poseen) y **células plasmáticas** (linfocitos maduros que producen anticuerpos).

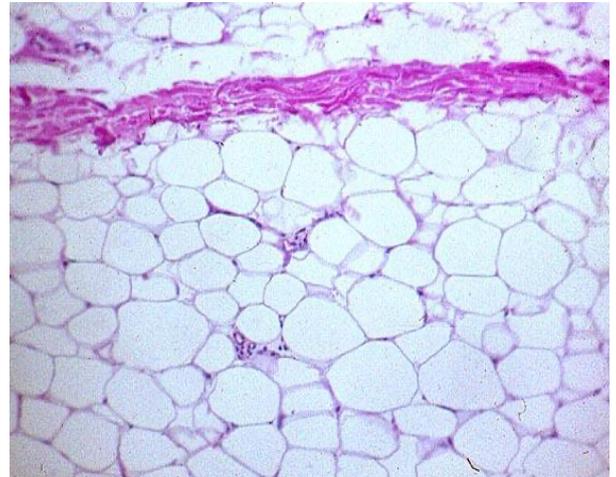


Tipos de tejido conjuntivo:

- Tejido conjuntivo **laxo**, con pocos fibroцитos y consecuentemente pocas fibras. Está recorrido por gran cantidad de vasos sanguíneos y linfáticos, por lo que actúa de intermediario entre el aparato circulatorio y los tejidos del organismo.
- Tejido conjuntivo **fibroso**, que presenta más fibras de colágeno y más fibroцитos. Se encuentra en tendones, en ligamentos y en la cubierta de huesos y músculos.

2.2.2 EL TEJIDO ADIPOSO

Se encuentra presente bajo la piel, sobre los órganos y en el tuétano (interior de huesos largos). Presenta un gran número de células llamadas **adipocitos**, especializados en acumular grasa en una gran vacuola, y pocas fibras en su sustancia intercelular. La función de este tejido es la de acumular grasas como reserva energética a largo plazo y de actuar como aislante térmico y mecánico (cubre órganos vitales como los abdominales).



2.2.3 EL TEJIDO CARTILAGINOSO

El **tejido cartilaginoso** forma las piezas flexibles del esqueleto (los cartílagos). Consta de una sustancia intercelular en donde predomina una proteína sólida y elástica que es la **condrina**, en cuyos huecos se alojan los **condrocitos**, que son las células que sintetizan esta proteína.

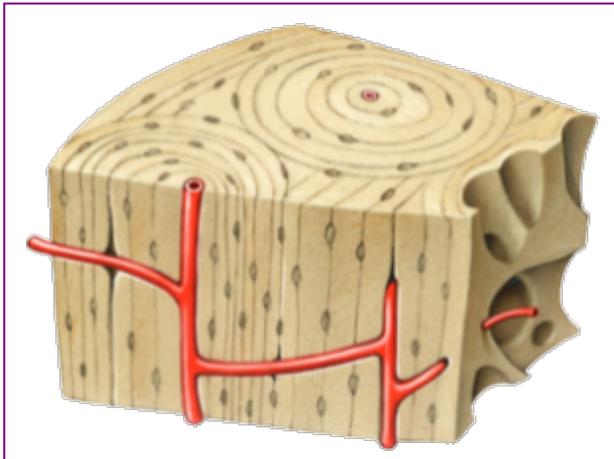
Este tejido carece de nervios o vasos sanguíneos, por lo que los nutrientes y gases discurren por la matriz intercelular de célula en célula. En virtud de las fibras que contenga esta hay varios tipos de cartílagos: hialino (con colágeno), fibroso (mucho colágeno) y elástico (con mucha elastina).



2.2.4 EL TEJIDO ÓSEO

Este tejido va a formar las piezas rígidas del esqueleto (huesos). Consta de una sustancia intercelular formada por una proteína llamada osteína, que está impregnada de sales (fosfato de calcio) para darle rigidez. Las células de este tejido son los **osteocitos** (que producen y mantienen la osteína) y los **osteoclastos** (que reabsorben y destruyen la osteína). Existen dos variedades de tejido óseo:

- **Compacto:** la osteína se dispone en laminillas concéntricas en torno a los conductos de Havers paralelos al eje del hueso. Es propio de las partes duras del hueso.
- **Esponjoso:** con grandes cavidades excavadas en la osteína en donde se localiza la médula ósea roja con las células madre sanguíneas. Se encuentra en la parte central de huesos cortos y planos y en las epífisis (extremos) de los huesos largos.



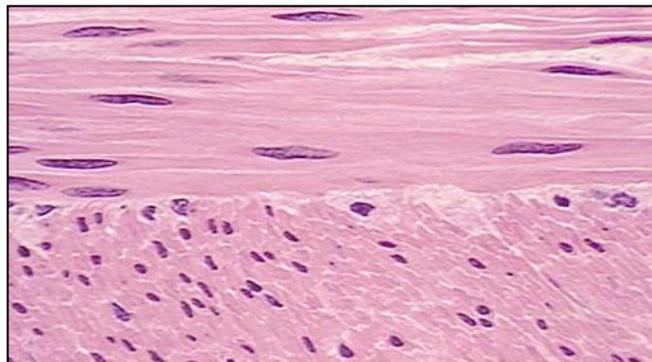
Tejido óseo compacto

2.3 LOS TEJIDOS MUSCULARES

Este tejido es el formador de los músculos y consta de unas células alargadas que son las **fibras musculares**. Tienen la capacidad de ser contráctiles ya que en su citoplasma se encuentran **miofibrillas** formadas por las proteínas actina y miosina que, al intercalarse entre sí, las acortan. Las fibras musculares se juntan en fascículos rodeados de tejido conjuntivo para formar los músculos, órganos responsables del movimiento animal. Se distinguen tres tipos de tejido muscular: liso, estriado y cardíaco.

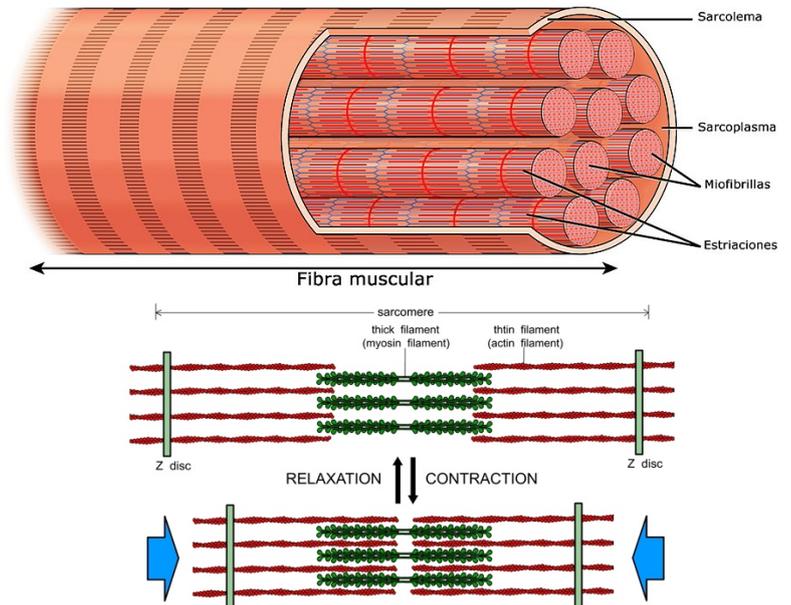
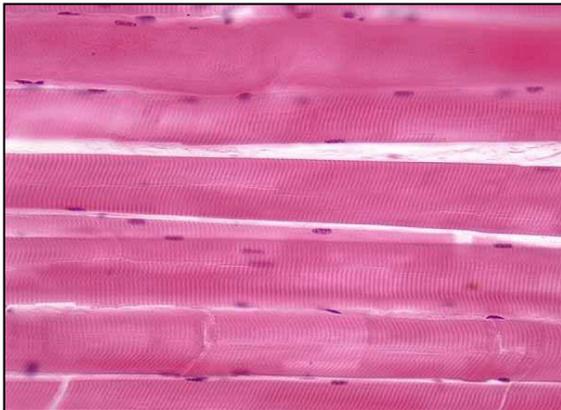
2.3.1 EL TEJIDO MUSCULAR LISO

El **tejido muscular liso** está formado por fibras alargadas que tienen un solo núcleo y miofibrillas de aspecto homogéneo. Es el que forma el sistema muscular de los invertebrados y la musculatura de las vísceras y los órganos internos en los vertebrados. Su contracción es lenta, involuntaria y prolongada.



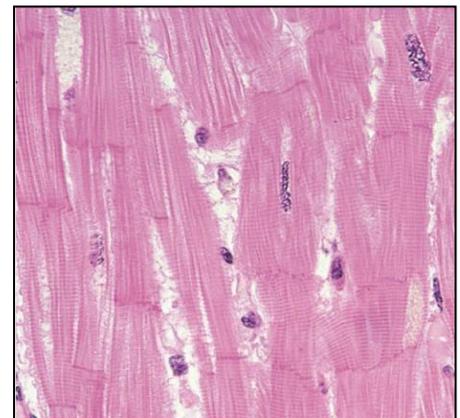
2.3.2 EL TEJIDO MUSCULAR ESTRIADO

El **tejido muscular estriado** forma los músculos esqueléticos de animales superiores. Su contracción es rápida, voluntaria e intensa, aunque relativamente breve. Consta de fibras multinucleadas que poseen miofibrillas con bandas transversales (claras de actina y oscuras de miosina), en que se repite con una unidad denominada **sarcómero**. Las fibrillas de actina y miosina están intercaladas de tal modo que se deslizan entre sí, lo que permite el acortamiento y alargamiento del sarcómero.



2.3.3 EL TEJIDO MUSCULAR CARDIACO

El **tejido muscular cardiaco** está formado por unas fibras estrelladas y mononucleadas que se unen entre sí por los discos intercalares y así formar una red que transmite impulsos eléctricos similares a los nerviosos. Constituyen el miocardio (tejido muscular del corazón) y son de contracción rápida e involuntaria.

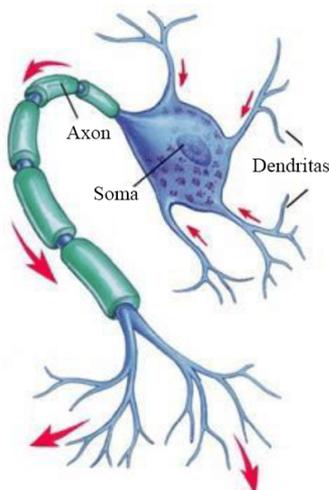


2.4 EL TEJIDO NERVIOSO

Es el tejido integrante del sistema nervioso y en él se distinguen dos tipos de células: las neuronas y la neuroglia.

Las **neuronas** son células nerviosas especializadas

en la transmisión del impulso nervioso. Poseen tres partes:

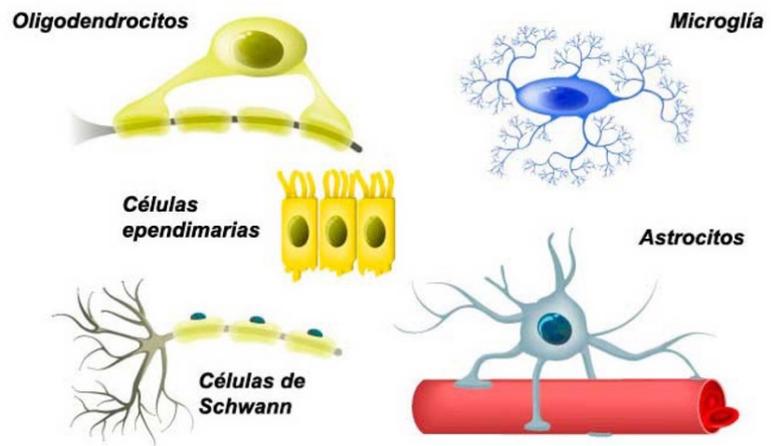


- **Soma** o cuerpo celular. Contiene el núcleo y buena parte del citoplasma con los orgánulos.
- Las **dendritas** son ramificaciones cortas y numerosas que reciben el impulso nervioso de otras neuronas.
- El **axón** es una prolongación alargada que se ramifica en su extremo para terminar en los botones terminales. Éstos se encargan de transmitir los impulsos nerviosos a las dendritas de otras neuronas a las que está conectada mediante un mecanismo denominado sinapsis.

Los cuerpos celulares se reúnen en ganglios o en los órganos del sistema nervioso central, mientras que los axones (fibras nerviosas) se reúnen para formar los nervios.

La **neuroglía** es el conjunto de las células auxiliares o acompañantes de las neuronas, cumpliendo funciones variadas como nutrición, defensa y aislamiento. Son los siguientes:

- Los **astrocitos** tienen forma estrellada y se encargan de la nutrición de las neuronas.
- Las células de la **microglía** tienen una función defensiva gracias a su actividad fagocítica.
- Los **oligodendrocitos** y las **células de Schwann** rodean al axón y generan vainas de mielina aislantes.
- Las **células endodimarias** producen el líquido cefalorraquídeo.



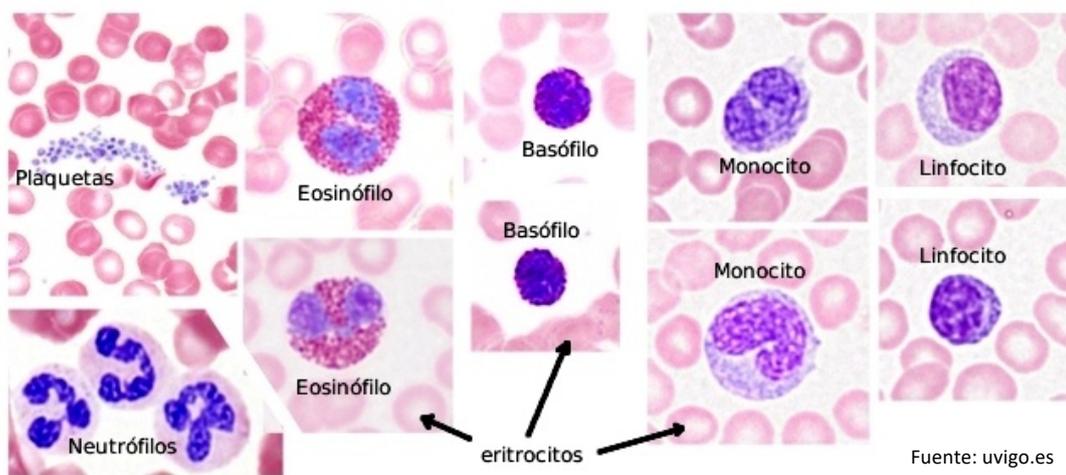
2.5 EL MEDIO INTERNO

Se denomina así al conjunto de humores (líquidos) que rellenan las cavidades internas. Su función es la de comunicar todos los tejidos y mantener la homeostasis (conjunto de procesos que llevan al equilibrio de parámetros como temperatura, pH, salinidad, etc).

Los líquidos extracelulares que conforman el medio interno son la **sangre**, la **linfa**, el **plasma intersticial** y los **líquidos cefalorraquídeo, pleural y sinovial**.

La sangre y la linfa se consideran **tejidos conectivos líquidos**, pues se componen de un plasma en que flotan células de diferentes tipologías. Sus componentes son:

1. El **plasma**: un líquido acuoso con sales minerales, gases disueltos, nutrientes, hormonas, productos de desecho y proteínas (albúminas, globulinas y fibrinógeno). Dado que intercambian componentes, su composición es similar a la de todos los líquidos del medio interno.
2. Las **células**, procedentes de la **médula ósea roja**, en donde hay células pluripotentes. Son de dos tipos:
 - **Linfoides**: **linfocitos T** (de dos tipos: reguladores y citotóxicos) y **linfocitos B** (las células que sintetizan anticuerpos).
 - **Mieloides**: **eritrocitos**, **leucocitos granulocitos** (de tres tipos: neutrófilos, basófilos y eosinófilos), **plaquetas** y **monocitos** (células que se convierten en macrófagos al pasar al líquido intersticial del tejido conjuntivo).

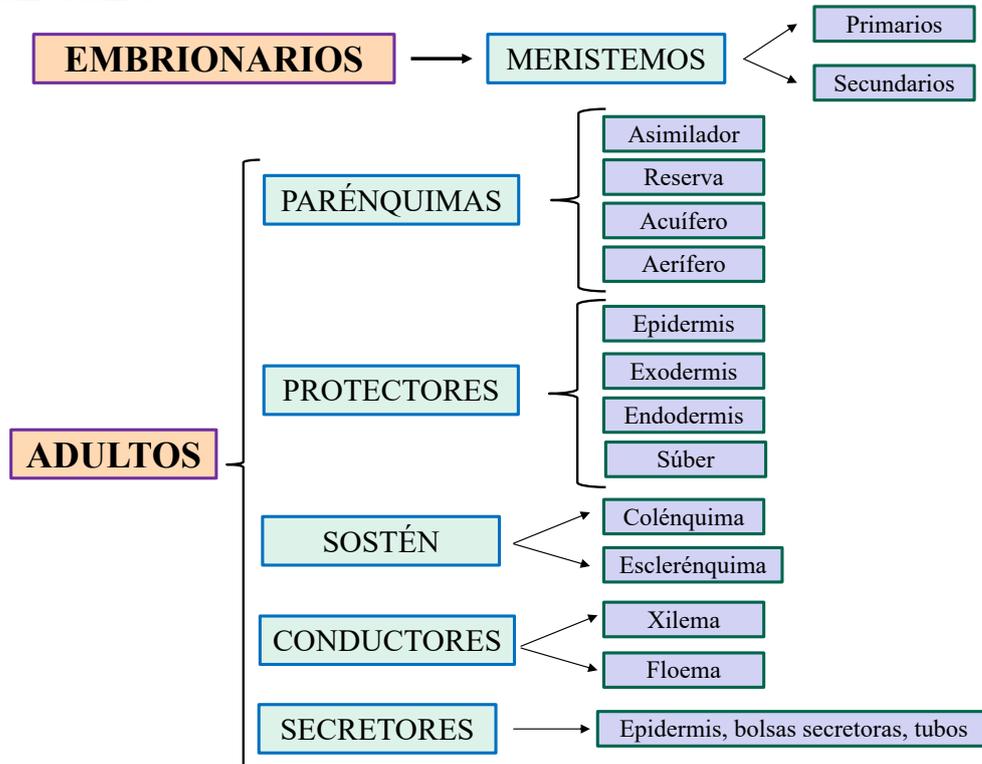


Fuente: uvigo.es

3- LOS TEJIDOS VEGETALES

Las plantas tienen la capacidad de mantener células embrionarias indiferenciadas durante toda su vida, algo que les permite el crecimiento continuo. Esto hace que sus tejidos se dividan en dos grandes grupos: los **meristemos** indiferenciados que son responsables del crecimiento de la planta y los **tejidos adultos**, ya diferenciados en una función determinada.

A falta de un medio interno como poseen los animales, las células vegetales se comunican entre sí a través de unas comunicaciones citoplasmáticas denominadas **plasmodesmos**.

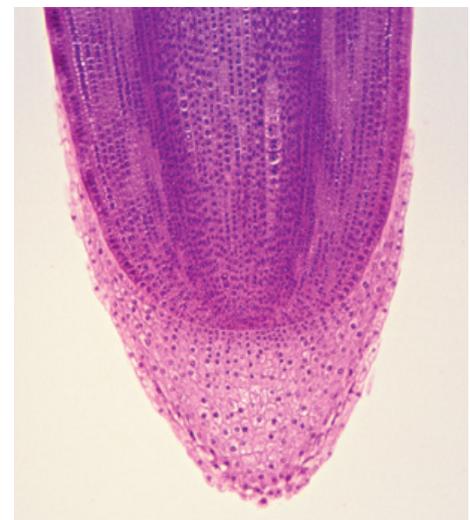


3.1- LOS MERISTEMOS

Los meristemos son los tejidos encargados del crecimiento de la planta, pues se componen de células desdiferenciadas que mantienen su capacidad de división durante toda la vida de la planta. Éstas son pequeñas, redondeadas y con núcleo grande. Existen dos tipos de meristemos: los primarios y los secundarios.

Los meristemos **primarios** o apicales están formados por células que derivan directamente del embrión y son los responsables del crecimiento en longitud de la planta. Se encuentran en las **yemas** del tallo (la apical y la de las ramificaciones, ambas cubiertas por brácteas) y los en los **ápices** de la raíz (protegidas por la **cofia o pilorriza**).

Los meristemos **secundarios** o laterales se forman a partir de células adultas (generalmente parenquimáticas) que se desdiferencian y recuperan la capacidad de división. Se encuentran intercalados entre tejidos como el **cambium**, presente en el interior de tallo y la raíz, y el **felógeno**, ubicado en la zona cortical del tallo. La función de los meristemos secundarios es el crecimiento en grosor de plantas leñosas.

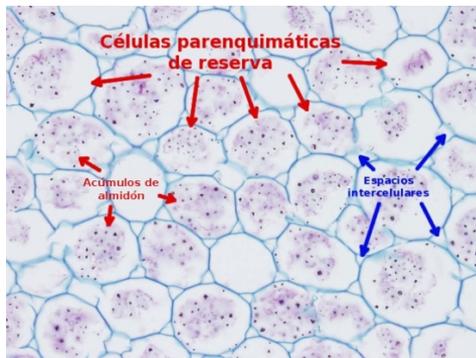


Ápice radicular con su meristemo primario

3.2- LOS PARÉNQUIMAS

Los tejidos parenquimáticos son los mayoritarios en la planta, ocupando los espacios entre los demás tejidos. Sus células son grandes, de forma redondeada, con una pared delgada y dejan espacios entre ellas. Se especializan en varias funciones entre las que destacan las siguientes:

1. El parénquima **fotosintético o asimilador** tienen función fotosintética y está presente en las partes verdes de los tallos y las hojas. Por tanto, sus células tienen un alto número de cloroplastos.
2. El parénquima **de reserva** tiene células con un elevado número de amiloplastos, puesto que es un tejido que acumula sustancias de reserva (almidón, disacáridos y aceites). Se encuentra en las zonas medulares de tallos y raíces, en órganos de reserva (tubérculos, bulbos, semillas) y en frutos comestibles.
3. El parénquima **acuífero** almacena agua en sus espacios intercelulares y en las vacuolas de sus células. Presente en tallos de plantas suculentas y en frutos carnosos.
4. Los espacios del parénquima **aerífero** están rellenos de aire para facilitar la flotación y la conducción de gases. Se encuentra en plantas acuáticas.



Parénquima de reserva

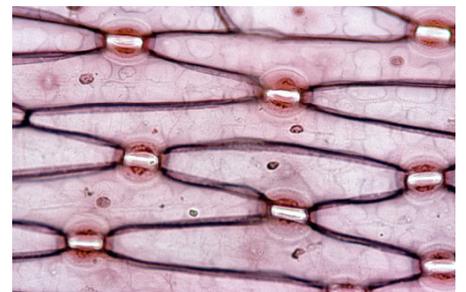


Parénquima clorofílico de la hoja en empalizada (1) y lagunar (2)

3.3- LOS TEJIDOS PROTECTORES

Como dice su nombre, proporcionan protección mecánica, térmica o hídrica a la planta. Recubren la superficie de la planta y no existen espacios intercelulares. Los más representativos son los siguientes:

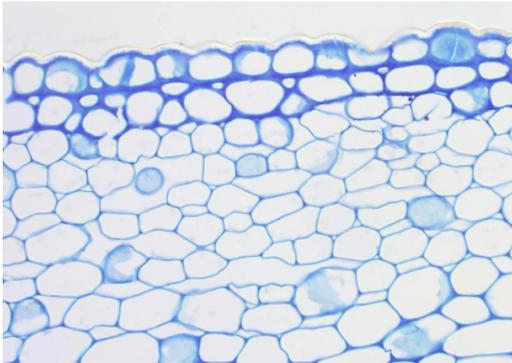
1. La **epidermis** está formada por una monocapa de células vivas con una pared celular impregnada con **cutina** (un impermeabilizante). Una excepción sería la epidermis radicular joven (rizodermis), que absorbe agua y sales a través de unas prolongaciones que son **pelos radiculares**. En las hojas, la epidermis se acompaña de estructuras específicas como los **estomas** (para el intercambio gaseoso) y los **pelos**.
2. La **exodermis** sustituye a la epidermis de raíces y tallos después del primer año. Se componen de varias capas de células suberificadas.
3. La **endodermis** es el tejido interno que separa la corteza de la médula en la raíz y en el tallo.
4. El **súber** o corcho está formado por varias capas de células muertas llenas de aire con sus paredes impregnadas en **suberina**. Tiene función impermeabilizante, como aislante térmico y de defensa ante parásitos. Presenta unos orificios llamados lenticelas para favorecer la respiración.



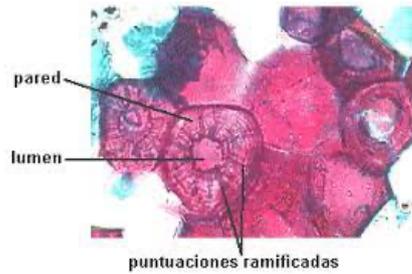
3.4- LOS TEJIDOS DE SOSTÉN

Se encargan de dar consistencia y rigidez a la planta. Sus células tienen la pared más o menos engrosada con celulosa y reforzada con lignina. Se distinguen dos tejidos:

1. El **colénquima** contiene células vivas con la pared parcialmente engrosada con celulosa en algunos puntos. Confiere resistencia a tallos herbáceos o partes jóvenes de la planta.
2. El **esclerénquima** está formado por células muertas con paredes muy engrosadas con **lignina**. Se encuentra en aquellas partes de la planta que han finalizado el crecimiento como los tallos leñosos o los huesos de frutos. Se distinguen dos tipos de células: las **esclereidas** redondeadas y las **fibras** alargadas con extremos puntiagudos.



Colénquima



Esclereidas

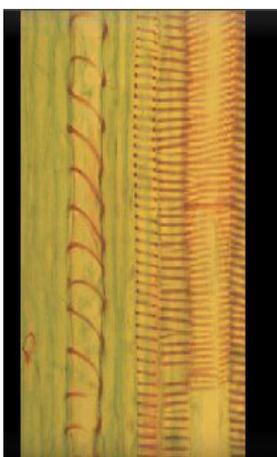


Fibras de esclerénquima

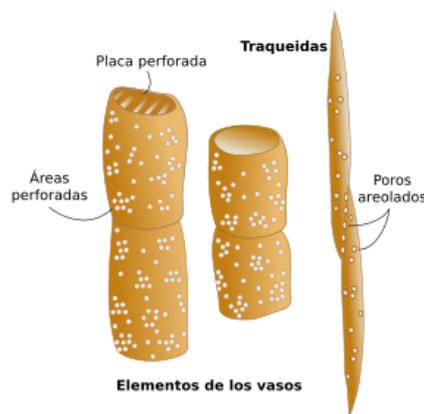
3.5- LOS TEJIDOS CONDUCTORES

Están formados por células cilíndricas alargadas que se unen para formar largos tubos de calibre microscópico. A través de estos tubos se conduce la savia y existen de dos tipos: el xilema y el floema.

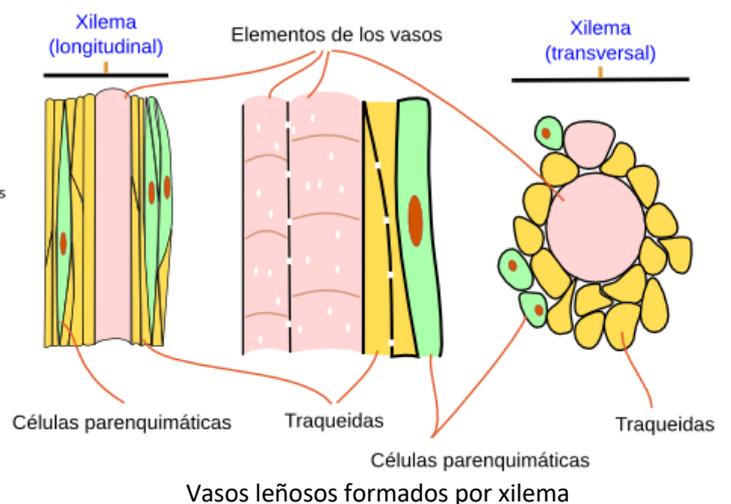
El **xilema** o leño consta de células de forma cilíndrica que están muertas porque ha desaparecido el citoplasma, por lo que únicamente quedan sus paredes. Éstas están impregnadas de lignina, sustancia que les confiere la dureza y rigidez suficiente como para que el hueco central permanezca abierto. Hay dos tipos de células: las **traqueidas** (alargadas y presentes en gimnospermas) y las **tráqueas** (más cortas y anchas, presentes en angiospermas). Las primeras se conectan de forma lateral mediante punteaduras, mientras que, en las tráqueas, los tabiques de separación han desaparecido y se unen entre sí en filas longitudinales para dar lugar a largos tubos huecos que forman los **vasos leñosos**, que transportan la savia bruta (agua y sales) de la raíz a las hojas.



Tráqueas con la pared engrosada con lignina

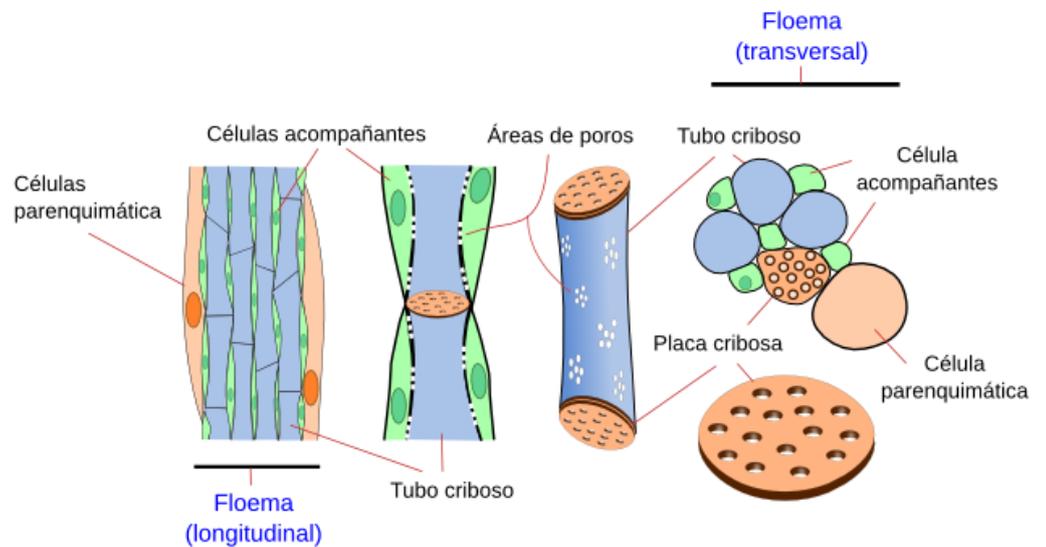


Tráqueas (elementos de los vasos) y traqueidas



Vasos leñosos formados por xilema

El **floema** o líber está formado por células vivas alargadas y separadas por tabiques transversales oblicuos perforados a los que se denominan placas cribosas. Forma los **vasos liberianos** o **cribosos** que transportan la savia elaborada (agua, sacarosa y componentes orgánicos) al resto de la planta.



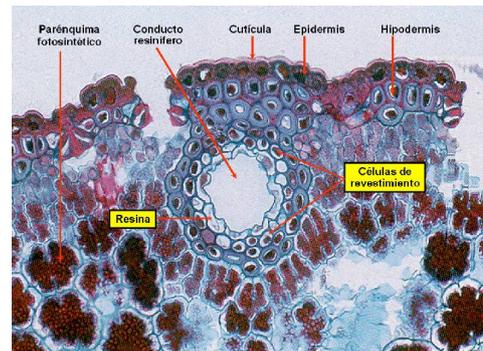
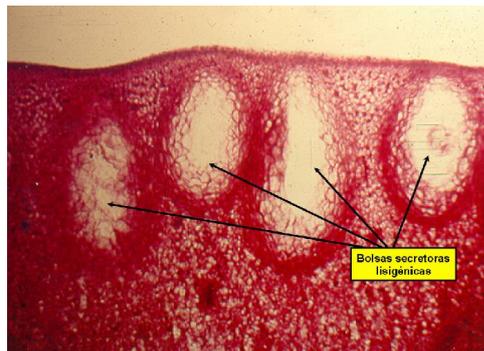
Vasos liberianos formados por floema

Célula cribosa con su placa en el extremo superior

3.6- LOS TEJIDOS SECRETORES

Los tejidos secretores o glandulares están formados por células que segregan o acumulan sustancias (esencias, gomas, resinas), que suelen ser productos de desecho de las plantas. Los más destacables serían los siguientes:

- La **epidermis glandular** es una modificación de la epidermis que produce y vierte sustancias mediante células secretoras o tricomas (apéndices a modo de pelos). Muchos producen sustancias aromáticas (romero, tomillo, pétalos de flores), aunque algunos tienen funciones defensivas como los pelos urticantes.
- Los **nectarios** son glándulas presentes en las flores que elaboran y acumulan el néctar, una sustancia azucarada que procede de la sacarosa que transporta el floema.
- Las **bolsas lisígenas secretoras** se encuentran en el parénquima y acumulan esencias que se liberan al romperse, como pasa en la corteza de los cítricos.
- Los **tubos resiníferos** producen la resina de las coníferas, sustancia que protege a la planta de insectos y agentes infecciosos. Los tubos **laticíferos**, en cambio, producen látex.



4- LA ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL EN LOS ANIMALES

Los animales alcanzan distintos grados de complejidad, lo que requiere una división y una especialización del trabajo. De este modo, varios tejidos se asocian para formar una estructura que se encarga de una determinada función y que se denomina **órgano**.

Los órganos se asocian anatómicamente y fisiológicamente en entidades mayores que son los **aparatos** y los **sistemas**, ampliamente desarrollados en los animales vertebrados.

Los **sistemas** están formados por órganos constituidos por el mismo tejido:

SISTEMA	TEJIDO	ÓRGANOS	FUNCIÓN
NERVIOSO	Nervioso	Encéfalo, médula espinal, nervios.	Interpreta la información del medio, coordina funciones y elabora respuestas.
ENDOCRINO	Epitelial glandular	Glándulas endocrinas	Coordinación hormonal.
ESQUELÉTICO	Óseo	Huesos	Parte pasiva del aparato locomotor, protección y reserva de Ca.
MUSCULAR	Muscular estriado	Músculos esqueléticos	Parte activa del aparato locomotor.
INMUNOLÓGICO	Sanguíneo linfoide	Bazo, ganglios linfáticos, médula ósea.	Protección del organismo frente a organismos patógenos y sustancias extrañas.
TEGUMENTARIO	Epitelial	Piel, escamas, plumas y pelos.	Barrera defensiva ante infecciones, mantenimiento de la homeostasis y recepción de estímulos externos.

Los **aparatos** están formados por órganos de distintos tejidos, que coordinan sus funciones para dar una función más general.

APARATO	ÓRGANOS	FUNCIÓN
DIGESTIVO	Tubo digestivo y glándulas anejas.	Extracción de los nutrientes de los alimentos.
RESPIRATORIO	Vías respiratorias, pulmones y sus músculos asociados.	Intercambio de gases con la sangre.
CIRCULATORIO	Corazón, vasos (sanguíneos y linfáticos) y fluidos (sangre y linfa).	Distribuye los nutrientes y gases y recoge los desechos. También colabora en el mantenimiento de la homeostasis.
EXCRETOR	Riñones y vías urinarias. También diversas glándulas excretoras.	Eliminación de sustancias de desecho metabólico y mantenimiento del equilibrio hídrico.
LOCOMOTOR	Huesos del esqueleto y músculos del sistema muscular.	Locomoción y movimientos voluntarios del organismo.
REPRODUCTOR	Gónadas, vías genitales y genitales externos.	Producción de gametos (óvulos y espermatozoides). Protección y alimentación del embrión.

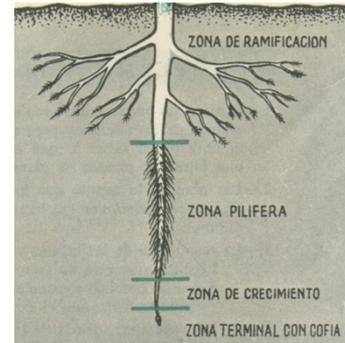
5- LA ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL EN LOS VEGETALES

Las plantas vasculares (pteridofitas y espermatófitas) tienen una estructura cormofítica, en que los tejidos se especializan y se asocian para formar estructuras (**órganos**) que están diferenciados anatómicamente y fisiológicamente. Estos órganos están diferenciados en dos polos opuestos que son el vástago aéreo y orientado hacia la luz (con el tallo y las hojas) y la parte subterránea formada por la raíz y algunos tallos subterráneos.

5.1 LA RAÍZ

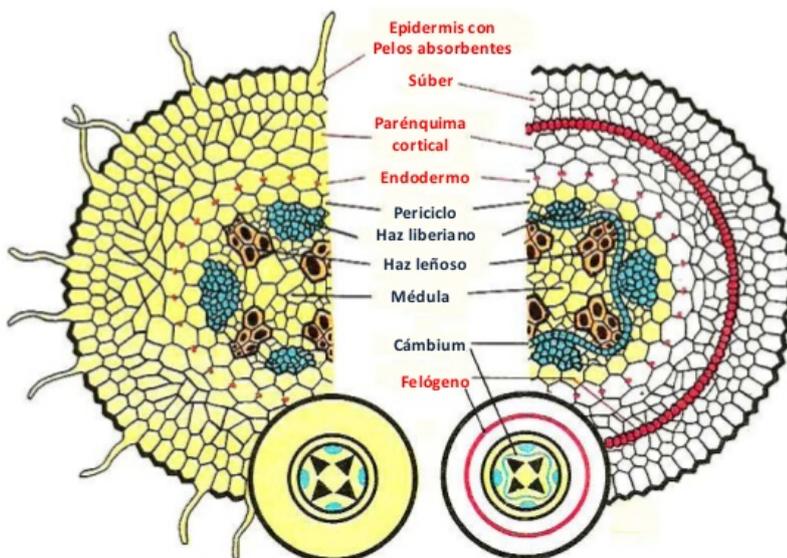
La raíz es el órgano subterráneo que fija la planta al suelo. También se encarga de absorber agua y sales minerales y a veces acumula sustancias de reserva. Se distinguen cuatro zonas:

- **Ápice:** meristemo primario protegido por la cofia.
- **Zona de crecimiento:** zona donde el meristemo se transforma en un parénquima.
- **Zona pilífera o de absorción,** con gran número de **pelos radicales**.
- **Zona de ramificación** con raíces secundarias.



En cuanto a la estructuración interna, la raíz presenta distintas capas de tejidos organizados de la siguiente manera:

1. La **estructura primaria** está presente en las Pteridofitas, las Gimnospermas, las Dicotiledóneas menores de un año y las Monocotiledóneas. Constan de las siguientes capas tisulares:
 - **Cilindro cortical:** rizodermis (sin cutícula ni estomas), parénquima cortical de reserva y endodermis con la banda de Caspary (células suberificadas).
 - **Cilindro central:** periciclo (meristemo), haces libero-leñosos (vasos con xilema y floema) y parénquima medular.



Sección de una raíz mostrando su estructura primaria (izquierda) y secundaria (derecha). En los círculos va el esquema.

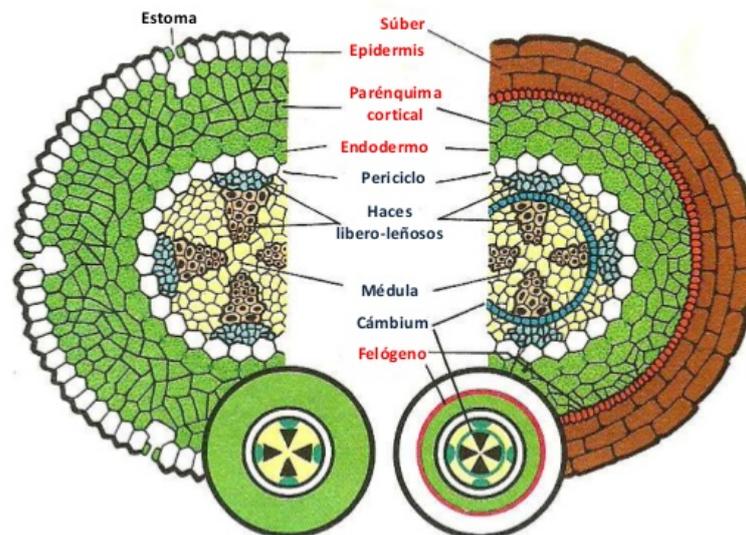
2. La **estructura secundaria** se encuentra en Gimnospermas y Dicotiledóneas que sean mayores de un año. Aparecen dos meristemas secundarios: el **felógeno** (que forma la exodermis suberificada hacia fuera y felodermis hacia dentro) y el **cambium** (que forma los haces vasculares con el floema hacia fuera y xilema hacia dentro).

5.2 EL TALLO

El tallo es una estructura aérea que puede tener ramificaciones. Su función es sostener a la planta y realizar el transporte de la savia. Presenta a lo largo de su longitud **nudos** (lugares donde se insertan ramas y hojas), **entrenudos** y **yemas** responsables del crecimiento (axilares o apicales).

La estructuración interna es similar a la de la raíz, con una disposición en capas concéntricas de los distintos tejidos.

1. La estructura **primaria** presenta un cilindro cortical con epidermis (monocapa con estomas), parénquima cortical (de reserva o asimilador) y endodermis (capa que separa corteza de médula). El cilindro central consta del periciclo, los haces libero-leñosos (de floema y xilema) y parénquima medular de reserva con fibras de esclerénquima.
2. La estructura **secundaria** no tiene epidermis, que ha sido sustituida por el súber pluriestratificado. Tiene los mismos meristemos secundarios: el **felógeno** (forma súber hacia fuera y felodermis hacia dentro) y el **cambium** (floema hacia fuera y xilema hacia dentro).

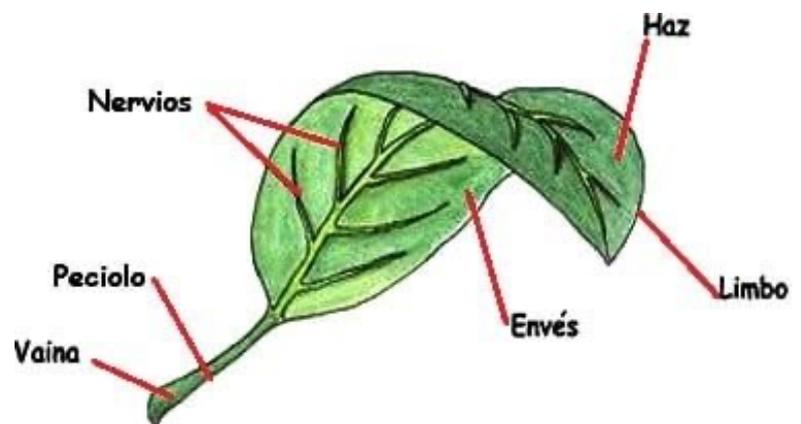


Sección de un tallo mostrando su estructura primaria (izquierda) y secundaria (derecha). En los círculos va el esquema.

5.3 LAS HOJAS

Las hojas son órganos planos de función fotosintética. Se definen dos partes:

- El **Limbo**, que es la parte laminar, recorrida por los nervios (haces vasculares) y con dos caras: el **haz** y el **envés**. Puede ser simple o compuesto, si se divide en varios folíolos.
- El **Pecíolo**, pedicelo que une el limbo al tallo o la rama.



En cuanto a la estructura histológica interna, una hoja está formada por los siguientes tejidos (de haz a envés):

1. **Epidermis** del haz, sin clorofila y cubierta de una cutícula impermeabilizante.
2. **Parénquima** clorofílico en empalizada.
3. **Parénquima** clorofílico lagunar con unos huecos (meatos) que se comunican con las cámaras subestomáticas.
4. **Nerviaciones** de las hojas con haces libero/leñosos.
5. **Epidermis** del envés con estomas, estructuras encargadas del intercambio gaseoso.

