

BIOLOGÍA Y  
GEOLOGÍA 1º DE  
BACHILLERATO

## Nutrición vegetal y animal



IES Sierra de San Quílez  
(Binéfar-Huesca)

## TEMA 9.1- NUTRICIÓN VEGETAL

Si contemplamos cualquier vegetal podemos comprobar que casi todos sus órganos están implicados en su aprovisionamiento de materia y energía, lo que solemos llamar nutrición. Y es que, si exceptuamos flores y frutos, implicados en la reproducción, todo el resto de su anatomía (raíz, tallo, hojas, etc) son claves en alguna de las etapas de su nutrición.

La nutrición en las plantas comprende una serie de operaciones:

-absorción de agua y sales minerales, formación de savia bruta.

-transporte de savia bruta hacia las hojas

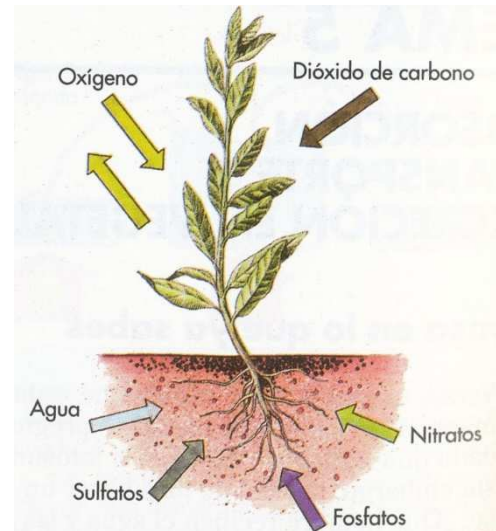
-absorción de CO<sub>2</sub> y luz en las hojas

-Realización de la fotosíntesis.

-liberación de O<sub>2</sub> y formación de la savia elaborada

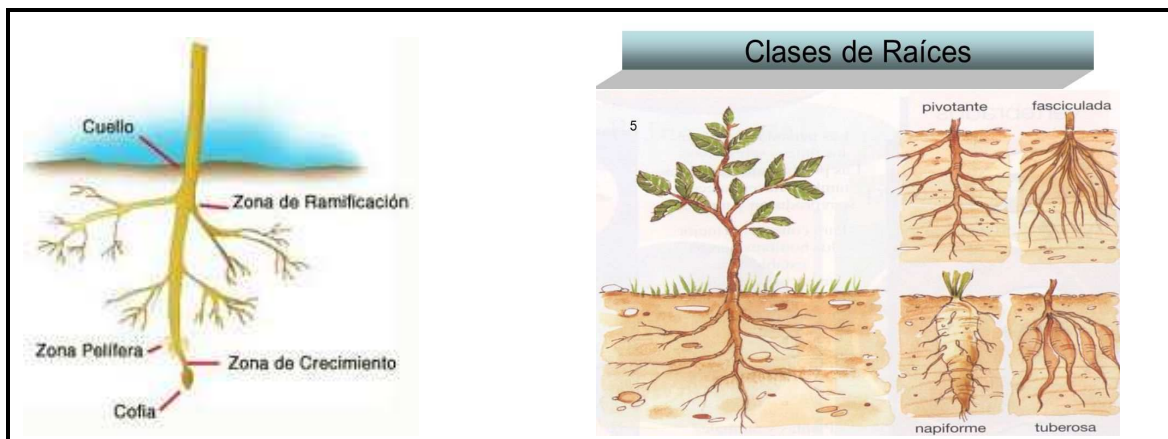
-transporte de la savia elaborada por toda la planta (reparto de nutrientes orgánicos)

-Excreción: liberación de algunas sustancias de desecho



### 1. La raíz y la absorción de nutrientes.

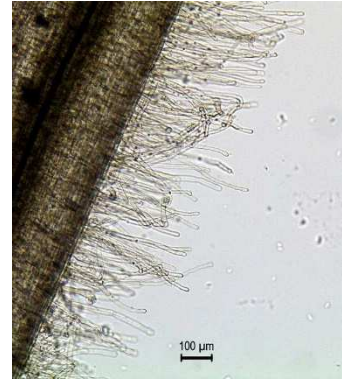
Las raíces tienen muchas funciones tales como sostener la planta y anclarla al terreno, almacenar nutrientes... pero sin duda el principal cometido de la raíz es asegurar la entrada de agua y sales minerales formando así la savia bruta.



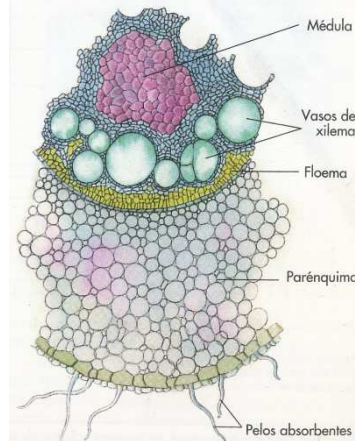
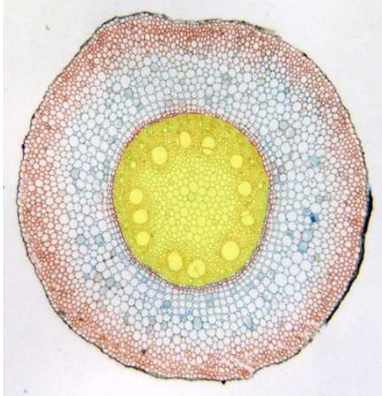
### La entrada de agua

El agua se encuentra en el suelo, y desde allí se incorpora a la planta por las raíces, a través de los pelos radicales o absorbentes.

Los pelos radicales son una evaginación de las células epidérmicas de la raíz que aumentan la superficie de contacto entre la planta y el suelo. Están cubiertos, además, por una capa mucilaginosa que los hace viscosos y permite una mejor adherencia a las partículas del suelo.



La entrada de agua se efectúa por ósmosis, ya que la concentración de solutos en el interior de las células de los pelos radicales, y de la raíz en general, es mayor que en el suelo, lo que provoca un movimiento del agua hacia el interior de las raíces.

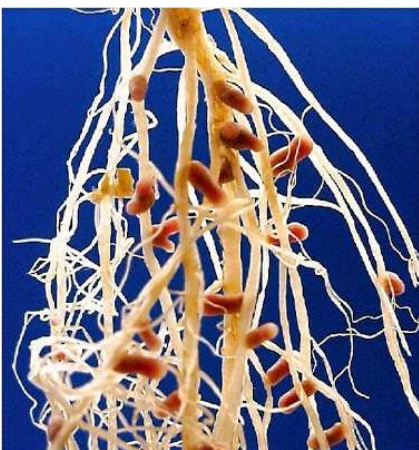


### Entrada de las sales

#### minerales

Las sales minerales entran a través de las raíces, y son absorbidas en forma iónica disueltas en agua.

Las necesidades de sales varían de unas especies a otras, pero todas precisan de  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  y  $PO_4^{3-}$



En la mayoría de los árboles forestales (encinas, robles, abedules, pino, ...) y en otras muchas plantas comunes (cereales, cítricos ...), las raíces están asociadas con hongos formando micorrizas, que favorecen la absorción de nutrientes en raíces con pocos pelos radicales.

En otros casos hay asociaciones de plantas con bacterias (bacteriorrizas). Uno de los casos más estudiados es el género *Rhizobium*, que vive en las raíces de las leguminosas (familia de las habas y guisantes) y que son capaces de captar el nitrógeno atmosférico. Las bacterias forman nódulos en la zona de absorción de las raíces y proporcionan el nitrógeno necesario para sintetizar aminoácidos a las plantas.

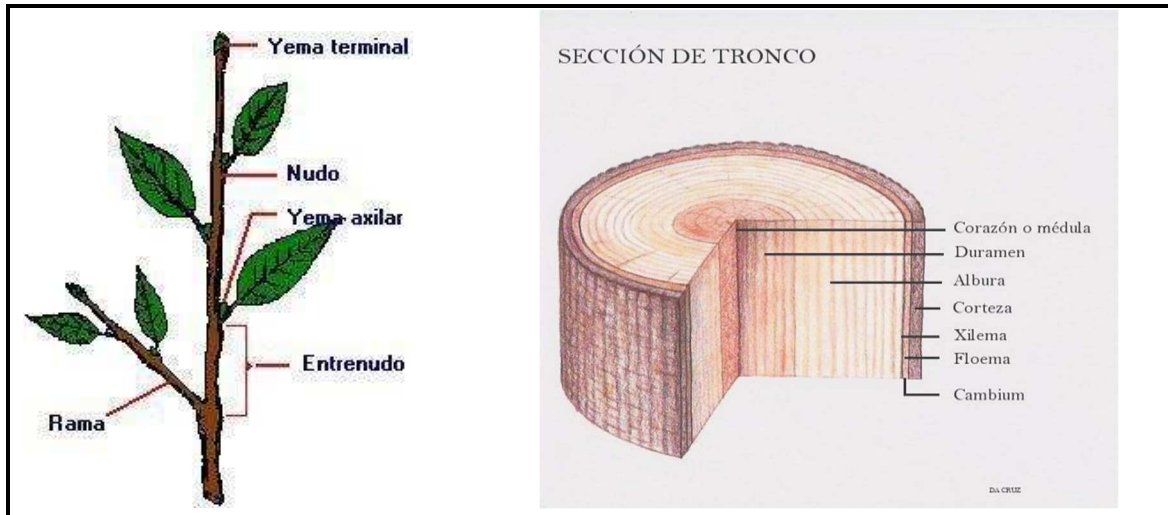


## 2- El tallo y el transporte de la savia bruta

El tallo de las plantas tiene como funciones el sostenimiento de las estructuras fotosintetizadoras, el crecimiento de la planta hacia las fuentes de luz y la reserva de nutrientes y agua. Pero, sobre todo, el tallo sirve para conducir savias:

-La savia bruta en sentido ascendente a través de los vasos leñosos o xilema.

-La savia elaborada en sentido generalmente descendente a través de los vasos liberianos o floema.



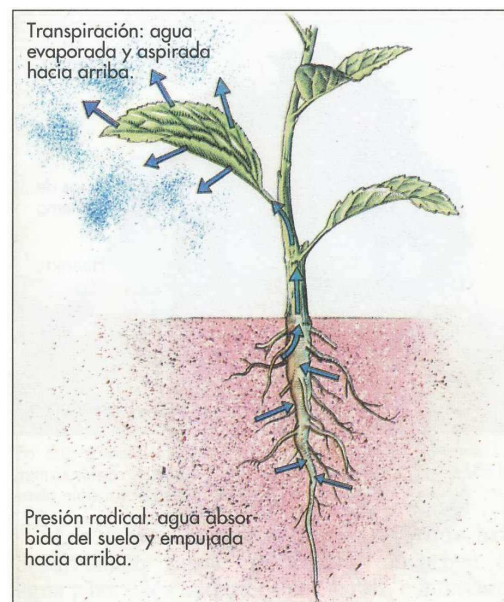
La savia bruta, formada por el agua y las sales minerales disueltas en ella, asciende desde las raíces hasta las hojas a través de un sistema de vasos conductores denominado xilema.

Las plantas no presentan ningún órgano propulsor equivalente al corazón animal, por lo que el ascenso de la savia bruta se debe a varios fenómenos físicos relacionados entre sí.

A- Un primer proceso que contribuye al ascenso del agua a lo largo de la planta sería la presión radicular, es decir, suponer que el agua absorbida por las raíces empuja hacia arriba al contenido del xilema.

B- Otro mecanismo es la capilaridad. El agua tiene tendencia a pegarse a las paredes de los conductos debido a su naturaleza polar. Y, si estos son lo suficientemente finos, el ascenso capilar puede hacer ascender la columna de agua incluso algunos decímetros.

C- Las soluciones anteriores serían válidas para plantas herbáceas o arbustivas de pequeño tamaño. Sin embargo, no podrían en

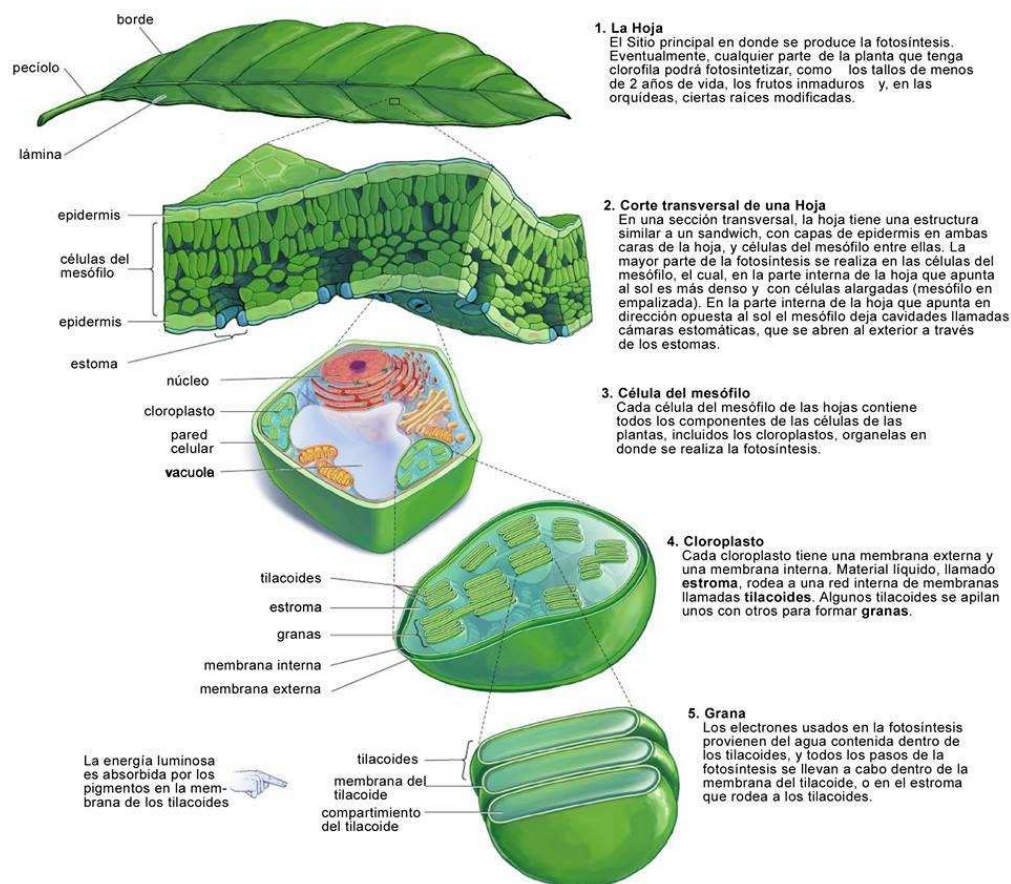


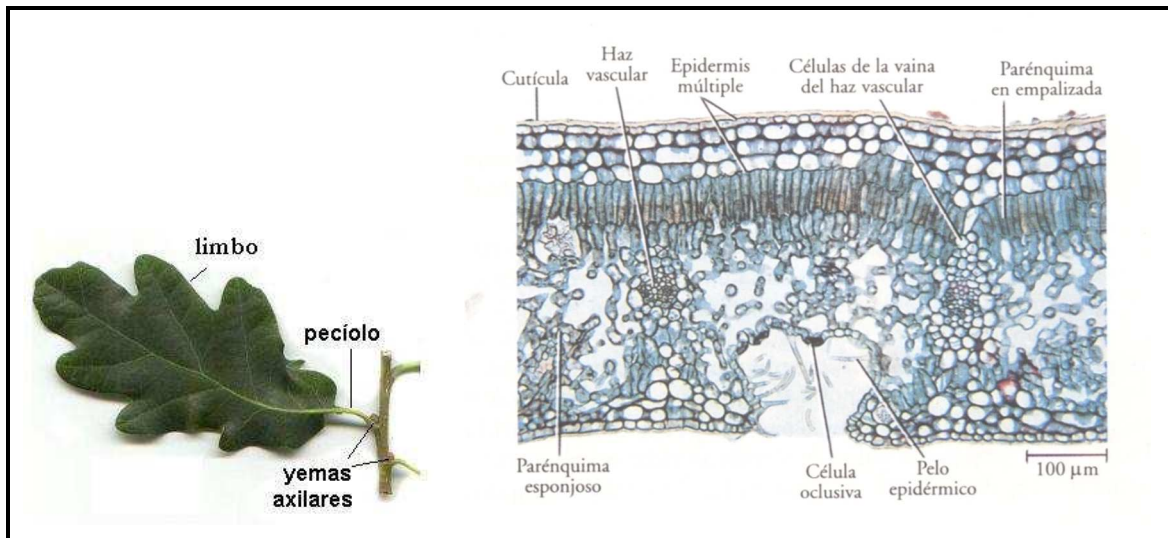
absoluto hacer subir la savia decenas de metros tal y como sucede en cualquier árbol. Tal proeza sólo puede ser explicada con el mecanismo de tensión-cohesión o, simplemente, transpiración. De acuerdo con ella, el agua forma una columna continua desde la raíz hasta las hojas, a lo largo del xilema. Cuando las moléculas de agua se evaporan en las hojas, la tensión necesaria para arrancarlas de esta columna "tira" del resto de las moléculas de agua, arrastrándolas hacia arriba. Las fuerzas de cohesión entre las moléculas son suficientes como para mantener su integridad, de forma que por cada molécula que se evapora en la hoja, hay una molécula que pasa desde las células de la raíz al xilema y que puede ser transportada hacia las partes altas de la planta. Así, las hojas al transpirar, actúan como una bomba aspirante.

Ahora bien, la transpiración puede tener un efecto perjudicial, la pérdida de agua puede ser tan acusada que la planta se desequie y muera. Esto sucede en los climas muy áridos, donde la humedad de aire es muy baja, por lo que las plantas evitan abrir los estomas durante el día, tienen pocos estomas en las hojas o incluso las hojas se reducen a espinas (como los cactus).

### 3- La hoja: fotosíntesis e intercambio de gases

Las hojas tienen varias funciones importantísimas como la realización de la fotosíntesis, el intercambio de gases y la transpiración para que pueda ascender la savia bruta.



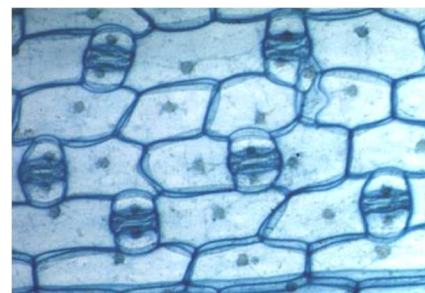


#### A- La fotosíntesis

Gracias a la energía que aporta la luz durante la fotosíntesis se produce la transformación de la materia inorgánica simple en biomoléculas orgánicas. En este proceso, que tiene lugar en los cloroplastos, la energía luminosa se transforma en energía química estable, quedando almacenada en los enlaces químicos de las moléculas orgánicas.

#### B- El intercambio de gases en los estomas

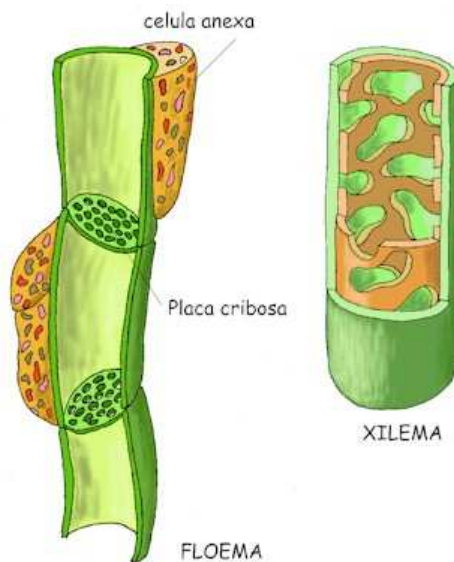
Las plantas requieren de dióxido de carbono para llevar a cabo la fotosíntesis y además, como el resto de seres aerobios, necesitan oxígeno para realizar la respiración celular; ambas moléculas las toman de la atmósfera. Cada estoma está formado por dos células oclusivas, con forma de riñón, que cuando se encuentran turgentes producen la apertura del mismo. Por el contrario, cuando dichas células se encuentran flácidas porque han perdido agua, se comprime una sobre la otra provocando el cierre del estoma. La apertura y el cierre del estoma están regidas por complejos mecanismos quimiosmóticos.



#### **4- El transporte de la savia elaborada**

Las sustancias orgánicas sintetizadas durante la fotosíntesis salen de la hoja a través del floema, hacia lugares donde se utilizan, como la zona de alargamiento de la raíz, o hacia lugares de almacenamiento como frutos, semillas y el parénquima de almacenamiento de tallos y raíces.

Los productos transportados son nutrientes (básicamente sacarosa, aminoácidos, hormonas, y vitaminas disueltos en agua) que constituyen la savia elaborada.



El proceso por el que dichos nutrientes son transportados a través de los tubos cribosos o vasos liberianos del floema recibe el nombre de translocación. La forma más sencilla de explicarlo es por medio de un mecanismo denominado flujo de presión. La hipótesis de flujo por presión supone que el desplazamiento de la savia elaborada se debe a un gradiente de presión entre la fuente y el sumidero. La fuente es una zona de elevada presión hidrostática debido a la alta concentración de azúcares, mientras que el sumidero es una zona de baja presión hidrostática debido a que su concentración de azúcares es menor. Por

ejemplo, si tomamos dos puntos de la planta, la fuente de producción será el constituido por las células fotosintetizadoras de las hojas, y el sumidero serán las células de la raíz, que consumen materia orgánica para su crecimiento. El transporte va de la fuente de producción a la de consumo.

La velocidad de circulación de la savia elaborada varía de 30 a 120 cm/h.

### 5- Excreción y secreción

Generalmente se usa el término excreción para referirse a la eliminación de sustancias de desecho producto del metabolismo celular; y se trata de sustancias inservibles, e incluso, nocivas. Las plantas carecen de verdaderos sistemas excretores, pero sí que cuentan con células secretoras en superficie.

Las estructuras secretoras tienen morfología muy diversa (unicelulares o pluricelulares) y localización variada (externos o internos), por ejemplo:

- Canales resiníferos: producen resina, ej. Pino.
- Tubos laticíferos: producen látex, ej. Higuera.
- Tricomas: con sustancias urticantes, ej. Ortiga
- Vacuolas celulares: donde se acumulan ácidos, sales (oxalatos) o aceites esenciales, ej. hojas del laurel.

### 6- Otras formas de nutrición vegetal

En ciertos casos la fotosíntesis no provee de todos los nutrientes orgánicos necesarios, por lo que se produce una nutrición parcial o totalmente heterótrofa. Son plantas que precisan de un aporte complementario de sustancias de otros seres vivos.

Existen tres tipos de plantas que responde a esta situación:



A-Plantas carnívoras

Viven en suelos pobres y necesitan consumir proteínas animales, provenientes fundamentalmente de los insectos, como fuente de nitrógeno y fósforo para compensar el déficit de sales de estos elementos en el suelo. Todas realizan la fotosíntesis, por lo que los nutrientes procedentes de los insectos son un complemento nutritivo.

B-Plantas parásitas

Carecen de clorofila, por lo que consumen moléculas orgánicas de otras plantas. Para ello se unen a ellas y emiten unas prolongaciones que actúan como órganos chupadores, denominados haustorios, para absorber savia elaborada de la planta parasitada.

C-Plantas semiparásitas

Son plantas autótrofas que no enraízan en el suelo sino sobre otras plantas de las que toman el agua y las sales minerales. Son semiparásitos porque toman la savia bruta de su hospedador, también a través de haustorios, pero fabrican su propia savia elaborada. El ejemplo típico en nuestras latitudes es el muérdago.



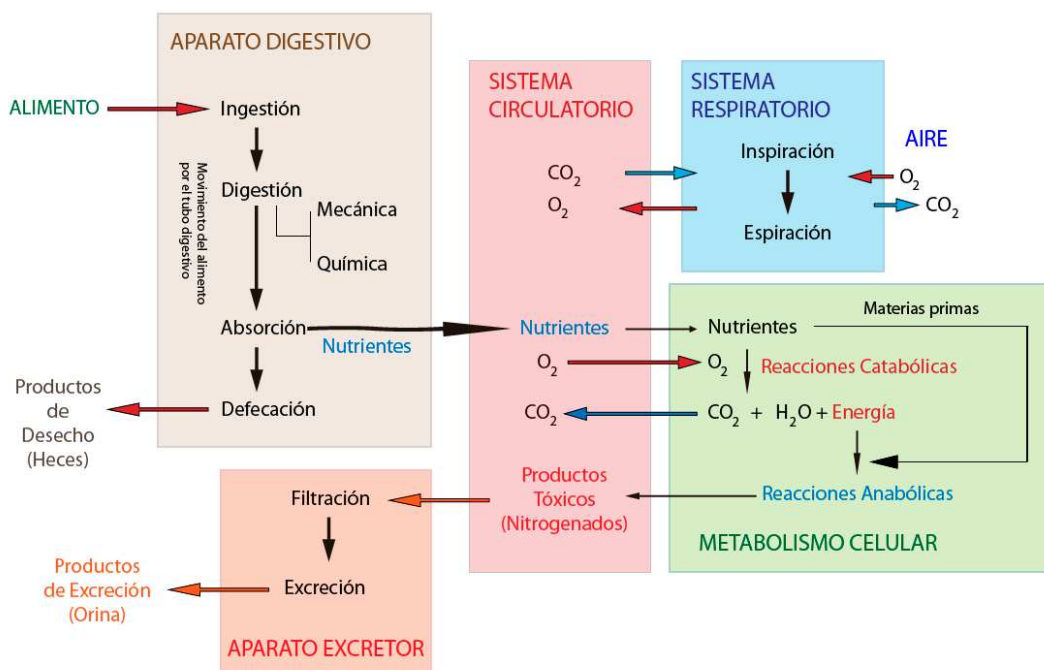


## TEMA 10.1. NUTRICIÓN ANIMAL

La nutrición es un proceso complejo, en el cual el ser vivo toma materia del medio y la utiliza para su propio beneficio, transformando esta materia y expulsando todo aquello que no aprovecha.

Los animales incorporan materia orgánica, además de inorgánica, siendo su nutrición heterótrofa. Utilizan la materia orgánica para crear estructuras corporales (crecer), reparar otras ya formadas y para obtener energía. Una vez metabolizadas y degradadas las sustancias adquiridas, son expulsadas al exterior en forma de residuos.

En este complejo proceso intervienen los sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor. En los organismos más sencillos puede faltar alguno de estos aparatos.



### 1- EL APARATO DIGESTIVO

En el proceso de nutrición, el aparato digestivo realiza todas las funciones encaminadas a la captura, ingestión, digestión, absorción y expulsión de los residuos no absorbidos. Para ello, el animal cuenta con una serie de órganos propios del aparato digestivo y otros accesorios que ayudan a completar su función.

El modelo de aparato digestivo varía según el tipo de animal que estudiemos. Sin embargo, se pueden reducir a dos modelos básicos que son el de forma de saco y el de forma de tubo. En ocasiones, como en animales endoparásitos, puede no existir aparato digestivo.

## Tipo saco

Es una estructura poco evolucionada en la que el orificio de entrada sirve también como vía de salida. Aparece en Poríferos, Cnidarios y Ctenóforos. Esta estructura aparece como deformación evolutiva de una estructura en forma de tubo, como es en el caso de muchos Equinodermos.

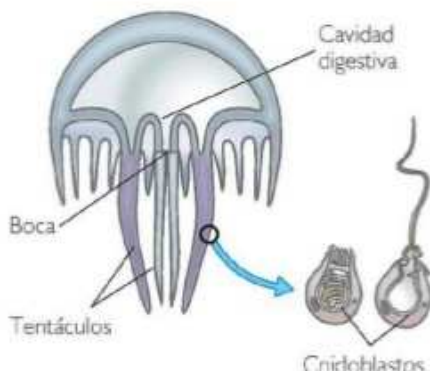
## Tipo tubo

Consiste en una estructura más o menos alargada en la que existe un orificio de entrada, llamado boca, y un orificio de salida, llamado ano. El alimento recorre el tubo en un único sentido, desde la boca hasta el ano. Pueden aparecer glándulas asociadas, cuya misión consiste en facilitar la digestión del alimento.

# Modelos de aparatos digestivos

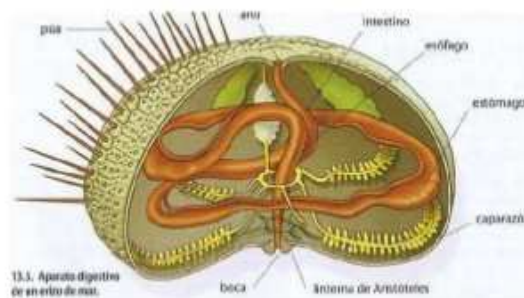
### Tipo saco

- Cavity gastrovascular



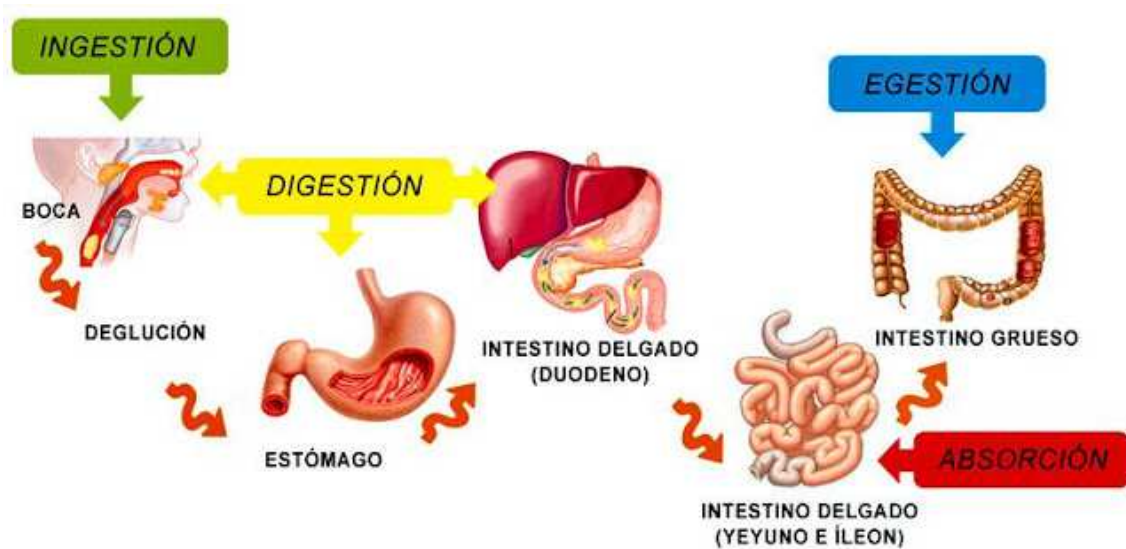
### Tipo tubo

- Tubo digestivo



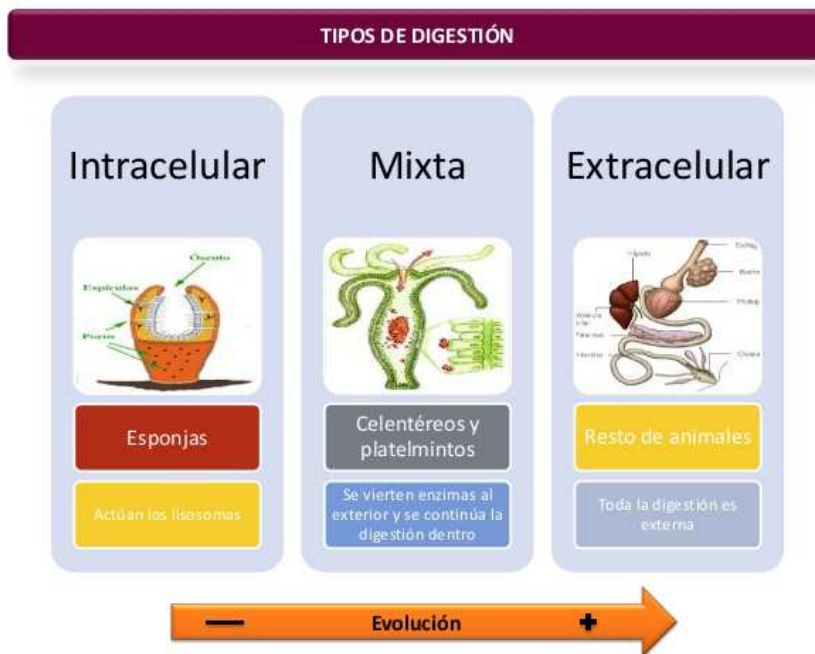
## 1.1- FASES DEL PROCESO DIGESTIVO

El aparato digestivo debe realizar una serie de actividades. Todas ellas están encaminadas a la adquisición, procesamiento e incorporación de las partículas alimenticias en el cuerpo, así como de la expulsión de todo aquello que no ha sido utilizado. Las fases del proceso digestivo son ingestión, digestión, absorción y egestión.



## A- DIGESTIÓN

A lo largo de este proceso se transforma el alimento en materia que el organismo sea capaz de absorber. La digestión del alimento se realiza por procedimientos mecánicos y químicos. En el curso de este proceso se separa la materia asimilable, como glucosa, de materia no asimilable, por ejemplo, pelos o uñas.



Existen tres tipos de digestión:

La digestión intracelular. Consiste en digerir los nutrientes dentro de la célula, utilizando las enzimas digestivas de los lisosomas. Éste es el único sistema del que disponen animales poco evolucionados para digerir su alimento.



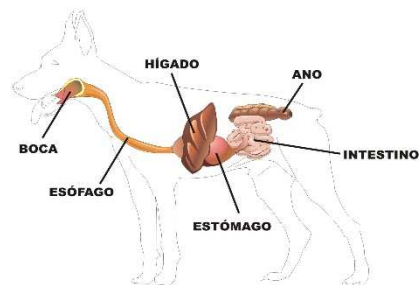
La digestión mixta. Comienza en la cavidad gastrovascular, segregando enzimas proteolíticas. Posteriormente, las sustancias nutritivas son atrapadas por las células que revisten la cavidad, mediante vesículas de endocitosis. Las macromoléculas fagocitadas sufren la digestión intracelular. Las partículas no digeridas se expulsan a través de la boca, único orificio existente.

La digestión extracelular. Es realizada por todos los vertebrados y por algunos invertebrados. Se produce en el exterior de las células, dentro del tubo digestivo. Este proceso supone la transformación del alimento en moléculas asimilables por el organismo; transformación que se consigue mediante una digestión mecánica y una digestión enzimática.

- **Digestión mecánica:** se tritura el alimento, fragmentándolo para que pueda ser atacado más fácilmente por enzimas digestivas. Algunos animales poseen pinzas que utilizan en el exterior del tubo digestivo, otros tienen pico o dientes. Algunos presentan un estómago musculoso, triturador, que comprime el alimento, machacándolo con estructuras endurecidas o, incluso, con piedras que ha tragado con antelación.
- **Digestión química (enzimática):** el alimento previamente machacado sufre el ataque de enzimas específicas. Su efecto produce moléculas más pequeñas, fácilmente asimilables.

## 2- LA RESPIRACIÓN

Los animales necesitamos energía para poder realizar todas nuestras actividades. Esta energía la obtenemos a partir de la oxidación de moléculas orgánicas en la respiración celular. Este proceso se realiza en las mitocondrias de nuestras células y necesita oxígeno para llevarse a cabo. A la vez, se desprende dióxido de carbono por la oxidación de esas moléculas orgánicas. Estos dos gases los intercambiamos con el medio que nos rodea.



para

de

### 2.1- TIPOS DE SISTEMAS DE RESPIRACIÓN

En los animales se dan distintos sistemas de respiración. Estos sistemas presentan distintos grados de complejidad, dependiendo del tipo de animal, de sus necesidades energéticas y del medio en el que vive.

Los animales diblásticos, como las esponjas, o las medusas, no desarrollan estructura respiratoria alguna, debido a que son animales sencillos, que realizan el intercambio de gases de todas sus células con el medio acuático que las rodea.

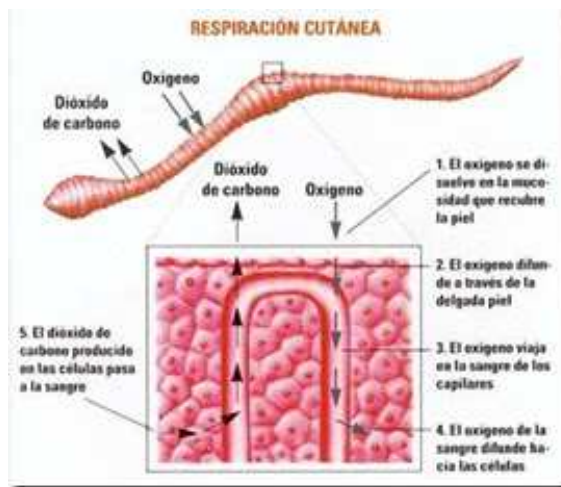
Pero la mayor parte de los animales están constituidos por un número tan elevado de células que resulta imposible que todas ellas puedan realizar el intercambio gaseoso con el medio que los rodea. Por ello, es necesaria la presencia de un sistema respiratorio que capture el oxígeno suficiente para todas las células del cuerpo, recoja el dióxido de carbono liberado y se expulse fuera del animal.

Los tipos de sistemas respiratorios que podemos encontrar entre los distintos animales son la respiración cutánea, branquial, traqueal y pulmonar.

**A-Respiración cutánea**

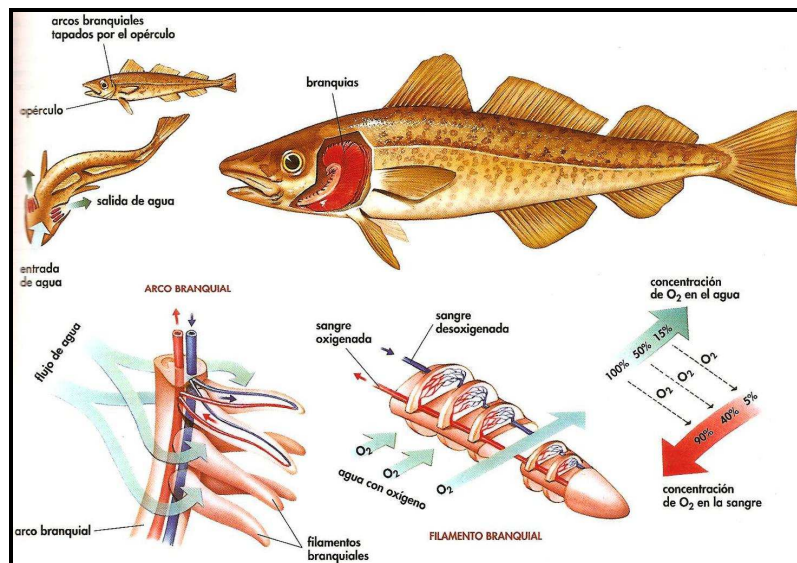
La estructura respiratoria es el tegumento corporal. La piel es la encargada de realizar el intercambio gaseoso. Para ello, la piel debe ser muy fina, estar húmeda y muy irrigada por el medio interno del animal.

Encontramos este sistema respiratorio en animales como los anélidos, algunos moluscos, y anfibios; incluso, en ciertos equinodermos. En moluscos y anfibios es necesario complementar su función con otros sistemas respiratorios.



**B- Respiración branquial**

Las estructuras respiratorias son las branquias, en forma de repliegues tegumentarios o estructuras muy finas que están muy irrigadas y envueltas por agua. Pueden ser



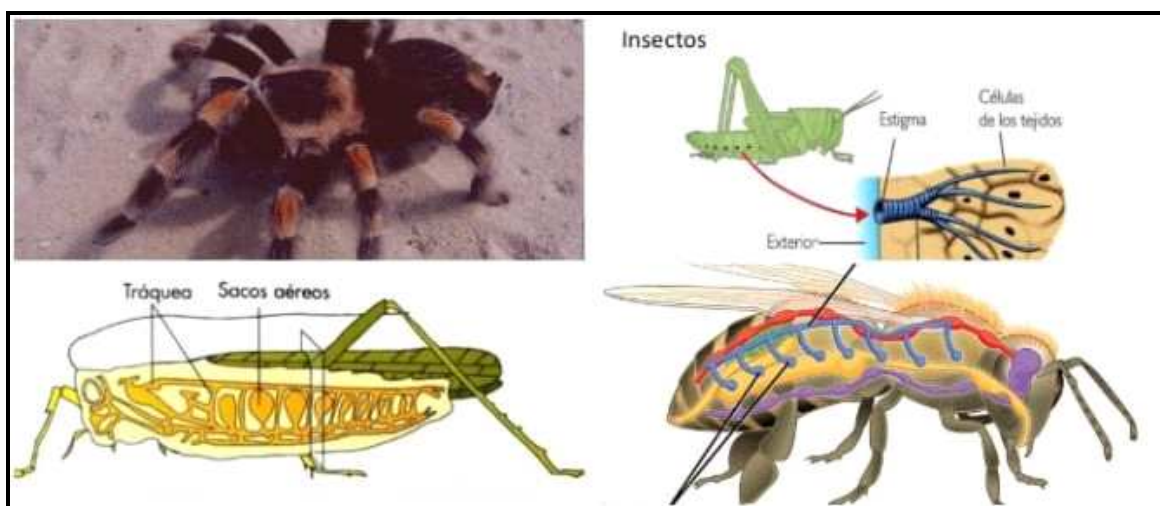
branquias externas, o internas, más complejas, que al encontrarse en el interior están más protegidas. Sin embargo, necesitan un mecanismo para producir movimiento en el agua que las baña. Las branquias aparecen en muchos animales de vida acuática, como anélidos, moluscos, crustáceos, peces y anfibios. Además, se encuentran en crustáceos terrestres, como las cochinillas de humedad y las pulgas de playa.

Los peces sujetan y extienden las branquias mediante arcos branquiales. En tiburones y rayas aparecen cinco arcos (seis en los menos evolucionados) y cuatro arcos en los peces óseos. Una estructura ósea llamada opérculo, protege estos arcos branquiales. El agua circula desde la boca a las hendiduras branquiales, presionada por la lengua y creando una corriente que favorece el intercambio gaseoso entre la branquia y el agua.



### C-Respiración traqueal

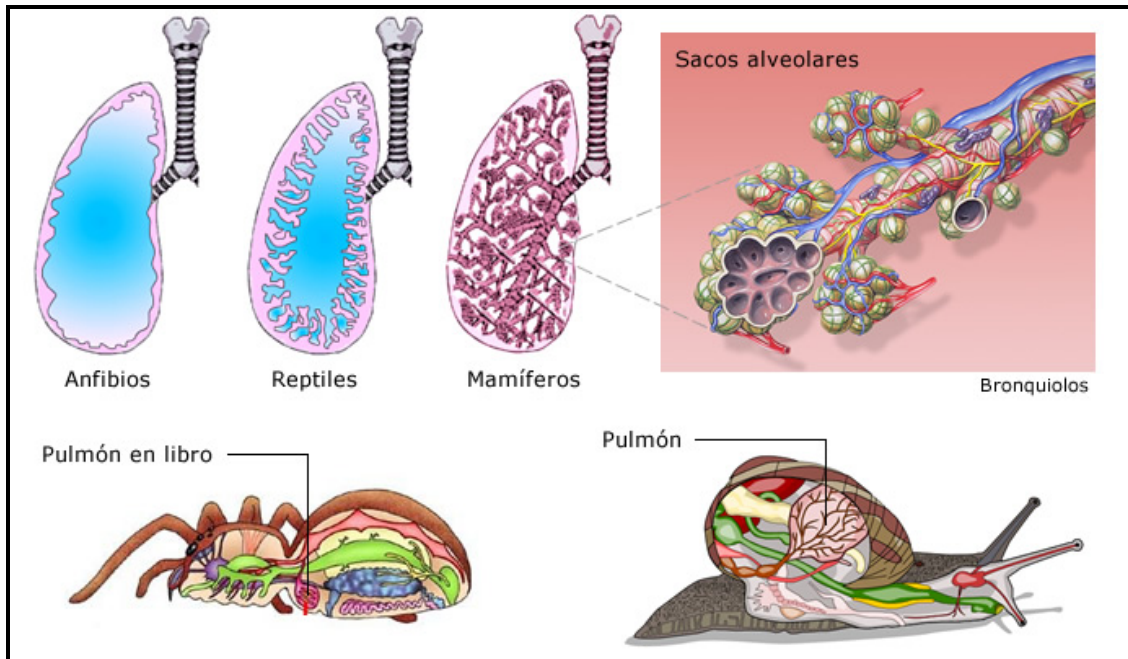
Los insectos, miriápodos y arácnidos utilizan un sistema de tubos, llamados tráqueas, que conectan las células de todo el cuerpo con el aire del exterior del animal. Este sistema respiratorio prescinde del sistema circulatorio para transportar el oxígeno a las células. Estos animales tienen un sistema circulatorio abierto, en el que la sangre (hemolinfa) circula demasiado lenta para aportar el suficiente oxígeno como para elaborar respuestas y movimientos tan rápidos como los producidos por estos seres. Los tubos se abren al exterior a través de unos orificios que se pueden cerrar mediante espiráculos.





## D- Respiración pulmonar

Los pulmones son sacos respiratorios más o menos compartimentados que conectan con el exterior mediante una serie de tubos. Existen dos tipos de pulmones. Unos tienen forma de saco: el pulmón sacular, presente en anfibios, reptiles y mamíferos muestra distintos grados de evolución. Otros, con forma tubular, conectan con unos sacos aéreos que se extienden por otras zonas del cuerpo y que se llenan de aire, disminuyendo la densidad del animal. Se encuentran en las aves.



## 3- SISTEMAS DE TRANSPORTE: LA CIRCULACIÓN

Los nutrientes adquiridos para el funcionamiento del metabolismo del animal se distribuyen entre todas las células de su cuerpo. Los productos de desecho se expulsan al exterior. Los animales con estructura sencilla no tienen necesidad de sistemas de transporte, ya que las células pueden adquirir o expulsar sustancias del medio en el que vive. Sin embargo, los animales con gran complejidad interior necesitan un medio circulante que sirva para distribuir los nutrientes y recoger los residuos metabólicos. En muchos casos es también necesaria la presencia de una bomba impulsora que movilice ese medio circulante a través de todo el cuerpo.

### 3.1-El medio interno

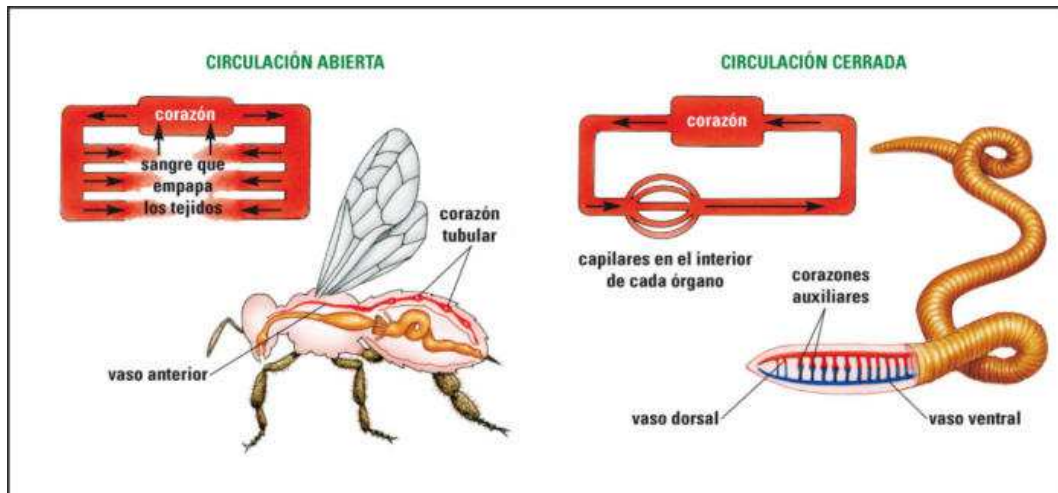
El medio interno es el líquido que transporta las sustancias nutritivas. Su composición y su color varía. Puede contener células en muchos casos. Los distintos medios internos que se pueden encontrar en animales son hidrolinfa, hemolinfa, sangre y linfa.

- **Hidrolinfa:** es el medio interno de Equinodermos. Su composición es muy similar a la del agua de mar. Transporta nutrientes y sustancias de desecho, pero carece de pigmentos transportadores de oxígeno. Circula a través de un sistema de tubos que conectan con unas estructuras llamadas pies ambulacrales. Estas estructuras sirven para dar movimiento a las estrellas de mar y los erizos.
- **Hemolinfa:** se encuentra en moluscos y artrópodos. En los moluscos y crustáceos aparece un pigmento transportador de oxígeno. En arácnidos, miriápodos e insectos no existe la necesidad de transportar el oxígeno por el medio interno ya que su sistema de respiración traqueal no lo necesita, puesto que las tráqueas llevan directamente el aire a las células del cuerpo.
- **Sangre:** Anélidos y Vertebrados tienen un medio interno con pigmentos transportadores de oxígeno, que le proporciona un color rojo. En vertebrados el pigmento transportador se llama hemoglobina. La sangre en vertebrados es especialmente compleja, con gran cantidad de funciones y células. Las células presentes son eritrocitos, leucocitos y trombocitos.
- **Linfa:** está presente en Vertebrados. Carece de pigmentos transportadores de oxígeno. Está formada por células de tipo leucocitos.

	INVERTEBRADOS			VERTEBRADOS	
	Hemolinfa	Hidrolinfa	Sangre	Sangre	Linfa
<b>Grupo animal</b>	Anélidos, moluscos y artrópodos	Equinodermos	Anélidos		
<b>Componentes</b>		Parecida al agua de mar	Células y plasma	Células y plasma	Plasma y linfocitos
<b>Pigmento respiratorio</b>	Hemocianina	Sin pigmentos	Clorocruorina y hemoeritrina	Hemoglobina	Sin pigmentos respiratorios
<b>Color</b>	Azul		Verde y rojo violeta	Rojo	

### 3.2- TIPOS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

Los Poríferos y Cnidarios pueden utilizar su cavidad interior como sistema de distribución. Además, las células exteriores intercambian sustancias con el agua. Los Platelminos transportan las sustancias por difusión, de célula a célula.



Los animales con sistema de transporte interno utilizan un líquido circulante que puede transitar por un sistema circulatorio abierto o cerrado. Destaca la complejidad del sistema circulatorio en los vertebrados.

### 3.2.1- Sistema circulatorio abierto

Lo observamos en artrópodos y moluscos (excepto cefalópodos). El medio circulante no transita siempre encauzado. Existen zonas entre los tejidos donde se acumula el líquido, llamado hemolinfa. El conjunto de zonas donde se extravasa la hemolinfa se denomina hemocele. El corazón impulsor de la hemolinfa está abierto al hemocele por unos orificios denominados ostiolas. Este corazón presenta una forma tubular y se dispone en la zona dorsal del animal. La hemolinfa entra por succión y es expulsada hacia delante a través de una arteria que se ramifica y desemboca en el hemocele. La linfa se mueve lentamente, por lo que los animales que dependen de este sistema para abastecer de oxígeno a las células, no pueden tener movimientos rápidos. Los moluscos presentan unos corazones accesorios, formados por vasos sanguíneos con capacidad contráctil.

### 3.2.2- Sistema circulatorio cerrado:

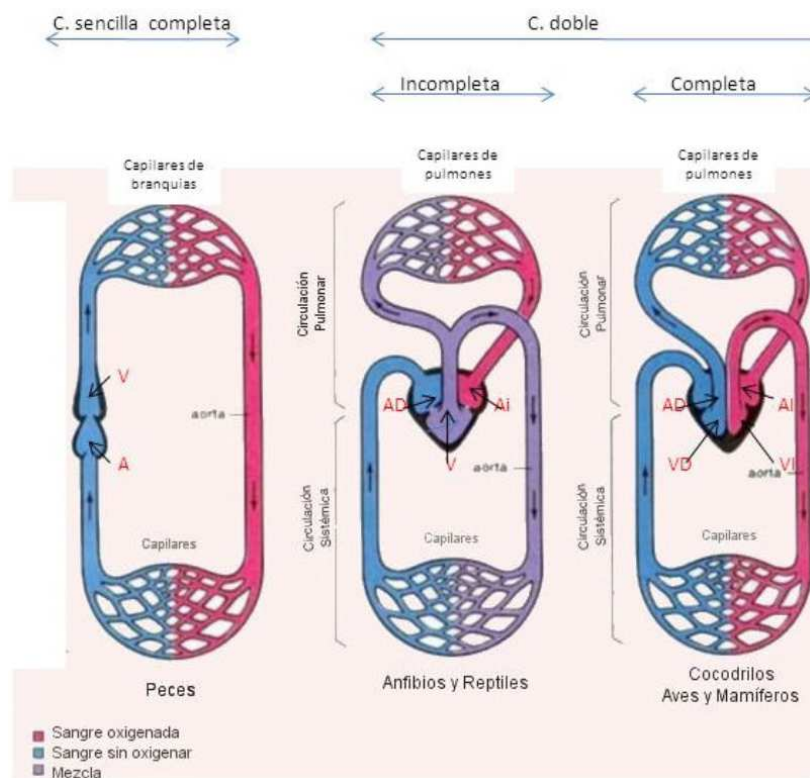
En este modelo de sistema circulatorio el medio circulante, llamado sangre, pasa siempre a través de vasos sanguíneos. Se presenta en anélidos, cefalópodos y vertebrados.

-En anélidos el corazón es tubular y se encuentra en la zona dorsal del animal.

-En vertebrados, el sistema circulatorio se denomina **cardiovascular** y alcanza diversos grados de complejidad, según el nivel de evolución que presente el animal. El sistema circulatorio puede ser simple o doble, con una circulación incompleta o completa.



- **Circulación simple:** Aparece en peces. En esta circulación la sangre sólo pasa una vez por el corazón en cada vuelta. El corazón es tubular y muestra un seno venoso que recoge la sangre, una aurícula y un ventrículo impulsor. La sangre viene de las venas del cuerpo cargada de CO<sub>2</sub> hacia el corazón. El ventrículo impulsa la sangre hacia las branquias, donde se oxigena y circula por arterias para repartirse por el cuerpo. El retorno de la sangre al corazón se realiza mediante venas.
- **Circulación doble:** la sangre pasa dos veces por el corazón por cada vuelta del circuito. Se encuentra en vertebrados terrestres. El recorrido se realiza desde el corazón, saliendo por el ventrículo izquierdo, a los tejidos del cuerpo, para volver a ingresar en el corazón por la aurícula derecha. Esta circulación se denomina circulación mayor. El circuito continúa desde el ventrículo derecho a los pulmones, para volver otra vez al corazón por la aurícula izquierda. Esta circulación es la circulación menor. Este segundo circuito puede tener una oxigenación incompleta de sangre, en anfibios y reptiles, o completa en aves y mamíferos.



#### 4- SISTEMAS EXCRETORES

En el metabolismo celular se forma una serie de sustancias que deben ser expulsadas del organismo, pues algunas de ellas son muy tóxicas, como los desechos nitrogenados. Otras no lo son, pero pueden suponer un problema para el animal, dependiendo su hábitat, como son las sales minerales para animales acuáticos. Muchos desechos metabólicos se expulsan a través de la piel, incluso en animales muy

evolucionados. Sin embargo, aparecen estructuras especializadas en la filtración del medio interno que, además de expulsar sustancias tóxicas, controlan los parámetros de agua, sales minerales y nutrientes en el interior del animal.

La expulsión de nitrógeno puede realizarse mediante distintas formas moleculares, como son el amoníaco, la urea o el ácido úrico.

#### **4.1- SISTEMAS EXCRETORES EN INVERTEBRADOS**

Los animales diblásticos eliminan las sustancias nitrogenadas por difusión. Este sistema también es seguido por animales triblásticos simples. Sin embargo, es más habitual la presencia de estructuras específicas que cumplen esa función. Podemos encontrar nefridios, tubos de Malpighi, glándulas verdes y glándulas coxales.

##### **A- Metanefridios**

Aparece en anélidos, moluscos y algunos artrópodos. Son tubos enrollados, con dos aberturas. Un extremo es el nefrostoma, que está en contacto con la cavidad celómica y extrae de ésta todo tipo de sustancias. En el tubo del metanefridio, llamado nefroducto, se produce la reabsorción de los compuestos útiles para el animal. Las sustancias tóxicas se expulsan al exterior a través del nefroporo.

##### **B- Tubos de Malpighi (o Malpigio)**

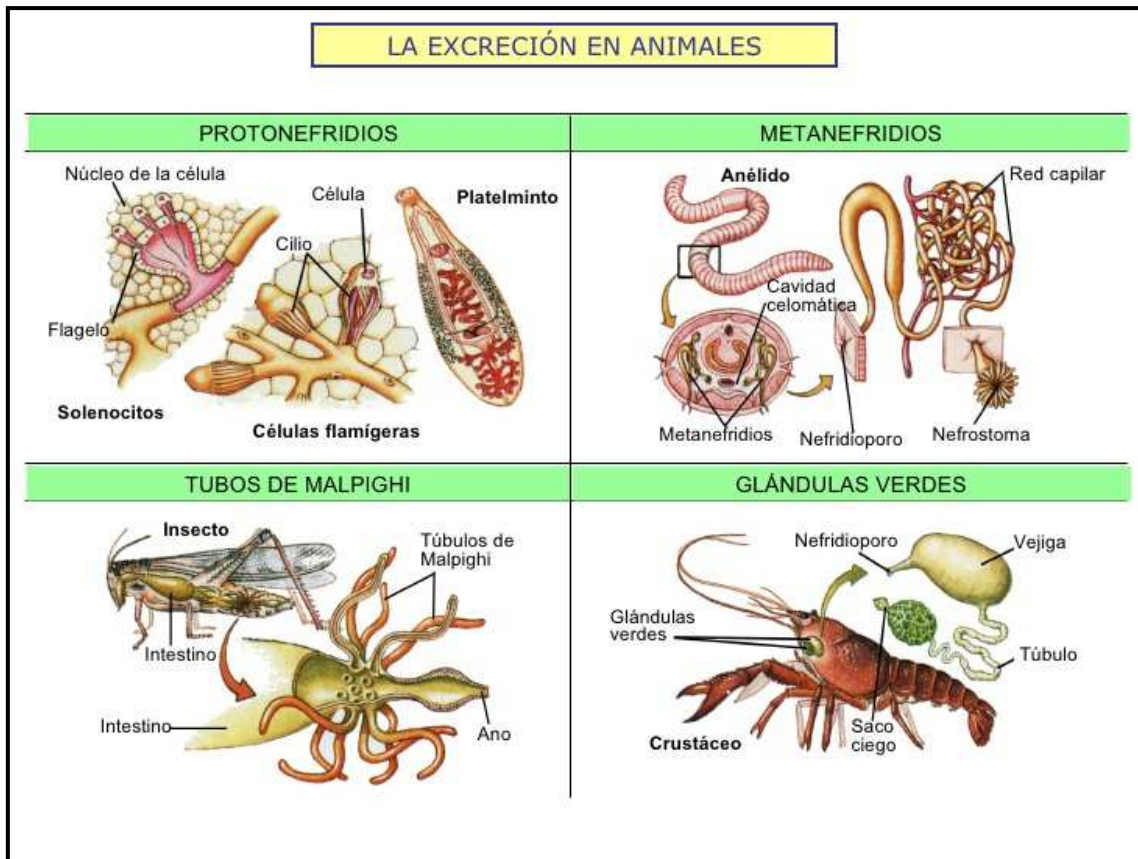
Esta estructura aparece en insectos. Son túbulos con un extremo cerrado y otro abierto al tramo final del intestino del animal. Capta sustancias de la cavidad interna y las expulsa al intestino. En esta zona se reabsorben las sustancias útiles y se expulsan al exterior los desechos nitrogenados.

##### **C- Glándulas verdes (o antenales)**

Aparecen en crustáceos. Se encuentran situadas debajo de las antenas. Están formadas por un saco que recoge los compuestos tóxicos, un largo tubo que termina en la vejiga, que es una zona ensanchada donde se acumulan las sustancias nitrogenadas, que se expulsan a través del nefridioporo.

##### **D- Glándulas coxales**

Son estructuras similares a las glándulas verdes de crustáceos, que aparecen en arácnidos. Se encuentran al lado de las coxas, que son los primeros artejos de las patas.



#### 4.2- LA EXCRECIÓN EN VERTEBRADOS

Muchas estructuras corporales pueden cumplir la función de excreción de sustancias tóxicas. Entre ellas, cabe citar la piel, que mediante las glándulas exocrinas puede verter disueltas sustancias al exterior. También, el aparato respiratorio, además de expulsar CO<sub>2</sub>, residuo metabólico de la actividad celular, vierte, disperso en la humedad del aire, otras sustancias que el organismo no desea.

Sin embargo, los vertebrados poseen órganos específicos para la eliminación de sustancias nitrogenadas. Además, asociada con esta función, igual que en otros animales, el sistema excretor mantiene constantes en el medio interno los niveles de ciertas sustancias esenciales para la vida. Los órganos encargados de llevar a cabo estas funciones son los riñones. Son órganos pares, formados por túbulos renales.

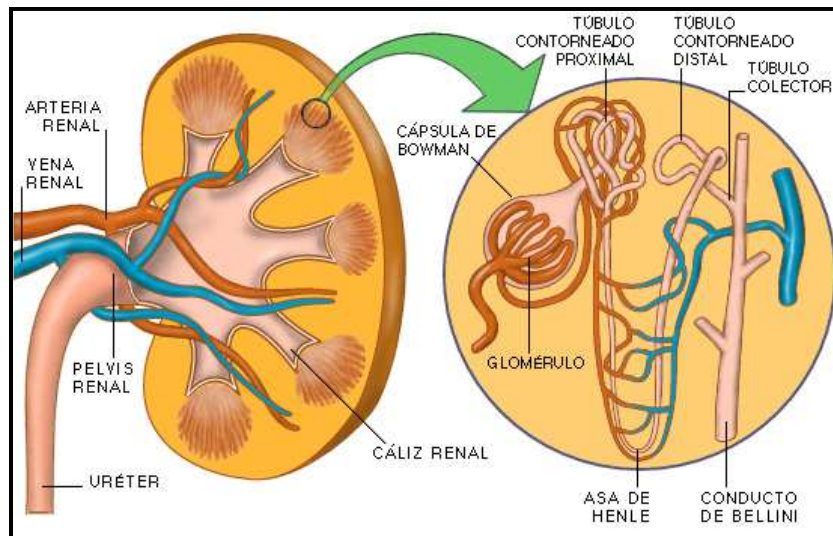
El riñón está constituido por unos túbulos denominados nefronas. Las nefronas son tubos que se dividen en las siguientes partes:

- Cápsula de Bowman: es una zona inicial ensanchada, que recoge el líquido que se filtra de los capilares del glomérulo.

-Túbulo contorneado proximal: zona tortuosa donde se produce la reabsorción de sustancias disueltas en el líquido filtrado y que son necesarias para el organismo, por lo que pasan de nuevo a la sangre.

-Asa de Henle: es un tramo estrecho y curvado, donde se concentra el líquido que circula por la nefrona. Está rodeado de vasos sanguíneos.

-Túbulo contorneado distal: es otra zona tortuosa, donde continúa la reabsorción de sustancias y aumenta la concentración del líquido circulante. Desemboca en el túbulo colector.



### 5- RECUERDA: ESQUEMA GENERAL DE LA NUTRICIÓN ANIMAL

