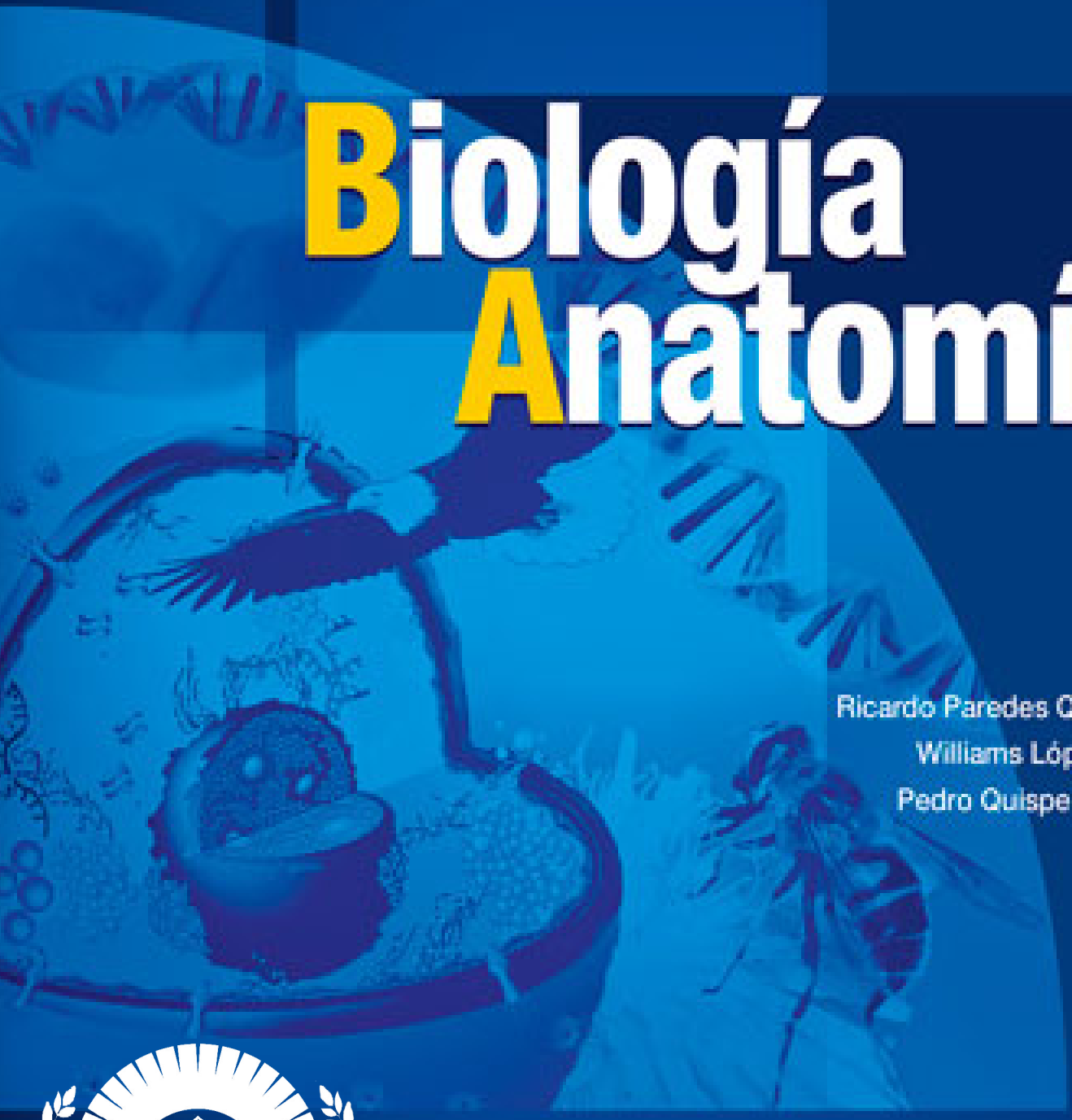
Colección Compendios Académicos

Biología Anatomía



Ricardo Paredes Quinteros
Williams López Vega
Pedro Quispe Rosales

PÁRIS
para
AMOR A SOFÍA

Lumbreras Editores

Índice

BIOLOGÍA - ANATOMÍA

Pág.

Presentación 7

Capítulo I: Bioquímica 9

Capítulo II: Biología celular 38

Capítulo III: Genética 83

Capítulo IV: Evolución biológica 105

Capítulo V: Taxonomía 129

Capítulo VI: Microbiología 135

Capítulo VII: Protozoarios, algas y hongos 150

Capítulo VIII: Botánica 166

Capítulo IX: Zoología 197

Capítulo X: Anatomía y fisiología del cuerpo humano 254

Capítulo XI: Salud y enfermedad 388

Capítulo XII: Ecología 410

Bioquímica

Capítulo I

Objetivos

- Conocer las características que distinguen a los seres vivos de la materia inerte.
- Comprender la estructura y funciones de los principales bioelementos y moléculas biológicas: agua, glúcidos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y vitaminas.

La biología como ciencia

La palabra biología deriva de dos vocablos griegos *bios*, que significa vida, y *logos*, que significa tratado o estudio, por ello se dice que es la ciencia que estudia a los seres vivos.

Los seres vivos son muy diversos: bacterias, algas, protozoarios, hongos, plantas y animales; además son estudiados desde diversas perspectivas por ciencias biológicas especializadas.

El método científico

Los biólogos estudian a los seres vivos haciendo uso de un método riguroso, que les permite conocer, describir y explicar los diversos fenómenos que ocurren en la gran variedad de organismos vivos, este procedimiento es llamado **método científico** y es la base de la investigación científica.

La biología es una ciencia pura y natural, por lo tanto fáctica, es decir, experimental. El método científico consta de cuatro acciones relacionadas: la observación, el planteamiento de hipótesis, la experimentación y las conclusiones.

La **observación** es el contacto con el fenómeno biológico, a partir del cual el investigador crea preguntas de tipo: ¿Cuál es la causa de esto? ¿Cómo sucedió esto?

Las **hipótesis** son proposiciones que dan posibles respuestas a las preguntas, se trata de suposiciones referidas a las causas que producen el fenómeno observado.

Los **experimentos** son fundamentales porque permiten contrastar las hipótesis, descartarlas o aceptarlas como válidas, es decir, los experimentos producen resultados que dan validez o niegan las hipótesis.

Las **conclusiones** son planteamientos en los que se analizan los resultados indicando la validez de las hipótesis. Si las hipótesis son válidas pueden constituir una nueva "teoría biológica", y si alguna de estas es de una gran generalidad, se le eleva al nivel de "ley biológica".

Seres vivos

Son porciones limitadas de materia que presentan una organización compleja. Son sistemas abiertos, que realizan un constante intercambio de materia y energía con su entorno, con metabolismo (reacciones químicas muy veloces que les permiten autoconservarse), capacidad de reproducción y evolución, es decir, capacidad de transformarse a través del tiempo.

Las cebras son organismos generados por evolución.

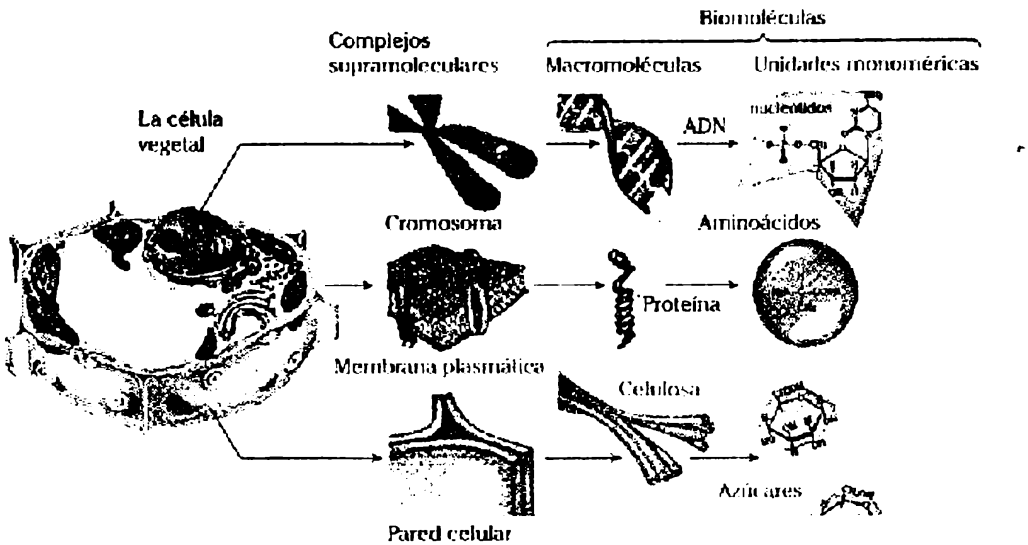
Características

Presentan organización compleja

Los seres vivos tienen niveles de organización superiores a los que presenta la materia inerte. En estos el nivel fundamental es el celular, así existen seres vivos unicelulares, formados por una célula; y pluricelulares, constituidos por muchas células.

La materia viva se organiza de lo simple a lo complejo, pasando por los siguientes niveles: 1. Bioelementos, 2. Biomoléculas, 3. Asociaciones supramoleculares o supramoléculas, 3. Células, 4. Tejidos, 5. Órganos, 6. Sistemas, 7. Individuos, 8. Poblaciones, 9. Comunidades, 10. Ecosistemas y 11. Ecósfera.

Niveles de organización de la célula



Son sistemas abiertos y realizan metabolismo

Los seres vivos intercambian materia y energía con el entorno en el que se desenvuelven.

En el interior de los seres vivos se da el **metabolismo**, un conjunto de reacciones químicas que permiten mantener la vida. Estas reacciones son aceleradas por las enzimas, sustancias químicas de composición proteica.

El metabolismo comprende reacciones de **catabolismo**, degradación de moléculas complejas a moléculas simples, y reacciones de **anabolismo**, elaboración de moléculas complejas. Las reacciones catabólicas liberan energía, por lo que son exergónicas; mientras que las reacciones anabólicas consumen energía, por ello se dice que son endergónicas.

Homeostasis

El ser vivo mantiene condiciones internas relativamente constantes para permanecer viva y funcionar eficazmente. La tendencia a mantener un estado interno constante se denomina homeostasis (*homeo*=constante; *stasis*=estado).

Crecimiento

El aumento del tamaño de los seres vivos recibe el nombre de crecimiento. Se puede dar por aumento de la biomasa celular (síntesis de moléculas orgánicas) y por procesos de división celular (aumento del número de células). En los organismos unicelulares el crecimiento se da por aumento de la masa celular, mientras que en los pluricelulares se debe tanto al aumento de la masa celular como a la división celular.

Tienen sensibilidad e irritabilidad

Los seres vivos son capaces de captar los estímulos, cambios del medio externo o interno, propiedad conocida como la **sensibilidad**, ante la que dan una respuesta. La capacidad de responder a estímulos se conoce como **irritabilidad**.

Se reproducen

La reproducción es la capacidad de los seres vivos de tener descendencia, es decir, de originar nuevos individuos de su propia especie. La capacidad de reproducción permite la continuidad de una determinada especie. Esta capacidad se basa principalmente en la propiedad de la molécula llamada ADN (ácido desoxirribonucleico) de duplicarse, así cuando un organismo se reproduce, una copia de su ADN pasa al descendiente.

La reproducción puede darse con la participación de células especiales llamadas gametos, caso conocido como **reproducción sexual**; o sin la participación de gametos, **reproducción asexual**, ya sea por fragmentos o yemas formadas por células corporales que se desprenden a partir del progenitor.

La ventaja del proceso sexual radica en que genera hijos con variabilidad genética y fisonómica, ya que se hereda ADN de dos progenitores. La importancia de la variabilidad es que favorece la evolución de las especies.

Evolucionan y se adaptan

Toda la materia está en constante evolución, cambio o transformación, los seres vivos somos entes materiales y, por lo tanto, nuestra transformación es parte de la evolución universal de la materia.

La **evolución biológica** es definida como los cambios en los genes de toda una población a través del tiempo. El proceso de evolución biológica se caracteriza por:

- En primera instancia, se origina la variabilidad en los miembros de una población ocasionada por diversos procesos que se relacionan con el material genético (mutaciones, conjugaciones, transducciones) y con la reproducción sexual.
- En segunda instancia, los individuos de la población luchan por la existencia en su ambiente,
- En tercera instancia, producto de esta lucha sobreviven los más aptos, los que se reproducen y transmiten sus caracteres a la siguiente generación.

La **adaptación** es el resultado de la evolución, así las especies que actualmente existen están adaptadas a las condiciones naturales. Cabe indicar que se pueden considerar como adaptaciones fisiológicas las adecuaciones de un organismo a las condiciones geográficas.

Los bioelementos

Son los elementos químicos que constituyen la materia viva. Reúnen ciertas características particulares que permiten su actividad en los seres vivos, la mayoría son elementos de peso atómico relativamente bajo, por ello tienden a formar enlaces muy estables. También son llamados elementos biogenésicos. Los podemos clasificar en organógenos, oligogenésicos y elementos traza.

Bioelementos organógenos. Son la base de la formación de macromoléculas y son los más abundantes: C, H, O, N.

Bioelemento	Funciones biológicas
Carbono	Por su propiedad de autosaturación y tetravalencia, forma variadas moléculas orgánicas de acción biológica.
Hidrógeno	Es el más pequeño de todos los bioelementos, componente del agua, glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.
Oxígeno	Componente del agua, glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Es usado en forma molecular (O_2) para sintetizar adenosín trifosfato (ATP).
Nitrógeno	Componente fundamental de las proteínas y de los ácidos nucleicos. Se encuentra como gas N_2 en la atmósfera, de donde es captado (fijado) por algunas bacterias y cianobacterias.

Bioelementos oligogenésicos. Se hallan en pequeñas cantidades, pero son de mucha importancia ya que su deficiencia trae consigo enfermedades carenciales: P, S, K, Cl, Mg, Ca, Na.

Bioelemento	Funciones biológicas
Fósforo	Componente de los ácidos nucleicos: ADN y ARN, asimismo del ATP y de los fosfolípidos.
Azufre	Confiere una mayor estabilidad molecular a ciertas proteínas como la queratina de los pelos y la hormona insulina.
Potasio	Es el principal catión intracelular. Participa en las actividades nerviosas y musculares.
Cloro	Participa en el equilibrio hídrico y es componente del ácido clorhídrico estomacal que tiene función germicida.
Magnesio	En las plantas y algas es componente del pigmento verde llamado clorofila. Su deficiencia causa clorosis.
Calcio	Endurece los huesos y participa en la coagulación sanguínea, contracción muscular y transmisión nerviosa.
Sodio	Es el principal catión extracelular. Participa en las actividades nerviosas y musculares.

Bioelementos traza. Son los que se encuentran en cantidades infinitesimales. Tales como: Fe, Cu, Zn, I, F, Mn, Co, Si Cr, Mo, entre otros.

Bioelemento	Funciones biológicas
Hierro	Componente de proteínas como la hemoglobina, la mioglobina y los citocromos. Su deficiencia en la dieta genera anemia ferropénica.
Cobre	En muchos animales invertebrados es componente de la proteína hemocianina que transporta oxígeno.
Cinc	Cofactor enzimático de muchas enzimas humanas.
Yodo	Componente de la tiroxina, hormona tiroidea relacionada con el metabolismo energético. Su deficiencia en la dieta genera bocio simple.
Flúor	Endurece el esmalte dental previniendo la caries dental.
Manganeso	Es componente de la proteína que realiza la fotólisis del agua en la fotosíntesis.
Cobalto	Bioelemento presente en la vitamina B_{12} (cianocobalamina). Su deficiencia se relaciona con la anemia perniciosa.
Silicio	Forma parte de estructuras duras de soporte y protección en animales como las esponjas silíceas, también se halla en gramíneas, cola de caballo y algas diatomeas.

Las biomoléculas o principios inmediatos

Los seres vivos son cuerpos materiales en los cuales las moléculas están asociadas y organizadas de modo específico. Cada molécula cumple una función, la integración de todas las moléculas y sus funciones respectivas se traduce en los fenómenos de la vida.

¿Pero cómo se llegó a ello?... El modo como la materia se ha organizado y ha generado las entidades biológicas vivas es fruto del largo proceso evolutivo que ha seguido la materia terrestre. Las diversas variedades de moléculas tienen características que permiten su funcionamiento e integración a las demás moléculas.

Las biomoléculas resultan de la unión de bioelementos y se hallan constituyendo a los organismos. Se clasifican en **inorgánicas**, que carecen de enlaces carbono-carbono, tales como el agua, las sales minerales y los gases inorgánicos, y **orgánicas**, que presentan enlaces carbono-carbono, tales como los glúcidos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y vitaminas.

El agua

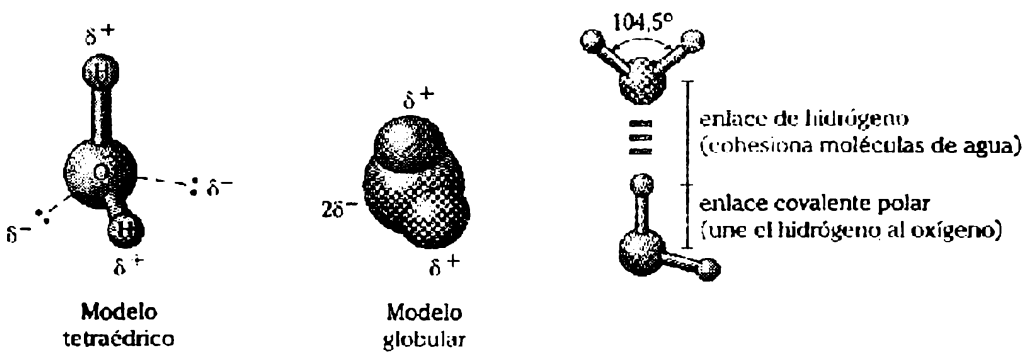
Es la molécula más abundante de la naturaleza y de todos los seres vivos. En la mayoría de los organismos se halla en un 75% de la masa corporal; en algunos, como las malaguas, puede llegar a ser hasta el 98%. Más allá de la abundancia, desempeña funciones diversas y esenciales para la vida.

Estructura molecular

El agua es una molécula dipolar que se forma por reacción entre dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Aunque la reacción es fuertemente energética en condiciones de laboratorio, a nivel biológico se realiza durante los procesos fisiológicos.

En el agua, los hidrógenos y el oxígeno comparten dos pares de electrones, constituyendo enlaces covalentes. Debido a que el oxígeno tiene mayor densidad de electrones, quedan dos pares libres, cuyos orbitales se ubican formando ángulos mayores a 90° con relación a los hidrógenos. Los átomos de hidrógeno forman con el oxígeno un ángulo de 104,5°. La forma espacial de la molécula es la de un tetraedro regular (pirámide), donde el oxígeno ocupa la posición central. La distribución asimétrica de sus cargas es la causa de su dipolaridad.

Estructura molecular del agua



Funciones

La estructura del agua le confiere gran estabilidad, de allí su amplia distribución en la naturaleza y sus propiedades permiten una gran versatilidad funcional.

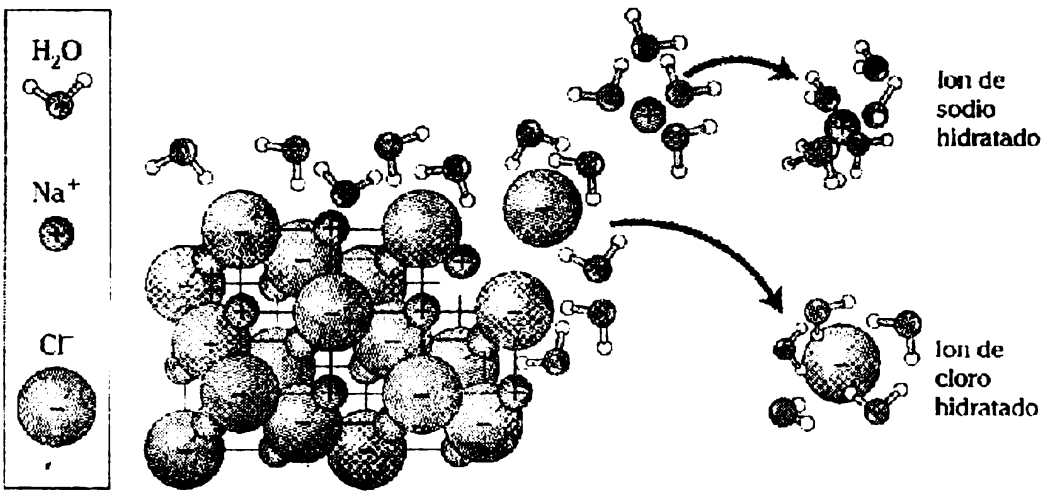
a. **Disolvente y disociador**

El agua disuelve sustancias polares. Las sales son disueltas y disociadas en sus iones. Por ello se le llama solvente universal. La capacidad disolvente del agua se debe a la dipolaridad.

Los polos del agua atraen a otras sustancias polares al entrar en contacto con ellas, forman soluciones homogéneas.

Si las moléculas son de gran tamaño, se origina una mezcla heterogénea o dispersión llamada coloide, en la cual el agua está ligada con las moléculas.

Proceso de disolución del cloruro de sodio



b. **Termorregulador (regulación térmica)**

Las moléculas de agua absorben calor y al evaporarse (transpiración) disipan el calor generado en los organismos, de esta manera amortiguan los cambios térmicos.

c. **Permite el metabolismo**

Al encontrarse disueltas las sustancias ocurren las reacciones bioquímicas con mayor facilidad.

d. **Termoaislante**

El hielo por su menor densidad flota sobre el agua líquida, constituyendo una barrera que impide el contacto del aire excesivamente frío con el ambiente líquido, permitiendo la vida de los organismos en el medio líquido de los polos.

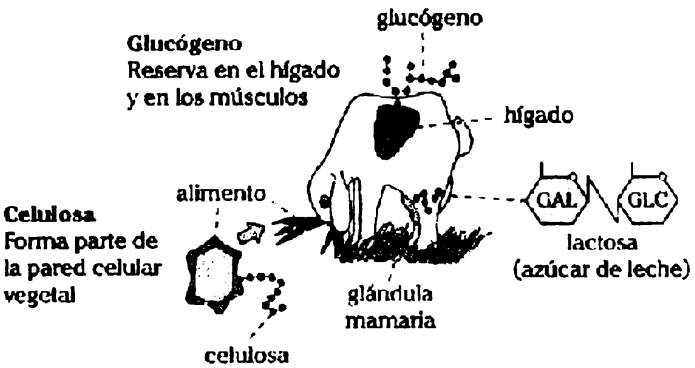
Glúcidos

Importancia

Los glúcidos cumplen dos funciones principales: energética y estructural.

- ✓ **Energética.** Los glúcidos son formados mediante el proceso de fotosíntesis, por ello concentran energía. Un gramo de glucosa, el principal combustible celular, nos proporciona 4,1 Kcal. Los glúcidos son almacenados en plantas (almidón) y animales (glucógeno), constituyendo la reserva energética que será utilizada cuando el organismo lo requiera.
- ✓ **Estructural.** Muchas estructuras biológicas están constituidas por glúcidos: la pared celular vegetal contiene celulosa, la pared celular de hongos es quitinosa, como también lo es el exoesqueleto de los artrópodos.

Importancia de algunos glúcidos



Definición

Son moléculas orgánicas ternarias, compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno, algunas contienen nitrógeno.

Se trata de moléculas hidrocarbonadas polialcohólicas con grupos oxhidrilo u hidróxilo (OH). Además presentan grupos funcionales aldehído (–CHO) o cetona (–CO–), por ello se dice que son polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas.

También se les llama sacáridos, carbohidratos, azúcares o hidratos de carbono.

Clasificación

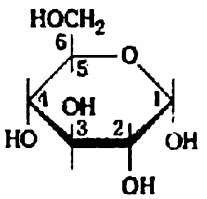
a. Monosacáridos u osas

Son azúcares simples o monómeros de los demás azúcares complejos. Se diferencian según el número de carbonos en: triosas (3C), tetrosas (4C), pentosas (5C), hexosas (6C) y heptosas (7C).

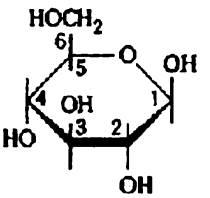
También se diferencian en la posición que ocupa el grupo carbonilo en la cadena: **aldosas**, si tienen el grupo carbonilo aldehído (CHO) en el extremo de la cadena, y **cetosas**, si llevan el grupo carbonilo llamado cetona (CO) en el interior de la cadena.

Glucosa	Fructosa	Galactosa
Azúcar de uva o azúcar de sangre. Es una aldohexosa (6C) que sirve como principal fuente de energía celular. En solución es la dextrosa.	Azúcar de fruta. Es una cetohexosa (6C) muy dulce que sirve como fuente de energía para los espermatozoides.	Es una aldohexosa (6C) que la encontramos en la lactosa de la leche de los mamíferos. Se diferencia de la glucosa por la posición (OH) en el carbono cuatro.

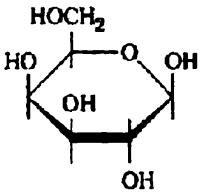
Estructura molecular de algunos monosacáridos



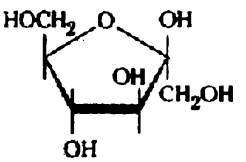
α – D – Glucosa



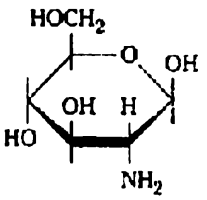
β – D – Glucosa



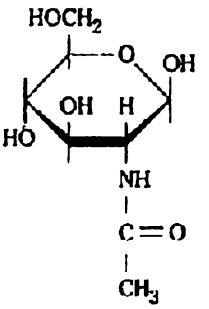
β – D – Galactosa



β – D – Fructosa



β – D – Glucosamina



N – Acetil – β – D – glucosamina

b. Ósidos o azúcares de condensación

Se forman por la unión de dos o más monosacáridos mediante enlaces glucosídicos. El enlace glucosídico se origina por la reacción entre grupos oxidrilos (OH) de dos monosacáridos con pérdida de una molécula de agua.

Por la posición del oxidrilo en el carbono principal de la reacción, se les llama α (OH hacia abajo) o β (OH hacia arriba).

El tipo de enlace es importante en la identificación y función de las moléculas.

Dentro de los ósidos destacan los disacáridos y los polisacáridos.

c. Disacáridos

Son ósidos formados por dos monosacáridos y unidos por enlace glucosídico, así tenemos:

Maltosa	Azúcar de malta. Se forma por degradación del almidón durante la germinación de las semillas de los cereales. Posee dos glucosas α unidas por enlace glucosídico α 1,4. Uno de sus isómeros es la Isomaltosa que posee dos glucosas α unidas por enlace glucosídico α 1,6.
Sacarosa	Azúcar de caña. Por su sabor dulce la usamos diariamente en nuestra mesa. Está constituida por una glucosa y una fructosa, unidas por enlace glucosídico α 1,2. Se obtiene de la savia elaborada vegetal de la caña de azúcar.
Lactosa	Azúcar de leche, presente en la leche de los mamíferos (leche de lactantes). Está constituida por una galactosa y una glucosa, unidas por enlace glucosídico β 1,4.
Trehalosa	Azúcar principal de la hemolinfa de insectos. Está formada por dos glucosas α, unidas por enlace glucosídico α 1,1. También se encuentra en los hongos.

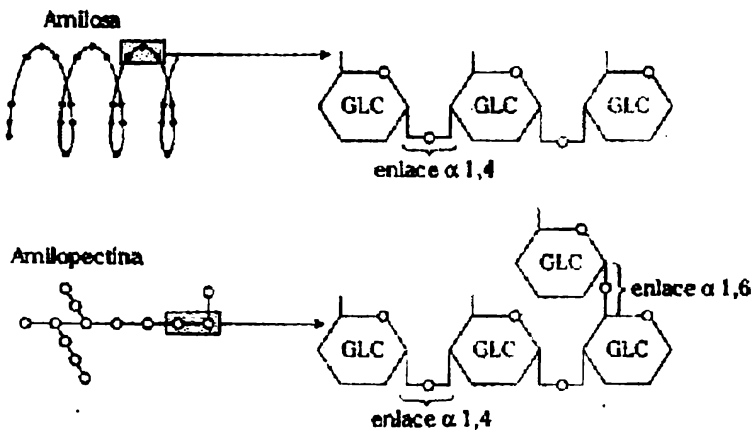
Estructura molecular de dos disacáridos

d. Polisacáridos

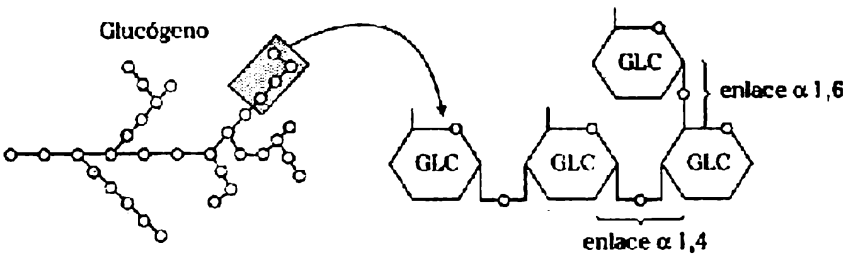
Son ósidos formados por muchas unidades de monosacáridos, unidos por enlaces glucosídicos alfa (α) o beta (β), dentro de ellos son importantes: el almidón, el glucógeno, la celulosa y la quitina.

- ✓ **Almidón.** Polisacárido de reserva vegetal presente en tallos (papa), raíces (yuca) y frutos (manzana). Está formado por unidades de alfa (α) glucosas.

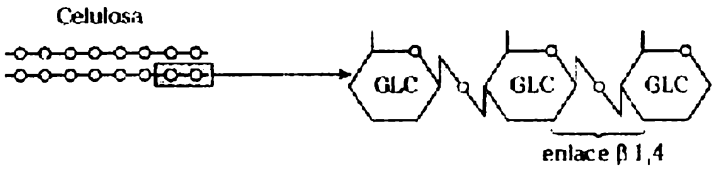
  Existen dos tipos de almidón: la **amilosa,** es el almidón de cadena espiral (enlaces glucosídicos α 1,4.), mientras que la **amilopectina** es el almidón de cadena ramificada (enlaces glucosídicos α 1,4 y α 1,6).



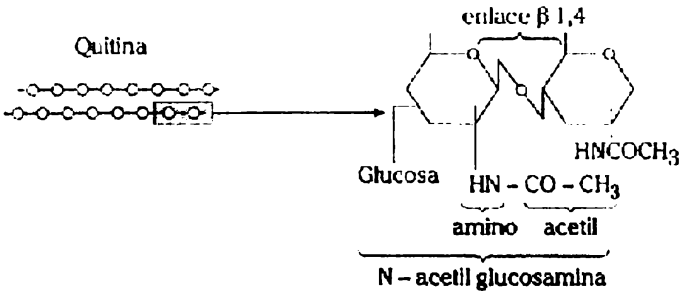
✓ **Glucógeno.** Polisacárido de reserva animal, se almacena en el hígado y los músculos. Está formado por unidades de glucosas α, unidas por enlaces glucosídicos α 1,4 y por abundantes enlaces α 1,6 que lo hacen más ramificado que la amilopectina.



✓ **Celulosa.** Llamada también agarosa. Es un polisacárido de función estructural, forma la pared celular vegetal y de muchas algas. Está formada por unidades de glucosas β (enlaces β 1,4). Este polisacárido es el componente principal de la madera, la ropa de algodón y el papel.



✓ **Quitina.** Polisacárido de función estructural, forma la pared celular de los hongos y el exoesqueleto de los artrópodos (insectos, arácnidos, crustáceos y miriápodos) Está formada por unidades de N-acetil-glucosamina unidas por enlaces glucosídicos β 1,4.



Lípidos

Importancia

Los lípidos son importantes por desempeñar las siguientes funciones:

a. Reserva energética

Son la principal reserva energética del organismo. Un gramo de grasa produce 9,4 kilocalorías en las reacciones metabólicas de oxidación, mientras que un gramo de proteínas y glúcidos 4,1 kilocalorías.

b. Estructural

Son componentes de las membranas celulares. Recubren órganos y le dan consistencia, o los protegen mecánicamente como el tejido adiposo de pies y manos.

c. Termoaislante

Las grasas almacenadas bajo la piel, en el tejido adiposo, forman una capa que impide la pérdida de calor corporal, su importancia destaca en animales de zonas polares como las focas y las ballenas.

Definición

Los lípidos son biomoléculas orgánicas ternarias formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno. Además pueden contener también fósforo y nitrógeno. Comprenden sustancias muy heterogéneas que tienen en común su insolubilidad o poco solubilidad en agua; y su solubilidad en solventes orgánicos, como éter, cloroformo, benceno, entre otros.

Clasificación

En química orgánica se clasifican en saponificables, cuando poseen ácidos grasos, y no saponificables, cuando no presentan ácidos grasos en su composición.

SAPONIFICABLES		NO SAPONIFICABLES
Simples	Complejos	Derivados
• Glicéridos • Ceras	• Fosfolípidos • Glucolípidos	• Esteroides • Terpenoides • Eicosanoides

a. Lípidos saponificables

Poseen ácidos grasos unidos a alcohol por medio de enlaces covalentes llamados éster. Se denomina **esterificación** al proceso de formación de un **enlace éster**, en este evento se libera una molécula de agua.

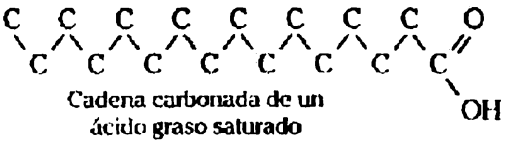
- ✓ **Alcoholes.** Son moléculas orgánicas hidrocarbonadas que se caracterizan por presentar grupos alcohol u oxhidrilo (OH). Dentro de los alcoholes destaca el glicerol, llamado también propanol, que posee tres carbonos y tres oxhidrilos.
- ✓ **Ácidos grasos.** Son moléculas de una larga cadena hidrocarbonada lineal, y con un número par de átomos de carbono. En un extremo de la cadena poseen un grupo ácido carboxílico (–COOH). Se pueden clasificar en dos grupos: saturados e insaturados.

Ácidos grasos saturados	Poseen solo enlaces simples entre sus átomos de carbono, ejemplo: ácido mirístico (14 C); palmítico (16 C) y esteárico (18 C).
Ácidos grasos insaturados	Poseen uno o más enlaces dobles entre sus átomos de carbono, ejemplo: ácido oleico (18 C, un doble enlace) y el linoleico (18 C, dos enlaces dobles).

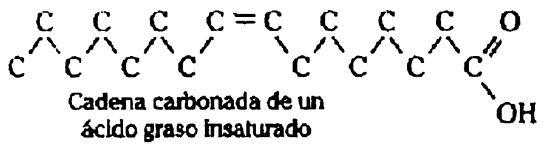
Fórmula general de los ácidos grasos

$CH_3(CH)_nCOOH$

Esquelete carbonado de los ácidos grasos



Cadena carbonada de un ácido graso saturado



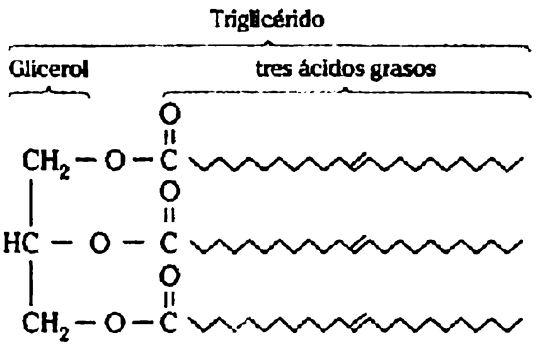
Cadena carbonada de un ácido graso insaturado

Lípidos simples

En su composición solo participan carbono, hidrógeno y oxígeno. Entre los lípidos simples tenemos a los glicéridos y las ceras.

- ✓ **Glicéridos.** Llamados también acilglicéridos o grasas simples. Son moléculas originadas por la esterificación de uno, dos o tres ácidos grasos con el alcohol glicerol.
- ✓ **Triglicéridos.** (Grasas neutras) Son los más importantes glicéridos, contienen tres moléculas de ácidos grasos enlazados a una molécula de glicerol. Son mayoritariamente grasas de almacenamiento y se encuentran en muchos alimentos.

  Los triglicéridos de las plantas contienen 70 a 80% de ácidos grasos no saturados, por ello se encuentran en estado líquido formando **aceites.** Mientras que los triglicéridos animales contienen hasta un 50% de ácidos grasos saturados, por lo que se almacenan en estado sólido como **sebos.**



- ✓ **Céridos.** Llamados también ceras, son esteres totalmente insolubles en agua. Están compuestos de ácidos grasos de cadena larga y alcoholes monohidroxílicos también de cadena larga.

  Su impermeabilidad al agua y su consistencia firme determinan su papel de recubrimiento protector y antitranspirante en la superficie de plantas y animales.

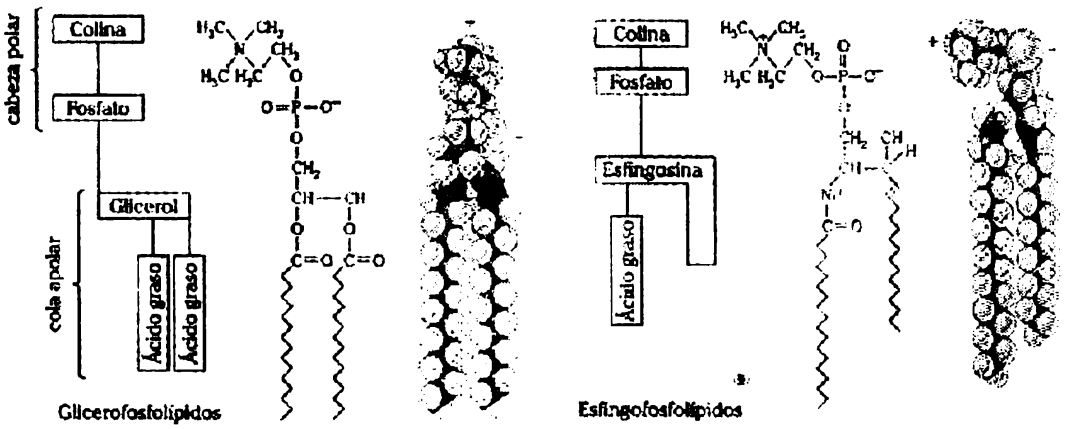
  Entre las ceras más conocidas tenemos la cutina, que cubre las hojas y frutos de las plantas evitando su deshidratación, la lanolina que protege a la lana de las ovejas, el cerumen del conducto auditivo que protege el oído, el espermaceti de las ballenas, entre otros.

c. Lípidos complejos

Son lípidos saponificables en cuya estructura molecular además de carbono, hidrógeno y oxígeno, hay también nitrógeno, fósforo, azufre o un glúcido. Son consideradas moléculas anfipáticas debido a que poseen regiones polares o hidrofílicas, y colas apolares o hidrofóbicas. Son importantes componentes de las membranas biológicas.

- ✓ **Fosfolípidos.** Son los lípidos más abundantes de la membrana citoplasmática. En su zona apolar poseen un alcohol enlazado a ácidos grasos, y en su zona polar tienen el radical fosfato y un aminoalcohol.

Estructura molecular de los lípidos complejos



Según el alcohol presente en su estructura, los fosfolípidos pueden ser: **glicerofosfolípidos**, cuyo alcohol es el glicerol, por ejemplo la fosfatidilcolina, llamada también lecitina; o **esfingofosfolípidos**, cuyo alcohol es la esfingosina, por ejemplo, las esfingomielinas.

- ✓ **Glucolípidos.** También se encuentran formando parte de las membranas de las células animales, especialmente de las neuronas.

  Estructuralmente su región apolar consta de un ácido graso y el alcohol esfingosina, y su región polar comprende un azúcar, el cual es un monosacárido (glucosa o galactosa) en los **cerebrósidos** y oligosacáridos en los **gangliósidos**

d. Lípidos no saponificables

Carecen de ácidos grasos en su composición, aunque presentes en cantidades relativamente pequeñas, tienen papeles importantes como reguladores: hormonas, vitaminas, etc.

- ✓ **Esteroides.** Presentan cuatro anillos denominados de forma conjunta ciclopentano perhidrofenantreno. El más importante es el **colesterol**, que actúa como precursor de hormonas esteroideas, vitamina D y ácidos biliares, asimismo es un componente importante de las membranas plasmáticas de los protozoarios y de los animales.

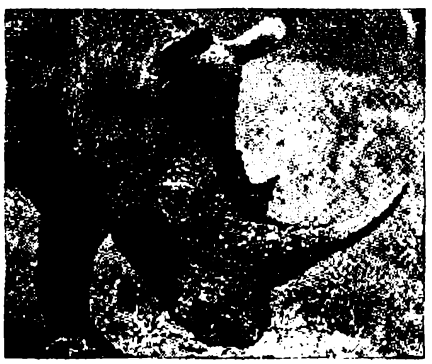
- ✓ **Terpenos.** Son moléculas lineales o cíclicas formadas por unidades de isopreno, que cumplen funciones muy variadas. En las plantas los encontramos como **esencias vegetales**: mentol, geraniol, limoneno, alcanfor, eucaliptol, **pigmentos vegetales**: caroteno y la xantófila y **transportadores de electrones**: ubiquinonas.
- ✓ **Eicosanoides.** Lípidos cuya molécula básica está constituida por veinte átomos de carbono que forman un anillo ciclopentano y dos cadenas alifáticas. Generalmente son derivados del ácido araquidónico, ejemplo: prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos.

  Entre las funciones de las prostaglandinas tenemos la producción de sustancias que regulan la coagulación de la sangre y cierre de las heridas, la aparición de la fiebre como defensa ante las infecciones, la reducción de la secreción de jugos gástricos. Asimismo funcionan como hormonas locales.

Proteínas

Importancia

- ✓ **Estructural.** Forman parte de estructuras celulares: membranas, cilios y flagelos. A nivel tisular la queratina está presente en estructuras epidérmicas de los vertebrados terrestres como los pelos, uñas, picos, plumas y caparazones.



El cuerno del rinoceronte está compuesto de queratina, una proteína estructural.

- ✓ **Transportadores.** Las permeasas a nivel de membrana celular transportan nutrientes, la hemoglobina transporta oxígeno molecular a nivel de la sangre de los vertebrados, y la hemocianina transporta oxígeno molecular en la "sangre" de los arácnidos, crustáceos y moluscos.
- ✓ **Catalíticas.** Las enzimas son proteínas que permiten que las reacciones bioquímicas se realicen en fracciones de segundo. Tenemos como ejemplo a las catalasas, las peroxidasas, las hidrolasas, etc.
- ✓ **Hormonales.** Existen hormonas de naturaleza proteica que regulan las actividades celulares. Tenemos así a la insulina, el glucagón, la hormona del crecimiento, la parathormona, etc.
- ✓ **Inmunológicas.** Son las proteínas que contribuyen a la defensa de nuestro organismo, tales como las inmunoglobulinas o anticuerpos.
- ✓ **Contráctiles.** Abundan a nivel muscular permitiendo una acción activa en la locomoción. Tenemos como ejemplos la actina y la miosina.

Definición

Son macromoléculas orgánicas cuyas unidades son los aminoácidos. Son compuestos cuaternarios formados por cuatro elementos: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. El elemento que las diferencia de los glúcidos y lípidos es el nitrógeno.

El nombre de proteína proviene del vocablo griego *protos* que significa primero (principal) esto obedece a su naturaleza primordial debido a la diversidad de funciones que permite en los seres vivos. Porcentualmente constituye, aproximadamente, el 70% del peso seco de la materia viviente.

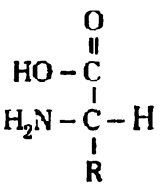
Aminoácidos

Son moléculas orgánicas simples que presentan un grupo amino ($-NH_2$) y un grupo ácido carboxilo (–COOH) unidos a un mismo átomo de carbono llamado alfa (α), al cual también se une un grupo radical (R).

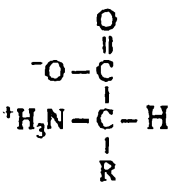
El radical R es variable, por ello puede determinar una cantidad ilimitada de aminoácidos diferentes, sin embargo los que constituyen las proteínas son solo veinte.

En disolución los aminoácidos forman iones dobles denominados **zwitteriones** debido a sus grupos ácido y base.

Los zwitteriones, dependiendo del pH de la solución, pueden comportarse como ácidos o como bases, por esta razón se les denomina **anfóteros**.



Aminoácido



Zwitterion

Péptidos

Son moléculas formadas por la unión de dos o más aminoácidos. El enlace que une un aminoácido con otro toma el nombre de **enlace peptídico**. Según el número de aminoácidos que posea el péptido se denominan:

- **Dipéptidos**. Cuando tienen dos aminoácidos.
- **Oligopéptidos**. Cuando constan de tres a diez aminoácidos.
- **Polipéptidos**. Cuando llevan más de diez aminoácidos.

Las proteínas son péptidos de elevado PM (más de 10,000 Dalton), se trata de polipéptidos de más de 50 aminoácidos.

Durante el proceso de la formación de las proteínas, el enlace peptídico resulta de la reacción entre el grupo carboxilo y el grupo amino de dos aminoácidos diferentes. Como producto de esta reacción se libera una molécula de agua.

Niveles de organización de las proteínas

Las propiedades químicas básicas de las proteínas que explican sus diversas funciones, son tan amplias que constituyen la mayor parte de toda la bioquímica, estas propiedades se fundamentan en los diversos niveles de su estructura molecular.

a. Primaria

Es la disposición de los aminoácidos, unidos por enlaces pépticos, a lo largo de la cadena proteica.

b. Secundaria

Es la disposición de la estructura primaria en el espacio. Está determinada por los puentes de hidrógeno de aminoácidos a distancias regulares. Puede ser hélice (α), de hoja plegada (β) o tener disposición aleatoria (γ).

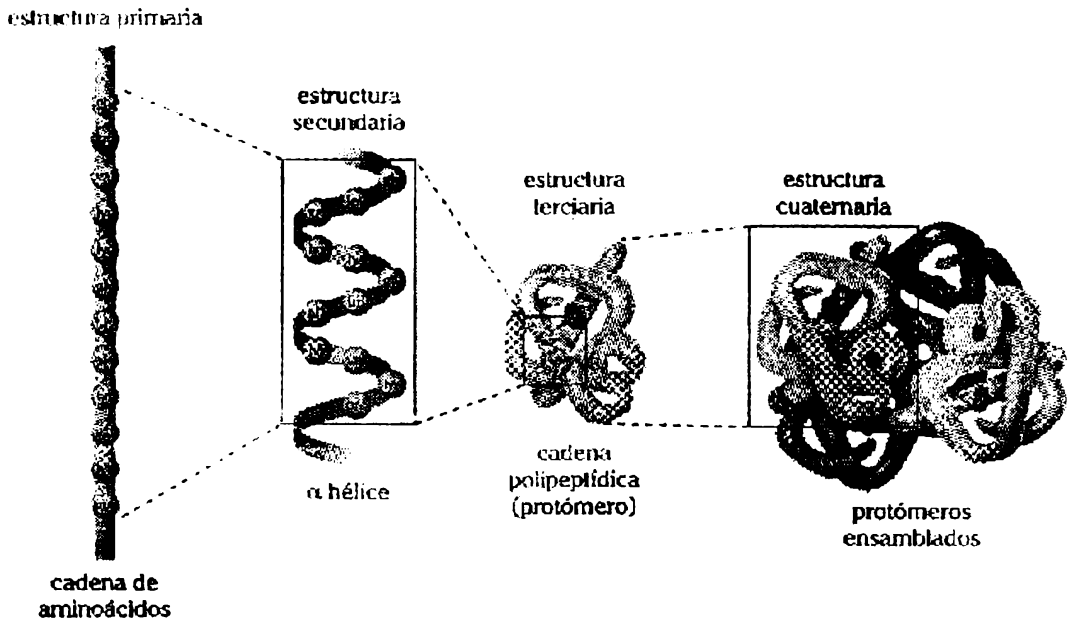
c. Terciaria

Es la disposición de la estructura secundaria en el espacio. Determinada por enlaces disulfuro, que les otorga una mayor estabilidad.

d. Cuaternaria

No lo presentan todas las proteínas sino aquellas formadas por más de una cadena polipeptídica. Diferentes fuerzas de atracción intervienen uniendo las cadenas, tales como fuerzas hidrofóbicas, enlaces salinos, fuerza de Van Der Walls.

Estructura de una proteína oligomérica (cuaternaria)



Clasificación de proteínas

a. Según su configuración estructural

- ✓ **Fibrosas.** Tienen forma alargada, son insolubles en agua y cumplen papel estructural. Ejemplos: queratina, colágeno, fibroína, etcétera.
- ✓ **Globulares.** Tienen forma esferoidal y son solubles en agua; cumplen papeles diversos. Ejemplos: enzimas, mioglobina, hemoglobina, etcétera.

b. Según su composición

- ✓ **Simples.** Cuando solo está formado de aminoácidos. Ejemplos: tubulinas, albúminas, actinas, etcétera.
- ✓ **Conjugadas.** Cuando además de aminoácidos, presentan otro compuesto conocido con el nombre de grupo prostético. Ejemplos: las **hemoproteínas,** que llevan como grupo prostético el grupo hemo, tales como la hemoglobina y la mioglobina, las **metaloproteínas** que llevan como grupo prostético el cobre, tales como la hemocianina.

Enzimas

Son proteínas con actividad biocatalítica, aceleran las reacciones biológicas, disminuyendo la energía de activación.

Actividad enzimática

El proceso de la acción enzimática se puede resumir de la siguiente manera:

- ✓ **Reconocimiento.** La enzima reconoce al sustrato, que es aquella molécula sobre la cual actúa. El nombre que toma una enzima depende del sustrato, agregándole el sufijo -asa. Así tenemos:

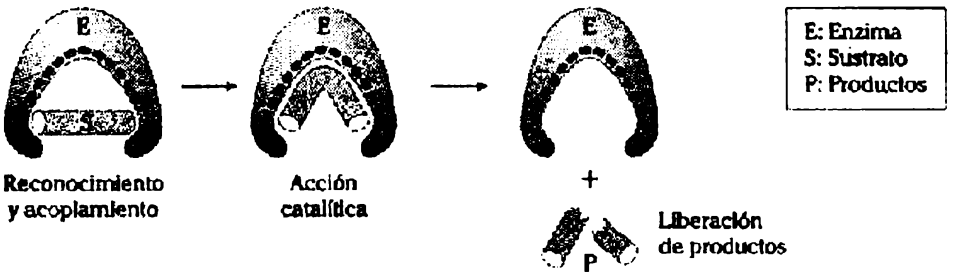
Sustrato	Enzima
Úrea	Ureasa
Celulosa	Celulasa
Proteína	Proteasa
Maltosa	Maltasa
Sacarosa	Sacarasa
Fosfolípido	Fosfolipasa
Almidón	Amilasa
Péptido	Peptidasa
Ceramida	Ceramidasa
Colágeno	Colagenasa

- ✓ **Acoplamiento.** Es la unión entre la enzima y el sustrato. La región específica de la enzima, que reacciona con el sustrato, se conoce como sitio activo o sitio catalítico.

  La enzima unida al sustrato se denomina "complejo enzima-sustrato". Según el **modelo llave-cerradura** la enzima encaja perfectamente con el sustrato. Según el **modelo del encaje inducido** la enzima se acomoda a la forma del sustrato.

- ✓ **Acción catalítica y liberación de productos.** El sustrato es trasformado en productos que son liberados. La enzima no sufre alteración y mantiene la capacidad de actuar sobre otro sustrato, por ello actúa en bajas cantidades.

Etapas de la actividad enzimática



Cofactores enzimáticos

Muchas enzimas llamadas **holoenzimas** están formadas por una porción proteica llamada **apoenzima** y ciertas sustancias denominadas **cofactores enzimáticos**; los cuales pueden ser inorgánicos (Mg^{++}, Fe^{++}, Zn^{++}, Cu^{++}) u orgánicos (vitaminas del complejo B: NAD^{+}, FAD^{+}). Los cofactores orgánicos son llamados **coenzimas**.

Proenzimas

Son proteínas globulares que dan origen a enzimas por acción de un factor activador. Por ejemplo, el pepsinógeno es una proenzima que es transformada en pepsina por acción del ácido clorhídrico (HCl) que actúa como factor activador.

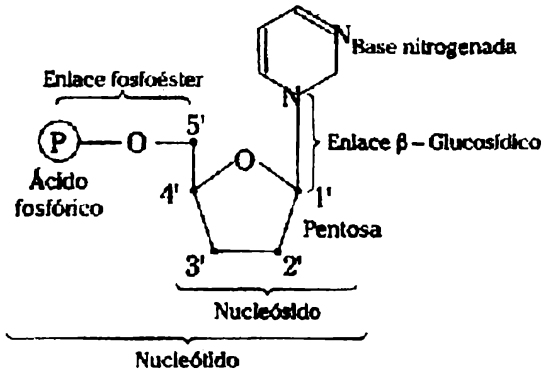
Ácidos nucleicos

Son macromoléculas pentarias compuestas por elementos como: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo. Sus unidades llamadas nucleótidos se unen por enlaces covalentes denominados fosfodiéster.

Nucleótido

Es la unidad o monómero de los ácidos nucleicos. Está constituido por una base nitrogenada, un azúcar pentosa y ácido fosfórico. La unión del azúcar pentosa más la base nitrogenada se denomina **nucleósido**.

Estructura de un nucleótido



Componentes de un nucleótido

a. Bases nitrogenadas

Son compuestos heterocíclicos que contienen carbono y nitrógeno en sus anillos. Constituyen el alfabeto de los genes. El nitrógeno en la forma del grupo amino les da el carácter básico.

Las bases nitrogenadas se clasifican en purinas y pirimidinas

- Purinas. Son la adenina (A) y la guanina (G).
- Pirimidinas. Son la citosina (C), la timina (T) y el uracilo (U).

b. Pentosa

Azúcar de cinco carbonos, que pueden ser la ribosa (para ARN) o desoxirribosa (para ADN). La pentosa forma el esqueleto principal de los ácidos nucleicos.

c. Ácido fosfórico

Molécula con tres grupos oxidrilos (OH), donador de hidrogeniones (H^+), que otorga el carácter ácido y la basofilia. A estas moléculas se debe el carácter aniónico (molécula con carga negativa) y, por lo tanto, la propiedad de unirse a proteínas básicas (histonas) o colorantes básicos.

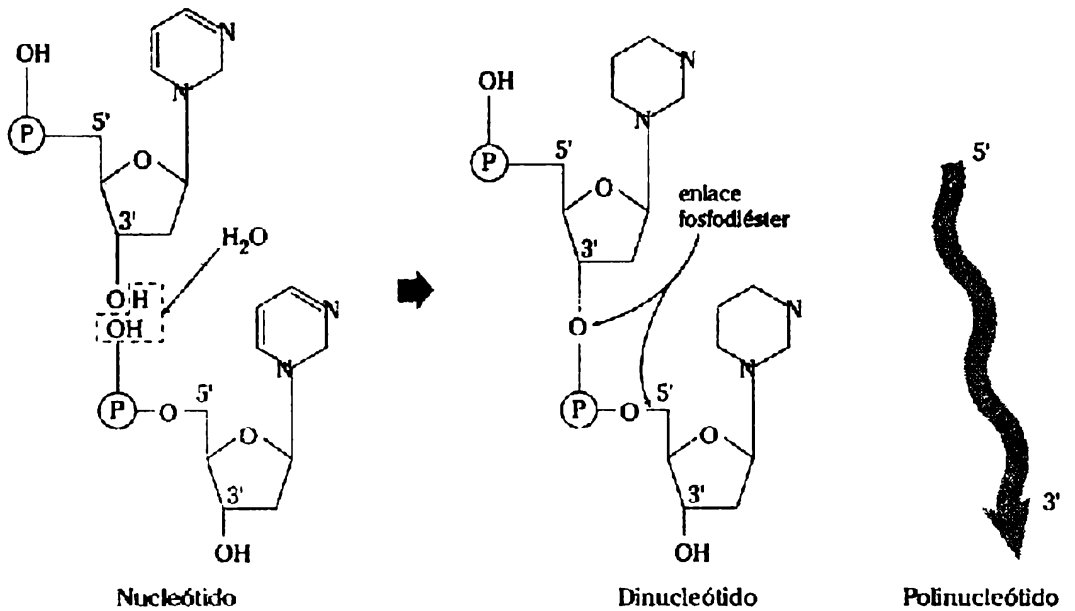
Funciones de otros nucleótidos

- ✓ **Coenzimas.** Participan en reacciones de óxido reducción. Ejemplos: el NAD (nicotinamida adenin dinucleótido) y el FAD (flavin adenin dinucleótido) que participan en la respiración celular aeróbica.
- ✓ **Energética.** Presentan enlaces de alta energía: fosfato-fosfato. Ejemplo: el ATP (adenosín trifosfato) principal molécula energética útil de los organismos vivos, que almacena 7,3 Kcal por enlace fosfato-fosfato.
- ✓ **Mensajeros intracelulares.** Ejemplo: AMPc (adenosín monofosfato cíclico) que participa como segundo mensajero en la actividad hormonal.

Enlace fosfodiéster

Es el enlace característico de los ácidos nucleicos que permite la polimerización de nucleótidos. Resulta de la reacción entre el ácido fosfórico de un nucleótido con el grupo oxhidrilo de la pentosa de otro nucleótido. De esta forma resultan los dinucleótidos, y luego por sucesivas reacciones se formarán polinucleótidos.

Proceso de polimerización de nucleótidos



Clasificación de los ácidos nucleicos

a. Ácido desoxirribonucleico (ADN o DNA)

Macromolécula constituida por dos cadenas de polidesoxirribonucleótidos. Se caracteriza por tener desoxirribosa y timina (T).

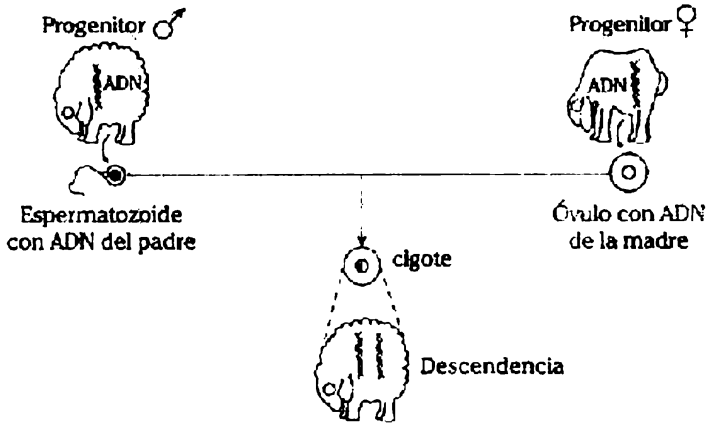
- ✓ **Funciones del ADN.** El ADN (ácido desoxirribonucleico) **almacena la información hereditaria;** las unidades hereditarias son los **genes** de los que hoy en día se conoce su secuencia, expresión y regulación.

  Debido a la capacidad molecular de **autoduplicación**, los progenitores pueden trasmitir una copia de su información genética, a sus descendientes, así continuará la vida generación tras generación.

  El ADN origina los ARN en un proceso llamado **transcripción.**

  El ADN permite **evolucionar** a los seres vivos, pues, cuando se copia pueden ocurrir cambios (mutaciones), los cuales se manifestarán en las características del organismo, aumentando la variedad dentro de la especie y la diversidad de los seres vivos.

Descendencia con ADN de los dos progenitores

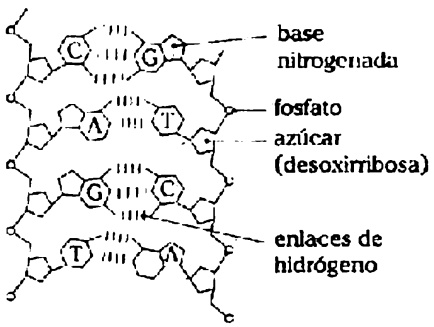


✓ **Modelo de la doble hélice.** En 1953 Watson y Crick propusieron la estructura en doble hélice para el DNA, según la cual, las cadenas de polidesoxirribonucleótidos son antiparalelas (de sentido contrario) enrolladas en espiral alrededor de un eje imaginario y son complementarias, porque las cadenas se unen por medio de puentes de hidrógeno que se establecen entre las bases nitrogenadas.

Entre la adenina y la timina se establecen dos puentes de hidrógeno (A=T); y entre la guanina y la citosina tres puentes de hidrógeno (G≡C).

Según Chargaff la proporción de adenina es igual a la de timina y la proporción de citosina es igual a la de guanina (Ley de Chargaff) y se cumple que las cantidades de A+G=T+C.

En las células animales y vegetales el ADN se encuentra en el núcleo, asociado a proteínas básicas llamadas histonas, constituyendo la cromatina.



Modelo esquemático
Destacan los puentes de hidrógeno

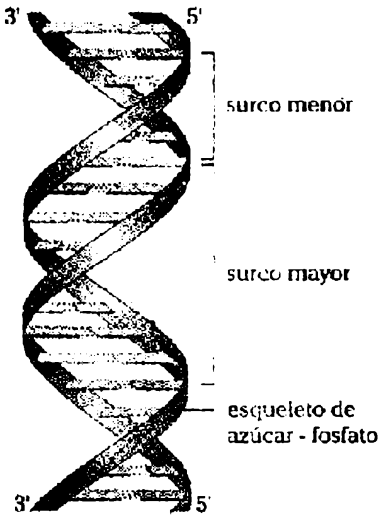
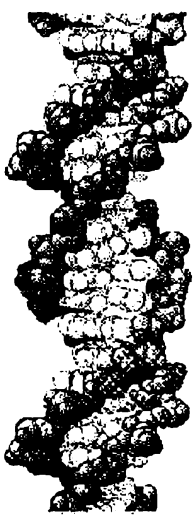


Diagrama Ribbon



Modelo espacial

b. Ácido ribonucleico (ARN o RNA)

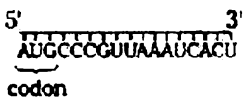
Molécula constituida por una cadena de polirribonucleótidos. Se caracteriza por tener ribosa y uracilo (U).

- ✓ **Funciones del ARN.** Los ARN expresan los genes en el proceso de traducción o síntesis de proteínas.
- ✓ **Tipos de ARN**

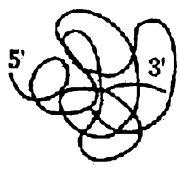
RNA mensajero (RNAm o ARNm). Molécula de conformación lineal constituido por ribonucleótidos, con una secuencia de bases nitrogenadas. Cada tres bases nitrogenadas recibe el nombre de codón, que se interpreta a través del código genético. EL ARNm es copia de la información del ADN.

RNA transferencia (RNAt o ARNt). Molécula de configuración en hoja de trébol que capta y transporta aminoácidos hacia los ribosomas durante la síntesis proteica. Presenta el brazo anticodón que se acopla al codón del ARNm por complementación: A=U y G≡C, en el proceso de síntesis proteica.

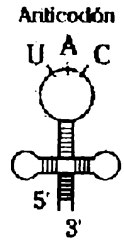
RNA ribosómico (RNAr o ARNr). Molécula de conformación muy plegada componente de los ribosomas.



RNA_m (mensajero)



RNA_r (ribosomal)



RNA_t (transferencial)

CUADRO COMPARATIVO ENTRE EL ADN Y EL ARN

Características	ADN	ARN
Pentosa	Desoxirribosa	Ribosa
Bases nitrogenadas	Adenina Guanina Citocina Timina	Adenina Guanina Citocina Uracilo
Número de polinucleótidos (cadenas)	2 (Bicatenario)	1 (Monocatenario)
Función	Almacena la información biológica de los seres vivos.	Permite la expresión de la información biológica.
Ubicación	Nucléolo, mitocondrias, Cromatina, cloroplastos, Cromosoma.	Nucléolo Ribosoma
Estructura	Doble hélice.	Lineal, muy plegado y trébol.
	* Sufre cambios moleculares o mutaciones	* Es el material genético del virus VIH (sida)

Las vitaminas

Son moléculas orgánicas indispensables para la vida. Muchas actúan como coenzimas en las reacciones metabólicas. El hombre no puede sintetizarlas, por ello es necesario ingerirlas en los alimentos.

Se clasifican de acuerdo a su solubilidad en **liposolubles**, las que se disuelven en grasas (vitaminas A, D, E, K), e **hidrosolubles**, las que se disuelven en agua (complejo B y vitamina C).

Vitaminas	Acción	Enfermedades carenciales
A (retinol)	Componente de la rodopsina (pigmento visual), mantiene el tejido epitelial.	Ceguera nocturna, xeroftalmia y desecación epitelial.
D (calciferol)	Metabolismo del calcio, crecimiento y mantenimiento óseo.	Raquitismo en los niños.
E (tocoferol)	Antioxidante.	Genera esterilidad en los animales.
K (menadiona)	Interviene en la síntesis de factores de coagulación.	Hemorragias.
B1 (tiamina)	Coenzima de las descarboxilasas.	Beriberi.
B2 (riboflavina)	Constituyente de las coenzimas FAD y FMN.	Fotofobia y queilosis.
B3 (niacina)	Constituyente de las coenzimas NAD y NADP.	Pelagra.
B5 (ácido pantoténico)	Constituyente de la coenzima A.	Fatiga y trastornos del sueño.
B6 (piridoxina)	Interviene en las reacciones de transferencia de grupos amino.	Depresión.
B8 (biotina)	Coenzima en la transferencia de grupos carboxilo (metabolismo de AA).	Fatiga y dermatitis.
B9 (ácido fólico) y B12 (cianocobalamina)	Coenzima en la transferencia de grupos metilo.	Anemia perniciosa.
C (ácido ascórbico)	Interviene en la síntesis de colágeno. Refuerza el sistema inmunológico.	Escorbuto.

2E 8A 14B 20A 25A 30D 35D
3C 9E 15C 21C 26D 31D 34A
4E 10B 16A 27B 27D 32E 37D
5C 11D 17D 23D 28C 33C 38D
6C 12D 19A 39E 40C

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. ¿Cuál es el nivel de organización que distingue a los seres vivos de la materia inerte?

A) el nivel molecular
B) el nivel celular
C) el nivel atómico
D) el nivel subatómico
E) el nivel supramolecular

2. Todas las reacciones químicas, tanto de síntesis como de degradación, necesarias para mantener la vida, se denominan

A) anabolismo.
B) crecimiento.
C) catabolismo.
D) homeostasis.
E) metabolismo.

3. A la tendencia que tienen los organismos de mantener su ambiente interno relativamente constante se le denomina

A) adaptación.
B) retroalimentación.
C) homeostasis.
D) ciclosis.
E) diapédesis.

UNMSM 2009-II

4. ¿Cuál es la ventaja de la reproducción sexual a diferencia de la asexual?

A) genera clones de organismos
B) se realiza de forma muy rápida
C) permite la continuidad de las especies
D) aumenta el número de organismos de la especie
E) produce descendencia con variabilidad genética

5. La búsqueda de la luz solar por los tallos de una planta se denomina

A) megatropismo.
B) miotropismo.
C) fototropismo.
D) cariotropismo.
E) oligotropismo.

UNFV 2001

6. Los átomos más importantes en los seres vivos

A) son los que poseen mayor tamaño.
B) son el oxígeno, hidrógeno y el nitrógeno.
C) suelen formar enlaces covalentes.
D) no tienen probabilidad de hibridización de orbitales.
E) suelen formar enlaces iónicos.

UNMSM 2005-I

7. Son elementos que participan en la osmorregulación.

A) calcio, flúor y nitrógeno
B) sodio, magnesio y silicio
C) calcio, magnesio y zinc
D) cloro, sodio y potasio
E) yodo, cobalto y molibdeno

8. El ..... es a la hemoglobina, como el ..... es a la hemocianina.

A) hierro - cobre
B) calcio - fósforo
C) magnesio - silicio
D) cobre - hierro
E) carbono - nitrógeno

9. La clorofila, pigmento principal para la realización de la fotosíntesis, tiene en su estructura molecular

A) cobre.
B) manganeso.
C) calcio.
D) hierro.
E) magnesio.

UNMSM 2005-II

10. La conducción nerviosa es el proceso en el cual las neuronas llevan el impulso nervioso a través del axón, en el proceso de repolarización participa

A) el sodio.
B) el potasio.
C) el calcio.
D) el fósforo.
E) el magnesio.

11. En la materia viviente el agua es considerada el disolvente universal por su carácter

A) reductor.
B) hidrofóbico.
C) inorgánico.
D) dipolar.
E) oxidante.

UNMSM 2002

12. La ..... de la molécula de agua le permite disolver sustancias .....

A) apolaridad - polares.
B) cohesividad - hidrofóbicas.
C) estructura supramolecular - hidrofílicas.
D) dipolaridad - polares y con carga eléctrica.
E) electronegatividad - hidrofílicas.

13. La ..... es la principal molécula utilizada por la célula para obtener energía.

A) maltosa
B) sacarosa
C) celulosa
D) glucosa
E) lactosa

UNMSM 2010-I

14. Es el monosacárido de mayor dulcibilidad y es secretado por las vesículas seminales:

A) glucosa.
B) fructosa.
C) galactosa.
D) manosa.
E) arabinosa.

15. El monosacárido de menor dulcibilidad es componente del "azúcar de leche" y se denomina

A) glucosa.
B) fructosa.
C) galactosa.
D) manosa.
E) lactosa.

16. La unión de glucosa + galactosa produce ..... de glucosa + fructosa produce .....

A) lactosa - sacarosa.
B) maltosa - lactosa.
C) sacarosa - lactosa.
D) lactosa - maltosa.
E) maltosa - sacarosa.

UNMSM 2012-II

17. ¿Cuál es el polisacárido que forma parte de la pared celular de los vegetales?

A) quitina
B) almidón
C) glicógeno
D) celulosa
E) peptidoglucano

18. La pared celular de los hongos se caracteriza por presentar

A) quitina.
B) cutina.
C) suberina.
D) celulosa.
E) lignina.

UNAC 2012-I

19. Grasa neutra que abunda en la naturaleza, representa una gran reserva energética.

A) colesterol
B) cutina
C) triglicérido
D) fosfolípido
E) glucolípido

UNFV 2011-II

20. Las moléculas orgánicas que proporcionan una mayor cantidad de calorías por gramo son

A) los lípidos.
B) los glúcidos.
C) las vitaminas.
D) las proteínas.
E) los ácidos nucleicos.

21. Los triglicéridos son esteres de

A) 3 ácidos grasos - 3 gliceroles.
B) 3 gliceroles - 1 ácido graso.
C) 1 glicerol - 3 ácidos grasos.
D) 2 gliceroles - 1 ácido graso.
E) 2 ácidos grasos - 1 glicerol.

UNFV 2011-I

22. La cera de abejas: palmitato de miricilo, está compuesta por el alcohol miricilo y un ácido graso palmítico, unidos entre sí por medio del enlace

A) glucosídico.
B) esteárico.
C) peptídico.
D) fosfodiéster.
E) covalente polar.

23. Es un lípido derivado, precursor de todos los esteroides del cuerpo humano.

A) ergosterol
B) estigmasterol
C) lanosterol
D) colesterol
E) coprosterol

24. Las unidades estructurales de las proteínas se denominan

A) monosacáridos.
B) aminoácidos.
C) nucleótidos.
D) osas.
E) ribonucleótidos.

25. La estructura y función de una proteína, está determinada por su nivel

A) primario.
B) secundario.
C) terciario.
D) cuaternario.
E) hoja plegada.

26. Relacione ambas columnas y marque la alternativa que señale la secuencia correcta.

I. Hemoglobina
II. Ribonucleasa
III. Ovoalbúmina
IV. Insulina
V. Colágeno

( ) Función hormonal
( ) Proteína de reserva
( ) Proteína de transporte
( ) Proteína estructural
( ) Función catalizadora

A) V, II, IV, III, I
B) IV, II, I, V, III
C) II, IV, I, III, V
D) IV, III, I, V, II
E) IV, III, I, II, V

UNMSM 2009-II

27. Las enzimas son reconocidas como biocatalizadores porque

A) aceleran las reacciones químicas.
B) retardan las reacciones anfibólicas.
C) retardan las reacciones metabólicas.
D) aceleran las reacciones anabólicas y catabólicas.
E) disminuyen el tiempo de cualquier tipo de reacción.

28. Las holoenzimas se forman cuando se unen

A) zimógeno y coenzima.
B) apoenzima y proenzima.
C) apoenzima y cofactor.
D) proenzima y factor activador.
E) preenzima y factor activador.

29. Las unidades constituyentes de los ácidos nucleicos se denominan

A) nucleósidos.
B) nucleótidos.
C) aminoácidos.
D) ácidos grasos.
E) monosacáridos.

30. En el biopolímero conocido como ADN, los enlaces covalentes que conectan a los nucleótidos son de tipo

A) iónico.
B) glucosídico.
C) peptídico.
D) fosfodiéster.
E) hidrógeno.

UNMSM 2004-I

31. No corresponde al ADN.

A) Macromolécula que forma parte de todas las células.
B) Es un polinucleótido.
C) Forma parte de las mitocondrias.
D) Posee tres bases nitrogenadas.
E) Fue aislado por primera vez por Friedrich Miescher.

UNFV 2011-I

32. El ARN se diferencia del ADN porque

A) contiene el azúcar ribosa.
B) presenta uracilo en lugar de timina.
C) es de cadena sencilla o simple.
D) se localiza en el nucléolo y citoplasma.
E) todas las anteriores son verdaderas.

UNFV 2004

33. ¿En qué momento del metabolismo celular se pueden encontrar los tres tipos de RNA juntos?

A) Durante la duplicación del DNA
B) Durante la transcripción del DNA
C) Durante la traducción del DNA
D) Durante la replicación del DNA
E) Durante la condensación del DNA

UNFV 2005

34. Inventó un procedimiento de tinción para el ADN.

A) Friedrich Miescher
B) James Watson
C) Frederick Sanger
D) Robert Feulgen
E) Francis Crick

UNFV 2006

35. Las vitaminas son importantes porque

A) aceleran las reacciones biológicas.
B) brindan energía a las células.
C) almacenan la información hereditaria.
D) actúan como cofactores enzimáticos.
E) forman estructuras duras y resistentes.

36. La vitamina liposoluble relacionada con la visión es

A) A B) C C) D
D) E E) K

UNFV 2008-I

37. La deficiencia de vitamina D ocasiona ..... en los niños y ..... en los adultos.

A) ceguera nocturna - raquitismo
B) osteomalacia - queilosis
C) ceguera nocturna - osteoporosis
D) raquitismo - osteomalacia
E) pelagra - nictalopía

38. Es un factor de la coagulación sanguínea, su deficiencia la retarda, por ello es llamada vitamina antihemorrágica.

A) retinol (A)
B) calciferol (D)
C) tocoferol (E)
D) menadiona (K)
E) ácido pantoténico (B5)

39. El colágeno es una proteína que se encuentra básicamente en la piel, en cuya síntesis participa la vitamina

A) A. B) D. C) B.
D) E. E) C.

UNMSM 2012-I

40. La queilosis, grietas en la lengua, boca y labios, se debe a la deficiencia de

A) vitamina B1.
B) vitamina B5.
C) vitamina B2.
D) vitamina B3.
E) vitamina B6.

Biología celular

Capítulo II

Objetivos

- Identificar las estructuras de las células eucarióticas y sus respectivas funciones.
- Analizar el flujo de la información genética: la duplicación del ADN, la transcripción y la traducción.
- Conocer las etapas del ciclo celular, la interfase y los procesos de división celular.

Célula

Es la mínima porción de materia viva, capaz de realizar metabolismo, crecer y reproducirse, por tanto, es la unidad morfológica, fisiológica y genética de todos los seres vivos.

Todos los seres vivos unicelulares o pluricelulares están formados por células. Esto se debe a que todos los seres vivos provienen de un ancestro común, el cual fue un ser unicelular.

Teoría celular

El término célula fue planteado por Robert Hoocke en 1665. Este científico e inventor inglés utilizó el microscopio para observar una fina laminilla de corcho, luego describió celdillas semejantes a las de un panal de abejas a las que llamó células.

En 1838, Mathías Schleiden, botánico alemán, publicó estudios acerca de la estructura celular en las plantas. Un año después, Teodoro Schwann, zoólogo alemán, divulgó también sus descubrimientos sobre la constitución celular en tejidos animales.

Así quedó sentada la teoría celular clásica, según la cual todos los seres vivos están constituidos por células. Además se contaba con el descubrimiento del núcleo celular (Brown, 1831) y del contenido celular o protoplasma (Purkinge, 1838).

En 1855, Rudolph Virchow, médico patólogo, amplió la teoría celular al expresar su famoso aforismo: *Omnins cellula e cellula*, es decir toda célula se origina de otra preexistente, con lo que se desarrollaría la moderna teoría celular. Luego, se demostró que las células aseguran la continuidad entre una generación y otra por medio del mecanismo de la mitosis (Fleming, 1880) y la exacta división de los cromosomas (Waldeyer, 1890).

Postulados de la teoría celular

La moderna teoría celular considera, principalmente, cuatro postulados:

- Las células son unidades morfológicas y fisiológicas de todos los organismos.
- Las propiedades de un ser vivo dependen de sus células individuales.
- Las células se originan solo de otras células y su continuidad se mantiene a través del ADN.
- La unidad más pequeña de vida es la célula.

Características

Las células evidencian gran variabilidad de tamaños, formas y estructuras; sin embargo, todas presentan ciertas características en común: naturaleza coloidal, tamaño generalmente microscópico, tienen siempre citoplasma con ribosomas, molecularmente llevan los dos ácidos nucleicos ADN y ARN, y producen ATP.

Constitución física coloidal

Son sistemas heterogéneos constituidos por biomoléculas orgánicas e inorgánicas distribuidas en dos fases: dispersa y dispersante.

Las macromoléculas como proteínas y agregados moleculares como los liposomas forman la fase dispersa, se encuentran unidas al agua ligada, separadas entre sí por el **agua libre** que forma la fase dispersante.

Tamaño microscópico

Tamaños menores a las 100 micras, visibles al microscopio. La célula más pequeña es el micoplasma, una bacteria de 0, 2 micras de diámetro. La mayoría de células vegetales tienen un tamaño entre 15 y 40 micras.

Forma funcional

En los seres vivos pluricelulares la forma de sus células principalmente se debe a la función que cumplen estas en el organismo, así por ejemplo las células musculares estriadas son cilíndricas debido a su función de elemento activo en la locomoción, basado en las propiedades de elasticidad y contractibilidad.

La forma también se relaciona a la presión que ejercen las células vecinas, la presión oncótica y el citoesqueleto (armazón interno).

Clasificación

Las células se clasifican, según su organización estructural, en: células procarióticas y células eucarióticas, la diferencia fundamental entre ambas es que las procarióticas carecen de núcleo, mientras que las eucarióticas tienen núcleo.

Células procarióticas

Son células sin núcleo (pro=antes, cario=núcleo). El material genético es un cromosoma que se localiza disperso en una región citoplasmática denominada nucleoide (parecida al núcleo), se trata de una molécula de ADNc (circular) carente de proteínas histonas. Las células procarióticas carecen de citoesqueleto y de organelos membranosos y presentan ribosomas 70 S para elaborar proteínas.

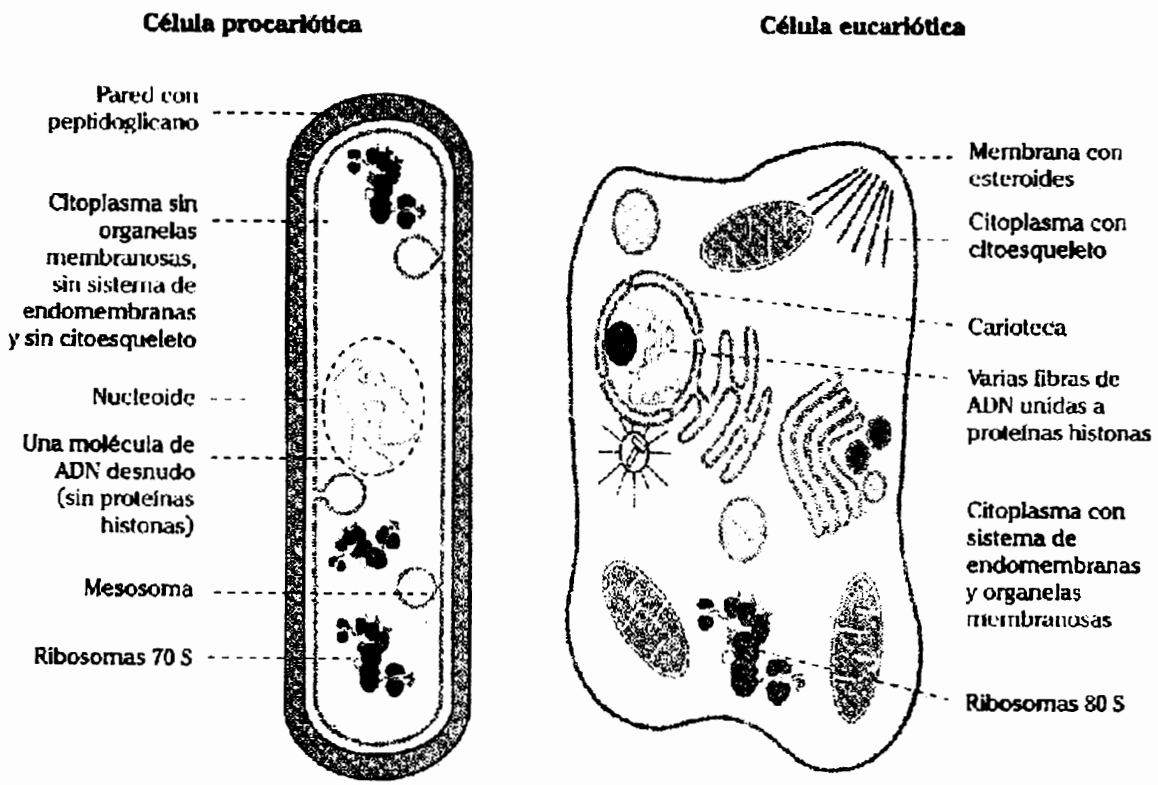
Las bacterias típicas, las cianobacterias (algas azul verdosas) y las arqueobacterias son organismos procariontes.

Células eucarióticas

Son células con núcleo (eu=verdadero, cario=núcleo). El ADN se asocia a proteínas básicas llamadas histonas, constituyendo la cromatina. La cromatina, el nucléolo, el carioplasma y la carioteca (envoltura celular) constituyen el núcleo celular. Las células eucarióticas poseen citoesqueleto, organelos membranosos (sistema de endomembranas) y ribosomas 80 S.

Los protozoarios, las algas, los hongos, las plantas y los animales, son eucariontes.

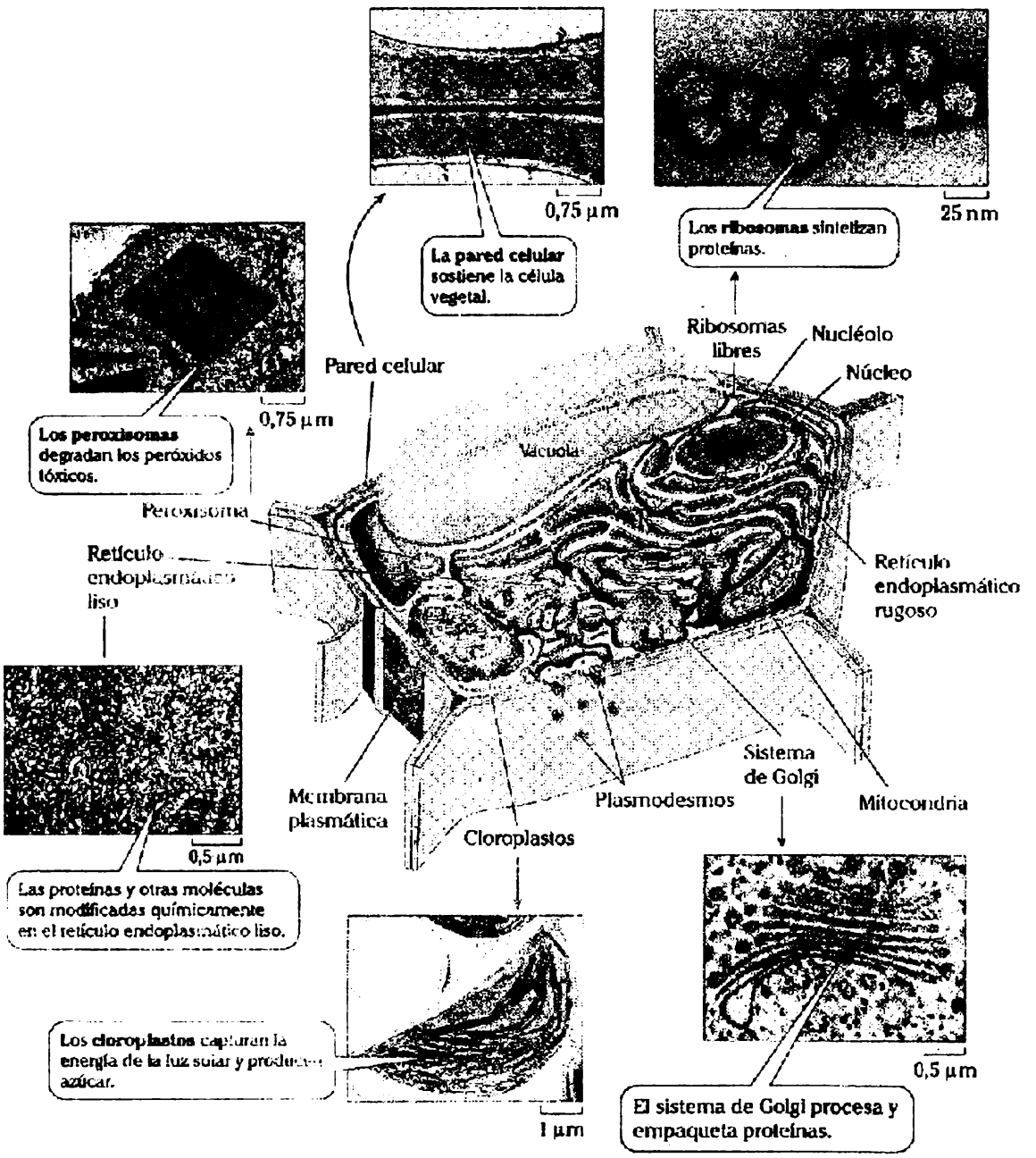
Diferencias entre células procarióticas y eucarióticas



Estructura de la célula eucariota

En una célula típica, podemos encontrar cuatro regiones: matriz extracelular, membrana citoplasmática, citoplasma y núcleo. Algunos biólogos celulares consideran tres regiones, excluyendo la matriz extracelular.

Estructura general de la célula vegetal



MATRIZ EXTRACELULAR

Está constituida por una gran variedad de sustancias secretadas por las células. En plantas, algas y hongos se denominan pared celular. En los hongos la pared celular está compuesta principalmente de quitina, en las algas verdes y en las plantas por celulosa.

Pared celular en plantas

La pared celular es la matriz extracelular o envoltura glucídica de las células vegetales. Suele estar formada por varias capas.

La delgada pared externa se llama **pared primaria**, está compuesta principalmente de pectinas y hemicelulosa.

La capa interna más gruesa se denomina **pared secundaria**, está compuesta principalmente de celulosa.

Además se observa una capa delgada llamada **laminilla media,** la cual está compuesta de pectato de calcio y magnesio. Permite pegar las células vegetales adyacentes.

Cuando se produce la lignina, se impregna de modo sucesivo a la laminilla media, a la pared primaria y, en forma especial, a la pared secundaria, entonces la lignificación aumenta la firmeza, dureza y resistencia de la pared, provocando la muerte celular, a esta nueva acumulación se le conoce como **pared terciaria.**

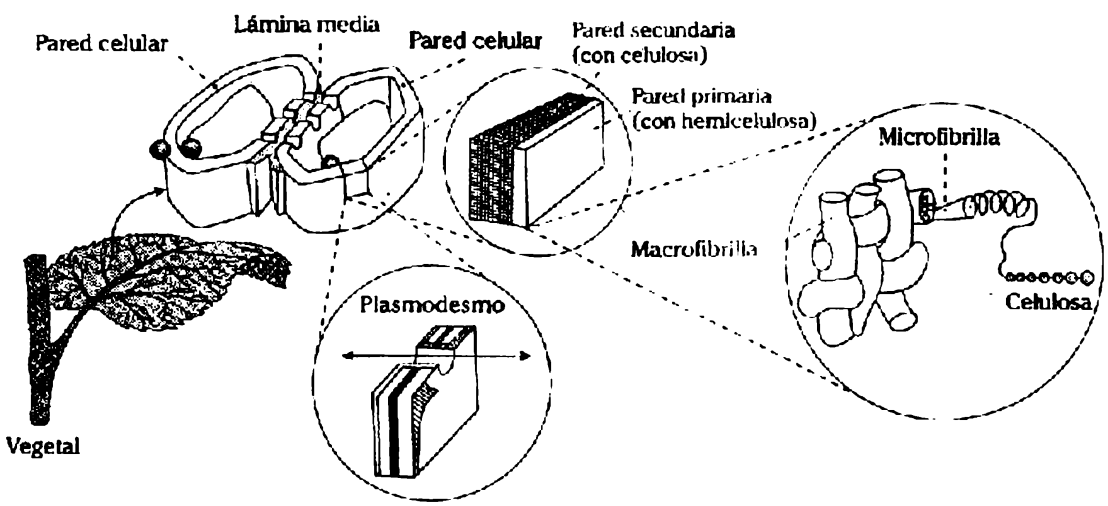
La mayor parte de las células vegetales están conectadas entre sí por medio de canales tubulares conocidos como **plasmodesmos,** a través de los que fluyen moléculas orgánicas e inorgánicas.

a. Funciones de la pared celular

Por su consistencia, la pared tiene función mecánica, proporciona resistencia contra la presión interna, es decir, es una barrera la protección osmótica, evitando la lisis (ruptura) de la membrana citoplasmática.

La pared también es una barrera protectora contra la invasión de patógenos: virus, bacterias y hongos.

Estructura de la pared celular vegetal



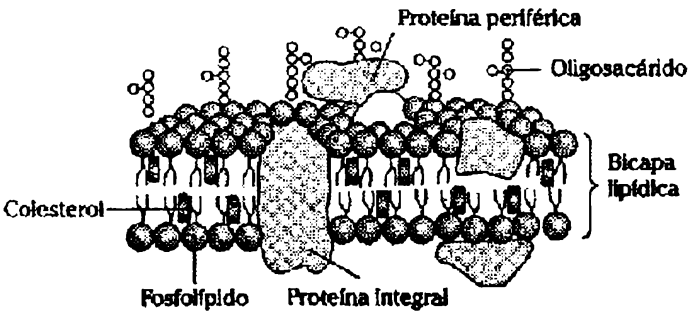
Membrana citoplasmática

Es una estructura lipoproteica permeable y selectiva que envuelve al citoplasma. Es de naturaleza lipoproteica, está constituida fundamentalmente por proteínas y lípidos (fosfolípidos, glucolípidos y esteroides).

Estructura

El modelo del mosaico fluido propuesto por Singer y Nicholson, en 1972, sostiene que la membrana está constituida por una doble capa de fosfolípidos en la cual hay proteínas asociadas, las que se encuentran sumergidas se llaman integrales o intrínsecas, mientras que las asociadas solo a la superficie se llaman periféricas o extrínsecas.

Modelo del mosaico fluido



El estado físico de la membrana es semilíquido, lo que permite el movimiento lateral de las proteínas, por eso se dice que la membrana es fluida.

La fluidez de la membrana se debe principalmente a la presencia de ácidos grasos poliinsaturados en la composición de los fosfolípidos y glucolípidos.

Los esteroides mantienen la fluidez frente a los cambios de temperatura. La cara externa de la membrana animal presenta glúcidos asociados formando el **glucocálix**, a diferencia de la cara interna que carece de azúcares, por eso se dice que es asimétrica.

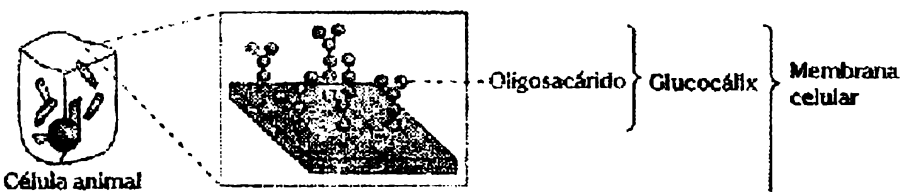
Funciones de la membrana citoplasmática

Compartimentalización	Separa el medio intracelular del medio extracelular.
Transporte	Permite el intercambio de materiales con su medio externo.
Comunicación intercelular	Algunas proteínas son receptores mensajeros intercelulares.
Uniones intercelulares	Mediante nexus, uniones estrechas, etc.
Reconocimiento celular	Algunas proteínas de membrana participan como moléculas que reconocen la superficie de otras células.

Glucocálix

Se denomina así a las moléculas de glúcidos y péptidos que se proyectan sobre la membrana y forman parte de ella. Se encuentra en los protozoos y células animales.

El glucocálix participa en la adhesión, la identidad celular (antígenos celulares) y tiene función receptora en la superficie celular.

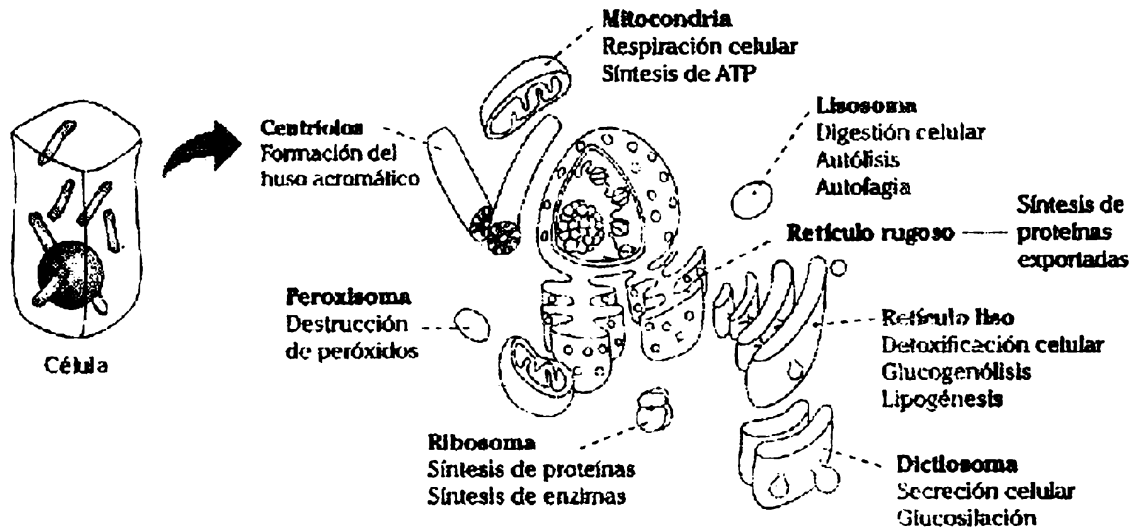


CITOPLASMA

Es la región intracelular de mayor actividad biológica, comprendida entre el núcleo y la membrana citoplasmática. Es la región fundamental de la célula, porque lleva a cabo las principales reacciones bioquímicas, sin las cuales no se podría hablar de vida.

Está constituido por la matriz citoplasmática, el citoesqueleto y los organelos (sistema de endomembranas, mitocondrias, plastidios, ribosomas, centrosomas, etc.).

Estructura del citoplasma



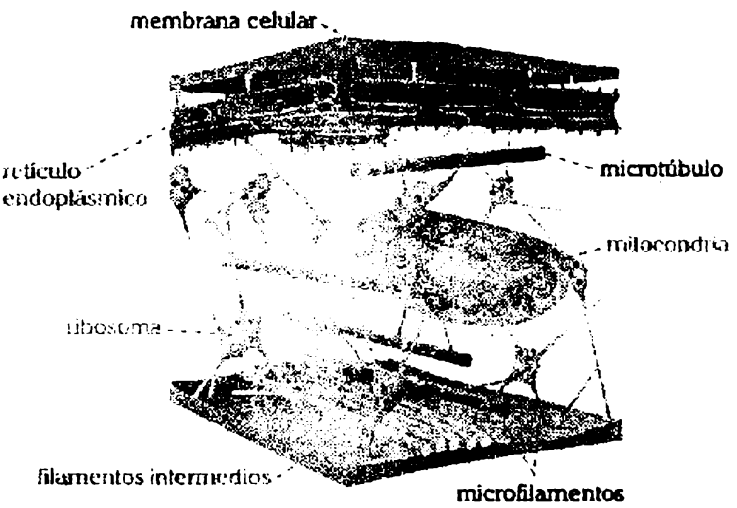
Matriz citoplasmática

Es un fluido de naturaleza coloidal. La parte más importante de la matriz es el citosol donde ocurre la glucólisis. Posee una propiedad llamada **tixotropía**, en la que su estado físico cambia de sol a gel y viceversa. El movimiento ameboideo de los leucocitos y las amebas se asocia a la tixotropía de la matriz.

Citoesqueleto

Componente que contiene microtúbulos y microfilamentos. Los microtúbulos están formados por proteínas tubulinas (α y β). Participan en la formación de centriolos, cilios y flagelos. Los microfilamentos están formados por proteínas actinas. Participa en la fagocitosis, exocitosis y citocinesis de las células animales.

El citoesqueleto interviene en el mantenimiento de la forma y en la motilidad celular.



Organelos

a. Ribosomas

Son organelos no membranosos, cuya función es llevar a cabo la síntesis de proteínas a partir de la información genética. Estructuralmente están formados por dos subunidades: mayor y menor. Ambas están constituidas por proteínas y ARN ribosómico, las que fueron ensambladas en el nucléolo.

Los ribosomas de las células procarióticas son 70 S están formados por las subunidades 30 S y 50 S; en las células eucarióticas los ribosomas son 80 S y sus subunidades son 40 S y 60 S (s=unidad de sedimentación).

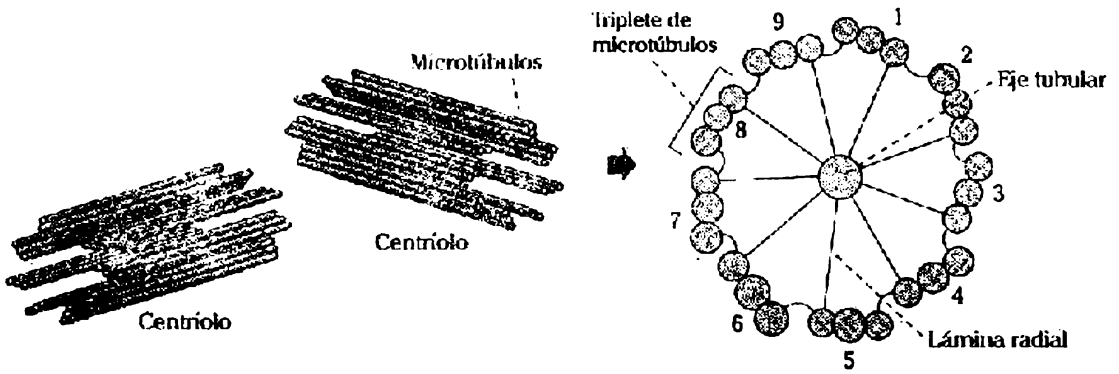
En la síntesis de proteínas se asocian al ARN mensajero formando polisomas.

b. Centrosomas

Son organelos no membranosos, cuya función es formar el huso mitótico durante la división en células animales, algunos protozoos y plantas inferiores (musgos y helechos).

Son asociaciones proteicas constituidas por dos cilindros huecos llamados **centríolos**, rodeados por una masa proteica denominada centrósfera, a partir de ella se forman proyecciones de microtúbulos que originan el áster.

Cada centríolo está formado por nueve tripletes de microtúbulos (9 + O), cada microtúbulo a su vez está constituido por proteínas tubulinas (α y β).



c. Cilios y flagelos

Son organelos utilizados generalmente en la locomoción celular (desplazamiento). Los cilios son cortos y los flagelos son largos. Presentan dos partes: el cinetosoma y axonema.

El cinetosoma (cuerpo basal o blefaroplasto) tiene una estructura similar a la del centríolo. El axonema está conformado por nueve pares de microtúbulos y dos microtúbulos en el centro (9+2).

d. Sistema de endomembranas o sistema vacuolar citoplasmático

El sistema de endomembranas está formado por conductos y cisternas delimitadas por membranas e interconectadas. Este sistema tiene como componentes importantes al retículo endoplasmático, aparato de Golgi, lisosomas y vacuolas.

e. **Retículo endoplasmático (RE)**

Este componente del sistema de endomembranas se presenta como una red complicada de túbulos y vesículas, comunicadas entre sí y con la carioteca.

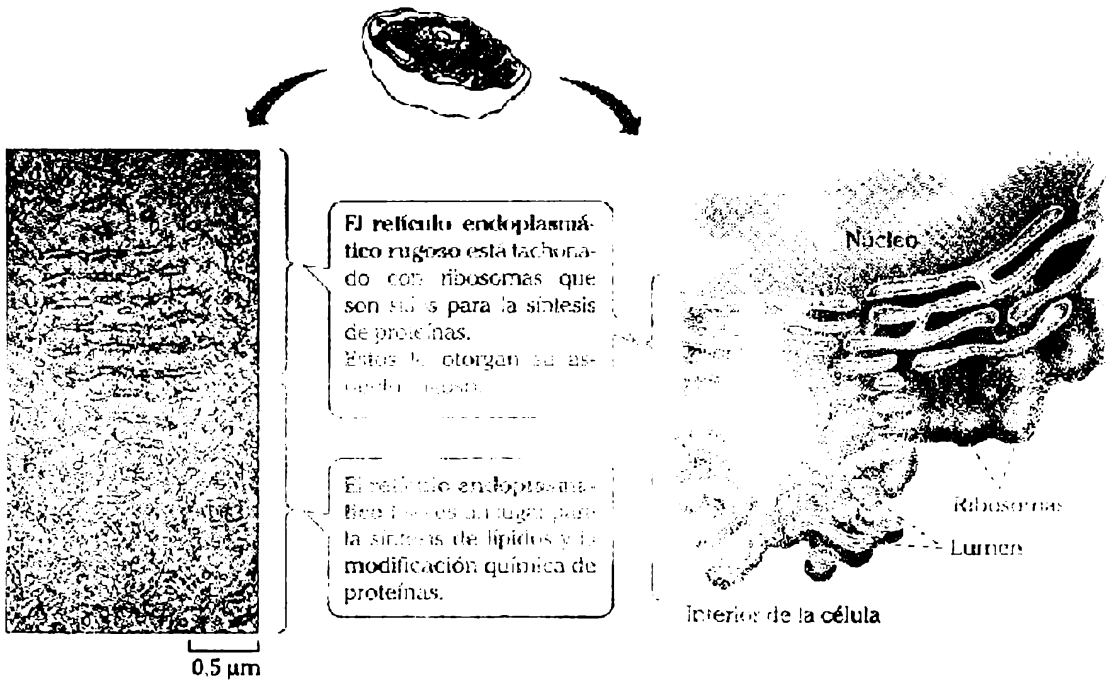
Su función general es la **compartimentalización**, es decir, delimita espacios donde pueden almacenarse y distribuirse sustancias dentro de la célula; sirve como soporte mecánico del citoplasma e interviene en la reconstrucción de la membrana nuclear.

Comprende dos partes diferenciadas por la presencia o ausencia de ribosomas sobre su superficie externa:

- ✓ **Retículo endoplasmático rugoso (RER) o granular.** Presenta ribosomas adheridos a la parte externa de sus membranas, debido a que presenta unas proteínas llamadas **ribofo-rinas.**

  Tiene por función la síntesis de proteínas pero de exportación. En el RER se inicia la glucosilación de muchas proteínas.

  Se localiza mayormente en células especializadas en la secreción de proteínas, como las células del páncreas.
- ✓ **Retículo endoplasmático liso (REL) o agranular.** No tiene ribosomas adheridos a su superficie; está en conexión con el retículo endoplasmático rugoso; interviene en la síntesis de lípidos, detoxificación de drogas y venenos, en la glucogenólisis (degradación del glucógeno) y desfosforilación de la glucosa. En las fibras musculares recibe el nombre de retículo sarcoplasmático y acumula calcio que se libera para iniciar la contracción muscular.

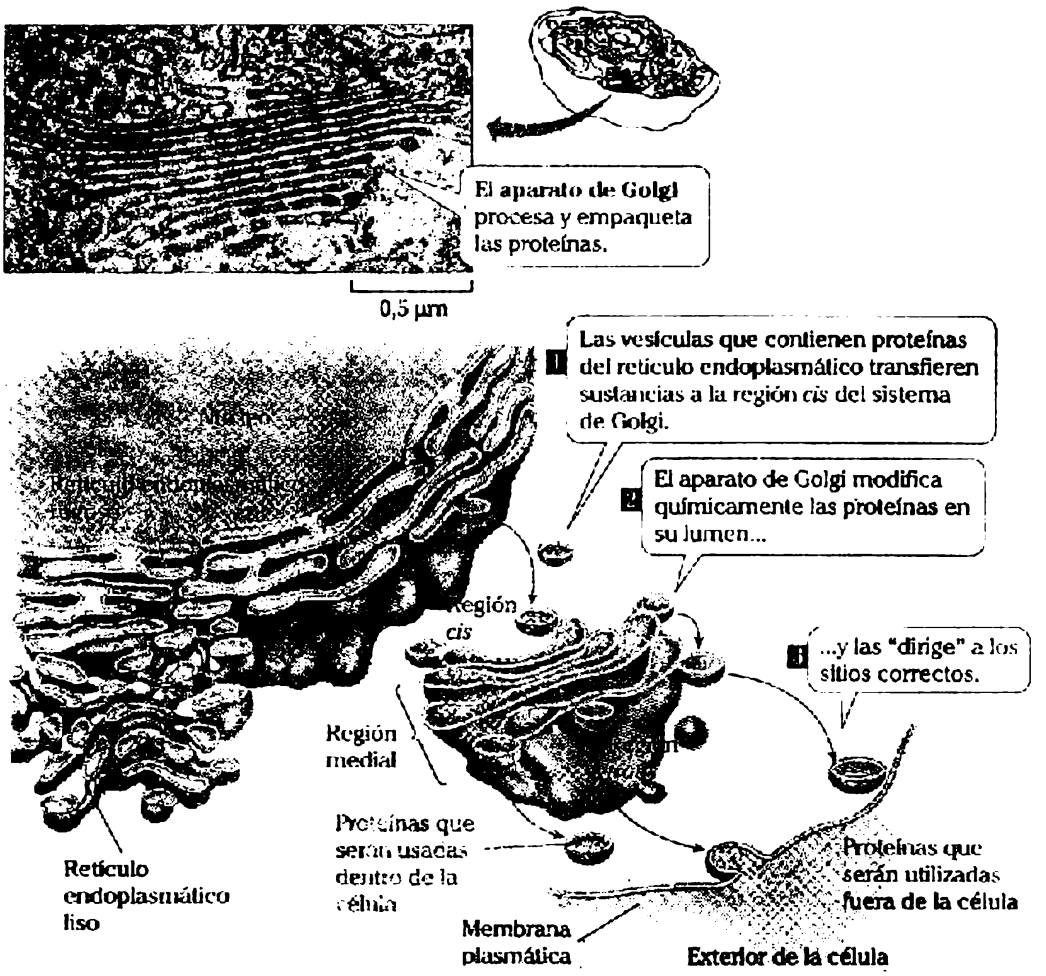


f. Aparato de Golgi

Son organelos formados por un conjunto de cinco a ocho sacos o cisternas, aunque en algunos organismos inferiores puede haber más de treinta. Los sacos aplanados son suministrados permanentemente por el retículo endoplasmático a la parte interna o próxima del aparato de Golgi, puesto que las cisternas desprenden vesículas.

El aparato de Golgi es abundante en células secretoras de enzimas, hormonas o anticuerpos. Tiene las siguientes funciones:

- **Secreción celular.** Las proteínas se forman en el retículo endoplasmático rugoso, pasan al aparato de Golgi, en donde se asocian a carbohidratos y luego son secretados al exterior.
- **Glucosilación.** La unión de glúcidos a proteínas da como resultado glucoproteínas y glucolípidos. En el Golgi se concluye la glucosilación de glucoproteínas tales como el colágeno.
- **Biogénesis de lisosomas.** Ciertas vesículas que se desprenden del aparato de Golgi quedan en el medio intracelular constituyendo los lisosomas.
- **Síntesis de polisacáridos** como la celulosa, para formar la pared en células vegetales.
- Formación del acrosoma en espermatozoides.



g. **Vacuolas**

En las células vegetales son organelas que almacenan agua y diversos solutos (pigmentos, alcaloides, sales, aceites, etc.), suelen encontrarse vacuolas gigantes, que ejercen presión sobre la pared celular, contribuyendo al soporte del cuerpo vegetal, por tal motivo, su membrana se denomina tonoplasto.

En los protistas de agua dulce (que viven en medios hipotónicos) las vacuolas pulsátiles o contráctiles, sirven para eliminar el exceso de agua del citoplasma.

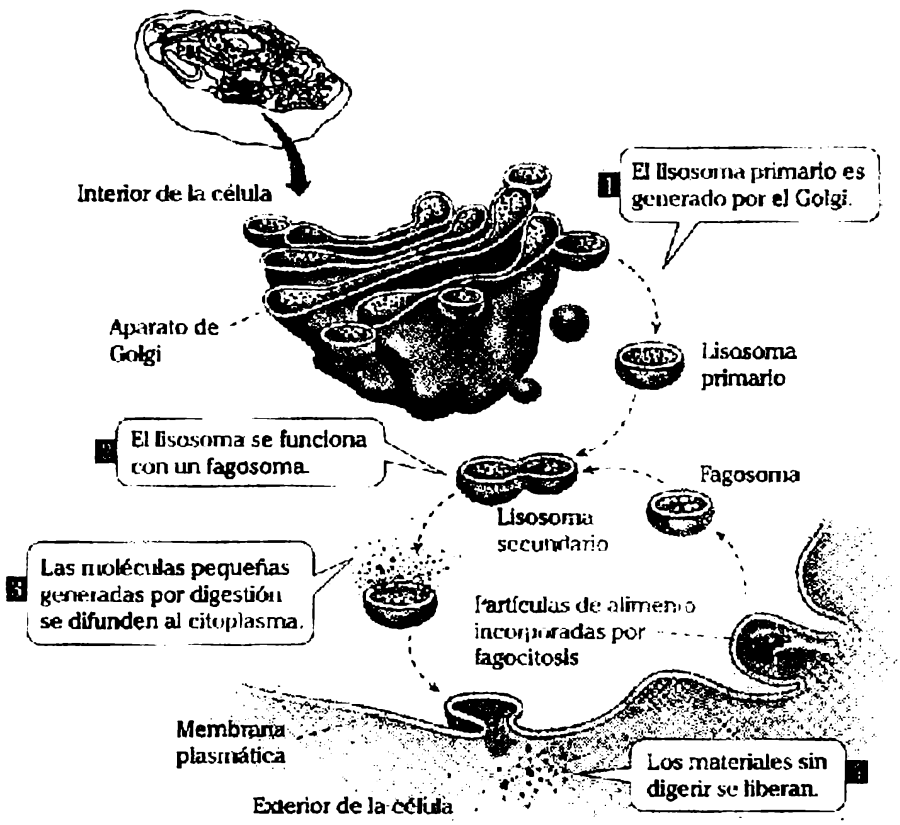
h. **Lisosomas**

Organelas vesiculares originadas del aparato de Golgi, contienen enzimas hidrolíticas o digestivas (nucleasas, fosfatasas, lisozimas, etc.) que actúan a pH ácido.

La función general de los lisosomas es la digestión celular. Cuando recién son liberados de las membranas del Golgi, son llamados **lisosomas primarios**, cuando estos se unen a vesículas endocíticas, se denominan **lisosomas secundarios** o heterofagosomas, los cuales cumplen la función digestiva y cuando contienen desechos son llamados **lisosomas terciarios** o vesículas residuales.

Debido a la variedad enzimática, cuando se rompen, la célula se destruye (autólisis). A estos lisosomas se les llama "vesículas suicidas".

También participan en la degradación de otras organelas (ejemplo: mitocondrias viejas), proceso denominado autofagia (formando autofagosomas).



i. Peroxisomas

Son organelas vesiculares de contenido enzimático con los cuales se forman y degradan los peróxidos, protegiendo así las membranas celulares de dichos oxidantes. Una enzima importante es la catalasa que acelera la degradación del peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno.

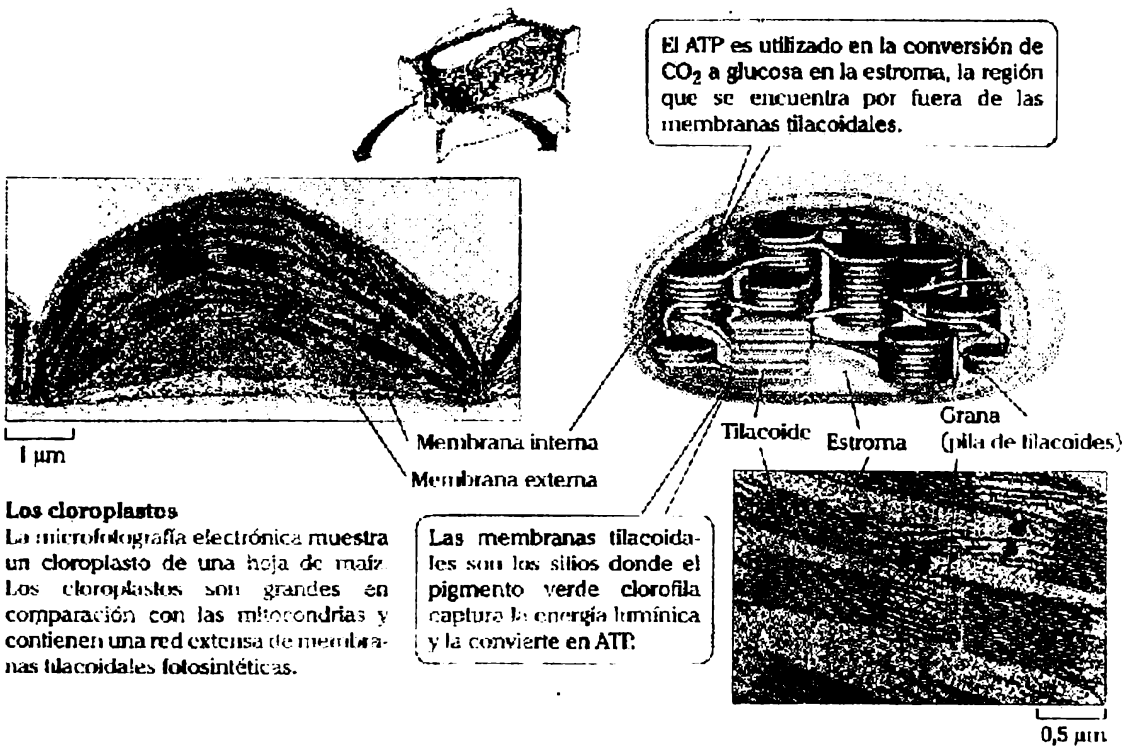
j. Glioxisomas

Son organelas vesiculares típicas en células vegetales, principalmente en las semillas aceitosas donde actúan durante la germinación, pues sus enzimas convierten los lípidos a glúcidos en el ciclo del glioxilato.

k. Plastidios

Son organelas características de algas y plantas que cumplen funciones de almacenamiento de moléculas orgánicas (leucoplastos), dan color al vegetal (cromoplastos) y realizan fotosíntesis (cloroplastos). Todos estos plastidios maduros se forman a partir de un plasto inmaduro llamado proplastidio.

- ✓ **El cloroplasto.** Presenta doble membrana, un fluido interno llamado estroma, sacos membranosos llamados tilacoides que en conjunto forman una grana, en estos se encuentra el pigmento llamado clorofila que capta la luz durante la fotosíntesis. Además posee ADNc, material genético que le permite su autoduplicación y ribosomas, que les permite elaborar muchas de las enzimas que poseen.
  Los cloroplastos en la oscuridad (sin luz), se desorganizan y decoloran originando a los etioplastos. Estos pueden regenerar cloroplastos por exposición a la luz.



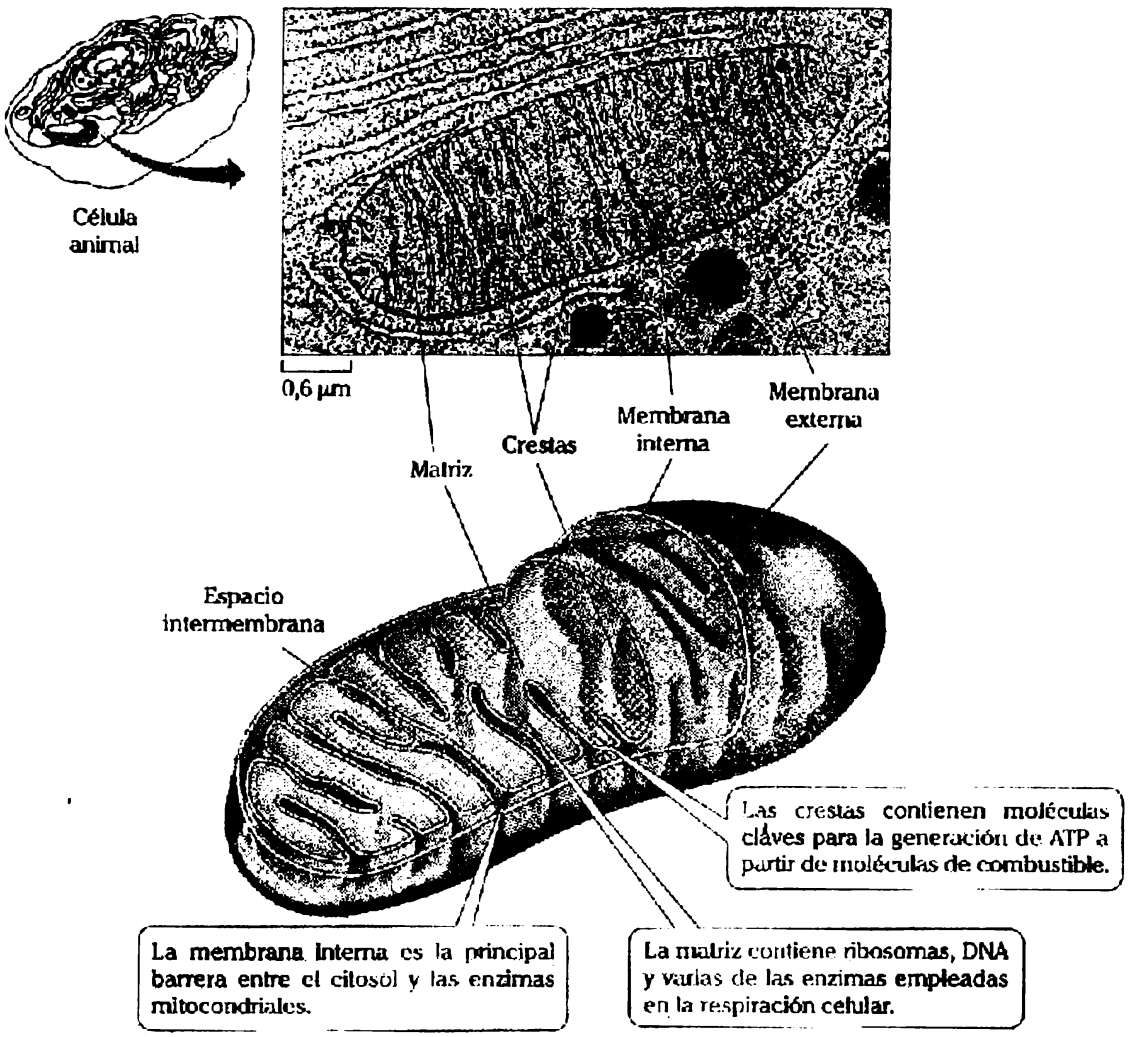
Los cloroplastos
La microfotografía electrónica muestra un cloroplasto de una hoja de maíz. Los cloroplastos son grandes en comparación con las mitocondrias y contienen una red extensa de membranas tilacoidales fotosintéticas.

- ✓ **Los leucoplastos.** Los que almacenan almidón son llamados **amiloplastos**; los que almacenan aceites son los **oleoplastos** o elaioplastos y los que almacenan proteínas son los **proteinoplastos**. La abundancia de estos organelos es causa del valor nutricional de diversos vegetales.

I. Mitocondrias

Organelas presentes en todas las células eucariontes, encargadas de la respiración celular aeróbica.

Poseen doble membrana, la membrana interna se proyecta al interior para formar las **crestas**, estas poseen proteínas que transportan electrones y también las partículas F donde sintetizan ATP. Además encontramos un coloide denominado matriz mitocondrial que contiene las enzimas del ciclo de Krebs, presenta un ADN circular y algunos ribosomas (55 S). La presencia de estas dos últimas estructuras les confiere su carácter semiautónomo.



Inclusiones

Además de los organelos el citoplasma puede presentar acumulaciones de materiales orgánicos o inorgánicos llamadas inclusiones, como son los gránulos de almidón en las células vegetales y el glucógeno en las células animales. Otras inclusiones son los gránulos de lipofucsina, volutina y los cristales de oxalato de calcio.

Núcleo

Es el centro de la regulación celular, el organelo encargado de controlar y dirigir todas las actividades de la célula.

Es denso y refringente, asimismo se caracteriza por contener el material genético de las células eucarióticas.

Estructura

La forma del núcleo está relacionada con la forma de la célula. Generalmente es esférico en células esféricas, cúbicas y poliédricas; es ovoide en células cilíndricas.

La mayor parte de las células presentan un núcleo, aunque existen células que pueden tener varios núcleos, como las células musculares esqueléticas, algunos hongos y protozoos. Otras en cambio carecen de núcleo, tales como los glóbulos rojos de los mamíferos y las células cribosas (del floema) de los vegetales.

Todo núcleo presenta dos partes: carioteca y región intranuclear.

a. **Carioteca**

También denominada envoltura nuclear (karión = núcleo, teca = envoltura). De aspecto rugoso por abundantes ribosomas en la cara externa. Es una estructura limitante que separa el contenido nuclear del citoplasma.

Presenta dos membranas, la membrana externa e interna y un espacio perinuclear entre ambas. En los lugares donde ambas membranas se ponen en contacto, se aprecian aberturas de unos 600 amstrong denominados poros nucleares, los cuales permiten el intercambio de material entre el núcleo y el citoplasma. Debajo de la membrana interna se encuentra la lámina nuclear (compuesta de la proteína llamada laminina).

b. **Región intranuclear**

Está constituido por el carioplasma, la cromatina y el nucléolo.

Carioplasma. Denominado también nucleoplasma o jugo nuclear. Constituye la matriz del núcleo. Es una masa semilíquida, incolora, viscosa y coloidal, de mayor densidad que el citoplasma aunque de composición semejante, con alto contenido proteico, sales inorgánicas, fosfatos y bases nitrogenadas.

Nucléolo. Es una estructura esférica suspendida en nucleoplasma. Está compuesto por RNA y proteínas, se encarga de la síntesis de RNA ribosómicos y del ensamblaje de las subunidades del ribosoma. Se origina a partir de la región organizadora del nucléolo (RON) u organizador nucleolar, localizado en la cromatina nucleolar.

Cromatina. Organización supramolecular de naturaleza nucleoproteica, compuesta por DNA y proteínas básicas denominadas histonas. Las histonas contienen gran cantidad de los aminoácidos básicos: arginina y lisina.

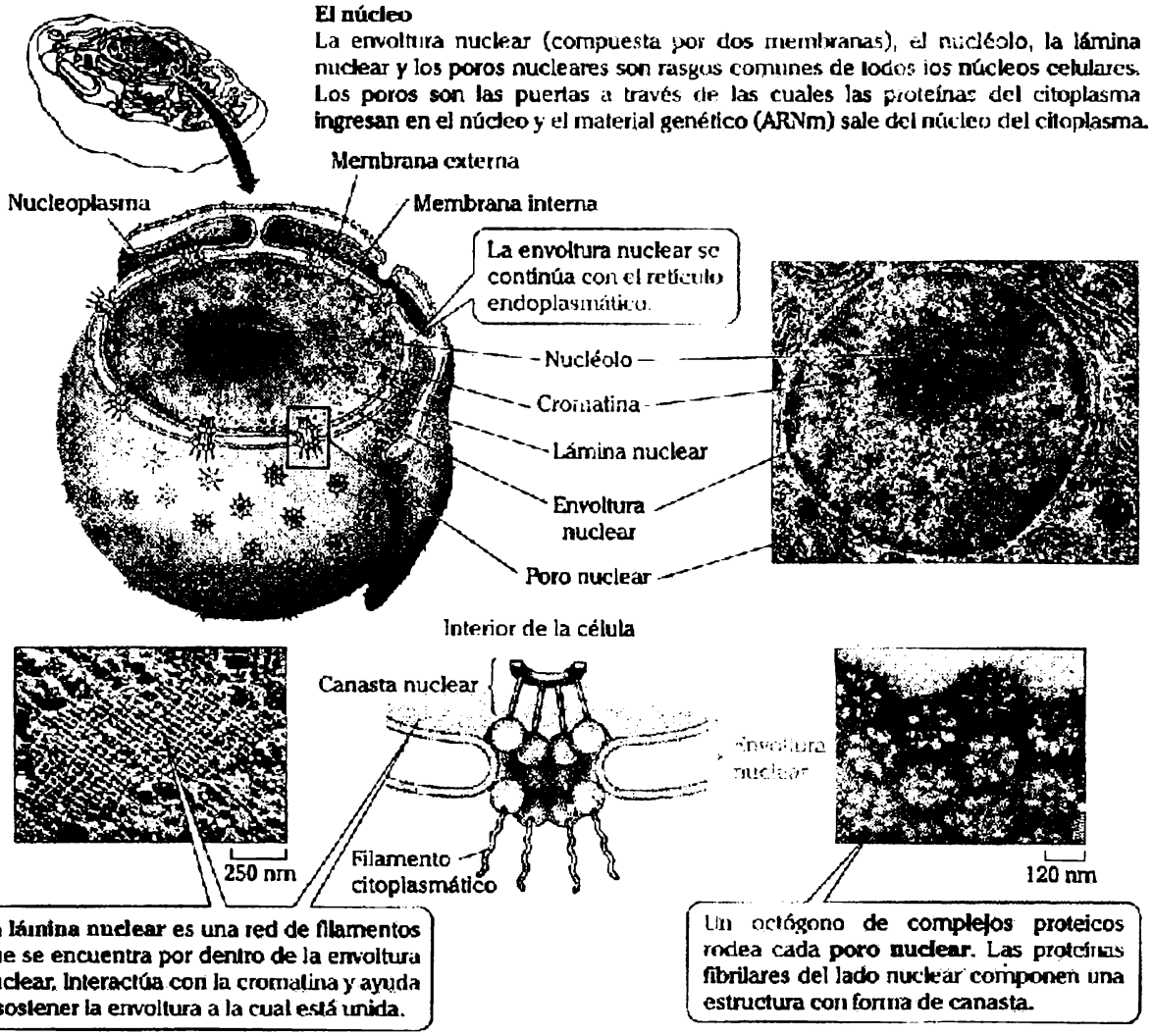
A la unidad estructural de la cromatina se le conoce como **nucleosoma**. El nucleosoma consta de un centro y la histona H_1.

El centro del nucleosoma está formado por 200 pares de bases de DNA enrollado alrededor de un octámero de histonas: H_2A, H_2B, H_3 y H_4 (dos de cada una).

La histona H_1 no forma parte del centro del nucleosoma, se ubica en el DNA espaciador o linker y su análisis filogenético (evolutivo) es importante para determinar el parentesco evolutivo.

Existen dos tipos de cromatina, la **heterocromatina** que está condensada y la **eucromatina** que está descondensada y es muy activa, realiza constante transcripción.

En el proceso de división celular las fibras de cromatina condensan y se hacen visibles originando **cromosomas.**



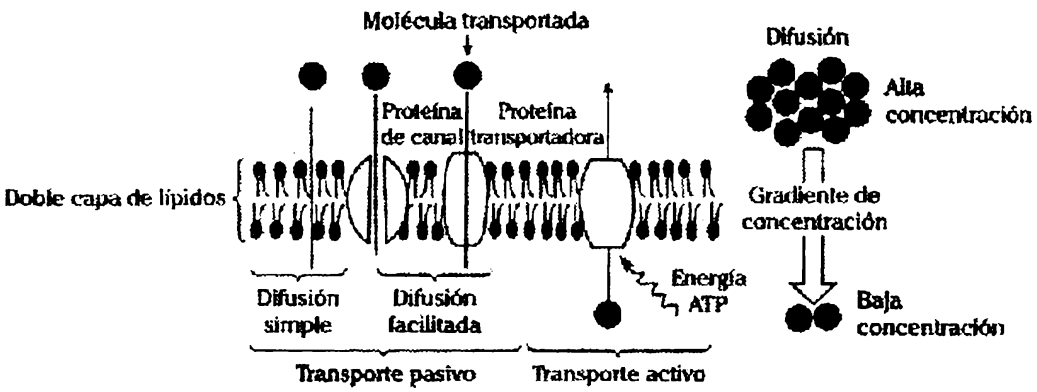
COMPARACIÓN DE LAS CÉLULAS ANIMAL Y VEGETAL

Estructura	Función	Plantas	Animales
Pared celular	Protege y da forma a la célula.	Presente, de celulosa	Ausente
Membrana celular	Regula el movimiento de materiales que ingresan y salen de la célula.	Presente, sin glucocálix	Presente con glucocálix
Retículo endoplasmático	Sintetiza proteínas de exportación y lípidos.	Presente	Presente
Aparato de Golgi	Modifica proteínas y lípidos. Secreción celular.	Presente	Presente
Mitocondria	Produce energía por metabolismo aeróbico.	Presente	Presente
Cloroplasto	Realiza la fotosíntesis.	Presente	Ausente
Lisosoma	Realiza la digestión celular.	Ausente	Presente
Glioxisoma	Convierte los lípidos en glúcidos.	Presente	Ausente
Peroxisoma	Forma y degrada H_2O_2.	Presente	Presente
Centrosoma	Organiza los microtúbulos durante la mitosis.	Ausente en la mayoría	Presente
Vacuola	Contiene agua y desechos, proporciona presión de turgencia en la célula vegetal.	Presente, son muy grandes	Presente, son pequeñas
Núcleo	Regula las funciones celulares.	Presente	Presente

Fisiología celular

Transporte a través de la membrana

Las células se relacionan con su medio del que toman los nutrientes y al que eliminan desechos y otros productos. La membrana celular participa en estos procesos de intercambio de materiales a veces sin gasto de ATP, por procesos de **transporte pasivo**, otras veces gastando ATP por **transporte activo**.



Transporte pasivo

Se le llama así al transporte que se da según la ley de **difusión**, a favor de la gradiente, de una zona de mayor concentración a otra menor, sin gastar ATP. La difusión de agua se llama **ósmosis**. La difusión de iones se denomina **diálisis**.

a. **Difusión simple**

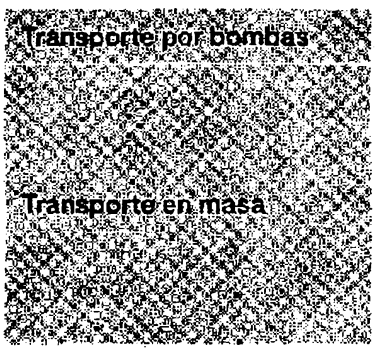
Es la difusión de moléculas pequeñas a través de la zona lipídica. Por ejemplo, tenemos la difusión de gases.

b. **Difusión facilitada**

Cuando participan proteínas de canal y transportadores proteicos, llamados permeasas. Por difusión facilitada ingresan iones monosacáridos, como la glucosa y la fructosa, y aminoácidos.

Transporte activo

Con gasto de energía (ATP). El movimiento de materia va de una zona de menor concentración a una zona de mayor concentración, en contra de la difusión, a veces su traslado implica la modificación (por ejemplo invaginación) de la membrana celular y la formación de vesículas.



Bomba de sodio y potasio	
Endocitosis	Fagocitosis
	Pinocitosis
Exocitosis	Por receptores
	Egestión
	Secreción

a. **Transporte por bombas**

El mecanismo de transporte por bombas más conocido es la bomba de sodio y potasio que transporta tres iones de sodio (3 Na^+) al exterior de la célula en contra de la gradiente, y al mismo tiempo bombea dos iones de potasio (2 K^+) desde el exterior hacia el interior en contra de la gradiente.

Esta bomba se encuentra en todas las células animales y es la encargada de conservar las diferencias catiónicas entre el medio extracelular, rico en Sodio (Na^+), y el medio intracelular, rico en Potasio (K^+); además, establece un potencial eléctrico negativo dentro de las células como el que se observa en la neuronas que conducen el impulso nervioso y permite conservar el volumen celular constante.

b. Transporte en masa

Las sustancias que resultan muy grandes para penetrar o salir a través de la membrana, son movilizadas con modificación de la forma de la célula y gasto de ATP.

Existen dos tipos transporte en masa: la endocitosis y la exocitosis.

✓ **Endocitosis.** Es el proceso de incorporación de materiales en masa. Puede ser de tres tipos: fagocitosis, pinocitosis y endocitosis mediada por receptor.

- **Fagocitosis.** Ingreso de material sólido. Es llevada a cabo por los macrófagos y diversos leucocitos de nuestra sangre, también por organismos unicelulares como amebas y protozoarios ciliados. Las esponjas, hidras, malaguas y planarias presentan células que realizan fagocitosis.
- **Pinocitosis.** Ingreso de material líquido. Es realizado por ciertos tipos de células especializadas.
- **Por receptores.** Es un mecanismo por el que solo ingresa la sustancia para la cual existe un receptor de membrana específico. Por este proceso se ingieren virus e ingresa colesterol.

✓ **Exocitosis.** Es el proceso de eliminación en masa. Puede ser de dos tipos:

- **Egestión.** Eliminación de sustancias no digeridas por los lisosomas terciarios, también se le llama defecación celular.
- **Secreción.** Eliminación de productos anabólicos que cumplen la función fuera de la célula. Ejemplos: elastina, oseína, celobiosa, exoenzimas, mucina y otros.

✓ **Transcitosis.** Es el conjunto de fenómenos que permiten a una sustancia atravesar el citoplasma celular desde un lado a otro. Ejemplos: Las células retículo endoteliales en los capilares sanguíneos.

Fotosíntesis

Proceso metabólico mediante el cual la luz aporta energía para la elaboración de moléculas orgánicas (foto = luz, síntesis = elaborar). La energía luminosa es transformada en energía química.

Importancia

La fotosíntesis es el mecanismo principal mediante el cual se elaboran moléculas orgánicas y se inicia la cadena alimenticia en los ecosistemas. Esta función la realizan organismos autótrofos como las plantas, las algas y las cianofitas.

La fotosíntesis oxigénica aporta oxígeno molecular (O_2) al medio, el cual permite realizar metabolismo oxidativo en los organismos aeróbicos (plantas, animales, hongos, etc.) y también contribuye en la formación de la capa de ozono (O_3) que protege la vida en el planeta.

Fotosíntesis oxigénica

Si en el proceso se libera oxígeno como ocurre en las plantas y algas se denomina **oxigénica**, pero si no se libera oxígeno es **anoxigénica** como ocurre en las bacterias púrpuras.

LOCALIZACIÓN

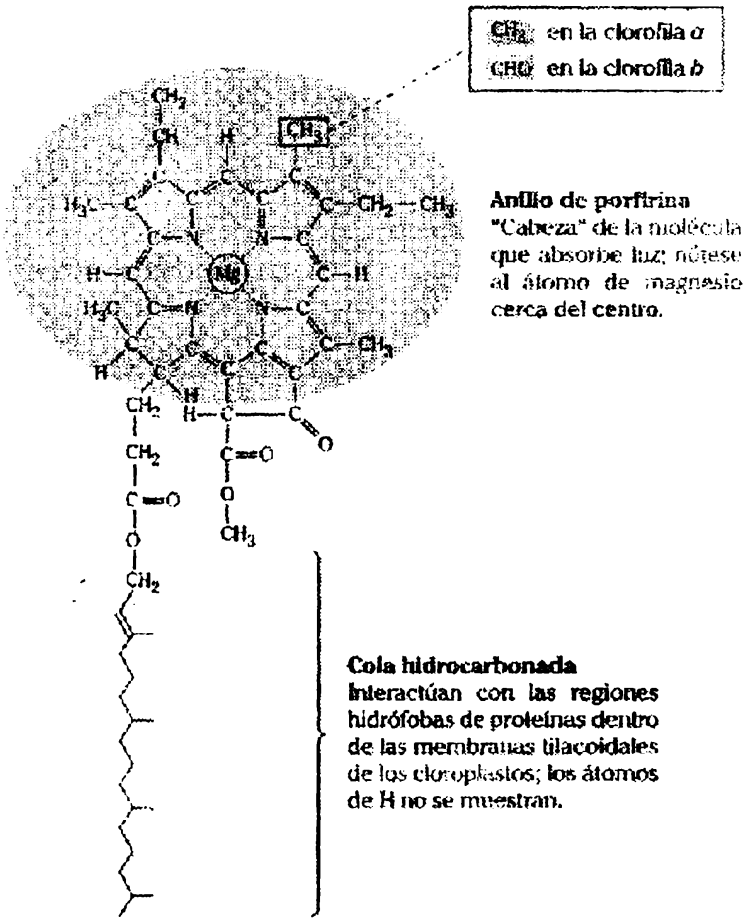
En las plantas terrestres los órganos fotosintéticos típicos son las hojas verdes. En estos órganos se localiza el tejido llamado parénquima clorofiliano, constituido de células con abundantes cloroplastos.

Los **cloroplastos** son organelos fotosintéticos que contienen los pigmentos fijadores de la luz y las enzimas requeridas en el proceso.

La fase luminosa se realiza en los **tilacoides**, en unidades fotosintéticas denominadas cuantosomas, y la fase oscura ocurre en el **estroma**.

El **cuantosoma** presenta dos fotosistemas (PSI y PSII) con pigmentos P700 y P680 respectivamente, es decir, clorofilas *a*.

Estructura molecular de la clorofila



Estructura de las moléculas de clorofila. La clorofila *a* y la clorofila *b* difieren solo en uno de los grupos funcionales unidos al anillo de la porfirina.

En los fotosistemas (PSI y PSII) encontramos pigmentos. El pigmento más importante es la clorofila, mientras que los demás actúan como pigmentos auxiliares.

La clorofila contiene magnesio Mg^{+2} (magnesio) como ión central. La característica molecular de la clorofila que le permite absorber la luz es la distribución de sus electrones en pares de manera alternada (resonancia).

Los pigmentos auxiliares (antena) en las plantas superiores son los carotenoides (moléculas hidrocarbonadas lipídicas), como el caroteno (anaranjado) y la xantófila (amarillo).

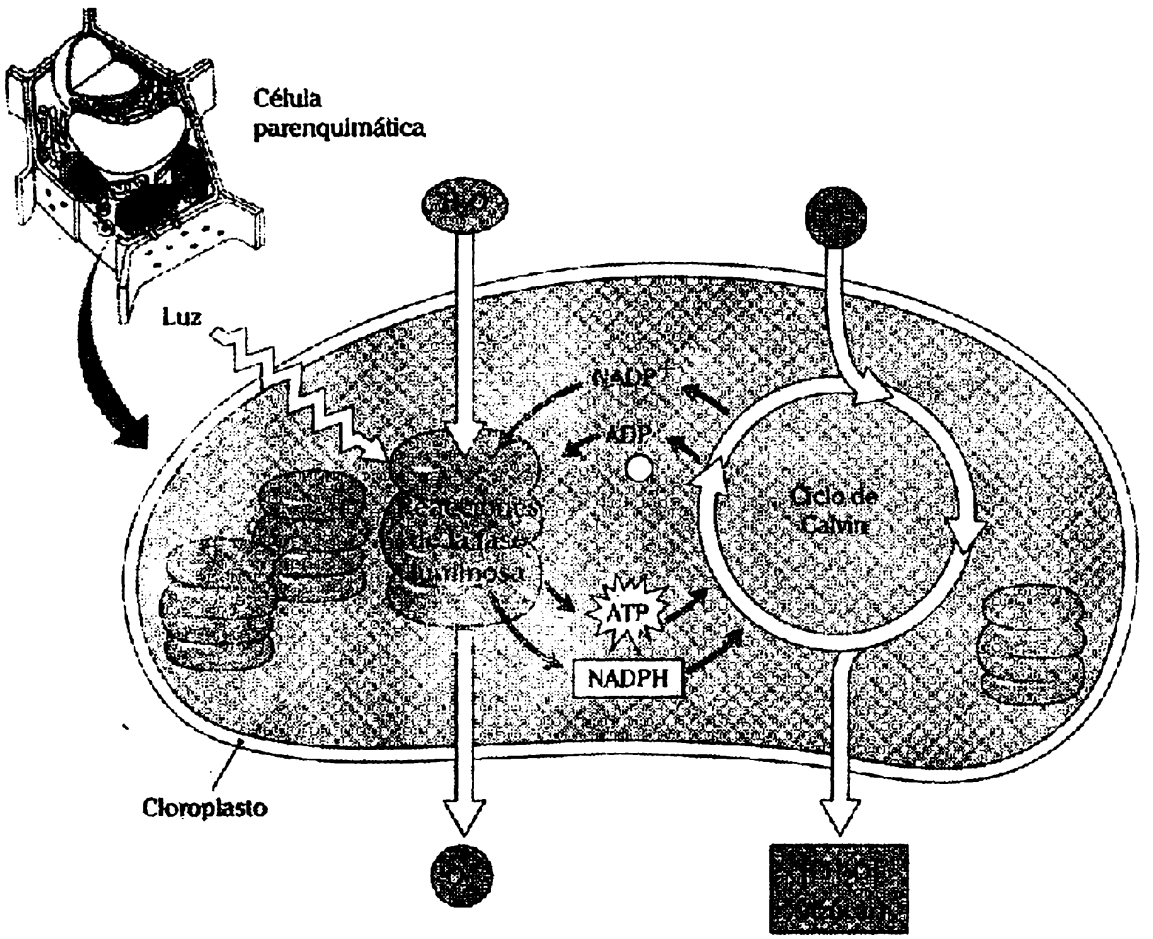
En el fotosistema II existe una proteína con manganeso encargada de la ruptura del agua.

Entre los dos fotosistemas se encuentra una cadena transportadora de electrones formada principalmente de proteínas tales como las plastoquinonas, los citocromos b-f, la plastocianina y la ferredoxina. En el cuantosoma también existe la partícula F también conocida como ATP asa o ATP sintetasas que sintetiza ATP.

Ecuación general

Etapas de la fotosíntesis oxigénica

Se desarrolla en dos etapas: luminosa y oscura (ciclo de Calvin).



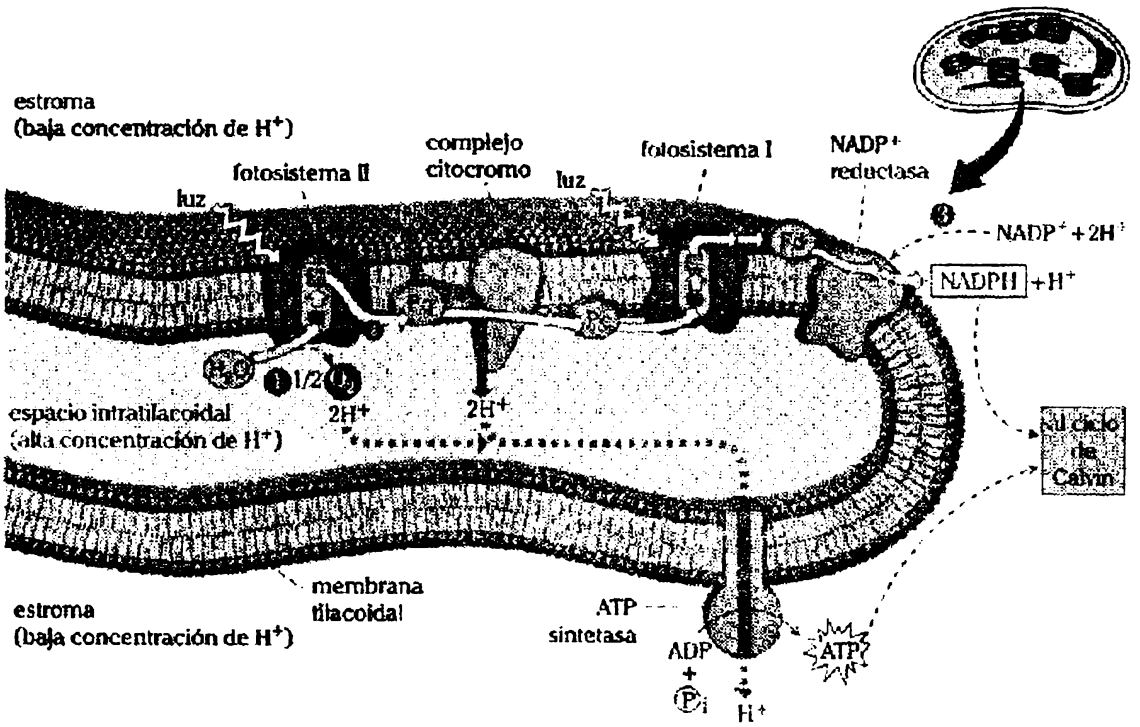
Etapa luminosa

Son reacciones dependientes de luz que ocurren en las membranas de los tilacoides donde están localizados los cuantosomas. Se llevan a cabo los siguientes eventos:

- ✓ Fotoexcitación. La luz es absorbida por los pigmentos de los fotosistemas I y II, desencadena la excitación de las clorofilas, que captan la energía luminosa del fotón, y pierden dos electrones (2e–), que pasan al sistema de transporte de electrones.

- ✓ **Fotólisis del agua.** Ocurre en el PSII. La energía absorbida provoca la ruptura de las moléculas de agua, como consecuencia se libera oxígeno molecular (O_2), dos electrones ($2e^-$) y protones ($2H^+$) hacia el interior del tilacoide. En este proceso participa una proteína que contiene un ión de manganeso (Mn^{+2}).
- ✓ **Transporte de electrones y fotorreducción.** Los electrones liberados del agua son transferidos a través de la cadena transportadora de electrones hacia el $NADP^+$ que como consecuencia se reduce (el $NADP^+$ gana electrones) en $NADP^-$, luego acepta protones ($2H^+$) originando $NADPH + H^+$.
- ✓ **Fotofosforilación o quimiósmosis.** La acumulación de protones en el espacio intratilacoidal y el transporte de electrones genera una gradiente (diferencia) de concentración y carga entre el tilacoide y el estroma. Como consecuencia los protones cruzan la membrana tilacoidal a favor de la gradiente a través del complejo ATP sintetasa provocando la fosforilación del ADP para formar ATP.

La etapa luminosa transforma la energía luminosa en energía química, proceso que se evidencia en la síntesis de ATP y $NADPH + H^+$.



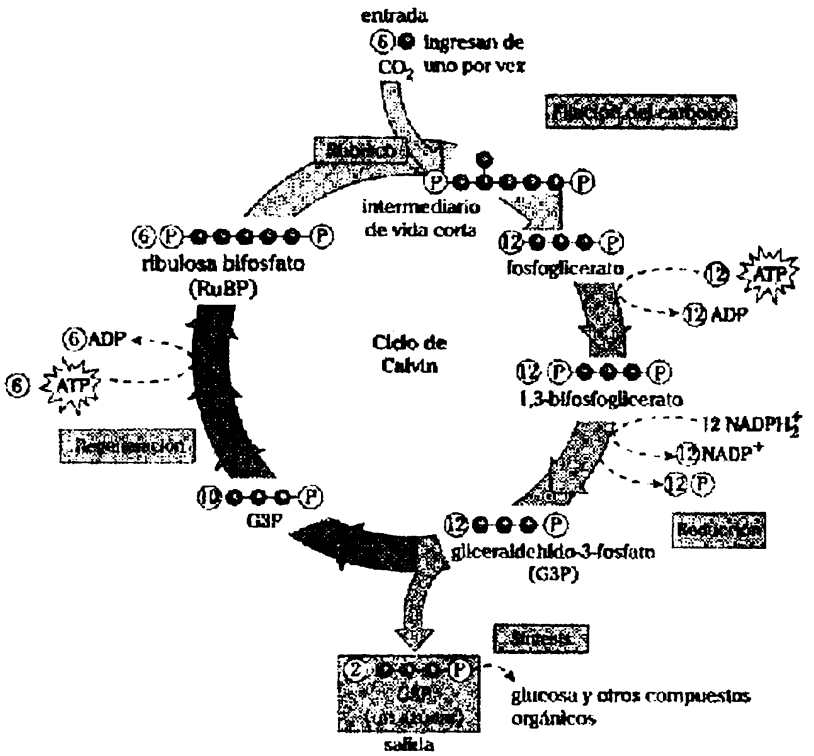
Nota

Por cada O_2 liberado se generan 3 ATP y 2 $NADPH + H^+$. Dos ATP se elaboran en la llamada **fotofosforilación acíclica**, mientras el tercero es sintetizado en la **fotofosforilación cíclica**. La fotofosforilación acíclica genera ATP y $NADPH + H^+$, mientras que la **fotofosforilación cíclica solo genera ATP**.

Etapa oscura

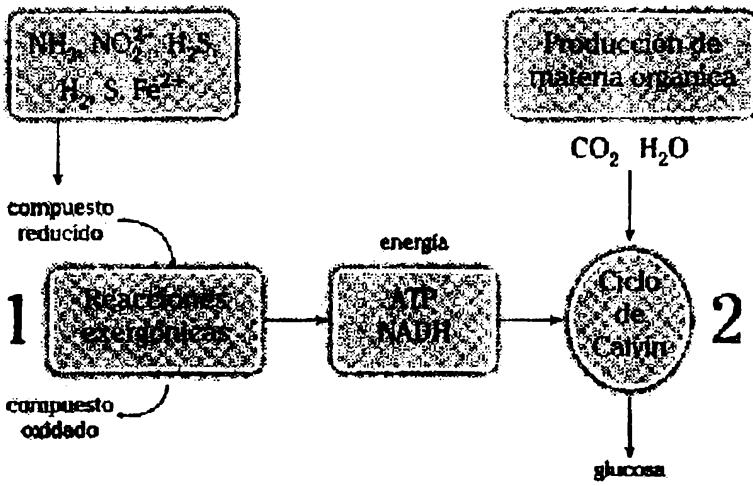
Denominada Ciclo de Calvin - Benson: Ocurre en el estroma. Es aquella en la cual se utilizan los productos de la etapa luminosa (ATP y NADPH + H^+) y con la incorporación de CO_2 se sintetizan azúcares. Comprende los siguientes procesos:

- ✓ **Fijación de CO_2.** La ribulosa 1,5 difosfato capta el CO_2 de la atmósfera. El proceso es catalizado por la enzima Rubisco (Ribulosa 1,5 bifosfato carboxilasa).
  Inicialmente se forman moléculas de seis carbonos inestables que se rompen en dos moléculas de tres carbonos denominadas fosfogliceratos (ácido 3 fosfoglicérico).
- ✓ **Reducción.** Las moléculas de fosfoglicerato (PGA) son transformadas hasta fosfogliceraldehído (PGAL). El proceso incorpora protones y electrones, bajo la forma de H, provenientes de dos NADPH + H^+ y consume la energía proporcionada por dos ATP.
- ✓ **Síntesis de glucosa.** Dos fosfogliceraldehídos (PGAL) siguen diversas rutas por medio de las cuales originan aminoácidos, ácidos grasos y glúcidos. Una ruta es la vía de las hexosas en la que mediante una serie de reacciones dan origen a la fructosa que por isomerización es transformada en glucosa.
- ✓ **Regeneración de la ribulosa.** 10 fosfogliceraldehídos permiten formar 6 ribulosas monofosfato. Las moléculas de ribulosa monofosfato reaccionan con ATP para generar ribulosa difosfato que actúa como fijador del CO_2.



Quimiosíntesis

La quimiosíntesis es un tipo de nutrición autófrofa. Consiste en la obtención de materia orgánica a partir de la inorgánica, utilizando como fuente de energía la liberada en reacciones químicas redox exergónicas o exotérmicas. La quimiosíntesis se divide en dos fases, equivalentes a las fases lumínica y oscura de la fotosíntesis.



Respiración celular

Es un conjunto de reacciones catabólicas donde las biomoléculas orgánicas energéticas como los glúcidos, lípidos y aminoácidos sufren la ruptura de sus enlaces covalentes para transformarse en biomoléculas inorgánicas más simples (H_2O y CO_2), liberando energía, parte de la cual es transferida al ATP (40%). La mayor parte (60%) se pierde en forma de calor (proceso exergónico).

Nota

El metabolismo oxidativo o respiración celular consiste en utilizar los nutrientes orgánicos para sintetizar energía útil o ATP (adenosín trifosfato).

El ATP

Es la molécula energética utilizada por la célula en el transporte activo, división celular, movimiento y otras funciones.

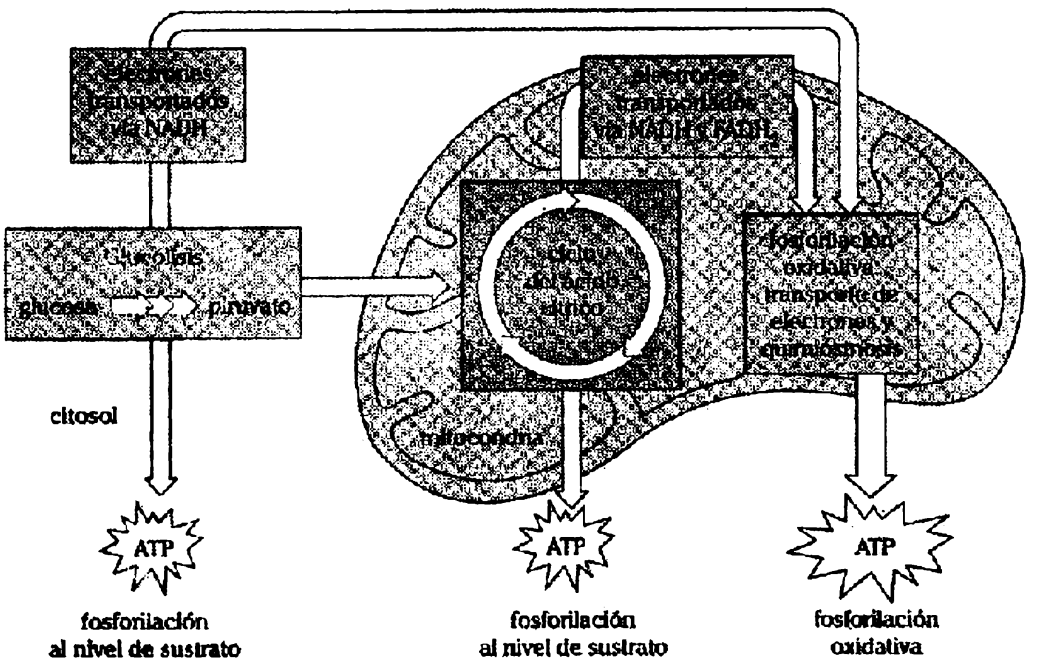
Localización

En células eucariotas (con núcleo) la respiración se realiza en el citosol y en las mitocondrias. El citosol es la parte acuosa del citoplasma y las mitocondrias son las organelas que realizan la respiración celular aeróbica.

Ecuación global

Etapas

Se desarrolla en dos etapas: citosólica y mitocondrial.



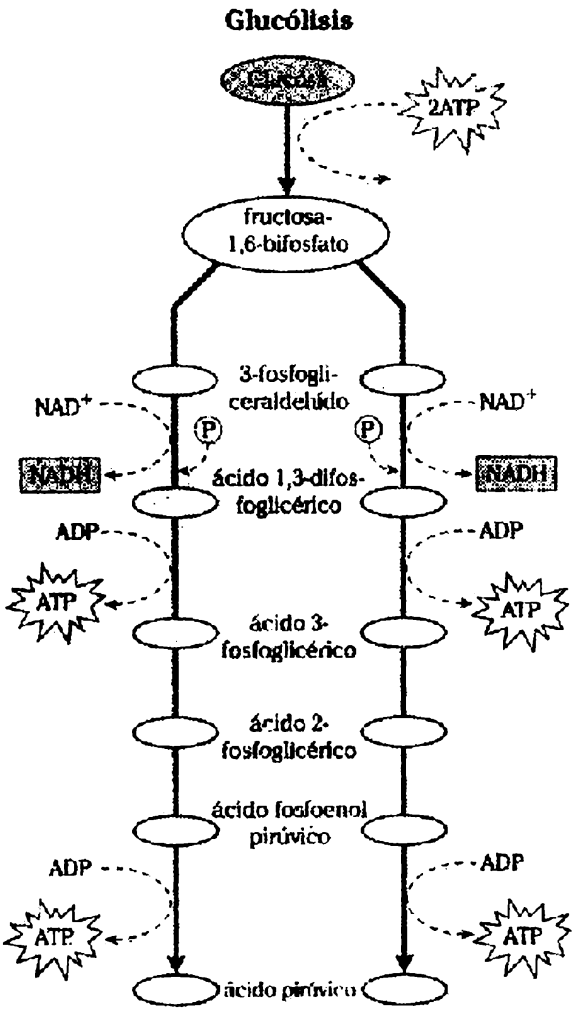
Etapa citosólica

a. Glucólisis (vía Embden - Meyerhof)

Se realiza en la parte soluble o citosol de la matriz citoplasmática donde la glucosa es degradada, obteniéndose dos piruvatos, 2 NADH + H y 2 ATP netos.

La glucosa (6 C) es activada gastando 2 ATP, posteriormente en el proceso se generan 4 ATP por un proceso denominado fosforilación a nivel de sustrato, una forma primaria de sintetizar ATP a nivel citoplasmático. Simultáneamente, durante la degradación de la glucosa se liberan hidrógenos (proceso de deshidrogenación) los cuales son retenidos por la coenzima NAD^+ que tras recibir 2 H se reduce a $NADH + H^+$.

El ácido pirúvico producido (3 C) es una molécula clave que puede continuar a través de dos vías citoplasmáticas: anaeróbica (fermentación) o aeróbica (mitocondrial).



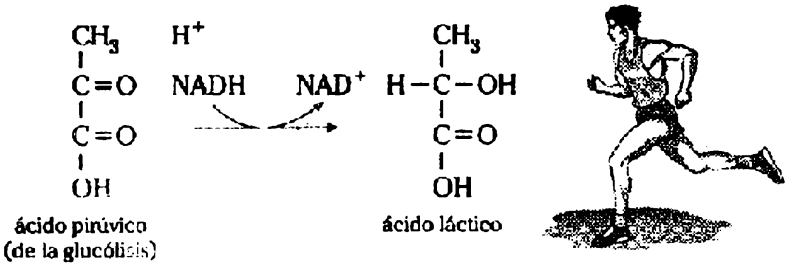
Glucólisis. La glucosa se fosforila en dos pasos y pasa a un nivel energético más elevado. La fructosa-1,6-bifosfato de alta energía se divide en triosas fosfato, que se oxida exergónicamente hasta ácido pirúvico, produciendo ATP y NADH.

b. Fermentación

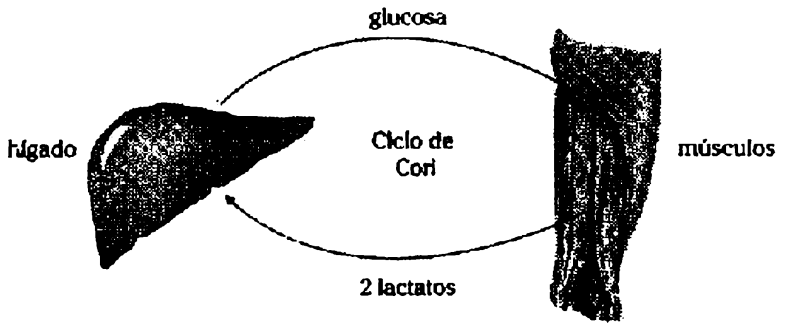
Es una ruta anaeróbica, se da cuando hay escasez o ausencia de oxígeno en la célula, también se llama vía fermentativa de la cual se conocen dos formas principales:

- ✓ **Fermentación láctica.** Ocurre en el tejido muscular esquelético tras ejercicios intensos donde los ácidos pirúvicos son reducidos por el NADH + H a ácidos lácticos (3C).
  Los ácidos lácticos (lactatos), se acumulan causando fatiga muscular, luego atraviesan fácilmente la membrana y pasan a la sangre, de aquí una parte se pierde por la orina y otra parte es llevada al hígado donde un grupo de enzimas lo transforman en glucosa (gluconeogénesis). Más adelante la glucosa es transportada nuevamente hacia las células musculares estriadas. A todo este proceso se le llama ciclo de Cori.

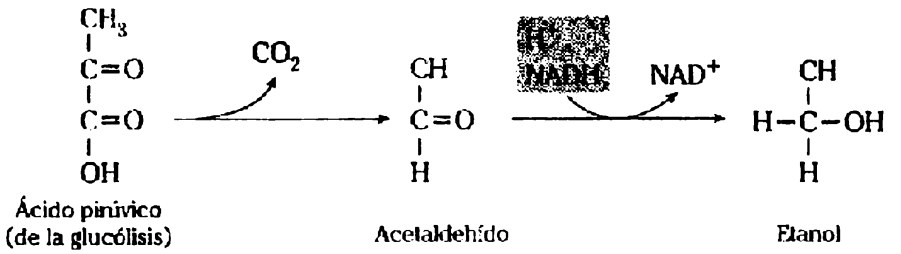
Fermentación láctica



Ciclo de Cori



✓ **Fermentación alcohólica**. Ocurre en las levaduras que se utilizan en la producción del vino, pan y cerveza. Los piruvatos son reducidos por el NADH + H y descarboxilados, en el proceso se produce etanol.



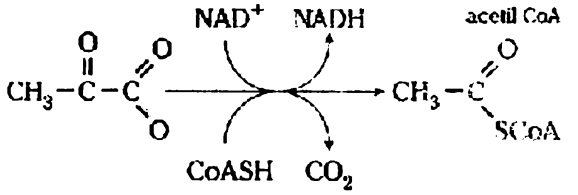
Etapa mitocondrial

Cuando hay oxígeno, los ácidos pirúvicos generados en el citosol ingresan a las mitocondrias atravesando sus dos membranas para llegar a la cámara interna.

a. Descarboxilación y deshidrogenación del piruvato

La descarboxilación consiste en que el piruvato pierde carbono en forma de CO_2 y la deshidrogenación en que pierde hidrógenos (2H), los que recibe el NAD^+ para reducirse en $NADH + H^+$.

El piruvato se convierte en acetil (2C) e inmediatamente se acopla con la coenzima A (CoA) formando el acetil - coenzima A.



La conversión de piruvato en acetil-CoA es la unión entre la glucólisis y el ciclo de Krebs.

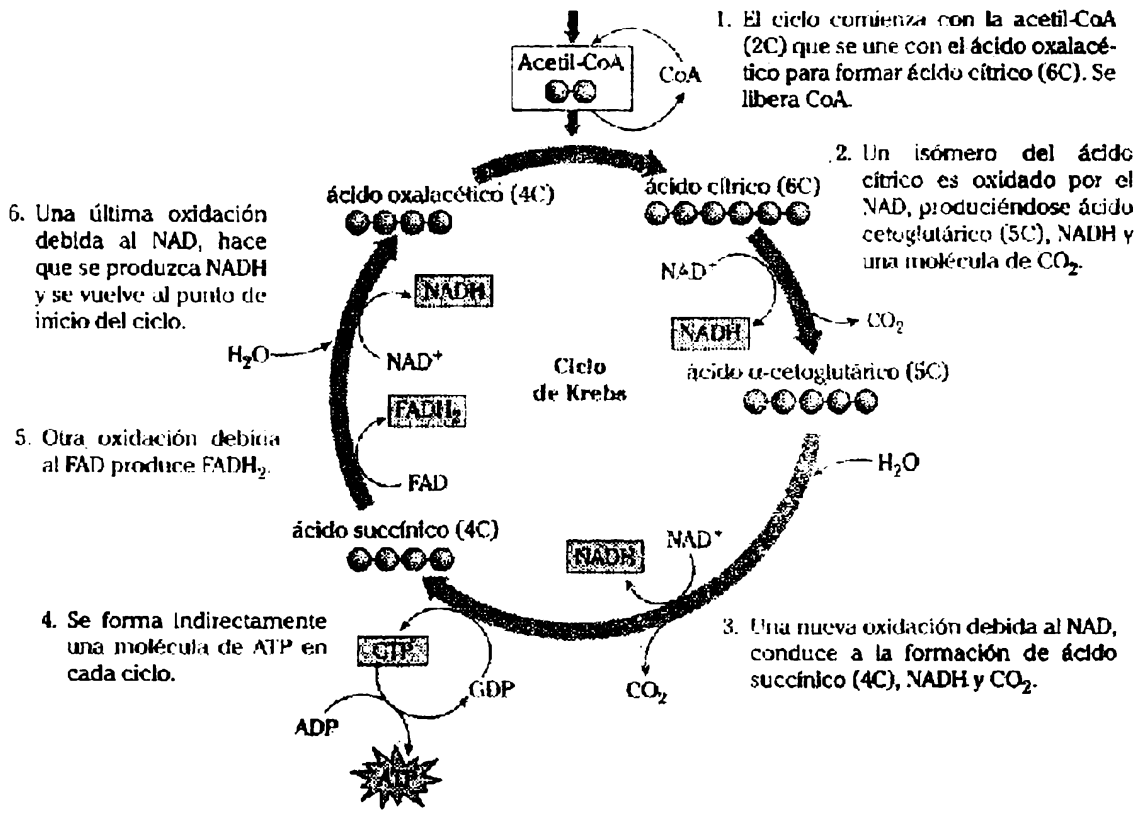
b. Ciclo de Krebs

Es un conjunto de reacciones cíclicas en las que se oxida el acetil CoA hasta dos CO_2, tres NADH + H^+ y un $FADH_2$, con liberación de una molécula de GTP. El ciclo de Krebs también se denomina ciclo del ácido cítrico o ciclo de los ácidos tricarboxílicos.

Descarboxilaciones y deshidrogenaciones del acetil en el ciclo de Krebs. El acetil es transportado por la coenzima A al ciclo de Krebs, donde es fijado por el oxalacetato (4C) que se convierte al recibir el acetilo (2C) en el citrato (6C).

El citrato es transformado por las enzimas del ciclo que le retiran, secuencialmente, dos carbonos en su forma de CO_2 (descarboxilaciones) y cuatro pares de H (deshidrogenaciones), los que son retenidos por 3 NAD^+ que origina 3 NADH + H^+ y 1 FAD que origina un $FADH_2$.

En el ciclo también se forma 1 GTP (a partir de GDP y Pi), que da origen a 1 ATP. Finalmente, se regenera la molécula inicial oxalacetato, reiniciando el ciclo.



c. Fosforilación oxidativa

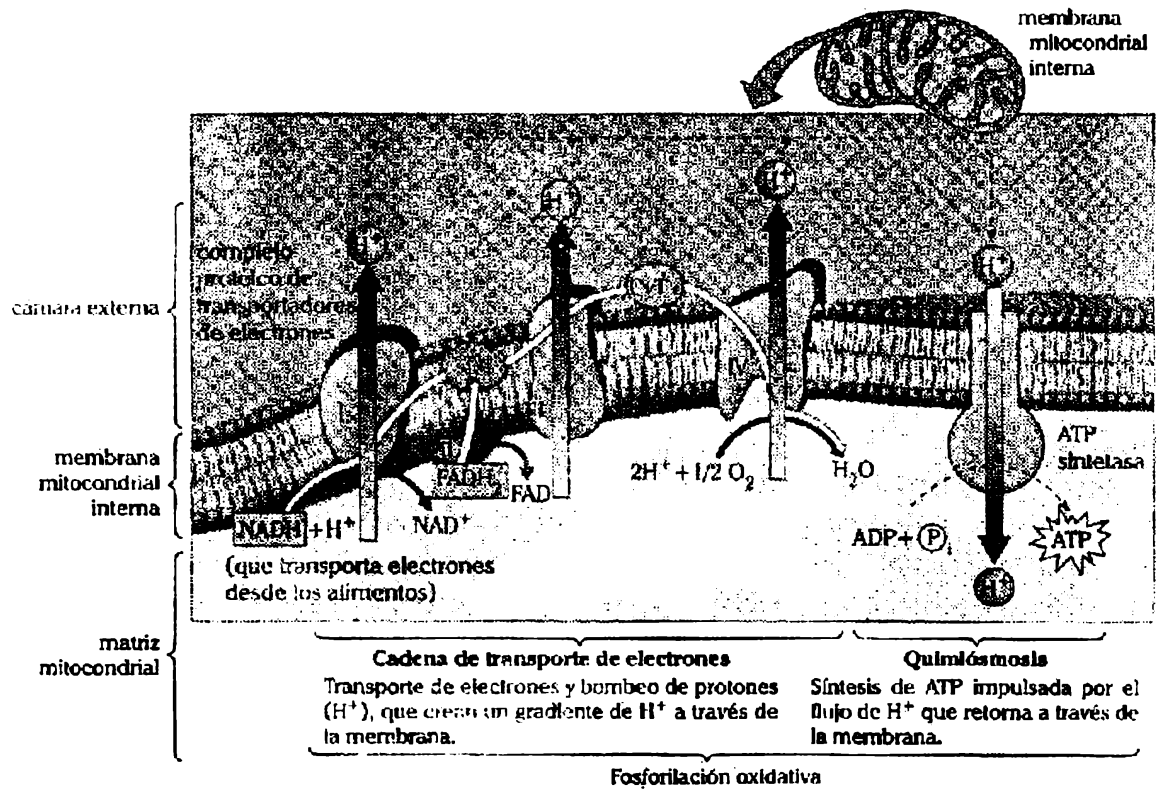
Proceso que consta de la cadena respiratoria (transporte de electrones) y la quimiósmosis, mediante el cual se produce ATP.

Los 3 NADH + H^+ y el $FADH_2$ son atraídos a la superficie de la membrana mitocondrial interna. Cuando el NADH + H^+ y el $FADH_2$, se acercan a la membrana interna sufren la pérdida de los hidrógenos (se oxidan) y se descomponen en H^+ (protones) y e^- (electrones).

Los protones quedan en la cámara externa, mientras que los electrones saltan hacia la superficie de la membrana interna donde son recibidos por la **cadena respiratoria o cadena transportadora de electrones** que está compuesta por cuatro complejos proteicos dispuestos en una secuencia energética decreciente, donde sus componentes más importantes son los citocromos, proteínas que contienen hierro (Fe^{+2}) y cobre (Cu^{+2}).

Los electrones van de transportador en transportador, este flujo genera un potencial electrónico que sirve para introducir muchos hidrogeniones en la cámara externa, los electrones llegan hasta el último transportador y de allí se unen al O_2 (aceptor final de electrones).

Los protones que pasaron a la cámara externa se han acumulado y generan un potencial químico. El transporte de los protones desde la cámara externa a la cámara interna desprende energía y se hace por el canal protónico de la partícula F (ATP sintetasa o ATPasa), sobre la superficie de esta partícula se realiza una captura de energía y la formación de ATP, a este proceso se le denomina **quimiósmosis**.



Balance energético

En la respiración anaeróbica de una glucosa se obtiene 2 ATP netos.

En la respiración aeróbica, si la célula presenta la lanzadera aspartato malato obtiene 38 ATP y si posee la lanzadera glicerol 6 fosfato gana 36 ATP por cada molécula de glucosa.

En la respiración aeróbica 2 ATP se forman en la glucólisis, 2 ATP en la fosforilación a nivel de sustrato a partir de 2 GTP del ciclo de Krebs y 32 a 34 ATP en la fosforilación oxidativa. Los ATP producidos en la fosforilación oxidativa se sintetizan a partir de los $NADH + H^+$ y el $FADH_2$, provenientes de la glucólisis, descarboxilación del piruvato y ciclo de Krebs.

Ciclo celular

Es el ciclo de vida de las células e implica el crecimiento y la reproducción celular. Algunos lo definen como el proceso biológico mediante el cual la célula duplica su contenido y luego se divide en dos células.

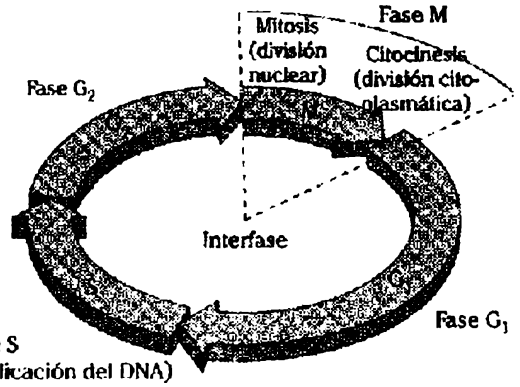


Diagrama del ciclo celular donde se visualizan cuatro fases G_1, S, G_2 y M. Obsérvese que el tiempo de duración de la interfase es mucho mayor que el de la fase M.

Fases del ciclo celular

El ciclo celular eucariota consta de dos etapas: interfase y división celular.

Interfase

Abarca cerca del 90% del ciclo celular. Durante esta etapa la célula aumenta de tamaño, duplica sus estructuras y acumula reservas necesarias para la división. Consta de tres fases: G_1, S y G_2. La duración del ciclo varía considerablemente de un tipo celular a otro. En las células embrionarias el periodo S es la etapa más larga. El período G_1 es el más variable, puede durar horas, días, meses o años.

- ✓ **Periodo G_1.** Se caracteriza por el crecimiento celular (incremento en el volumen citoplasmático), el cual se debe a la formación de nuevas organelas y una intensa síntesis de proteínas estructurales (citoesqueléticas), enzimas y reguladores fisiológicos. En esta etapa se produce el FPR (factor promotor de la replicación) un complejo proteico que activa la síntesis de ADN.

- ✓ **Período G_0.** Se denomina así a la transformación que sufren las células cuando se encuentran en la interfase, entrando en procesos de maduración. La célula diferenciada pierde, al menos temporalmente, la capacidad de división adquiriendo las características de células adultas propias de cada individuo.
  Son diferenciadas las células que constituyen los órganos y tejidos adultos de los vegetales y animales, tales como los glóbulos rojos, los glóbulos blancos, las neuronas, las células parenquimáticas, las células del floema, entre otros.
- ✓ **Período S o de síntesis.** Durante el cual se duplica el ADN, con la finalidad de perpetuar la especie. Asimismo, se duplican las histonas y con ello la cromatina. En las células animales también se duplica el centrosoma.
- ✓ **Período G_2.** Se caracteriza por la acumulación de material energético para la división celular. En esta etapa se forma el FPM (factor promotor de la mitosis), un complejo proteico que prepara a la célula para dar inicio a la mitosis.

División

Comprende dos etapas: cariocinesis y citocinesis. La cariocinesis es la división nuclear, mientras que la citocinesis es la división citoplasmática.

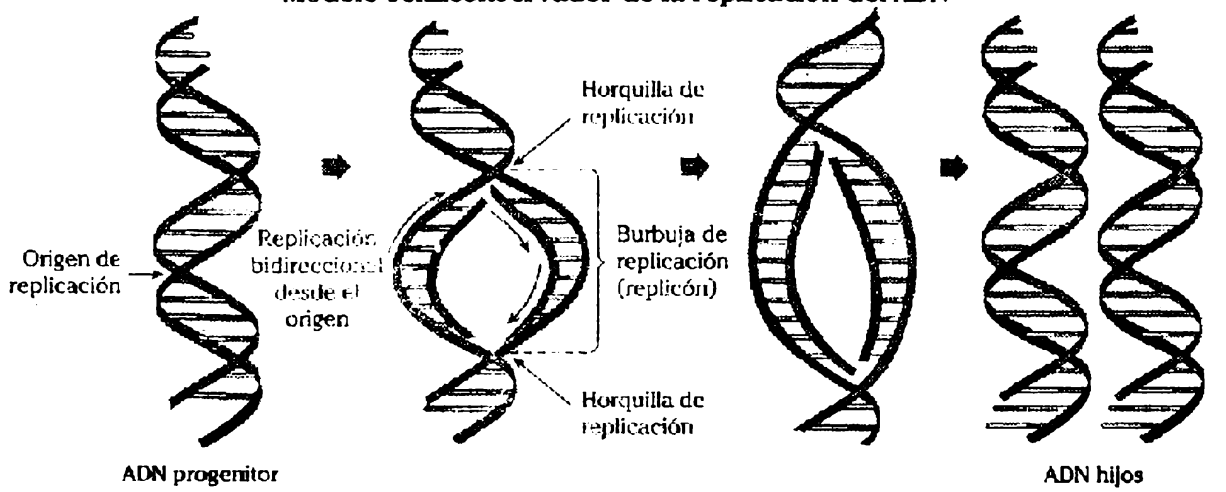
Duplicación del ADN

¿Para qué se autoduplica el ADN?

Todos los seres vivos son temporales. Pueden vivir unos minutos, como las bacterias; varios siglos como las tortugas marinas; o incluso más de un milenio como los olivos, pero para que la especie no se extinga ha de haber siempre al menos un momento en que la información biológica se replique (autoduplica) y las copias pasan a la descendencia.

La célula para dividirse previamente duplica su ADN, de este modo las generaciones celulares mantienen una cantidad constante de ADN. Cada cadena de ADN hijo conserva la mitad de la molécula original, por esto se dice que la replicación del ADN es **semiconservativa**.

Modelo semiconservador de la replicación del ADN



Etapas

Las cadenas complementarias son separadas por la enzima helicasa que rompe los puentes de hidrógeno entre bases complementarias.

Luego se da el desenrrollamiento del ADN a cargo de la enzima topoisomerasa.

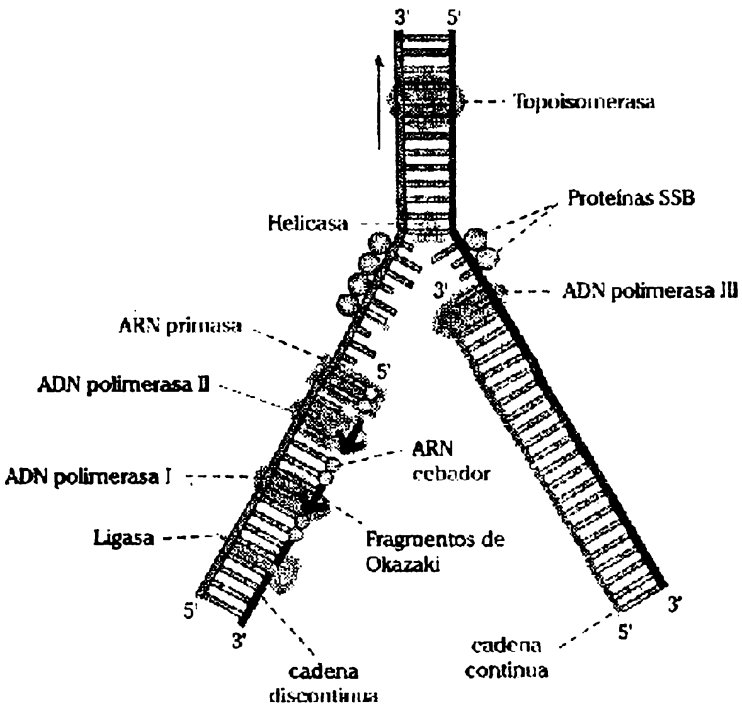
Duplicación continua

- Una de las cadenas toma el nombre de cadena líder y sobre ella se realiza la síntesis continua.
- El proceso lo inicia por la enzima ARN primasa que construye un pequeño ARN llamado cebador.
- A continuación la enzima ADN polimerasa III va incorporando desoxirribonucleótidos complementarios a la cadena molde en dirección 5' — 3' y construye la cadena complementaria de ADN.

Duplicación discontinua

- La otra cadena toma el nombre de cadena retrasada, en ella la síntesis es discontinua.
- La enzima ARN primasa construye varios ARN cebadores a partir de los cuales el ADN polimerasa construye segmentos de ADN llamados **fragmentos de Okazaki**.
- Luego son retirados los cebadores y los espacios son rellenados por la ADN polimerasa I y finalmente la ADN ligasa une los fragmentos de Okazaki.

Duplicación del ADN



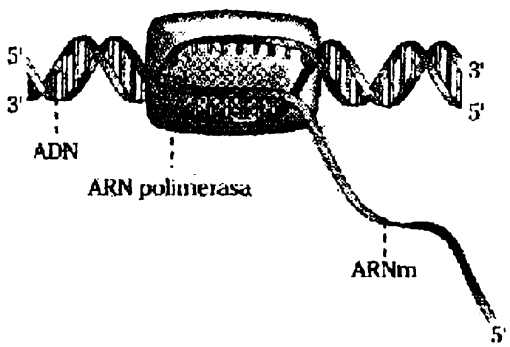
Expresión genética

Proceso mediante el cual la información hereditaria almacenada en el ADN, en los genes, se manifiesta o expresa en forma de proteínas.

Etapas de la expresión genética

a. Transcripción

Es la síntesis de ARNm tomando como molde una de las dos cadenas del ADN. La transcripción es acelerada por la ARN polimerasa, que cataliza la polimerización de ribonucleótidos.

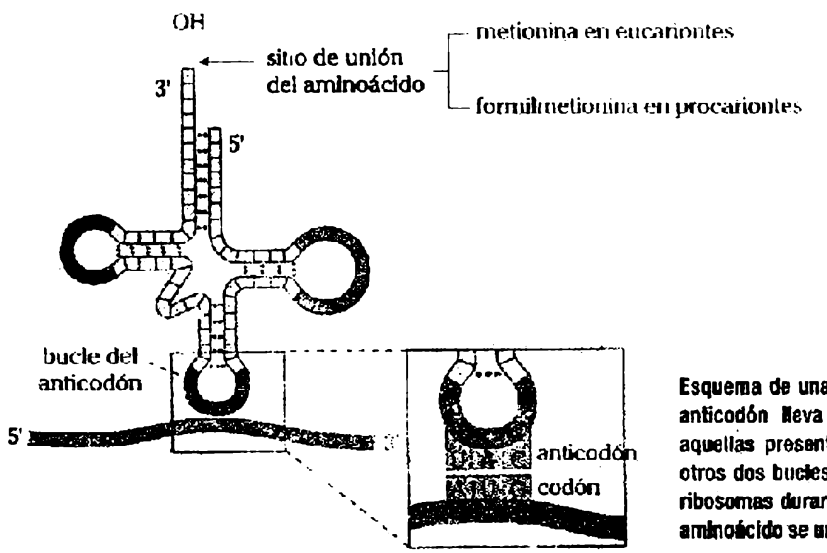


Nota. Las células eucariotas producen ARNhn (heterogéneo nuclear), luego de la transcripción realizan el **splicing**, procesan el ARNhn (heterogéneo nuclear), hasta ARNm (mensajero). En el splicing fragmentan el ARNhn en exones e intrones, luego unen los exones que constituyen el ARNm y eliminan los intrones.

b. Traducción

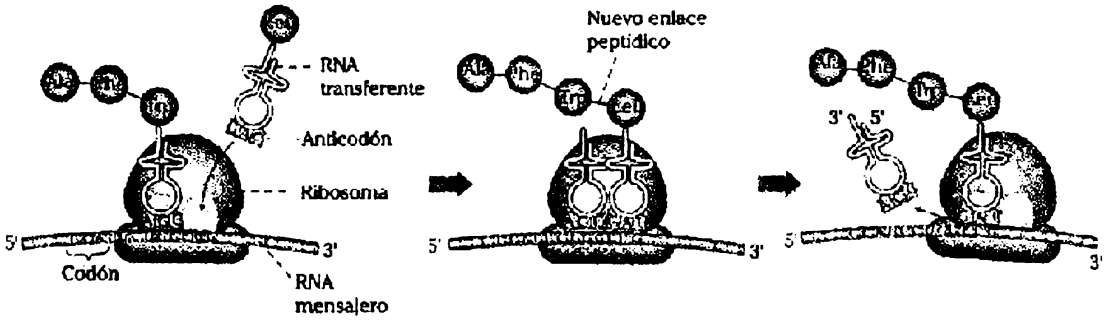
Es la síntesis de proteínas. Tiene principalmente tres etapas: iniciación, elongación y terminación.

- ✓ **Iniciación.** Consiste en la formación del **complejo de iniciación**, constituido por el ARNm que lleva la orden al ribosoma, así como el primer ARNt que incorpora el primer aminoácido: **formilmetionina** en las bacterias y **metionina** en las células eucarióticas. En el proceso, el codón de inicio del ARNm (AUG) se acopla con el anticodón del primer ARNt (UAC).



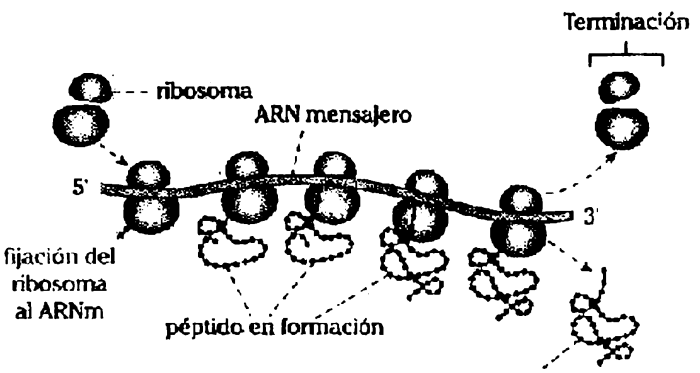
Esquema de una molécula de ARNt. El bucle del anticodón lleva las bases complementarias a aquellas presentes en el codón del ARNm. Los otros dos bucles intervienen en la unión con los ribosomas durante la síntesis de polipéptidos. El aminoácido se une en el extremo 3' libre.

✓ **Elongación.** Es el crecimiento de la cadena de aminoácidos. Se da como consecuencia de la llegada de aminoácidos transportados por los ARNt y la acción catalítica de la peptidil transferasa del ribosoma, que acelera la formación de enlaces peptídicos. El ribosoma consume GTP como molécula energética.



A medida que el ribosoma se desplaza por la molécula del ARNm, entran en el ribosoma moléculas de ARNt con aminoácidos unidos. Los aminoácidos se unen a la cadena polipeptídica y las moléculas de ARNt dejan el ribosoma.

✓ **Terminación.** Consiste en la liberación de la proteína formada y la inactivación del ribosoma.



El código genético

Está compuesto de 64 codones diferentes, que se pueden hallar en el ARNm: 61 son codificantes o codones con sentido y tres son codones de terminación o stop (UGA, UAA y/o UAG).

Un codón está constituido por tres bases nitrogenadas. Un codón codificante tiene la información para un determinado aminoácido. El codón de inicio es el AUG y codifica para metionina.

Un "codón de terminación" no tiene información para la incorporación de aminoácidos.

El código genético se caracteriza por ser universal (es igual en todos los seres vivos) y es degenerado o redundante porque existen más codones (61) que aminoácidos proteicos (20).

Código genético

1.ª letra	2.ª letra U		2.ª letra C		2.ª letra A		2.ª letra G		3.ª letra
U	UUU	Fen	UCU	Ser	UAU	Tir	UGU	Cis	U
	UUC	Fen	UCC	Ser	UAC	Tir	UGC	Cis	C
	UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	Stop	UGA	Stop	A
	UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	Stop	UGG	Trp	G
C	CUU	Leu	CCU	Fen	CAU	His	CGU	Arg	U
	CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg	C
	CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg	A
	CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg	G
A	AUU	Ile	ACU	Tre	AAU	Asn	AGU	Ser	U
	AUC	Ile	ACC	Tre	AAC	Asn	AGC	Ser	C
	AUA	Ile	ACA	Tre	AAA	Lis	AGA	Arg	A
	AUG	Met	ACG	Tre	AAG	Lis	AGG	Arg	G
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gli	U
	GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gli	C
	GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gli	A
	GUG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gli	G

Ejemplo:
¿Qué aminoácido está codificado por el codón CUU?

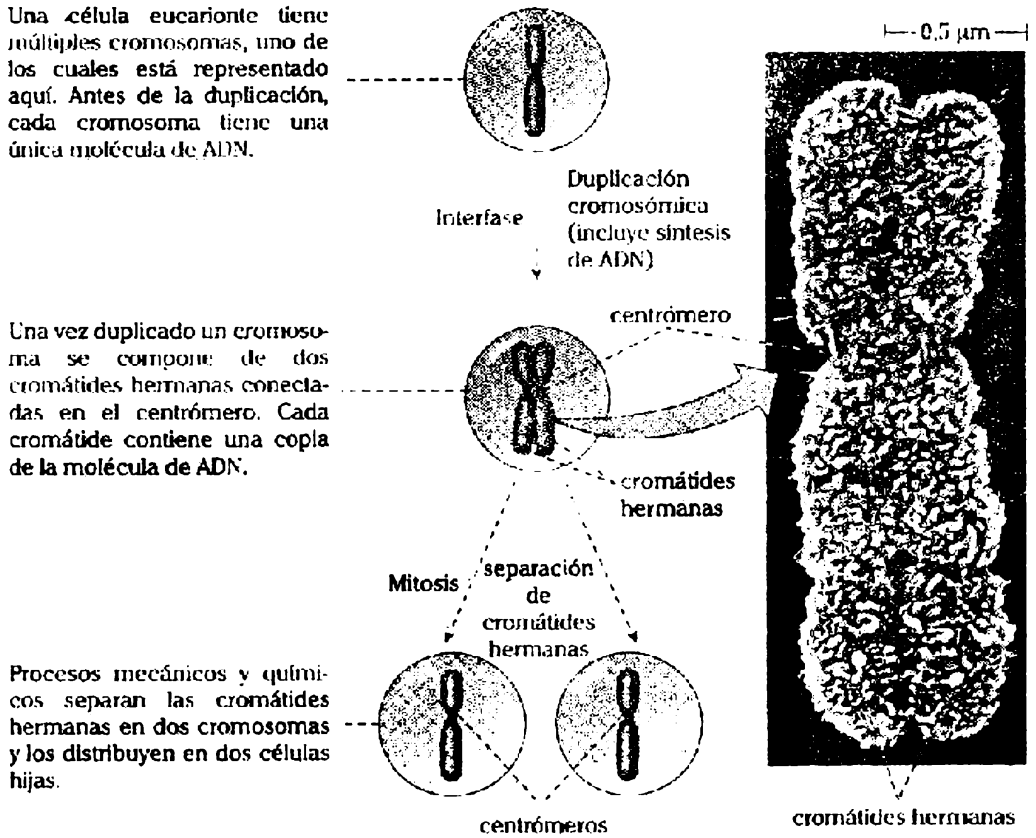
Respuesta:
Leucina (Leu)

Mitosis

Proceso de división donde una célula eucariota diploide (2N) origina dos células hijas iguales diploides (2N).

La mitosis permite repartir el ADN duplicado en interfase equitativamente en dos células, por lo que estas resultan iguales genéticamente.

Resumen del proceso de mitosis



Importancia

Permite la reproducción en los protozoarios y algas unicelulares; el crecimiento y la regeneración en animales y plantas.

Fases

- ✓ **Profase.** Se condensa la cromatina y se forman los cromosomas dobles, se desorganiza el nucléolo y la carioteca.

  En las células animales, los centrosomas inician la formación del huso a partir de su centrósfera, asimismo dan origen a los ásteres, uno alrededor de cada centrosoma, por ello la mitosis se llama **astral**. Las fibras del huso también se forman a partir de los cinetocoros cromosómicos.

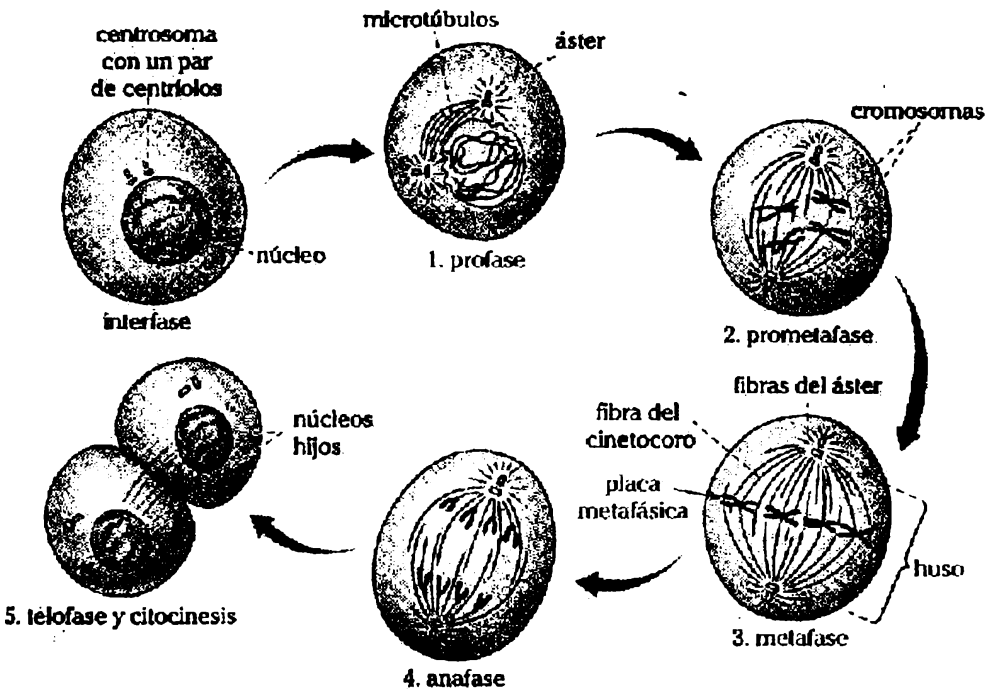
  En las células vegetales el huso lo originan los casquetes polares y no se forman ásteres, por lo que la mitosis se denomina **anastral**.

- ✓ **Prometafase.** La carioteca completamente desorganizada permite la liberación de los cromosomas al citoplasma. Los cromosomas se unen al huso acromático mediante los cinetocoros.
- ✓ **Metafase.** Al comienzo de la metafase los microtúbulos del huso invaden el área central de la célula y los cromosomas se ubican en la región central celular formando la **placa ecuatorial** o cromosómica.

- ✓ **Anafase.** El alargamiento de las fibras no cromosómicas del huso y el acortamiento de las fibras cromosómicas del huso, ocasionan la ruptura de los cromosomas en sus dos cromátides hermanas, las cuales migran hacia los polos opuestos de la célula, proceso llamado **disyunción**.
- ✓ **Telofase.** Los cromosomas se descondensan originando fibras de cromatina que son rodeadas por sáculos del retículo endoplasmático, las que se fusionan para formar la carioteca. También reaparecen los nucléolos por acción de los "reorganizadores nucleolares" (RON) que se encuentran en algunos cromosomas.
- ✓ **Citocinesis.** La división del citoplasma en las células animales se debe al **anillo contráctil**. Este anillo está formado por microfilamentos de actina, consume ATP y se contrae generando un surco, que se profundiza y divide a la célula madre en dos células hijas.

En las células vegetales el **fragmoplasto** dirige la concurrencia de vesículas del complejo de Golgi, que más adelante se fusionan para formar la placa celular.

Etapas de la mitosis



	Célula animal	Célula vegetal
Cariocinesis	✓ Mitosis astral (con ásteres) ✓ Los centrosomas originan el huso acromático.	✓ Mitosis anastral (sin ásteres). ✓ Los casquetes polares originan el huso acromático.
Citocinesis	✓ El anillo contráctil separa el citoplasma.	✓ El fragmoplasto divide el citoplasma.

Meiosis

División celular en la que se forman células hijas con la mitad del número cromosómico del número original. Es decir, que de una célula diploide (2N) se forman cuatro células haploides (N).

Importancia

La meiosis es un proceso clave en la reproducción sexual, ha permitido aumentar la biodiversidad de los organismos eucarióticos, pues en ella ocurre el intercambio de genes, transmitidos por los padres. Ocurre en los órganos sexuales de animales y plantas.

Etapas

La meiosis es un proceso que implica necesariamente dos divisiones:

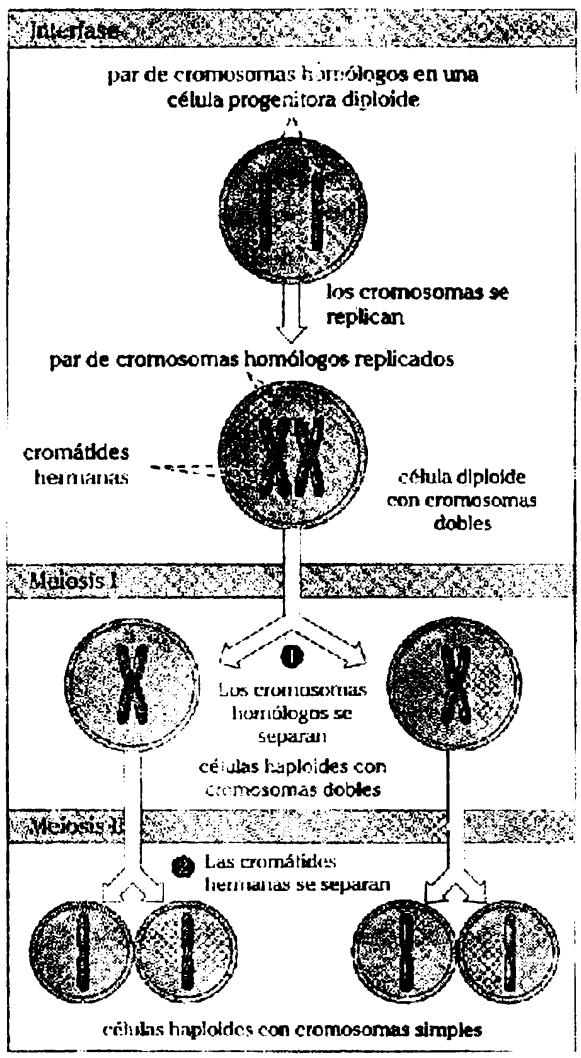
Meiosis I (División reduccional)

La primera división meiótica (meiosis I) es una división reductiva que produce dos células haploides (N) a partir de una sola célula diploide (2N).

a. Profase I

Es la fase más compleja de la meiosis. En el hombre la meiosis puede durar 24 días y solo la profase I dura 13 a 14 días. Esta fase compleja, presenta los siguientes periodos:

- ✓ **Leptonema**
  (*lepto*=delgado, *nema*=filamento). Comienza la condensación de la cromatina que presenta engrosamientos denominados cromómeros. Generalmente los cromosomas se polarizan adhiriéndose en una región de la envoltura nuclear adoptando la forma de un *bouquet* (ramillete).
- ✓ **Zigonema**
  (*zigo*=adjunto, unión). Los cromosomas homólogos se aparean en un proceso llamado **sinapsis**. Entre los cromosomas apareados llamados también **tétradas** o **bivalentes**, se forma una estructura fibrosa proteica llamada **complejo sinaptonémico**, que permite el apareamiento exacto de los cromosomas homólogos.



- ✓ **Paquinema** (*paqui*=grueso). Cada cromosoma se observa como un cuerpo doble (formado por dos cromátides). Los cromosomas homólogos realizan el ***crossing over*** (**recombinación genética**). Es decir, intercambian genes. El *crossing over* es importante porque permite la variabilidad de los gametos.
- ✓ **Diplonema** (*diplo*=doble). Los cromosomas apareados empiezan a separarse manteniendo puntos de unión llamados quiasmas (*kiasma*=cruz).
- ✓ **Diacinesis** (*día*=a través de, *cinesis*=movimiento). El número de quiasmas se reduce, los cromosomas se distribuyen uniformemente en el núcleo. Se desorganiza el nucléolo y la envoltura nuclear.

b. Metafase I

Las parejas de cromosomas homólogos se mueven hacia el centro de la célula y se alinean en esa región de la célula. Se unen a las fibras del huso con el cinetocoro, formando la doble placa ecuatorial.

c. Anafase I

Los cromosomas homólogos migran hacia los polos celulares. Esta migración se debe al acortamiento de las fibras del huso y se denomina **disyunción I.**

d. Telofase I

Los cromosomas llegan a los polos opuestos; se reorganiza la carioteca y los nucléolos. De esta manera se forman dos núcleos haploides. La división nuclear es acompañada por la división citoplasmática (citocinesis I).

Intercinesis

Es un evento comprendido entre la meiosis I y la meiosis II. Las células aumentan su tamaño y duplican su centrosoma, preparándose para la meiosis II.

Meiosis II (División ecuacional)

La segunda división melótica es una división ecuacional que origina cuatro células haploides (N) a partir de dos células haploides (N).

a. Profase II

Se desorganiza la envoltura nuclear y los nucléolos, se observan los cromosomas que constan de dos cromátides unidas a nivel de sus centrómeros. En esta etapa no hay recombinación genética.

b. Metafase II

Los cromosomas dobles se alinean en la región central de la célula formando una placa ecuatorial.

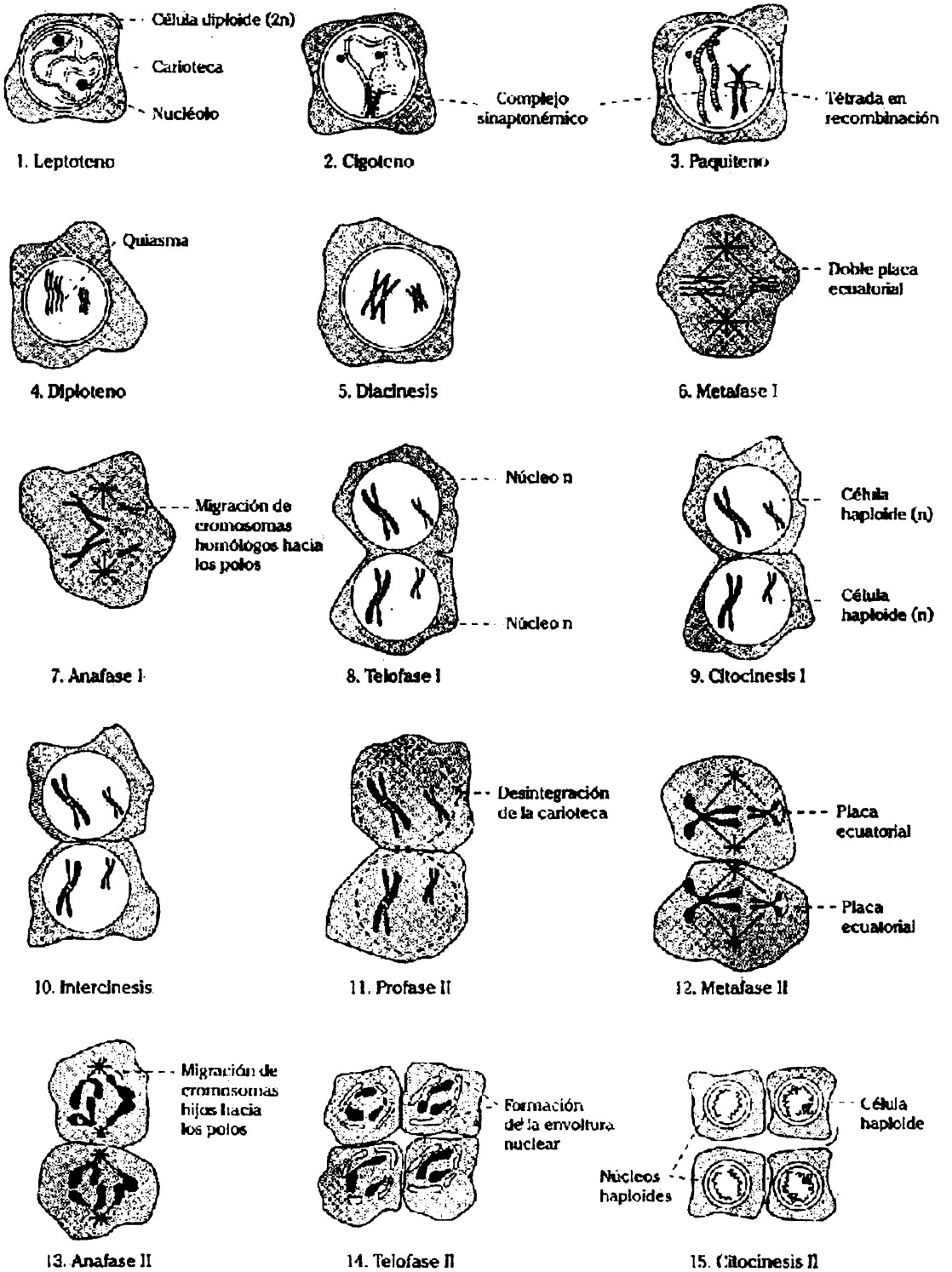
c. Anafase II

Se da la disyunción II. Las cromátides de cada cromosoma doble se separan y se desplazan hacia los polos opuestos de la célula, es decir, se reparte en forma equitativa el ADN.

d. Telofase II

Las cromátides llegan a los polos celulares. Se reconstruyen la envoltura nuclear y los nucléolos. Simultáneamente se da la citacinesis II.

Etapas de la meiosis animal



Sinapsis y *crossing over*

En el proceso de meiosis ocurren dos eventos fundamentales: la sinapsis y el *crossing over*. En la sinapsis los cromosomas homólogos se aparean y en el *crossing over* intercambian genes.

COMPARACIÓN ENTRE LA MITOSIS Y LA MEIOSIS

Característica	Mitosis	Meiosis
Células que la realizan	Casi todas las células madres del cuerpo, las denominadas somáticas.	La célula progenitora de los gametos.
Número de divisiones	Uno, que incluye la profase, metafase, anafase y telofase.	Dos, cada una incluye profase, metafase, anafase y telofase.
Sinapsis de cromosomas homólogos	No se produce.	Se produce durante la profase I, los cromosomas homólogos se aparean y luego llevan a cabo el *crossing over* o entrecruzamiento.
Número de células hijas y composición genética	Dos, cada una es diploide ($2n$) y es genéticamente idéntica a la célula progenitora.	Cuatro, donde cada hija es haploide (n) y contiene la mitad de cromosomas de la célula progenitora, son genéticamente diferentes.
Importancia en el animal	Se relaciona con el desarrollo embrionario, produce células para el crecimiento y la reparación celular.	Forma células haploides, reduce el número de cromosomas a la mitad e introduce la variación genética entre los gametos.

PREGUNTAS PROPUESTAS

2C	7D	12D	17D	22B	27D
3C	8A	13D	18A	23C	28C
4E	9E	14B	19C	24B	29B
5C	10B	15C	20A	25E	30D

ESTRUCTURA CELULAR. CÉLULA EUCARIOTA

1. El único organelo común a las células procariotas y eucariotas es

   A) la membrana plasmática.
   B) el ribosoma.
   C) la pared celular.
   D) la membrana nuclear.
   E) el aparato de Golgi.

2. La célula procariótica a diferencia de la eucariótica

   A) tiene citoesqueleto.
   B) presenta cromatina.
   C) carece de proteínas histonas.
   D) tiene membrana con esteroides.
   E) tiene flagelos con estructura 9 + 2.

3. La zona glucídica de las membranas de protozoos y animales, compuesta de azúcares y cadenas peptídicas cortas y que participa en diversas actividades como el reconocimiento celular, durante las reacciones inmunitarias se denomina

   A) fosfoglicérido.
   B) glucocalix.
   C) glutamato.
   D) ganglиósido.
   E) acetil-glucosamina.

   UNMSM 2007-I

4. De acuerdo al modelo del mosaico fluido, la membrana celular está formada por

   A) una doble capa lipoproteica.
   B) polisacáridos tipo celulosa.
   C) dos capas de proteínas y una de lípidos.
   D) una doble membrana con poros.
   E) una sola capa de fosfolípidos y proteínas.

5. Las subunidades ribosómicas se ensamblan en ..... y se activan en .....

   A) el nucleolo - el núcleo.
   B) el núcleo - el citoplasma.
   C) el nucléolo - el citoplasma.
   D) el citoplasma - el nucléolo.
   E) la cromatina circundante - el citosol.

6. Durante la síntesis de proteínas, el ribosoma usa la energía que proviene de la hidrólisis del

   A) CTP. B) GTP. C) UTP.
   D) ATP. E) TTP.

7. Es el organelo que realiza la digestión celular en las células animales.

   A) lisosoma primario
   B) lisosoma terciario
   C) vacuola residual
   D) lisosoma secundario
   E) vacuola endocítica

8. Son los organelos que participan en la fotorrespiración y bioluminiscencia.

   A) cloroplastos
   B) ribosomas
   C) lisosomas
   D) microsomas
   E) peroxisomas

9. La estructura de la mitocondria, donde se localizan las enzimas que participan en el ciclo de los ácidos tricarboxílicos, es

   A) la membrana interna.
   B) la membrana externa.
   C) las crestas mitocondriales.
   D) la matriz mitocondrial o mitosol.
   E) los túbulos mitocondriales.

32E 36 A 40 C
33 C 37 C
34 D 38 D

10. La estructura de la fibra muscular que produce adenosín trifosfato para la contracción muscular es el

A) sarcómero.
B) sarcoplasma.
C) sarcolema.
D) retículo sarcoplasmático.
E) sarcosoma.

11. En una célula vegetal el almidón primario se produce en ..... y el almidón secundario se acumula en .....

A) el cloroplasto - la vacuola.
B) el glioxisoma - el amiloplasto.
C) el golgisoma - la vacuola.
D) el cloroplasto - el retículo endoplasmático liso.
E) el cloroplasto - el amiloplasto.

12. La estructura de la célula vegetal que protege contra la presión osmótica es la

A) mitocondria.
B) vacuola.
C) pared celular.
D) membrana celular.
E) carioteca.

13. Son organelos exclusivos de las células vegetales:

A) nucléolo y centríolo.
B) pared celular y ribosomas.
C) plastidios y pared celular.
D) centríolos y membrana celular.
E) plastidios y glioxisomas.

14. Las glucoproteínas presentes en la membrana del retículo endoplasmático rugoso, que permiten la unión de los ribosomas a dicha membrana, se conocen como

A) clatrinas.
B) riboclatrinas.
C) cadherinas.
D) desintegrinas.
E) riboforinas.

UNMSM 2011-II

15. El retículo endoplasmático rugoso interviene en

A) la formación de lípidos.
B) la secreción de proteínas.
C) la síntesis de proteínas de membrana.
D) el almacenamiento de calcio.
E) el transporte de sustancias de excreción.

16. Detoxifica fármacos y compuestos parcialmente dañinos como plaguicidas y herbicidas.

A) Retículo sarcoplasmático
B) Retículo endoplasmático liso
C) Retículo endoplasmático granular
D) Retículo rugoso
E) Complejo de Golgi

17. Las glucosiltransferasas son las enzimas más importantes del

A) dictiosoma.
B) lisosoma.
C) cloroplasto.
D) peroxisoma.
E) ribosoma.

18. Organela que realiza la lipogénesis, glucogenólisis y la detoxificación celular.

A) lisosoma secundario
B) vacuola endocítica
C) retículo endoplasmático liso
D) polirribosoma
E) aparato de Golgi

19. Con respecto al núcleo, marque verdadero (V) o falso (F) y señale la secuencia correcta.
   I. El nucléolo forma las proteínas histonas.
   II. El carioplasma es la matriz del núcleo.
   III. La cromatina está formada por ADN e histonas.
   IV. La heterocromatina de una célula generalmente está inactiva.

   A) FFFF B) FVVV C) FVFF
   D) VVFF E) VVFV

20. Señale la proteína que no forma parte del centro del nucleosoma.

   A) H_4 B) H_2A C) H_3
   D) H_1 E) H_2B

FISIOLOGÍA CELULAR

21. La molécula donadora de protones y electrones durante la fotosíntesis es

   A) el dióxido de carbono.
   B) el agua.
   C) el $NADPH_2^+$.
   D) el ATP.
   E) la clorofila.

22. El oxígeno liberado por las plantas durante la fotosíntesis proviene del

   A) agua.
   B) dióxido de carbono.
   C) la glucosa.
   D) la fructosa.
   E) el almidón.

23. Los productos finales de la fase luminosa de la fotosíntesis que se requieren en la fase oscura son

   A) luz y ATP.
   B) ADN y ARN
   C) ATP y $NADPH_2^+$.
   D) ribulosa y ATP.
   E) TP, oxígeno y $NADPH_2^+$.

24. La síntesis de $NADPH_2$ en la fase luminosa de la fotosíntesis se denomina:

   A) fotoexcitación.
   B) fotorreducción.
   C) fotolisis del agua.
   D) ciclo de Calvin.
   E) fotofosforilación.

25. La fase oscura de la fotosíntesis se realiza en

   A) el tilacoide.
   B) la membrana externa.
   C) la membrana interna.
   D) el estoma.
   E) la matriz del cloroplasto.

26. La principal molécula energética que consume la célula es

   A) el ATP.
   B) la glucosa.
   C) la fructosa.
   D) las grasas.
   E) el GTP.

27. Indique dónde se realiza la vía Embden Meyerhof en procariontes y eucariontes.

   A) La mitocondria
   B) El cloroplasto
   C) El citosol
   D) El mitosol
   E) El estroma

28. Al final de la glucólisis la célula gana

A) 2 ATP. B) 4 ATP. C) 38 ATP.
D) 36 ATP. E) 40 ATP.

29. La molécula que ingresa al ciclo de Krebs es

A) el ATP.
B) el piruvato.
C) el acetil CoA.
D) el oxígeno.
E) el dióxido de carbono.

30. Las células que producen 36 ATP netos por molécula de glucosa

A) carecen de mitocondrias.
B) no tienen citosol.
C) presentan la lanzadera aspartato malato.
D) carecen de fosforilación oxidativa.
E) presentan la lanzadera glicerol 3 fosfato.

31. La principal enzima que participa en la síntesis del ADN se denomina

A) ADN polimerasa.
B) ARN polimerasa.
C) ADN ligasa.
D) ADN topoisomerasa.
E) ADN helicasa.

32. ¿Cuál será la secuencia de la cadena complementaria de la cadena de DNA G, A, C, C, A, A, G, T, G, A?

A) T, A, C, C, G, A, T, G, G, A
B) T, C, A, A, G, C, T, G, G, C
C) C, T, G, G, T, T, C, A, C, T
D) A, T, G, G, C, T, A, C, C, T
E) C, T, G, G, A, T, C, A, A, T

33. La síntesis de ARNm se denomina

A) transcripción.
B) traducción.
C) respiración celular.
D) conjugación.
E) fotosíntesis.

34. La unidad de codificación para un aminoácido determinado durante la síntesis de proteínas se denomina

A) recón.
B) codón.
C) mutón.
D) codogen.
E) anticodón.

35. Si la secuencia del ADN : d TACTATACG es transcrita, indique la secuencia de la molécula resultante.

A) d TACTATACG
B) r ATGATATCG
C) d AUGAUAUGC
D) d ATGATATGC
E) r AUGAUAUGC

36. ¿En qué periodo del ciclo celular se duplica el ADN?

A) Período S
B) Período G 1
C) Período T
D) Período M
E) Período G 2

37. ¿En qué fase de la mitosis los cromosomas se unen al huso acromático?

A) profase
B) prometafase
C) anafase
D) telofase
E) metafase

38. Fase de la mitosis en la que se forma la placa ecuatorial.

A) profase
B) prometafase
C) anafase
D) telofase
E) metafase

39. ¿Cuál es la importancia del *crossing over*?

A) Permite la variabilidad de los gametos.
B) Permite el crecimiento.
C) En los unicelulares permite la reproducción.
D) En los pluricelulares permite reparar los tejidos.
E) Permite la regeneración.

40. ¿En qué etapa de la profase se da la sinapsis entre los cromosomas homólogos?

A) leptonema
B) zigonema
C) paquinema
D) diplonema
E) diacinesis

Genética

Capítulo III

Objetivos

- Conocer la terminología básica de la genética.
- Diferenciar los tipos de herencia biológica: mendeliana, no mendeliana, sanguínea, del sexo, ligada al sexo y poligenia.
- Resolver problemas de herencia mendeliana y no mendeliana, herencia sanguínea y herencia ligada al sexo.
- Distinguir los cariotipos y fenotipos de las principales aberraciones cromosómicas humanas.

Rama de la biología que se ocupa del estudio de los mecanismos de la herencia y de las variaciones que ocurren en la transmisión de los caracteres hereditarios. La genética estudia el proceso que conserva las especies a través del tiempo.

Importancia

- La aplicación de la genética basada en el estudio del gen, permite el diagnóstico de enfermedades hereditarias y el mejoramiento de plantas y animales.
- Las técnicas a las que ha llegado el hombre mediante esta ciencia, permiten la identificación de la paternidad de personas mediante las pruebas de ADN y la obtención de organismos transgénicos que producen abundantes enzimas, antibióticos y hormonas de uso médico.

Conceptos

Gen

Constituye la unidad de información hereditaria que codifica la información para la síntesis de un péptido.

Molecularmente es un segmento de ADN que forma parte de la cromatina de una célula eucariota en interfase. Los genes se expresan en dos pasos: transcripción (copia del gen en ARNm) y traducción (lectura del ARNm en los ribosomas resultando una proteína). Un carácter (rasgo fisiológico o físico) puede estar controlado por uno o más pares de genes.

Locus

Lugar ocupado por un gen en el cromosoma. Los genes en una célula en estado de división forman parte de los cromosomas (cromatina condensada).

Loci

Conjunto de locus de un cromosoma.

Cromosomas homólogos

Son cromosomas morfológica y genéticamente similares que se encuentran por pares en organismos diploides. En un individuo uno de los cromosomas homólogos es de origen paterno y el otro es de origen materno.

Alelos

Son genes de cromosomas homólogos que codifican la expresión para un mismo carácter, estos genes alelos ocupan el mismo locus (lugar) de los cromosomas homólogos. Los alelos pueden ser dominantes o recesivos. Así por ejemplo los labios gruesos están dados por un alelo dominante y los delgados por alelos recesivos.

Alelo dominante

En una pareja de alelos diferentes, **aquel que se expresa** es dominante. Se representan con letra mayúscula: A, B, C, etc. En el hombre, por ejemplo, el carácter "labios anchos" está determinado por el alelo A.

Alelo recesivo

En una pareja de alelos diferentes, **aquel que no se expresa** es el gen recesivo. Para que se exprese la característica recesiva se necesita la presencia de dos alelos recesivos. Se representan con letra minúscula: a, b, c, etc. En el hombre, por ejemplo, el carácter "labios delgados" está determinado por el alelo a.

Genotipo

Es la constitución genética de un individuo referido a uno o varios caracteres.

Genotipo homocigote

Un organismo es homocigote cuando los alelos participantes son idénticos. A los homocigotes también se les llama de raza pura.

Si un individuo presenta un par de alelos dominantes (AA) para un carácter se dice que es **homocigote dominante** para esa característica.

Si presenta un par de alelos recesivos se denomina **homocigote recesivo** (aa) para esa característica.

Genotipo heterocigote

Un organismo heterocigote es aquel individuo en que los alelos participantes son diferentes, uno es dominante y el otro es recesivo (Aa). Si tiene un carácter heterocigote se le llamará monohíbrido, y si tiene dos será llamado dihíbrido (AaBb).

En una población, la heterocigosis (vigor híbrido) es favorable pues hay más posibilidades de adaptación a cambios ambientales. El maíz híbrido es un ejemplo clásico de vigor híbrido, tiene mazorcas más grandes, robustas y llenas de grano.

Fenotipo

Es el resultado de la expresión del genotipo, como consecuencia de la interacción de los genes con el ambiente. El color de la piel, los grupos sanguíneos y la estatura de las plantas, son ejemplos del fenotipo.

Un ejemplo ilustrativo del efecto de la temperatura ambiental sobre el fenotipo es el caso del conejo Himalaya, que tiene el cuerpo de pelo blanco pero negras las orejas, la nariz, la cola y las patas. El conejo Himalaya tiene los genes para el pelo negro, pero la enzima que produce el pigmento negro es sensible a la temperatura. Por arriba de 34° C, la enzima es inactiva, lo que ocurre en toda la superficie corporal del conejo, y su color es blanco. Pero las extremidades y las orejas están más frescas (menos de 34° C) que el resto del cuerpo, por ello la enzima está activa y se forma el pigmento negro en dichos lugares.

Herencia mendeliana

Gregorio Mendel (1822 - 1884), monje austriaco del monasterio de Brünn, antes de ingresar al monasterio asistió a la Universidad de Viena durante dos años, donde estudió botánica y matemática, entre otras materias.

Tanto los patrones de la herencia como muchos hechos esenciales acerca de los genes alelos y la distribución de los alelos en los gametos y los cigotos durante la reproducción, fueron deducidos por Gregorio Mendel antes de que se descubriera el ADN, los cromosomas, la meiosis e inclusive los genes.

¿Por qué Mendel tuvo éxito en lo que otros antes que él habían fallado? Por tres hechos importantes:

- Seleccionó el organismo adecuado para trabajar: *Pisum sativum* "arveja", "guisante".
- Usó caracteres contrastantes, es decir, caracteres excluyentes; por ejemplo: el color de la flor, es blanca o púrpura.
- Manipuló controladamente los cruces y aplicó las matemáticas.

Carácter		Dominante		Recesivo
Semilla	Textura		Lisa	Rugosa
	Color		Amarilla	Verde
Flor			Púrpura	Blanca
Vaina	Textura		Lisa	Rugosa
	Color		Verde	Amarilla
Tallo			Alto	Bajo
Disposición de flores			Axilares	Terminales

Principio de la uniformidad y la reciprocidad

Del cruce de dos líneas puras (P), la primera generación filial (F1) está formada por individuos idénticos, los cuales presentan el fenotipo de la línea dominante.

Por ejemplo, sean los alelos: "V" para semilla amarilla y "v" para semilla verde; si se cruzan dos individuos homocigotes: una planta de semilla amarilla homocigote dominante (VV), con otra de semillas verdes homocigote recesiva (vv), la descendencia resultante será de semillas amarillas y heterocigotos (Vv).

Sean los alelos:
V: semilla amarilla
v: semilla verde

Progenitores (P): (VV) × (vv)

Gametos (G): V V v v

Cruce:

	v	v
V	Vv	Vv
V	Vv	Vv

} Primera generación filial (F1)

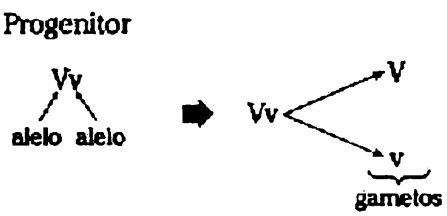
Vv: Heterocigoto o híbrido

Primera Ley de Mendel: de la segregación

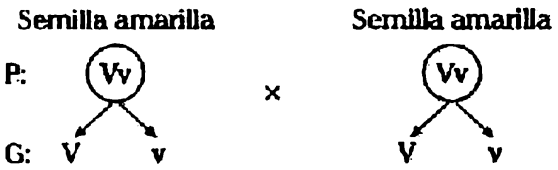
Durante la formación de gametos en la meiosis los genes se separan o segregan de modo que los gametos solo llevan a uno de los alelos.

Por ejemplo, si cruzamos dos plantas heterocigotas para el color de la semillas (Vv), estas formarán un 50% de gametos con el gen dominante (V) y el otro 50% con el gen recesivo (v). Luego tenemos que las probabilidades de descendencia del cruce de dos heterocigotos serán:

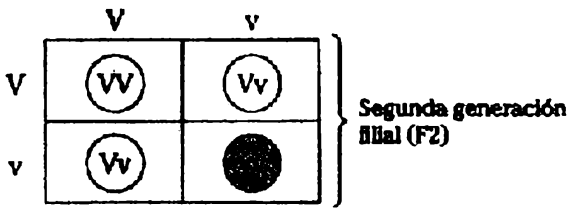
- **La proporción genotípica** de la segunda generación (F2) es 1: 2: 1. Una homocigote dominante (AA), dos heterocigotos (Aa) y una homocigote recesivo (aa).
- **La proporción genotípica** de la F2 es 3: 1. Tres amarillas y una verde.



Cruce de monohíbridos



Cruce:



Segunda Ley de Mendel: de la distribución independiente

Cuando se estudian dos o más características se observa que la segregación de un par de alelos para un carácter es independiente de la segregación de otro par de alelos para otro carácter.

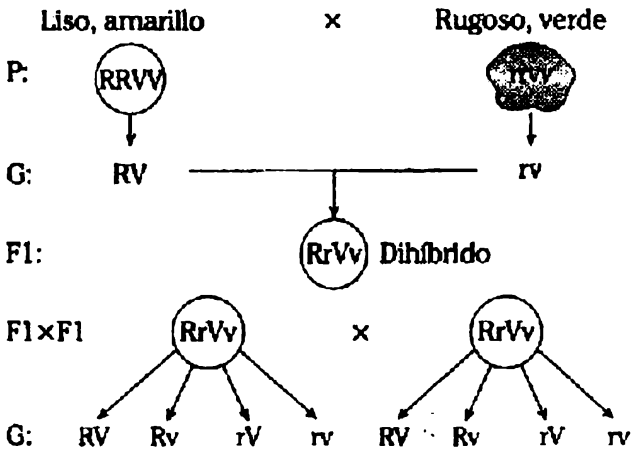
Por ejemplo, sean los alelos: V (semilla amarilla); v (semilla verde); R (semilla lisa); r (semilla rugosa).

Si se cruzan una planta de semillas lisa y amarilla homocigote dominante para ambas características (RRVV) con otra de semillas verde y rugosa homocigoto recesiva para ambas características (rrvv), tendremos toda la descendencia de semillas lisa y amarilla dihíbridas (RrVv) en la primera generación (F1).

Luego si recruzan dos plantas dihíbridas (RrVv) de la F1, tendremos una segunda generación donde las proporciones serán:

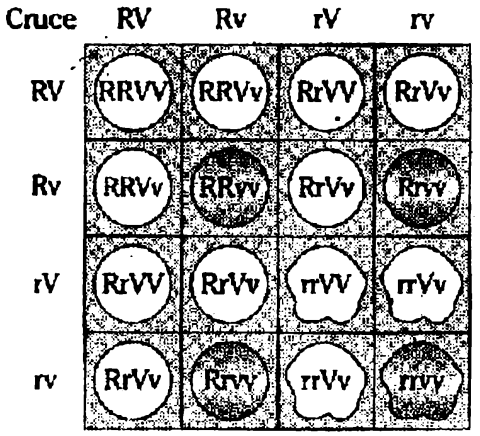
- **La proporción genotípica** de la F2 es 1:2:2:4:1:2:1:2:1.
- **La proporción genotípica** de la F2 es 9:3:3:1. Nueve amarillas lisas, tres amarillas rugosas, tres verdes lisas y una verde rugosa.

Del cruce:



Proporción fenotípica 9: 3: 3: 1

9/16 : Liso, amarillo
3/16 : Liso, verde
3/16 : Rugoso, amarillo
1/16 : Rugoso, verde

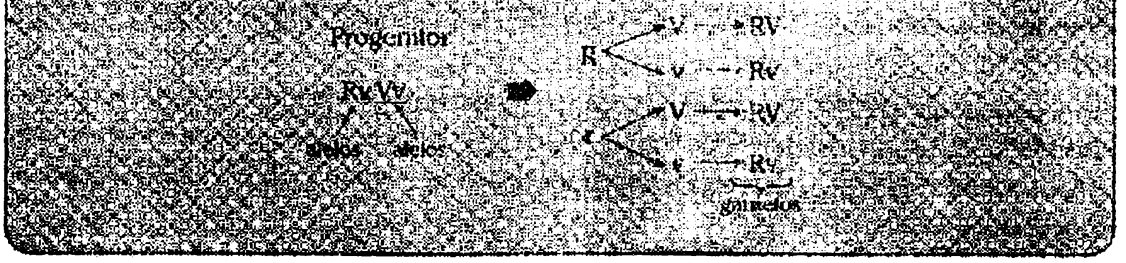


Proporción genotípica: 1: 2: 2: 4: 1: 2: 1: 2: 1

1/16 : RRVV
2/16 : RRVv
2/16 : RrVV
4/16 : RrVv
1/16 : RRvv
2/16 : Rrvv
1/16 : rrVV
2/16 : rrVv
1/16 : rrvv

NOTA

Para obtener los gametos en los ejercicios de segunda ley (para dos características o más) podemos usar el método ramificado. Por ejemplo, en el caso liso tendremos:



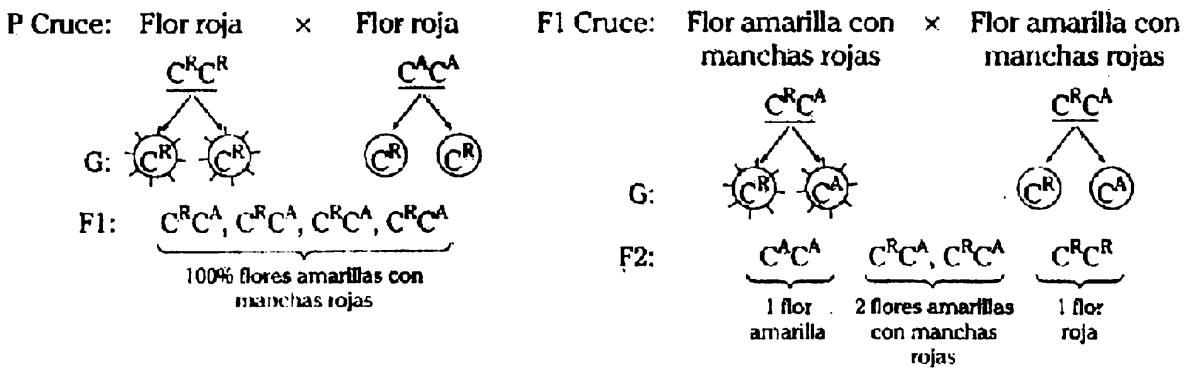
Herencia no mendeliana

En la herencia además de la dominancia y recesividad (herencia mendeliana), se dan otras formas como: la codominancia y la herencia intermedia.

Codominancia

Es un tipo de herencia en la que se expresa el par de alelos por igual, no hay recesivos. En el individuo heterocigote ocurre la expresión conjunta de ambos alelos, cada uno genera un producto génico diferente y detectable. El fenotipo del heterocigote es tipo mosaico (manchado).

Por ejemplo, la planta de achira de flores amarillas se cruza con otra de flores rojas, en la F1, resultando plantas de achira de flores amarillas moteadas en rojo.

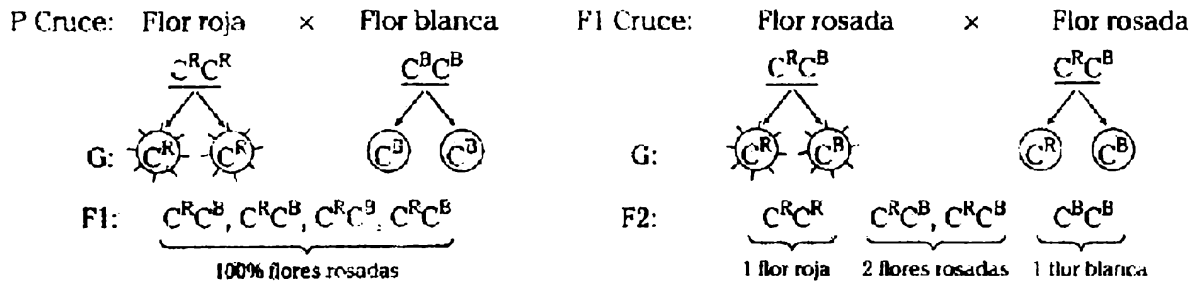


Otros casos se observan en el sistema de herencia sanguínea MN y en el grupo sanguíneo AB.

Dominancia incompleta

Es un tipo de herencia en la cual se expresa un fenotipo intermedio en la descendencia. No hay expresión de dominante ni recesivo.

Así, por ejemplo, si se cruza una planta "maravilla peruana" de flores rojas con otra de flores blancas, en la descendencia (F1) se observan plantas de flores rosadas. Luego si cruzamos plantas de flores rosadas obtenemos la segunda generación (F2) donde las proporciones genotípica y genotípica son 1:2:1.



Herencia sanguínea

Se refiere a la transmisión de grupos sanguíneos de padres a hijos, generación tras generación.

Sistema ABO

Los eritrocitos de la sangre humana tienen antígenos específicos en su membrana. Sobre esta base pueden clasificarse en cuatro grupos: A, AB, B y O. Los tipos A y B tienen solo el antígeno A o B respectivamente. El tipo AB tiene ambos, y el tipo O no tiene antígenos, ni A ni B.

Los grupos sanguíneos en el sistema ABO están determinados por tres alelos diferentes (I^A, I^B, i), por ello se trata de un caso de alelos múltiples, pero en cada persona solo existen dos alelos para su grupo de sangre.

Los alelos I^A e I^B son codominantes cuando se expresan juntos, mientras que el alelo i es recesivo.

Genotipo	Fenotipo (Tipo de sangre)	Antígeno (Aglutinogeno)
I^AI^A o I^Ai	A	A
I^BI^B o I^Bi	B	B
I^AI^B	AB	A y B
ii	O	ninguno

Una persona con sangre tipo O puede donar sangre a cualquiera de otro grupo, por ello, se le llama **donador universal**; mientras que el tipo AB puede recibir sangre de cualquiera y se le llama **receptor universal**.

Sistema Rh

En 1940, Landsteiner descubrió que los glóbulos rojos presentan más antígenos en su membrana celular. Halló uno más al que denominó antígeno D o factor rhesus.

Las personas que tienen glóbulos rojos con factor Rh son llamadas Rh positivas, mientras que las personas que no presentan el factor Rh son llamadas Rh negativas.

El sistema Rh es un caso de dominancia y recesividad. El gen R (dominante) determina la formación del factor Rh, mientras que el gen r (recesivo) no permite sintetizar el factor Rh.

Genotipo	Fenotipo
Homocigote Dominante: RR	Rh (+)
Heterocigote: Rr	Rh (+)
Homocigote Recesivo: rr	Rh (–)

Herencia sanguínea

Se refiere a la transmisión de grupos sanguíneos de padres a hijos, generación tras generación.

Sistema ABO

Los eritrocitos de la sangre humana tienen antígenos específicos en su membrana. Sobre esta base pueden clasificarse en cuatro grupos: A, AB, B y O. Los tipos A y B tienen solo el antígeno A o B respectivamente. El tipo AB tiene ambos, y el tipo O no tiene antígenos, ni A ni B.

Los grupos sanguíneos en el sistema ABO están determinados por tres alelos diferentes (I^A, I^B, i), por ello se trata de un caso de alelos múltiples, pero en cada persona solo existen dos alelos para su grupo de sangre.

Los alelos I^A e I^B son codominantes cuando se expresan juntos, mientras que el alelo i es recesivo.

Genotipo	Fenotipo (Tipo de sangre)	Antígeno (Aglutinógeno)
I^AI^A o I^Ai	A	A
I^BI^B o I^Bi	B	B
I^AI^B	AB	A y B
ii	O	ninguno

Una persona con sangre tipo O puede donar sangre a cualquiera de otro grupo, por ello, se le llama **donador universal**; mientras que el tipo AB puede recibir sangre de cualquiera y se le llama **receptor universal**.

Sistema Rh

En 1940, Landsteiner descubrió que los glóbulos rojos presentan más antígenos en su membrana celular. Halló uno más al que denominó antígeno D o factor rhesus.

Las personas que tienen glóbulos rojos con factor Rh son llamadas Rh positivas, mientras que las personas que no presentan el factor Rh son llamadas Rh negativas.

El sistema Rh es un caso de dominancia y recesividad. El gen R (dominante) determina la formación del factor Rh, mientras que el gen r (recesivo) no permite sintetizar el factor Rh.

Genotipo	Fenotipo
Homocigote Dominante: RR	Rh (+)
Heterocigote: Rr	Rh (+)
Homocigote Recesivo: rr	Rh (–)

Los cromosomas sexuales humanos

Los cromosomas sexuales humanos X e Y llevan una serie de genes que controlan varios tipos de herencia:

- **Herencia parcialmente ligada al sexo.** Dada por los genes del segmento homólogo (común) a los dos cromosomas sexuales.
- **Herencia ligada al X (ligada al sexo).** Dada por los genes localizados en la región diferencial del X, llamados ginándricos. Como los genes del daltonismo y la hemofilia.
  Herencia ligada al Y (restricta al sexo). Dada por los genes localizados en la región diferencial del Y, llamados genes holándricos, tales como el de la hipertricosis auricular y la diferenciación testicular.

Herencia ligada al sexo

Thomas Morgan y otros científicos inician el estudio de la genética de la *Drosophyla melanogaster* "mosca del vinagre". En 1910 descubren la herencia ligada al cromosoma X y su base cromosómica. Señalaron que el color de los ojos, rojos o blancos, está determinado por genes ubicados en el cromosoma X. El rojo es dominante y el blanco está dado por un gen recesivo.

En la especie humana existen defectos genéticos que se transmiten ligados al sexo. Son ejemplos la hemofilia, el daltonismo y la distrofia muscular de Duchene.

Hemofilia

En el cromosoma X se encuentra el gen del factor VIII de la coagulación sanguínea, un gen dominante representado como (H), el factor VIII es una proteína producida en el hígado y circula en el plasma para participar durante la coagulación.

En la población humana hay un gen mutante recesivo (h). Las personas homocigotas recesivas carecen de factor VIII y padecen de hemofilia, que se caracteriza por una falta de coagulación sanguínea.

Daltonismo

En el cromosoma X hay genes que nos permiten ver los colores rojo y verde. El gen dominante, que es para la visión normal, es representado como (D), mientras que el gen mutante es recesivo (d) y causa la incapacidad para distinguir los colores mencionados, enfermedad llamada daltonismo.

Genotipo	Fenotipo
$X^H X^H$	Normal
$X^H X^h$	Normal /Portadora
$X^h X^h$	Hemofílica
$X^H Y$	Normal
$X^h Y$	Hemofílico

H = Gen normal

h = Gen de la hemofilia

Genotipo	Fenotipo
$X^D X^D$	Normal
$X^D X^d$	Normal/Portadora
$X^d X^d$	Daltónica
$X^D Y$	Normal
$X^d Y$	Daltónico

D = Gen normal

d = Gen del daltonismo

Herencia influida por el sexo

Dada por genes autosómicos que se expresan por efecto de las hormonas sexuales. Ejemplo de ello es la calvicie en humanos.

Herencia poligénica

En algunos casos una característica está controlada por un par de factores (herencia monogénica), que fue el planteamiento de Mendel. Sin embargo, la mayoría de características están gobernadas por varios pares de genes, a este mecanismo se le llama herencia poligénica.

La herencia poligénica se refiere a características que son determinadas por dos o más pares de alelos. Así, por ejemplo, la producción de leche en las vacas. En el hombre tenemos los casos del peso, la forma, estatura, metabolismo y la coloración de la piel.

La coloración de la piel se debe al pigmento melanina que se forma a partir de la tirosina en tres eventos sucesivos, controlados por diferentes genes. Los genes se expresan en la síntesis de proteínas, y un enzima es una proteína.

Herencia epistática

Interacción entre dos genes no alélicos en el que uno interfiere o modifica la expresión fenotípica del otro.

Por ejemplo, los alelos para el color de la arvejilla exhiben epistasis. Dos genes recesivos de un locus, enmascaran la expresión de alelos de otros locus que rigen la producción del pigmento púrpura, originando flores de color blanco.

Herencia pleiotrópica

Es el efecto de un gen para más de una característica. Por ejemplo, el gen para el color del pelaje de los gatos tiene un efecto pleiotrópico sobre los ojos y los oídos. Los gatos blancos y de ojos azules son a menudo sordos, todo ello por un gen pleiotrópico.

Citogenética

Esta ciencia biológica se encarga del estudio de los cromosomas. Surgió de relacionar los aportes de la genética con los de la citología.

En 1902, Sutton llegó a la conclusión que los genes son llevados por los cromosomas. Los rasgos biológicos son controlados por los genes, y estos son llevados por los cromosomas de una generación a otra. Estudió el comportamiento de los cromosomas en la meiosis, y la segregación de los factores de la herencia (genes) descritos por Mendel.

24. Señale qué tejido secretor encontramos en el exocarpo (capa externa del fruto) de las naranjas.

A) pelos glandulares
B) cavidades lisígenas
C) nectarios
D) tubos laticíferos
E) tubos resiníferos

25. En las hojas de la planta *Urticà dioica* "ortiga", encontramos estructuras secretoras urticantes de tipo

A) maclas.
B) rafidios.
C) tubos oleíferos.
D) pelos secretores.
E) cavidades esquizógenas.

26. Señale verdadero (V) o falso (F) con respecto a la respiración en plantas.
I. Consiste en la entrada de dióxido de carbono y la salida de oxígeno.
II. Solo se lleva a cabo en las hojas.
III. Los gases ingresan y salen por difusión.

A) VVV
B) FFF
C) FFV
D) FVF
E) VFV

27. Con respecto al transporte de la savia bruta, marque la proposición incorrecta.

A) Se da a través de los vasos leñosos.
B) El flujo es unidireccional.
C) La savia bruta está compuesta de agua y sales minerales.
D) Se gasta energía para el transporte de agua.
E) La transpiración es el mecanismo más importante.

28. La hipótesis que permite explicar el transporte de savia elaborada se denomina

A) mecanismo de tensión-cohesión.
B) flujo a presión.
C) presión radical.
D) potencial hídrico.
E) modelo de transpiración-cohesión.

29. Indica el concepto que no corresponde al transporte de savia elaborada.

A) célula fuente
B) sumidero
C) tubo criboso
D) sacarosa
E) capilaridad

30. Es el azúcar predominante de la savia elaborada.

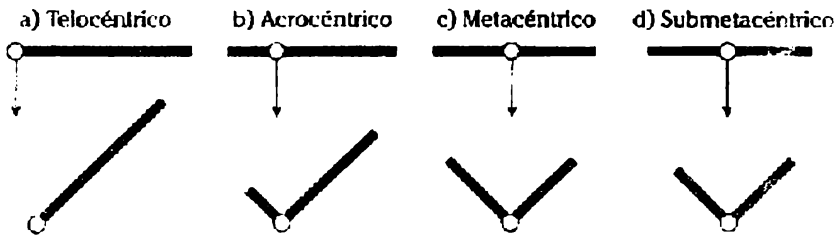
A) almidón
B) maltosa
C) sacarosa
D) celobiosa
E) trehalosa

31. La reproducción asexual en plantas se caracteriza por la participación de órganos ..... de la planta.

A) sexuales
B) vegetativos
C) pistilados
D) estaminados
E) masculinos

✓ **Acrocéntricos.** Cuando el centrómero está casi al extremo, las cromátides tienen un brazo demasiado corto.

Tipos de cromosomas



Citogenética humana

En los humanos el número es de 46 cromosomas. Actualmente con la técnica de la amniocentesis, que se aplica a la mujer embarazada, se puede saber si su hijo tendrá 46, 47, o 45 cromosomas. Por aconsejamiento genético se da a conocer en qué casos y a qué edad ocurren dichas alteraciones.

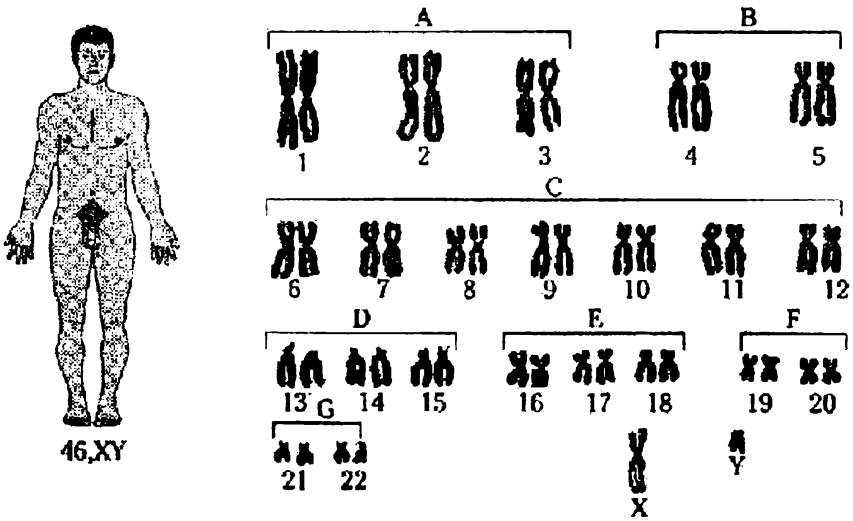
Cariotipo normal (euploide)

Es el número total de cromosomas de una especie, que se obtiene aislándolos y ordenándolos en función del tamaño. La especie humana posee 46 cromosomas de los cuales 44 (22 pares) son somáticos o autosomas y 2 (un par) son sexuales, es decir, determinan el sexo.

El cariotipo normal de varón es 46, XY, y el de una mujer normal es 46, XX. La evidencia de que el cromosoma Y es el principal determinante del fenotipo masculino ha sido apoyada por el reciente descubrimiento de un gen, llamado **factor determinante testicular** presente en el cromosoma Y.

El conteo de los cromosomas implica un método que se inicia cuando se agrega colchicina a las células en división mitótica. La colchicina inhibe la formación de microtúbulos, y detiene la metafase. Luego se trata con disoluciones hipotónicas, más adelante se hace la fijación y tinción.

Cariograma de varón



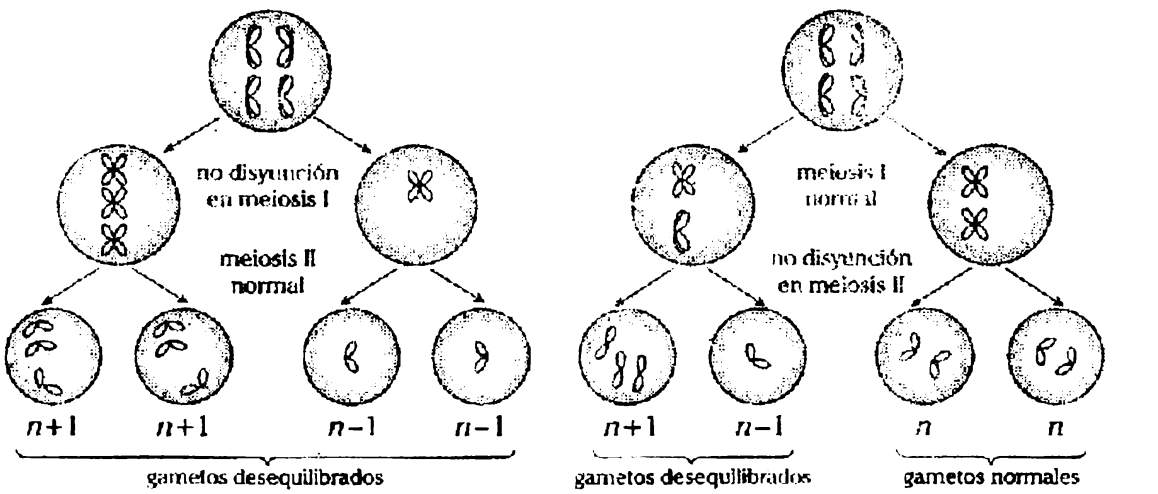
Cariotipo anormal

Son más comunes en el hombre las anomalías cromosómicas llamadas **aneuploidías**, que consisten en la ausencia de un cromosoma o en la presencia de uno más. Una alteración por aumento (46+1) o por disminución (46−1), origina individuos con anomalías estructurales.

Un individuo con un cromosoma adicional, es decir, que tiene tres cromosomas del mismo tipo, recibe el nombre de **trisómico**. Los individuos que carecen de un cromosoma de un par se denominan **monosómicos**.

La causa principal de las aneuploidías es la **no disyunción** durante la meiosis. La no disyunción puede ocurrir en la meiosis I o en la meiosis II. La no disyunción es la no separación de cromosomas que conlleva un reparto desigual de cromosomas, dando como consecuencia gametos desequilibrados.

No disyunción en la meiosis



Anomalías cromosómicas en humanos

Síndrome de Down

El término mongolismo, que cayó en desuso debido a sus connotaciones racistas, se aplicaba originalmente a estos pacientes por la presencia en sus párpados de un pliegue superficialmente similar al pliegue típico de los párpados, conocido ahora como rasgo asiático.

Las personas que padecen el síndrome de Down presentan anomalías en el rostro, párpados, lengua, manos y otras partes del organismo, además de retardo físico y mental. También tienen mayor susceptibilidad a ciertas enfermedades, como leucemia y Alzheimer. Los estudios citogenéticos han mostrado que la mayor parte de las personas con síndrome de Down tienen 47 cromosomas (trisomía del cromosoma 21). El cariotipo de una mujer Down es 47, XX + 21 y el de un varón Down es 47, XY + 21.

La ocurrencia del síndrome de Down se incrementa conforme aumenta la edad de la madre; esta condición es 100 veces más probable en madres de 45 años a más, que en madres menores de 19 años y guarda menor relación con la edad del padre. La mayor parte de los casos se debe a la no disyunción en las células maternas.

Síndrome de Lejeune

Llamado también "maullido de gato" o "cri du chat". Se debe a una delección (pérdida de segmentos) del brazo corto del cromosoma 5. Se caracteriza por el grito del niño como el maullido de un gato, marcada microcefalia, micrognatia e hipertelorismo, así como grave retraso mental.

Síndrome de Turner

Las mujeres con síndrome de Turner poseen 45 cromosomas; son monosómicas, su constitución cromosómica sexual se expresa 45, XO, el O representa la ausencia de un segundo cromosoma sexual (cuerpo de Barr). Los órganos sexuales externos e internos de estos pacientes son inmaduros y, por lo tanto, son estériles. Tienen amenorrea (no menstrúan), baja estatura, cuello ancho, tórax en escudo y lunares marrones.

Síndrome de Klinefelter

Las personas con síndrome de Klinefelter tienen 47 cromosomas, incluyendo dos X y uno Y. Estas personas son varones casi normales, sin embargo, sus testículos son pequeños y producen poca o nula cantidad de espermatozoides.

Los individuos con síndrome de Klinefelter tienden a ser más altos que el promedio; además presentan ginecomastia (mamas desarrolladas) y, cerca de la mitad de los casos, tienen diversos grados de retardo mental, aunque la mayoría de ellos tiene una vida más o menos normal.
El examen de sus células muestra la presencia de un cuerpo de Barr que es un cromosoma X excedente. Su cariotipo es 47, XXY.

Cariotipo triple X

La constitución triple X fue descubierta en mujeres de fenotipo prácticamente normal. Algunas de ellas tienen retardo mental o características psicóticas. En sus células se observan dos corpúsculos de Barr. Su cariotipo es 47, XXX.

Se han encontrado pacientes con tres o más corpúsculos de cromatina sexual originando trastornos serios.

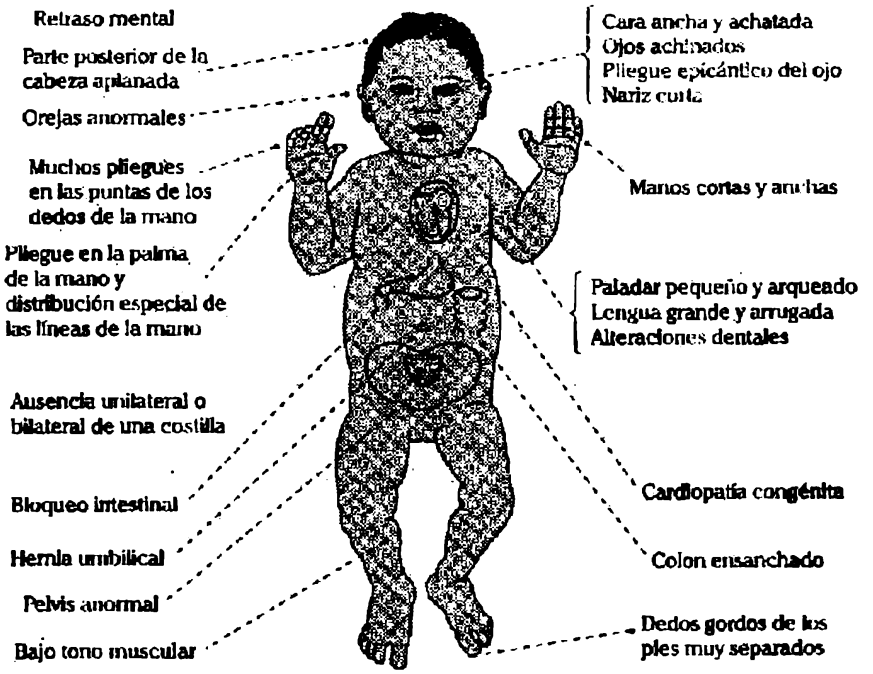
Cariotipo XYY

Llamados supermachos. Son personas con un cromosoma X y dos cromosomas Y, fenotípicamente son varones fértiles.

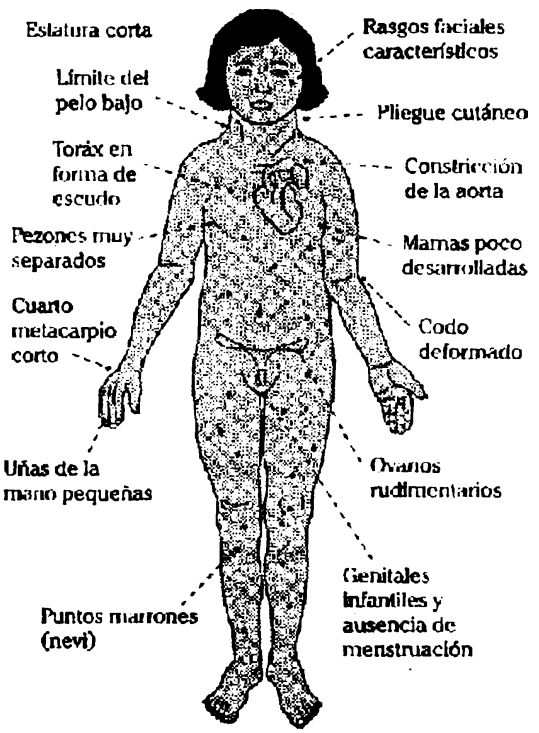
Estos individuos son extremadamente altos y padecen de acné intenso, ello no amerita la aplicación del nombre de síndrome, por lo cual se designa como cariotipo 47, XYY.

Hace algunos años hubo una hipótesis ampliamente difundida, acerca de que estos individuos tenían mayores probabilidades de desarrollar tendencias criminales y ser recluidos en instituciones penales; sin embargo, esa idea no se comprobó en estudios posteriores.

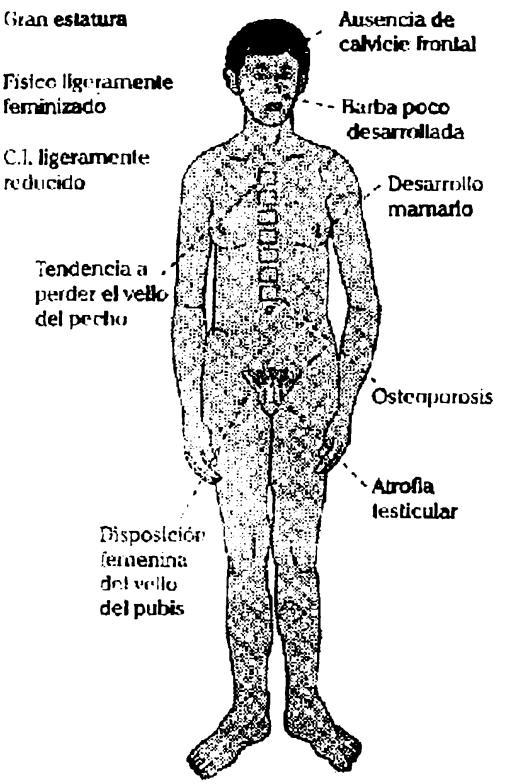
Síndrome de Down



Síndrome de Turner



Síndrome de Klinefelter



PREGUNTAS PROPUESTAS

1. El conjunto de características externas visibles que diferencian a un individuo o grupo de individuos se denomina

   A) genotipo.
   B) fenotipo.
   C) cariotipo.
   D) cromosoma.
   E) ribosoma.

UNFV 2001

2. A las formas alternativas de un gene se le denomina

   A) locus.
   B) no alélicos.
   C) alelos.
   D) loci.
   E) fenotipo.

3. El lugar que ocupa un gen en un cromosoma recibe el nombre de

   A) alelo.
   B) loci.
   C) locus.
   D) lóculo.
   E) genotipo.

4. Un individuo es considerado monohíbrido u heterocigoto, para un carácter, cuando presenta

   A) alelos iguales.
   B) dos alelos recesivos.
   C) genes no alélicos.
   D) dos alelos dominantes.
   E) alelos diferentes, uno dominante y el otro recesivo.

5. La herencia mendeliana es de tipo

   A) dominancia incompleta.
   B) dominancia completa.
   C) codominancia.
   D) alelos múltiples.
   E) epistática.

6. La primera Ley de Mendel, llamada de la segregación, se cumple durante el proceso de

   A) división directa.
   B) mitosis astral.
   C) meiosis.
   D) mitosis anastral.
   E) mitosis.

7. Del cruce de un ratón gris heterocigote y uno blanco recesivo, se obtiene

   A) 25% ratones blancos.
   B) 75% ratones grises.
   C) 100% ratones blancos.
   D) 50% ratones grises.
   E) 75% ratones blancos.

8. De acuerdo a la primera ley de Mendel cuando se cruzan guisantes amarillos y verdes en la F1 todos los híbridos son del mismo color (amarillo) pero al cruzarse estos híbridos entre sí se obtiene una F2 con una proporción de colores de 3:1 (amarillo: verde). ¿Cuál sería la conclusión correcta?

   A) Los genes se segregan y no se distribuyen en la descendencia.
   B) El gen para el color amarillo es recesivo.
   C) El gen para el color verde es dominante.
   D) Uno de los F2 es aa.
   E) Los F1 serán Aa por aa.

UNFV 2007

9. Un cuy negro se cruza con un cuy albino y producen doce crías vivas negras. ¿Cuál podría ser la cantidad de crías negras híbridas de la F2, si se sabe que la camada también fue de doce?

A) ocho B) nueve C) doce
D) seis E) tres

10. En las plantas de arvejas, la flor de posición axial es dominante sobre la flor terminal. Si del cruce de dos plantas con flores axiales se obtienen plantas de flores terminales, entonces

A) los padres son homocigotos dominantes.
B) todos los hijos son heterocigotos.
C) los padres son híbridos.
D) todos los hijos son homocigotes dominantes.
E) los padres son de raza pura.

11. En el ser humano, la capacidad de plegar la lengua depende de un gen dominante (B); el gen que determina no poder hacerlo es recesivo (b). Si Ricardo puede plegar la lengua, María no puede hacerlo y el padre de Ricardo tampoco, ¿qué probabilidades tienen Ricardo y María de tener un hijo que no pueda plegar la lengua?

A) 35% B) 50% C) 25%
D) 75% E) 10%

12. ¿Cuántos gametos diferentes se producen a partir del genotipo AABbCC?

A) 1 B) 2 C) 4
D) 8 E) 16

13. Si se cruzan dos individuos dihíbridos MmNn x MmNn, ¿cuál de las siguientes alternativas indica una proporción correcta en la descendencia?

A) 1/4 Mmnn
B) 1/8 MmNn
C) 1/16 MMNn
D) 1/8 mmNn
E) 1/16 MmNN

14. En las plantas de sésamo, la condición de una vaina (P) es dominante con respecto a la de tres vainas (p) y la hoja normal (L) es dominante sobre la rugosa (l). El tipo de vaina y de hoja se heredan de forma independiente. Determine el genotipo de los padres, si se produce la siguiente descendencia: 318 de una vaina, hoja normal; 98 de una vaina, hoja rugosa.

A) PpLl, ppll
B) PPLL, PpLl
C) PPLl, ppll
D) PPLl, PPLl
E) PpLl, PpLl

15. ¿En qué tipo de herencia el fenotipo de los heterocigotes es intermedio entre los fenotipos homocigotes?

A) dominancia completa
B) pleiotropía
C) epistasis
D) codominancia
E) dominancia incompleta

16. Del entrecruzamiento de flores blancas y rojas de cierto tipo de plantas, se obtiene una población de flores rosadas en F1, si la herencia es intermedia. La producción de flores rosadas en F2 será de

A) 1/3 B) 1/4 C) 1/2
D) 1/5 E) 1/6

UNMSM 2009 II

17. ¿Cuáles son las proporciones genotípica y fenotípica que caracterizan a la dominancia incompleta y a la codominancia?

A) 2:2 B) 3:1 C) 4:0
D) 1:2:1 E) 9:3:3:1

18. Los caballos palomino son de color dorado. En una serie de apareamientos entre palominos se obtuvo: 6 palominos, 3 de color crema y 1 de color castaño. ¿Cuál es el tipo de herencia de la coloración de palominos?

A) mendeliana
B) no mendeliana
C) dominancia incompleta
D) poligénica
E) dominancia completa

19. En las gallinas andaluz el color negro está dado por C^NC^N, el blanco por C^BC^B y los individuos C^NC^B tienen plumaje azul. Si se cruzan individuos heterocigotes, ¿qué proporción de la descendencia será de plumaje blanco?

A) 1/2 B) 1/4 C) 2/3
D) 1/3 E) 3/4

20. En el ganado vacuno, los genes que codifican el pelaje rojo (P^RP^R) y el blanco (P^BP^B) muestran dominancia incompleta. Si se cruzan dos roano (P^RP^B). ¿Cuántos becerros serán roanos si tienen doce crías?

A) tres B) cuatro C) seis
D) doce E) diez

21. ¿En qué tipo de herencia un gen presenta más de dos alelos?

A) poligenia
B) alelos múltiples
C) epistasis
D) mendeliana
E) alelos letales

22. La presencia del antígeno D, en la membrana de los glóbulos rojos, caracteriza a las personas del grupo sanguíneo

A) Rh negativo
B) Rh positivo
C) A
D) B
E) O

23. Si un niño es del grupo Rh (–), pero sus padres son Rh (+), se puede deducir que

A) el niño debe tener otros padres biológicos.
B) los padres son homocigotes dominantes.
C) los padres son heterocigotos.
D) los padres son de líneas puras.
E) los padres son homocigotes recesivos.

24. En el sistema ABO de los grupos sanguíneos en los humanos, se presentan los fenotipos A, B, AB y O; la probabilidad de que los descendientes de padre grupo A y madre grupo B (ambos heterocigotos) tengan grupo sanguíneo 0 es

A) 0%.
B) 25%.
C) 50%.
D) 60%.
E) 75%.

UNFV 2008 II

25. Si una mujer es de grupo sanguíneo A heterocigota y su esposo es de grupo sanguíneo AB, ¿qué probabilidad existe que uno de los hijos tenga el genotipo de alguno de los padres?

A) 25 % B) 50 % C) 100 %
D) 75 % E) 0 %

26. Hay compatibilidad sanguínea cuando un individuo con grupo sanguíneo ..... le dona sangre a otro cuyo grupo sanguíneo es tipo .....

A) A - O.
B) B - O.
C) AB - O.
D) AB - A.
E) O - A.

27. Un hombre de grupo sanguíneo A cuya madre era de grupo sanguíneo O, se casa con una mujer de grupo B cuyo padre fue del grupo sanguíneo O. ¿Cuál es la probabilidad que les nazca un hijo con el mismo tipo de sangre de la abuela paterna o el abuelo materno?

A) 1/2 B) 1/4 C) 2/3
D) 1/3 E) 3/4

28. El color de los ojos en la mosca *Drosophila melanogaster* es un carácter ligado al cromosoma X. Si se cruza un macho ojos blancos con una hembra híbrida ojos rojos, ¿qué porcentaje de la descendencia saldrá de la pupa con ojos blancos?

A) 25%
B) 50%
C) 75%
D) 100%
E) 0%

29. Un varón con daltonismo presenta el genotipo

A) homocigote dominante.
B) monohíbrido.
C) heterocigote.
D) homocigote recesivo.
E) hemicigote.

30. Juan, que tiene una visión normal para los colores, se casa con Elvira, que tiene ceguera para los colores rojo y verde. ¿Cuál es la probabilidad que a esta pareja le nazca un hijo varón que herede la ceguera para los colores rojo y verde?

A) 1/4 B) 3/4 C) 1
D) 1/3 E) 0

31. Un hombre con visión normal se casa con una mujer daltónica. El porcentaje de probabilidad de tener hijo e hija daltónicos es, respectivamente, de

A) 0 y 50.
B) 0 y 100.
C) 50 y 0.
D) 100 y 0.
E) 100 y 50.

UNMSM 2012-I

32. ¿Cuál es el fenotipo de los hijos varones de una mujer hemofílica con un varón sano?

A) 25 % hemofílicos.
B) 75 % sanos.
C) 50 % hemofílicos.
D) 100% hemofílicos.
E) 0 % hemofílico.

33. La hemofilia es un defecto genético caracterizado por la ausencia de

A) el fibrinógeno.
B) el factor VIII.
C) el factor protrombina.
D) el factor VI.
E) tromboplastina tisular.

UNMSM 2004-II

34. ¿En qué etapa del ciclo celular se observan los cromosomas?

A) periodo S
B) periodo G_1
C) división celular
D) periodo G_0
E) periodo G_2

35. ¿Cuál es la etapa de la mitosis útil para el estudio del cariotipo humano?

A) anafase
B) telofase
C) profase
D) metafase
E) anafase

36. Se define el cariotipo como

A) el conjunto de genes de un organismo.
B) el conjunto de cromosomas somáticos de un organismo.
C) el conjunto de cromosomas sexuales de un individuo.
D) el ordenamiento y representación de los cromosomas de una célula sexual.
E) el ordenamiento y representación de los cromosomas de una célula somática.

37. Un cariotipo 47, XXY corresponde a individuos que padecen del

A) síndrome de Turner.
B) síndrome de Down.
C) síndrome de Klinefelter.
D) síndrome de Patau.
E) síndrome de Edwards.

38. ¿Cuál es la causa principal de las aneuploidías?

A) La edad de la madre.
B) No disyunción en las anafases meióticas.
C) Alteraciones en interfase.
D) Problemas en la fase G_1.
E) Dificultad en telofase.

39. Una pareja acude a una clínica de reproducción asistida porque van diez años de matrimonio, sin cuidarse, y la esposa todavía no sale embarazada. Los resultados del examen citogenético son los siguientes: el esposo 46, XY; la esposa 45, XO. De lo cual se puede concluir que

A) el esposo es un Klinefelter y nunca podrá tener un hijo.
B) la mujer quedará embarazada mediante un proceso de inseminación artificial.
C) la pareja debe seguir insistiendo, en cualquier momento la esposa saldrá embarazada.
D) El esposo es supermacho y deberá buscar tratamiento en Estados Unidos o en Cuba.
E) la esposa es Turner y no ovula.

40. La no disyunción del cromosoma sexual X en los humanos puede ocasionar el nacimiento de

A) una niña con síndrome de Cri Du Chat.
B) un niño con cariotipo XYY.
C) una superhembra.
D) un niño con síndrome de Down.
E) una niña con síndrome de Patau.

Evolución biológica

Capítulo IV

Objetivos:
- Comprender las bases materiales del proceso evolutivo.
- Conocer las principales teorías que explican el origen y la evolución de los seres vivos.

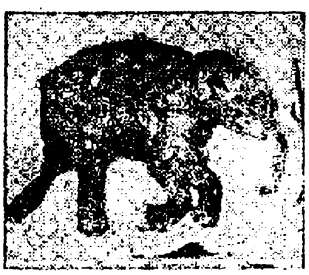
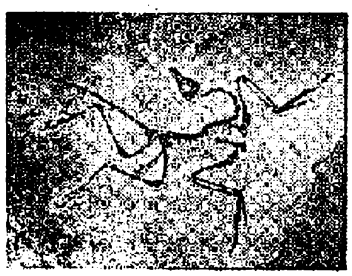
La materia y la energía son los componentes básicos del universo, y por su naturaleza dinámica hacen inevitable el cambio o evolución; la evolución biológica es un aspecto de la evolución global del universo. Es el cambio heredable en las poblaciones de organismos, el principio unificador de la biología, sin ella no es posible entender las propiedades distintivas de los organismos, sus adaptaciones; ni sus relaciones de parentesco. Su comprensión requiere la participación de todos los campos del saber y del pensamiento humano. Por ello, la concepción evolutiva es una síntesis del pensamiento humano y de las ciencias.

Evidencias de la evolución

La teoría de la evolución se basa en una serie de pruebas aportadas por diferentes disciplinas científicas y que infieren que todos los seres vivos actuales son el resultado de la evolución. Entre las evidencias que demuestran la evolución de los seres vivos destacan:

Pruebas paleontológicas (*Palaos* = antiguo, *Onto* = ser)

Un fósil es cualquier evidencia de formas de vida anteriores, diferentes a las actuales. Los fósiles más obvios son restos corporales como huesos o dientes hallados en rocas sedimentarias; organismos preservados en hielo o ámbar, impermeables a microorganismos desintegradores.

Fosiles: Mamut preservado en hielo, impresión de *Archaeopterix litographica*, reptil emplumado con alas que terminaban en garras y dientes en su pico y Trilobites petrificado.

También son fósiles, las impresiones de su cuerpo (moldes) o de sus pisadas (huellas), y los petrificados resultado de la mineralización de sus componentes orgánicos, o de algunos productos de su actividad biológica como los coprolitos (heces petrificadas).

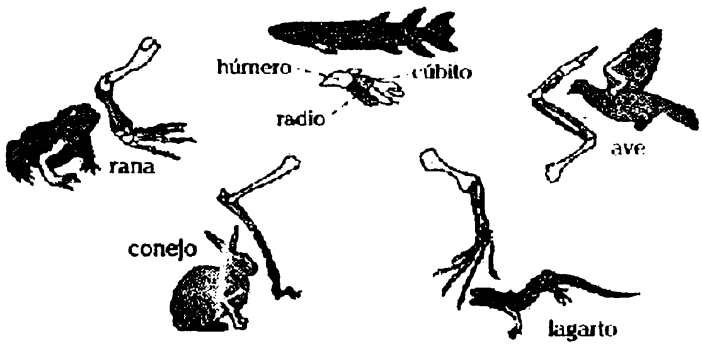
El estudio del registro fósil nos muestra una evolución de los organismos de formas sencillas a formas cada vez más complejas. Algunas especies actuales con registro fósil conservan características ancestrales y se denominan fósiles vivientes.

Pruebas de la anatomía comparada

Los aportes de la anatomía comparada están basados en los estudios de semejanzas y diferencias estructurales. Destacan el análisis de la homología y analogía de órganos y la presencia de órganos vestigiales.

Órganos homólogos

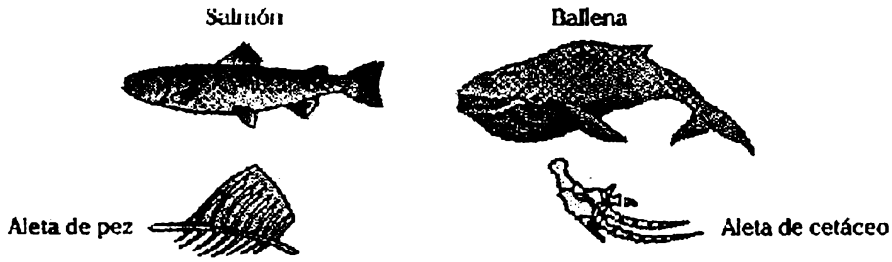
Órganos que tienen la misma estructura interna pero están adaptados a funciones distintas. La pata del caballo, el ala del murciélago, las aletas de una ballena están constituidas sobre la base de un mismo patrón, que incluye los mismos huesos, músculos, nervios, en posiciones relativas similares. Son evidencia del origen evolutivo a partir de un ancestro común.



El húmero, radio y cúbito son huesos generados del mesodermo, forman aletas, patas o alas en diversos vertebrados.

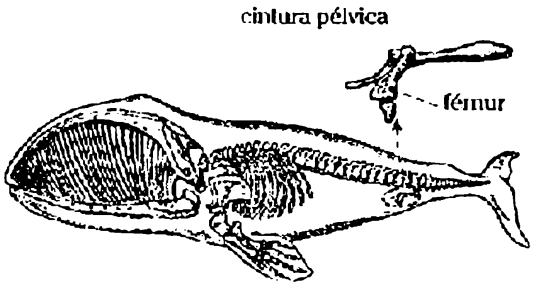
Órganos análogos

Son órganos similares en forma y función, a pesar de pertenecer a organismos que no comparten un ancestro común. Por ejemplo, el ala de un ave y el ala de la mosca, las patas de los insectos y las extremidades de los vertebrados. Generalmente tienen una estructura interna diferente. Son evidencia del rol selectivo del ambiente en las adaptaciones evolutivas.



Órganos vestigiales

Denominados rezagos evolutivos, eran órganos funcionales en organismos ancestrales, pero no funcionales en sus descendientes evolutivos. En el hombre destacan: el apéndice cecal, los músculos de la nariz y las orejas, la membrana nictitante de los ojos, las muelas del juicio, el vello corporal, el pezón en el varón, segmentación del músculo abdominal y el cóccix (remanente de la cola); el hueso fémur y la cintura pélvica son vestigiales en las ballenas y los ofidios, el tobillo vestigial de los huesos de la pierna del caballo.

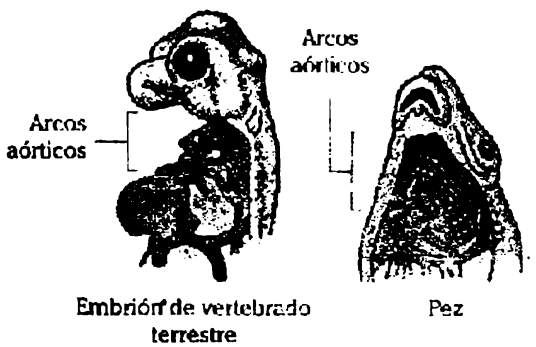


El hueso fémur y la cintura pélvica son vestigiales en las ballenas. La adaptación del ancestro terrestre al medio acuático se manifestó con la pérdida de las extremidades posteriores.

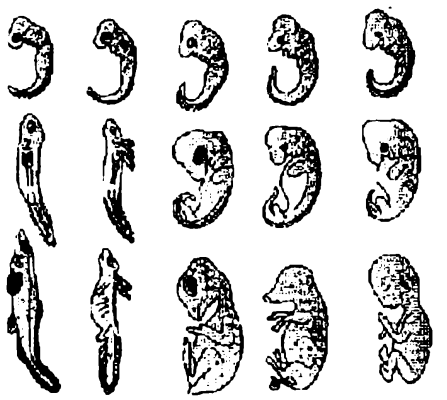
Pruebas embriológicas

Ernst Haeckel formuló en 1868 la Ley Biogenética Fundamental: "La ontogenia es una recapitulación rápida y breve de la filogenia". El individuo repite en el transcurso rápido y breve de su desarrollo, los más importantes cambios que experimentan sus antepasados en el curso lento y prolongado de su desarrollo evolutivo.

En los estadios tempranos del desarrollo embrionario de distintas especies de vertebrados se mostraban semejanzas, pero estas disminuyen conforme avanza el desarrollo embrionario y cada especie adopta sus propias características.



Comparación del desarrollo embrionario



En el caso de los vertebrados, todos los embriones poseen hendiduras branquiales (que solo funcionarán en peces y larvas de batracios), cola (que en muchos desaparecerá) y cuatro pares de arcos aórticos (que se irán reduciendo).

Pruebas bioquímicas

Basados en el estudio comparativo de las moléculas como proteínas (hemoglobina, citocromos, enzimas, histona H1, etc.), y las rutas metabólicas, se han podido confeccionar determinar grados de parentesco evolutivo y representar su historia evolutiva en los denominados árboles filogenéticos.

Las especies de mayor similitud molecular procederían de un antecesor más reciente. Por ejemplo, la hemoglobina humana y del chimpancé tienen idéntica secuencia de aminoácidos y la del gorila se diferencia en cuatro aminoácidos de la humana. Por lo tanto, el parentesco es mayor entre el hombre y el chimpancé que con el gorila.

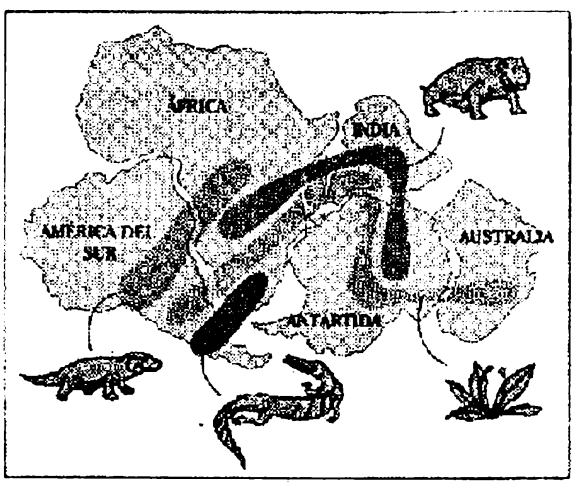
Pruebas genéticas y de la biología molecular

Debido a que la secuencia de aminoácidos en una proteína está determinada por la secuencia de bases en el ADN, las especies con mayor grado de parentesco evolutivo tendrán ADN con secuencia de bases muy parecida. La comparación de la secuencia de bases en el ADN del hombre, chimpancé y gorila ha confirmado los resultados de la comparación de hemoglobinas.

La mayoría de seres vivos tienen en común el código genético.

Prueba de la biogeografía

La distribución geográfica de las especies, tanto las vivas como los fósiles, no es uniforme en todas las regiones de nuestro planeta. La formación de barreras geográficas sometería a las poblaciones a diversas condiciones ambientales, adaptándose de forma distinta, diferenciándolas unas de otras. Organismos alejados geográficamente bajo condiciones similares, desarrollarían adaptaciones similares.



La fragmentación de la pangea, explica las similitudes existentes entre especies de flora y fauna, extintas y actuales, en África, América, Sudeste asiático y Australia.

Domesticación y selección artificial

Los animales y plantas domesticados que conocemos en la actualidad son diferentes de las especies silvestres a partir de la cual derivan. La selección artificial de variedades vegetales o razas animales, controlada por el hombre, ha generado cambios morfológicos que se perpetúan en el curso de las generaciones.

La actividad agrícola y ganadera desarrollada a lo largo de miles de años, son una prueba más de cómo se produce la variabilidad de las formas de los organismos por mecanismos de selección.

Teorías evolutivas

Antecedentes del pensamiento evolutivo

- ✓ La idea de que el origen y la transformación de las especies son el resultado de procesos naturales reconoce su primer antecedente en la escuela griega de Anaximandro (siglo VI a.n.e.).
- ✓ Dos siglos después, Aristóteles ordenó a los seres vivos de forma jerárquica en una *scala naturae* o escala de la naturaleza. Dispuso a las criaturas más simples en el peldaño más bajo, al hombre en el más alto y al resto de los organismos en los lugares intermedios. Este ordenamiento se correspondía con la idea "fijista" que sostenía la inmutabilidad de las especies; no implicaba la existencia de relaciones de descendencia entre los distintos peldaños.
- ✓ Hasta fines del siglo XVIII, los naturalistas consideraban que todos los seres vivos eran producto de un único acto de creación divina y que la *scala naturae* representaba el orden natural. En ese mismo siglo:
  - Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, propuso que las especies cambiaban a través del tiempo.
  - Erasmo Darwin sugirió que las especies pueden cambiar en respuesta a su ambiente y que su progenie puede heredar esos cambios.
  - James Hutton sostuvo la teoría del uniformismo, según el cual la Tierra había sido moldeada por los mismos procesos lentos y graduales que se observan actualmente.
- ✓ La continuación de los estudios geológicos y el surgimiento del estudio de los fósiles en el siglo XIX, condujo a:
  - Georges Cuvier, a plantear la teoría catastrofista, y a las primeras interpretaciones del registro fósil. Sostenía que las extinciones se habían producido por catástrofes, una de ellas registrada por la Biblia fue el diluvio universal. Las nuevas especies que aparecieron después de cada una de estas catástrofes eran el producto de creaciones divinas sucesivas e independientes.
  - Charles Lyell, a retomar el uniformismo de Hutton, el cual fue un importante antecedente de la idea de evolución biológica.

LAMARCKISMO

El filósofo y naturalista Jean Baptiste de Lamarck (Caballero de Lamarck), sostuvo el origen continuo de los seres vivos por generación espontánea y la existencia de dos linajes evolutivos, el de las plantas y el de los animales. Cada linaje se encontraba organizado en una escala natural similar a la de Aristóteles, pero en ella las especies evolucionan y suben peldaños desde formas simples a otras más complejas.

Teoría de los caracteres adquiridos heredables

En 1809, en su obra *Philosophie zoologique* (filosofía zoológica), propuso la teoría de los caracteres adquiridos heredables, una primera explicación de los fenómenos evolutivos.

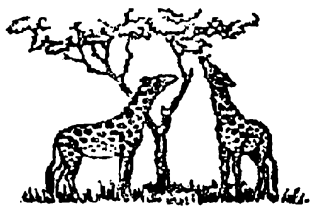
Según sus planteamientos, las circunstancias del organismo son:

- ✓ **Externas.** Los cambios ambientales generan nuevas necesidades a los organismos, que tratan de adecuarse a esos cambios.
- ✓ **Internas.** Tendencia general e inherente de la materia viva de evolucionar hacia formas cada vez más complejas. Según él, los seres vivos se organizan en una *scala naturae*, donde las especies simples de peldaños inferiores podían evolucionar a organismos complejos de escalas superiores.

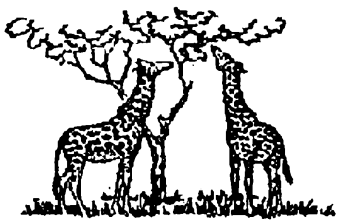
  Bajo estas circunstancias, la evolución de las especies ocurre según las siguientes leyes:

  - **Ley del uso y desuso**: En todo animal el uso frecuente y sostenido de un órgano cualquiera lo desarrolla poco a poco, proporcionadamente a la duración de su uso; la falta de uso de un órgano lo debilita gradualmente y acaba por desaparecer.
  - **Herencia de los caracteres adquiridos**: Todo lo que la naturaleza ha hecho adquirir o perder a los individuos por la influencia de las circunstancias se transmite de una generación a otra, es decir, los caracteres adquiridos son hereditarios.

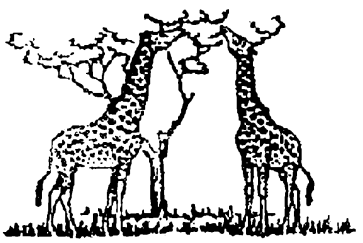
Teoría de Lamarck



Una población de jirafas ancestrales de cuello corto sufre el efecto de frecuentes esfuerzos en el alargamiento del cuello por alcanzar el follaje verde de los árboles de la sabana.



Como resultado de los esfuerzos realizados, los descendientes tienen cuellos cada vez más largos que continúan alargándose como consecuencia de nuevos esfuerzos.



El continuo esfuerzo por alcanzar las hojas de los árboles ha dado jirafas con cuello largo.

Darwinismo

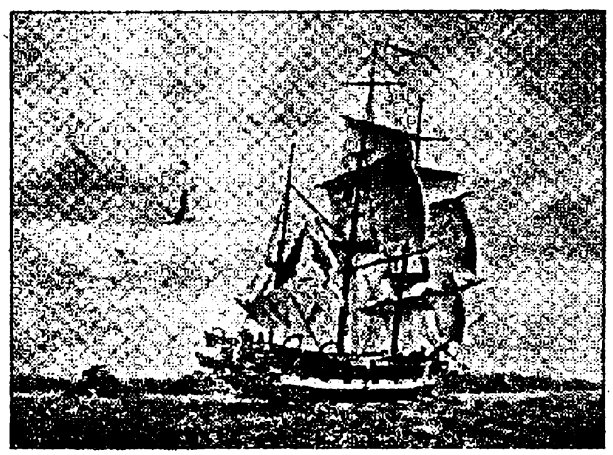
El naturalista Charles Darwin sostuvo que las especies tienen descendencia que se va modificando lentamente a través del tiempo por el mecanismo de selección natural.

Antecedentes

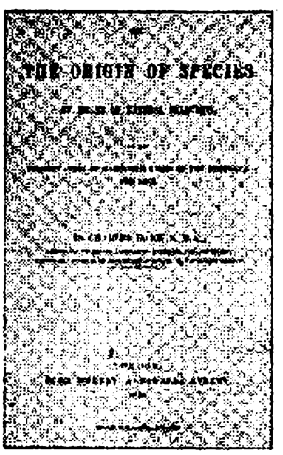
- ✓ Expedición a bordo del buque Beagle, con observaciones de especies en América del Sur, principalmente en la Patagonia y las Islas Galápagos, en estas últimas despertaron su interés la variedad de tortugas gigantes y pinzones en cada una de las islas.
- ✓ Malthus: Planteaba que la población humana estaba aumentando con tal rapidez que, en poco tiempo, sería imposible alimentar a todos los habitantes de la Tierra. Darwin pensó que los factores que limitan el crecimiento de la población son válidos para todas las especies, no solo para la humana.

  La ley de Malthus se resume en que la población aumenta en progresión geométrica, mientras que la producción de alimentos aumenta en progresión aritmética.
- ✓ Lyell: Su libro *Principios de geología*, según el cual el efecto lento, constante y acumulativo de las fuerzas naturales habían producido un cambio continuo en el curso de la historia de la Tierra. Esto llevó a la idea que "la Tierra es más antigua de lo que se pensaba".
- ✓ Observaciones de selección artificial, realizadas por agricultores y ganaderos, que seleccionan los mejores animales y plantas para la reproducción, obteniendo descendencia mejorada e incluso nuevas razas dentro de una especie.

  Darwin fue testigo de la selección de caballos, perros y palomas, y como estos se elegían de acuerdo a ciertas características deseadas.



El Beagle



Portada de la primera edición del *Origen de las especies*.

Teoría de la selección natural

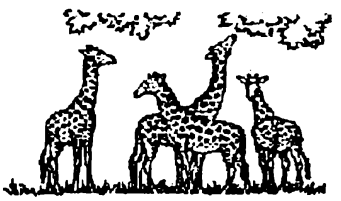
En 1858, Charles Darwin y Alfred Russell Wallace presentaron ante la Sociedad Científica Linneana de Londres el mecanismo de selección natural, por el cual se originan los diferentes organismos y sus características.

En 1859, la teoría se difundió al publicarse el libro de Darwin: *El origen de las especies por medio de la selección natural*. La publicación y la teoría trajeron consigo gran polémica, situación que se hizo más crítica al sostener que la evolución de la especie humana sigue los mismos principios.

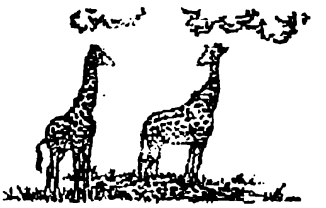
Entre los postulados de la teoría de la selección natural, tenemos:

- ✓ **Sobrerreproducción.** En la mayoría de las especies el número de descendientes que se obtienen en una generación es mayor que los sobrevivientes.
- ✓ **Variabilidad.** Las variaciones hereditarias que aparecen en cada población natural son innatas y una cuestión de azar. No los produce el ambiente, ni una fuerza creadora, ni el esfuerzo inconsciente del organismo. Estas variaciones otorgan a sus portadores ventajas o desventajas que modifican sus probabilidades de reproducción y supervivencia en un ambiente determinado.
- ✓ **Selección natural.** Proceso por el cual los portadores de variaciones favorables en la lucha por la existencia, tienen mayor posibilidad de supervivir con respecto a los que no lo poseen. Este proceso de selección natural orienta el rumbo de la evolución.
- ✓ Después de un tiempo suficiente, la selección natural, actuando sobre dos poblaciones de organismos de una misma especie, puede producir una acumulación de cambios tal que esas poblaciones terminen constituyendo dos especies diferentes.

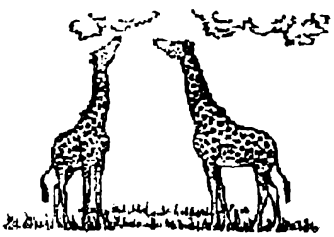
Teoría de Darwin



La población de jirafas ancestrales muestran una variación en la longitud del cuello.



La selección natural hace que sobrevivan solo aquellos individuos con cuellos largos, que pueden alimentarse más fácilmente.



La selección natural ha ocasionado que solo sobrevivan las jirafas con cuello largo.

Mutacionismo

A fines del siglo XIX, la concepción darwinista de que la selección natural actuaba mediante la acumulación de variaciones favorables pequeñas y graduables, en un proceso gradual, empezó a ser cuestionado por Hugo De Vries. Ellos sostuvieron que las mutaciones pueden constituir la materia prima del proceso evolutivo.

A través de estudios en la especie *Oenothera lamarckiana*, una planta de origen americano introducida en Europa, el botánico holandés notó que una serie de mutaciones generaron variaciones tan pronunciadas que constituían en realidad nuevas especies. Estas observaciones fueron utilizadas por De Vries para proponer la teoría del mutacionismo, en oposición a la teoría de la evolución de Darwin que postulaba cambios graduales, continuos y no bruscos del fenotipo.

Entre las conclusiones de sus observaciones tenemos:

- ✓ Las mutaciones son las responsables del verdadero mecanismo de la evolución, ya que son ellas las que introducen nuevos cambios en el material genético y, además, pueden ser hereditarias.
- ✓ El ritmo de la evolución es saltatorio, nuevas especies elementales surgen súbitamente, sin grados intermedios. A este modelo se denomina saltatorio o modelo del equilibrio puntuado.

Posteriores descubrimientos y el aporte de la genética, han demostrado que la frecuencia de mutación es muy baja, razón por la cual no es el principal factor evolutivo.

Neodarwinismo

La articulación de la teoría de Darwin con la genética mendeliana es conocida como síntesis neodarwiniana o teoría sintética de la evolución, ha constituido el marco del pensamiento biológico en los últimos tiempos, que ha recibido aportes de la biología molecular, la genética de poblaciones y los estudios paleontológicos.

Teoría sintética

Los principales representantes de las síntesis fueron el genetista Theodosius Dobzhansky, el zoólogo Ernst Mayr y el paleontólogo George G. Simpson. La síntesis evolutiva moderna establece:

- ✓ La evolución es el cambio en la poza génica de una población. La poza génica está conformada por los alelos de todos los genes de una población.
- ✓ La variación genética de las poblaciones surge por azar mediante la **mutación** y la **reproducción sexual** (por recombinación genética). Las mutaciones generan nuevos alelos en la población. La reproducción sexual produce nuevas combinaciones genéticas mediante la recombinación genética (*crossing over*) durante la meiosis y la combinación al azar de los genomas paternos en la fecundación.
- ✓ La **selección natural** permite la pérdida de algunos alelos en la población por almacenar información desfavorable para la supervivencia o reproducción en la población. La selección natural es la principal fuerza que modela los cambios de las frecuencias alélicas.
- ✓ Durante la evolución de una población ocurren cambios en la frecuencia de los alelos a lo largo de las generaciones. Las poblaciones más grandes son más estables en su composición genética. Cuando eventos fortuitos reducen el tamaño de las poblaciones, existe un gran cambio en la frecuencia de sus alelos, conocida como **deriva génica**.
- ✓ El **aislamiento** geográfico y reproductivo de las poblaciones puede conducir a la formación de una población nueva que difiere en gran medida de la población original.

Especiación y patrones evolutivos

Especiación

Los grupos de organismos que se separan geográfica o ecológicamente de la población original, y quedan aislados del resto, pueden diferenciarse lo suficiente para convertirse en una nueva especie. Este proceso se denomina especiación, y ha ocurrido de forma incesante desde el origen de la vida, dando origen a la diversidad de organismos que han poblado la tierra desde entonces hasta la actualidad. Destacan dos modelos de especiación:

- ✓ **Especiación alopátrica.** Una barrera geográfica divide a la población original en dos o más poblaciones. Las poblaciones se van diferenciando hasta conformar especies distintas.
- ✓ **Especiación simpátrica.** Ocurre en un mismo territorio y la barrera que la origina no es geográfica. La nueva especie surge dentro del área de distribución de la población ancestral.

Patrones evolutivos

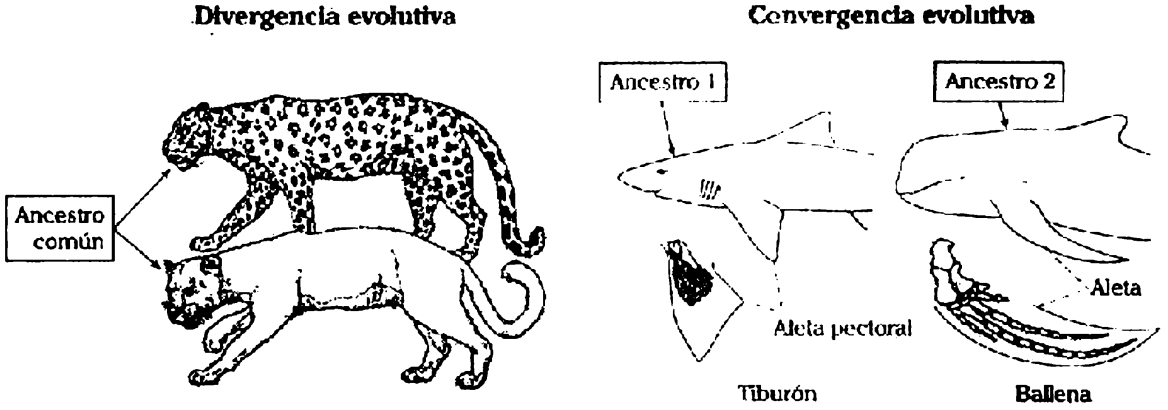
Las evidencias fósiles demuestran la presencia de patrones evolutivos característicos, destacando:

Divergencia evolutiva

La evolución divergente ocurre cuando una población, o un fragmento de ella, queda aislada del resto de la especie y debido a presiones selectivas y factores azarosos, sigue un curso evolutivo diferente. Por ejemplo una población del oso pardo, aislado geográficamente hacia el polo ártico, derivó en el oso polar que actualmente conocemos.

Convergencia evolutiva

La evolución convergente ocurre cuando organismos con un parentesco muy lejano, pero sujeto a presiones selectivas similares, adquieren independientemente características adaptativas equivalentes. Por ejemplo, en su anatomía externa, las ballenas son similares a los tiburones tanto en su forma hidrodinámica como en otros aspectos externos. Sin embargo, las ballenas son mamíferos y sus aletas, a diferencia de los peces, ocultan estructuras anatómicas remanentes de la mano de un tetrápodo.



Coevolución

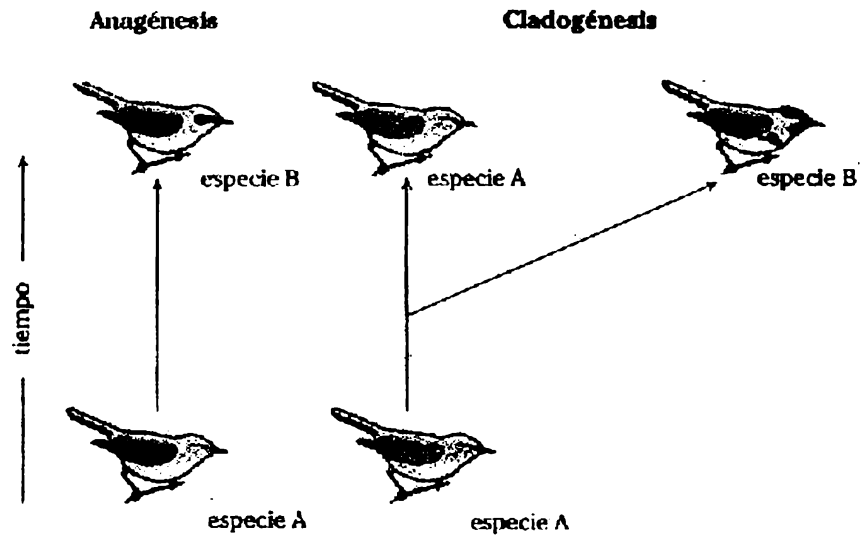
Cuando las poblaciones entre dos especies establecen interacciones tan estrechas en que la evolución de una de las especies influye sobre la evolución de la otra, ocurriendo ajustes evolutivos en ambos de forma simultánea. Por ejemplo, varias especies de plantas contienen sustancias químicas que son tóxicas para sus depredadores herbívoros. La coevolución ha llevado que algunos herbívoros hayan adquirido mecanismos sofisticados para eludir los efectos tóxicos e incluso aprovecharlos.

Cambio continuo o anagénesis

Los cambios graduales se van acumulando de manera constante en grandes periodos hasta que, finalmente, es tan diferente de sus predecesores que puede considerarse una nueva especie. Dentro de una misma rama del árbol evolutivo se pueden definir cronoespecies, es decir, especies sucesivas dentro de un linaje que se reemplazan de forma secuencial.

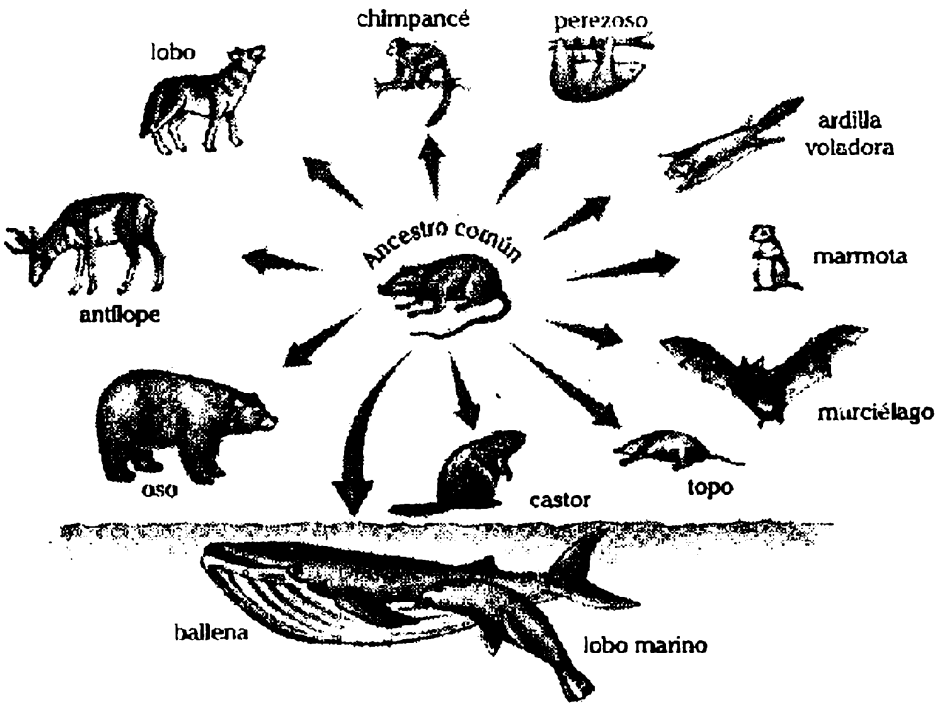
Cambio discontinuo o cladogénesis

La lenta acumulación de diferencias genéticas entre poblaciones que enfrentean distintas condiciones ambientales los lleva a diferenciarse unas de otras, originando incluso una nueva especie como rama evolutiva de otra, la cual se considera su ancestro evolutivo. Los perros son una rama evolutiva de los lobos.



Radiación adaptativa

Es un proceso que origina un gran número de nuevas especies a partir de un ancestro común en un corto periodo geológico. Suele estar asociada al éxito de un nuevo grupo y ocurre en una colonización de un medio o posterior a una gran extinción. Un ejemplo lo tenemos en la radiación adaptativa de los mamíferos luego de la extinción de los dinosaurios.



Extinción en masa

Fenómeno documentado en el registro fósil, son aumentos drásticos en las tasas de extinción. Ocurre en periodos geológicamente muy breves y producen una apreciable disminución de la biodiversidad.

Periodo	Edad (millones de años)	Especies extintas (%)
Ordovícico	438	85
Devónico	367	82
Pérmico	250	96
Cretácico	65	70
Pleistoceno	12	80

Extinción de los dinosaurios en el cretácico

Origen de la vida

Una de las preocupaciones que han animado al hombre desde que se constituyó como ser racional y socialmente organizado es la explicación sobre el origen de los seres vivos. Al respecto, las ideas que el hombre ha ido desarrollando han avanzado paralelamente al desarrollo de las condiciones de vida, el grado de desarrollo social y el avance de las ciencias.

Ideas de generación espontánea (abiogénesis)

Sostiene que podía surgir vida compleja (animal y vegetal), de manera espontánea a partir de la materia inorgánica. Las ideas de generación espontánea tienen sus orígenes en las limitaciones que tuvieron los primeros hombres para explicar observaciones superficiales acerca del surgimiento de gusanos a partir del fango, moscas de la carne podrida, organismos de los lugares húmedos; en un proceso continuo y de forma espontánea. Los filósofos griegos desarrollaron estas ideas, diferenciándose dos corrientes: materialista e idealista.

Corriente materialista

La corriente materialista de Tales de Mileto, Anaximandro, Jenófanes y Demócrito resaltó el aspecto material del desarrollo de la vida a partir de los elementos de la naturaleza como la tierra, el agua, el fuego y el calor del sol, sin participación de elementos místico-religiosos. Así, la escuela de Epicuro perteneciente a esta corriente, planteó el surgimiento de la vida gracias a la lluvia y al calor del sol sin la intervención de dioses.

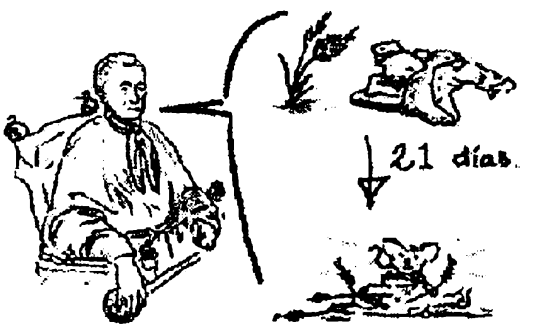
Corriente idealista

La corriente idealista, iniciada por Platón y seguida por su discípulo Aristóteles, postuló al igual que los materialistas un origen espontáneo para los organismos, pero a diferencia de los materialistas sostuvo que para el surgimiento de la vida no bastaba la materia, sino que era necesaria la interacción con una fuerza supernatural a la que llamó entelequia.

El vitalismo surge a partir de estas ideas, sosteniendo que los organismos vivos se distinguen de las entidades inertes porque poseen una fuerza vital que no es ni física, ni química; y que la vida no se puede explicar por completo mediante las leyes físico-químicas que gobiernan la materia. De tal manera que la muerte no sería efecto del deterioro de la organización del sistema, sino resultado de la pérdida del impulso vital o de su separación del cuerpo material.

Aristóteles pensaba que los seres vivos podían surgir de barro y materia en descomposición. Ejemplo, cocodrilos surgiendo de troncos descomponiéndose en agua.

En la Edad Media, Helmont propuso varias recetas para generar animales. Él decía que al mezclar trigo y ropa sucia, después de 21 días, obtenían ratones.



Creacionismo religioso

Sostiene la creencia de que el universo y la vida en la tierra fueron creados por una entidad sobrenatural. Recibió aportes de la filosofía aristotélica como la presencia de un ente inmaterial o principio vital que da vida a las cosas, el cual sería el resultado de la acción divina (soplo divino) sobre la materia inerte y permanece en el organismo en forma de alma o ánima. El abandono del alma trae como consecuencia la muerte del organismo.

A diferencia de las ideas de generación espontánea idealista, el creacionismo sostiene que la vida se originó por única vez y en un proceso planificado (no espontáneo).

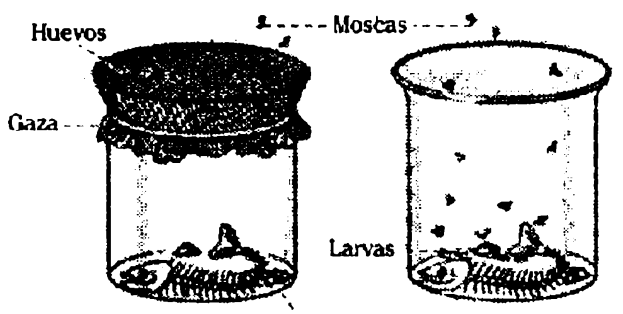
Biogénesis frente a generación espontánea

El surgimiento y avance del pensamiento científico trajo consigo una actitud crítica frente a los fenómenos naturales, despojándose de la pesada herencia aristotélica. Entre sus avances destaca la teoría de la biogénesis que sostiene: "Toda vida proviene de vida preexistente". Si bien esta serie de experimentos marcó el fin de las ideas de generación espontánea, no es una teoría que intentara explicar cómo se origina la vida.

Francesco Redi

La hipótesis de la generación espontánea de los organismos fue rechazada por Francesco Redi, quien en 1665 logró demostrar que los gusanos que infestaban la carne y que, aparentemente, surgían espontáneamente, eran larvas que provenían de los huevecillos depositados por las moscas sobre la superficie de la carne colocada a la intemperie. Colocando trozos de carne en recipientes tapados con una tela fina evitó que la carne se llene de gusanos.

Experimento de Redi



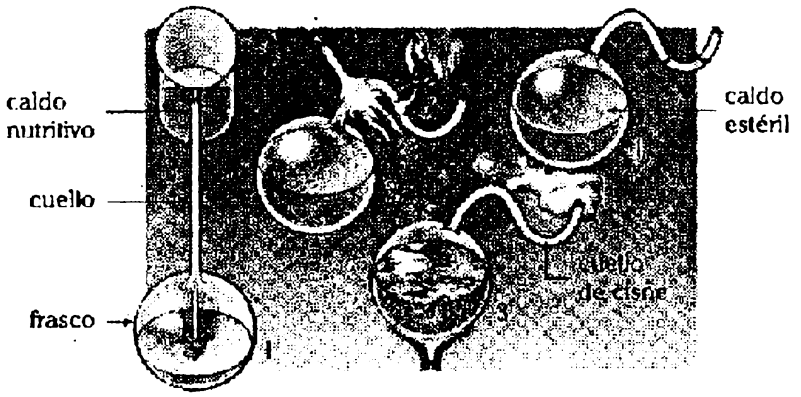
Lázaro Spallanzani

La confección del microscopio por A. Van Leewenhoek trasladó el problema de la generación espontánea al mundo microscópico. En Inglaterra, John Nedham intentó probar que surgían microorganismos animados por la fuerza vital presente en la materia orgánica en descomposición constituida por caldos nutritivos. Frente a ello, Lázaro Spallanzani intentó demostrar que los resultados experimentales de Needham solo eran consecuencia de una contaminación previa con microorganismos y no de la generación espontánea postulada por los vitalistas. Sin embargo, no fue convincente en su planteamiento para quebrar la idea de generación espontánea.

Luis Pasteur

Alrededor de 1860, Luis Pasteur demostró que en el aire hay gran cantidad de microorganismos que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. En 1861, Pasteur probó que no había desarrollo de microorganismos si previamente estos no tenían contacto con el aire, de donde provenían los gérmenes que crecían sobre los medios de cultivo utilizados en los experimentos. Utilizó en sus experimentos los denominados matraces en cuello de cisne en los cuales colocó líquidos nutritivos estériles, que permanecieron exentos de contaminación, a pesar de su contacto con el aire a través del cuello de cisne. Con esto Pasteur concluyó que no ocurría generación de microorganismos, si previamente no había formas de vida capaces de reproducirse.

Luego de estos experimentos plantea la teoría de la biogénesis que sostiene que "la vida solo puede surgir de otra forma de vida preexistente".



El experimento de Pasteur que demostró la falsedad de las ideas de generación espontánea: 1. Vertido de líquido nutritivo a un frasco. 2. Formación de un "cuello de cisne". 3. Hervido del caldo nutritivo. 4. Caldo nutritivo permanece estéril.

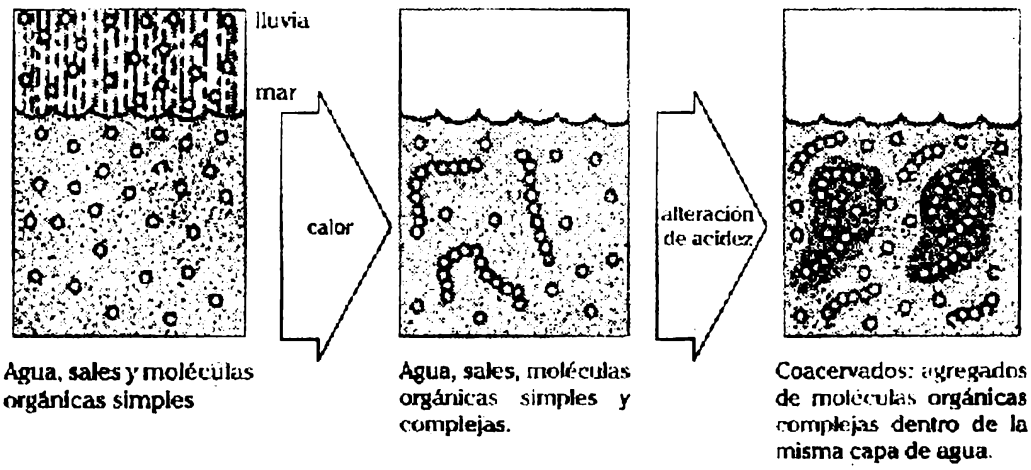
TEORÍAS CIENTÍFICAS Y LA CONCEPCIÓN DIALÉCTICA MATERIALISTA

Durante la segunda mitad del siglo XIX, el mundo científico vivió una etapa de transformación revolucionaria y vertiginosa respecto a la explicación de cómo pudo originarse la vida. Entre los antecedentes de gran relevancia consideramos:

- ✓ Exposición y publicación posterior de la obra de Charles Darwin, *El origen de las especies por el mecanismo de selección natural*
- ✓ Desarrollo de la concepción dialéctica del mundo por Federico Engels, en su obra *Dialéctica de la naturaleza*. Sentó las bases filosóficas para el planteamiento del problema del origen de la vida dentro de un contexto materialista. Señaló que la vida en la tierra no era el resultado de la intervención divina ni un accidente de la materia, sino que representaba un paso más en los procesos de evolución de la naturaleza, dentro de los cuales la materia puede alcanzar niveles de complejidad creciente al ir de lo inorgánico a lo orgánico y de allí a lo biológico.
- ✓ Síntesis abiótica de compuestos orgánicos: frente a la creencia de que los compuestos orgánicos solo lo elaboran los seres vivos. Wholer llegó a sintetizar urea, en condiciones de laboratorio, a partir de compuestos inorgánicos, planteando así la unidad entre lo vivo y no vivo de la materia.

Teoría bioquímica o quimiosintética

En 1921, el bioquímico soviético Alexander I. Oparin presentó en Moscú un trabajo concluyendo que los primeros compuestos orgánicos se habían formado en condiciones abióticas en la superficie del planeta. Sus postulados se publicaron posteriormente en 1924 en el libro *El origen de la vida*. En 1928, el inglés John B. S. Haldane, publicó un corto trabajo en el que planteó los mismos criterios y conclusiones de Oparin, respecto a la evolución terrestre con algunas pequeñas variaciones según el tipo de gases y las condiciones de la tierra primitiva.



Alexander Oparin y su planteamiento para la formación de coacervados según su teoría quimiosintética.

Condiciones de la tierra primitiva: según Oparin, la atmósfera primitiva era reductora (carente de oxígeno) y rica en gases como metano, amoniaco; las principales fuentes de energía que favorecieron las reacciones químicas fueron: la energía térmica terrestre, las descargas eléctricas de los rayos y la intensa radiación ultravioleta debido a la ausencia de la capa de ozono.

Según Oparin, en el proceso se distinguen tres etapas:

a. Síntesis prebiótica de compuestos orgánicos

Producto de la reacción de gases atmosféricos disueltos en los mares primitivos calientes, se formaron moléculas orgánicas como los aminoácidos que servirían para la formación de proteínas. Este mar caliente, rico en nutrientes, sería denominado "sopa o caldo primitivo".

b. Formación de protobiontes coacervados

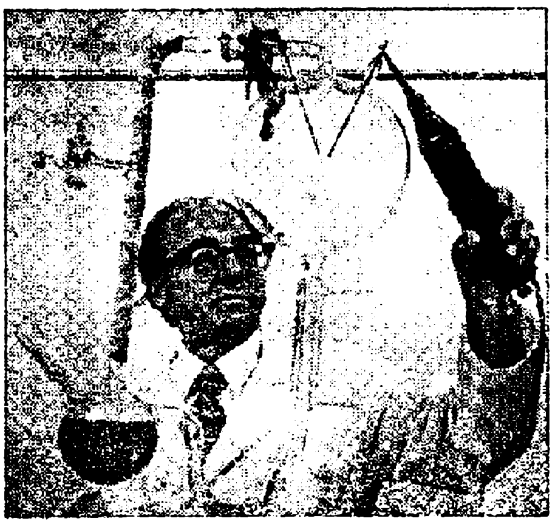
La formación de proteínas y su agregación formaron protobiontes (precursores vivientes) denominados coacervados, en cuyo interior algunas proteínas adquirieron capacidad catalítica que le permitieron mediante un proceso de selección natural la supervivencia de las formas más estables.

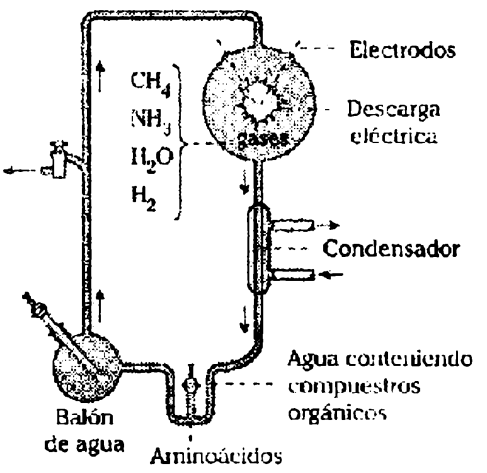
c. Formación de las primeras entidades vivientes

En este proceso la complejidad del protobionte debió haber originado las primeras formas de vida con capacidad de autoformación y autorregulación de sus funciones. Las primeras formas de vida debieron haber sido unicelulares procariontes muy sencillos, de nutrición heterótrofa y anaeróbica.

Aportes posteriores

- ✓ El experimento de Stanley Miller y Harold Urey. En 1953, Stanley Miller simuló en el laboratorio las condiciones de la tierra primitiva, llegó a la conclusión de que es posible la formación de compuestos orgánicos biológicos a partir de moléculas inorgánicas. Colocó en un recipiente una mezcla de hidrógeno, metano y amoníaco a los que le llegaba constantemente vapor de agua, que sometidos a las chispas eléctricas del aparato de Tesla permitieron la formación de aminoácidos, ácidos grasos y otros compuestos orgánicos componentes de los seres vivos.
- ✓ En 1940, John Bernal sugirió que la vida se originó en charcas superficiales con fondo arcilloso. La arcilla habría cumplido un rol catalizador para la polimerización de los aminoácidos.
- ✓ Sidney Fox sostiene la idea de que los protobiontes debieron haber sido microesferas formadas por conglomerados de proteinoides, con características similares a los coacervados de Oparin. Los proteinoides son cadenas cortas de aminoácidos.
- ✓ Se ha sugerido el ARN como el primer material genético debido a su capacidad de almacenar la información genética y a su capacidad catalítica.





Stanley Miller y su experimento para la síntesis abiótica de moléculas orgánicas.

Hipótesis de la panspermia

Sostiene que los organismos o sus componentes moleculares se originaron fuera de la Tierra y llegaron aquí a través del espacio. Entre los precursores de esta teoría cabe destacar:

Radiopanspermia

Planteado por Svante Arrhenius, establece que los gérmenes habrían llegado en medio de polvo cósmico movido por radiación cósmica. Esta teoría quedó progresivamente abandonada cuando Paul Becquerel demostró que estos supuestos gérmenes serían destruidos a causa de las radiaciones ultravioletas, las bajas temperaturas y el vacío casi absoluto.

Litopanspermia

Planteado por H. Ritcher, J. Liebig y H. Von Helmholtz, revivida por los astrónomos ingleses Fred Hoyle y Chandra Wickramasinghe a mediados del siglo xx. Establece que los gérmenes habrían llegado empleando a los meteoritos como vehículo de transporte.

Planteamientos recientes sostienen la panspermia molecular, es decir, la posibilidad de llegada de moléculas orgánicas desde el espacio exterior. Así Juan Oró, en 1961, especuló con la posibilidad de que los cometas habrían aportado a la Tierra un gran número de moléculas orgánicas. En un meteorito caído en Australia, se hallaron 74 aminoácidos distintos, 250 tipos de hidrocarburos y las cinco bases que forman el ADN y al ARN (adenina, guanina, citosina, timina y uracilo).

En todo caso, estas teorías solo trasladan el origen de la vida hacia el espacio exterior, retornando a la pregunta principal, ¿cómo se originó la vida, en donde esta haya ocurrido?

Origen del hombre

Los humanos pertenecen al grupo de los homínidos. Como los monos y los simios antropomorfos, también son mamíferos primates. Las principales tendencias en la evolución de los primates han sido los cambios en la estructura anatómica de las manos y los brazos, el incremento en la agudeza y estereoscopia visual, la prolongación del cuidado de las crías y la postura vertical de la espalda al colgarse o sentarse. Todas estas características están relacionadas con adaptaciones a la vida arbórea.

Principales líneas de la evolución de los primates

Entre los primates se reconocen dos grupos principales:

Prosimios	Antropoides
Los prosimios aparecieron hace unos 55 millones de años; en la actualidad son arborícolas y de hábitos nocturnos.	Se habrían originado a partir del tronco prosimio hace 40 millones de años y están constituidos por dos grandes linajes: los monos del nuevo mundo o platirrinos como el maquisapa, mono choro, etc. Los monos del viejo mundo o catarrinos comprenden a los humanos y los antropomorfos (gibones, orangutanes, gorilas y chimpancés).

Homínidos

Las principales características del linaje de los homínidos son:

- ✓ **Marcha bípeda.** Apoya toda la planta del pie sobre el suelo, las extremidades superiores se acortan y quedan libres, favorece la manipulación de objetos y desarrolla la pinza del pulgar. El cráneo se inserta por su base en la columna, la cual adquiere la forma de la letra "s" para soportar el peso. La pelvis se acorta y se robustece, lo cual permite una mayor sujeción de los músculos glúteos, necesarios para caminar erguido.
- ✓ **Aumento de la capacidad craneal.** Los primeros homínidos tenían una capacidad craneal de 500 cm^3 mientras que actualmente es de 1400 cm^3. Entre otros cambios del cráneo tenemos: la mandíbula hace menos saliente, arcos superficiales menos marcados, el hueso frontal se desarrolla haciéndose más vertical, con lo que aparece la frente.
- ✓ **Desarrollo del lenguaje.** El desarrollo progresivo del área de Broca, una zona del cerebro relacionada con el habla, nos posibilitó el lenguaje, que nos permite trasmitir conocimientos y la evolución cultural.

La familia de los homínidos incluye a nuestra especie, a los representantes fósiles del género *Homo*, del género *australophitecus* y a otros géneros fósiles recientemente descritos.

a. *Australopithecus*

Comparten con los humanos el patrón bicúspide del premolar y el andar erecto, pero retienen el tamaño del cerebro ancestral, similar al de los simios. Los miembros de este género vivieron exclusivamente en África entre 4,2 y 1,4 millones de años atrás. Pertenecían a varias especies diferentes, algunas de las cuales coexistieron.

b. *Homo habilis*

Caminaba erecto y tenía molares bicúspides. Vivió hace alrededor de dos millones de años y es la especie de *Homo* más antigua. Se la vincula estrechamente con los humanos por su habilidad para construir herramientas y su cerebro relativamente grande.

c. *Homo ergaster*

Abandonó África hace unos dos millones de años. Probablemente, durante esta migración y dispersión se originó al *Homo erectus* en Asia. Una hipótesis sugiere que esta última especie, luego de colonizar algunas regiones de Asia Oriental, migró hacia el Medio Oriente y Europa.

d. *Homo erectus*

Presenta un aumento de la talla y del tamaño del cerebro con respecto a las especies anteriores. Su habilidad para manejar el fuego puede haber sido la clave que le permitió sobrevivir en los climas más fríos de las regiones en que habitaba. Durante mucho tiempo, esta especie se consideró ancestral de los humanos modernos. Sin embargo, ciertas características de su cráneo no se encuentran en el *Homo habilis* ni en los humanos actuales. Algunos investigadores lo consideran una rama colateral, que evolucionó sobre todo en Asia y se extinguió en épocas relativamente recientes.

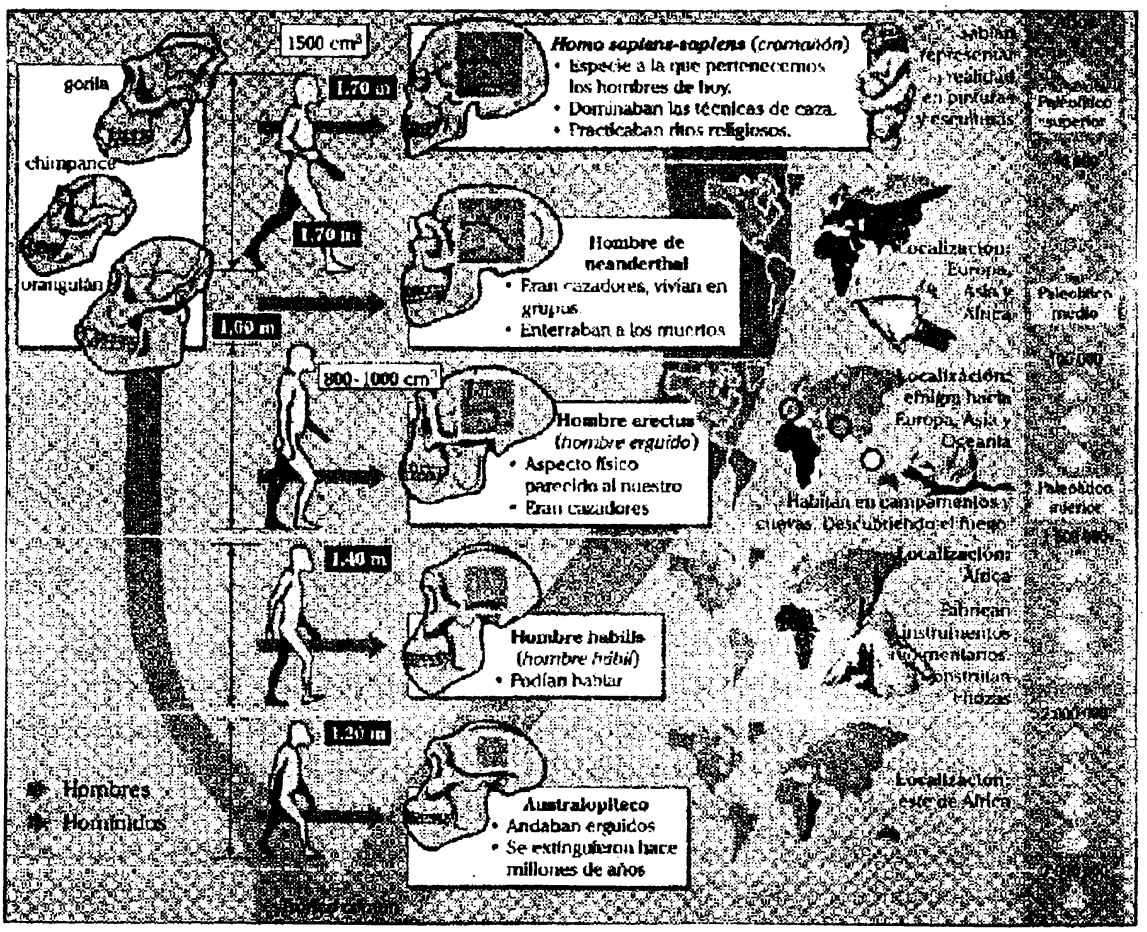
e. ***Homo neanderthalensis***

Vivió en Europa y en Medio Oriente desde 300 000 hasta 35 000 años atrás. Tenía una estructura social compleja y celebraba ceremonias mortuorias. Esta especie sería una rama colateral con la que los humanos comparten un ancestro reciente no determinado. Neandertales y humanos modernos convivieron en Medio Oriente y en algunas regiones de Europa hasta que los neandertales se extinguieron.

f. ***Homo sapiens sapiens***

Sus características físicas son las mismas que las del hombre actual, por ello se le llama el "hombre moderno". Su capacidad cerebral es de alrededor de 1400 centímetros cúbicos. Se cree que apareció en Europa hace alrededor de 40 000 años. El *Homo sapiens sapiens* es el que protagonizó, a partir del año 10 000 a.n.e., cambios muy importantes en la organización económica y social, como las primeras formas de agricultura y domesticación de animales, y la vida en ciudades. Su representante más importante es el hombre de Cromañón (Francia). Antigüedad: de 80 000 a 40 000 años. *Homo ergaster*, *Homo erectus*, *Homo habilis* y los humanos modernos comparten las siguientes características: premolares bicúspides, andar bípedo, postura erecta, cerebro grande, capacidad para construir herramientas.

Evolución humana



1. El siglo pasado bajo los hielos de Siberia se encontró un mamut, cuya carne aún era comestible. Este es un ejemplo de fósil tipo

   A) petrificado.
   B) molde.
   C) preservado.
   D) coacervado.
   E) resto anatómico.

2. El fósil de Archaeopterix, uno de los descubrimientos paleontológicos más importantes, constituye un testimonio de que

   A) las aves actuales evolucionaron a partir de formas reptillanas.
   B) todas las formas vivientes descienden de este organismo.
   C) en tiempos remotos existió hibridación entre aves y reptiles.
   D) los reptiles actualmente existentes descienden de las aves.
   E) hubos cambios climáticos al finalizar el mesozoico.

   UNMSM 2010-I

3. Una de las pruebas que la biología molecular aporta a favor de la teoría de la evolución es

   A) la universalidad del código genético.
   B) la variación genética en una población.
   C) el éxito reproductivo diferencial.
   D) la acumulación de cambios genéticos.
   E) la existencia de estructuras homólogas.

   UNMSM 2008 - II

4. Lamarck formuló una de las primeras teorías de la evolución biológica. Esto se basó en la

   A) selección natural.
   B) mutación.
   C) herencia de rasgos adquiridos.
   D) variabilidad.
   E) reproducción asexual.

5. Para el darwinismo es considerado la materia prima sobre la cual opera la selección natural.

   A) Supervivencia de los más aptos
   B) Las mutaciones
   C) Alta tasa reproductiva
   D) Variabilidad en las poblaciones
   E) Herencia de caracteres adquiridos

6. "Todo ser, si varía, de algún modo provechoso para él bajo las variables condiciones de la vida, tendrá mayor probabilidad de sobrevivir y, de ser así, será naturalmente favorecido". El texto en mención alude a la teoría de

   A) Cuvier.
   B) Miller.
   C) Haldane.
   D) Darwin.
   E) Correns.

7. Los factores que determinaban la morfología de la tierra todavía siguen actuando. Los cambios se observan en grandes periodos. Esto concuerda con lo planteado por

   A) Lamarck.
   B) Lyell.
   C) Cuvier.
   D) Darwin.
   E) Wallace.

PÁRIS para AMOR A SOFÍA

8. La teoría de la evolución de Darwin, llegó a ser considerada el gran principio unificador de la biología, gracias a los aportes decisivos de la

A) anatomía - embriología.
B) fisiología - embriología.
C) embriología - sistemática.
D) genética - sistemática.
E) genética - ecología.

UNMSM 2008 - II

9. La teoría propuesta por Darwin tuvo dificultades para explicar las causas de

A) la variabilidad y la herencia.
B) la lucha por la subsistencia.
C) la herencia de rasgos adquiridos.
D) el papel del uso y desuso.
E) la importancia de la mutación.

10. El mecanismo darwinjano de la evolución por selección natural consiste en cuatro observaciones, excepto:

A) sobreproducción.
B) variabilidad.
C) lucha por la supervivencia.
D) mutaciones.
E) éxito reproductivo.

11. De Vries propone una nueva teoría, conocida como ....., que elimina la selección natural como fuente de evolución.

A) ley del uso y desuso
B) gradualismo
C) la herencia de rasgos adquiridos
D) la supervivencia del más apto
E) mutacionista

12. La teoría sintética sostiene que

A) los caracteres adquiridos se fijan en el ADN y son heredados a la descendencia.
B) las mutaciones y la reproducción sexual son fuente de variabilidad.
C) las mutaciones siempre originan alelos sin ninguna ventaja adaptativa.
D) la mayoría de las mutaciones son benéficas.
E) la frecuencia de alelos en la población permanece constante.

13. En el estudio de la genética de poblaciones, el concepto poza génica hace referencia a

A) los alelos presentes en toda una especie.
B) los alelos presentes en un individuo.
C) el conjunto de todos los alelos presentes en una población.
D) todas las adaptaciones morfológicas de un individuo.
E) los alelos diversos para un gen.

14. La deriva génica se manifiesta en poblaciones reducidas y consiste en

A) nuevos fenotipos.
B) nuevos genotipos.
C) gran variación de la frecuencia alélica.
D) formación de nuevos alelos.
E) equilibrio de Hardy-Weimberg.

15. El ojo del calamar es capaz de formar imágenes al igual que el de los peces. Este es un ejemplo de órganos

A) análogos.
B) homólogos.
C) atávicos.
D) vestigiales.
E) rudimentarios.

16. Todas las razas de perro se han obtenido por selección artificial a partir de un ancestro que desciende evolutivamente del lobo. Tomando en cuenta que una especie es rama evolutiva de otra, este patrón evolutivo es de tipo:

A) cladogénesis.
B) alopátrica.
C) simpátrica.
D) filética.
E) microevolución.

17. El uso excesivo de insecticidas elimina fácilmente las formas sensibles, favoreciendo la proliferación de insectos resistentes. Esta forma de selección natural es de tipo

A) estabilizadora.
B) disruptiva.
C) direccional.
D) alopátrica.
E) simpátrica.

18. La evolución de muchas especies nuevas, en periodos cortos de tiempo, se denomina

A) reproducción diferencial.
B) extinción en masa.
C) selección natural.
D) radiación adaptativa.
E) sucesión natural.

UNMSM 2009 - I

19. Las extinciones en masa traen como consecuencia que nuevos grupos animales ocupen nichos ecológicos libres. A este proceso que genera gran biodiversidad se denomina

A) evolución divergente.
B) radiación adaptativa.
C) evolución convergente.
D) especiaciones.
E) sucesión ecológica.

20. Demostró experimentalmente la falsedad de la generación para microorganismos.

A) Van Helmont
B) Louis Pasteur
C) John Haldane
D) Francisco Redi
E) Charles Darwin

21. Sostuvo la idea de panspermia, trasladando el origen de los seres vivos hacia el espacio exterior.

A) Stanley Miller
B) Wohler
C) Alexander Oparín
D) Sidney Fox
E) Svante Arrhenius

22. La vida se originó en la Tierra por síntesis química favorecida principalmente por la

A) caída de meteoritos.
B) presencia de O_2 en la atmósfera.
C) composición de la atmósfera primitiva.
D) salinidad del mar.
E) ubicación del sol en la galaxia.

UNMSM 1999

23. La aparición y evolución del hombre se realiza en el periodo ..... y en la era

A) cuaternario - mesozoica.
B) terciario - mesozoica.
C) cuaternario - cenozoica.
D) terciario - cenozoica.
E) secundario - mesozoica.

UNMSM 2004-II

24. En la evolución del hombre fue determinante

A) la utilización del fuego y herramientas.
B) mantener una posición horizontal.
C) el aumento del volumen y de la capacidad craneana.
D) el uso de cavernas como moradas.
E) el agrandamiento de los caninos e incisivos.

UNMSM 1998

Taxonomía

Capítulo V

Objetivos

- Entender la importancia de ordenar y clasificar a los seres vivos.
- Escribir adecuadamente los nombres científicos bajo la nomenclatura binomial.

La palabra taxonomía proviene del griego *taxis* que significa ordenar. Es la rama de la biología que se encarga de clasificar a los seres vivos dentro de categorías taxonómicas, es decir, en grupos jerárquicos dentro de un sistema de clasificación. Los taxónomos realizan procesos de identificación y nomenclatura de especies.

Historia de la taxonomía

Taxonomía artificial

Las primeras clasificaciones de plantas y animales tenían un fin utilitario, aún hoy en día se mencionan términos como plantas ornamentales, medicinales, tóxicas, afrodisíacas, entre otras. Este modo de clasificar con base en un criterio convencional se llama artificial.

Taxonomía natural

En el siglo XVI se inicia un período de clasificación natural basado en los estudios de morfología comparada y estructura anatómica.

La figura más destacada de este período fue el naturalista sueco Carl Von Linneo quien en 1753 publicó su obra *Species Plantarum* la que vendría a ser la piedra fundamental de la clasificación de las plantas.

Taxonomía evolutiva

A fines del siglo XIX el problema de cómo surgen las nuevas especies planteado por Jean Baptiste Lamarck en su libro *Filosofía zoológica* (1809) y más adelante por Charles Darwin (1859) en su libro *El origen de las especies por medio de la selección natural* influyeron en la forma de clasificar a los organismos. Esta forma de clasificación basada en la evolución es la actual y se denomina también filogenética.

Taxonomía molecular

Estamos en la era de la taxonomía molecular y se ha llegado al punto de comparación del ADN entre los organismos buscando homologías a través de la técnica de hibridación del ADN. Las diferencias o semejanzas en la composición molecular de los seres vivos es muy útil, casos clásicos nos ofrecen la clasificación de algas sobre la base de sus pigmentos y sus productos de almacén. También se comparan las proteínas como la hemoglobina, citocromos, albúminas, etc.

La taxonomía linneana

El naturalista sueco Carlos Linneo aportó tanto las categorías de clasificación como el sistema binominal de nomenclatura de las especies.

Las categorías taxonómicas de Linneo

Linneo ideó un sistema de clasificación que permitió agrupar a los seres vivos en categorías jerárquicas, grupos mayores conformados por grupos menores o subconjuntos. Así el reino contiene a los filo o divisiones (según sea animal o planta), el filo consta de clases, la clase consta de órdenes, el orden consta de familias, esta de géneros y estos de especies.

El criterio que utilizó Linneo para agrupar a los organismos dentro de un grupo (taxón) fue la homología, es decir, estructuras anatómicamente parecidas.

Ejemplo: clasificación del hombre

Categoría	Taxón	Característica
Reino	Animalia	Organismos heterótrofos eucariotas sin pared celular y pluricelulares
Filo	Cordados	Organismos con notocorda
Clase	Mamalia	Con glándulas mamarias, funcionales en las hembras
Orden	Primates	Ojos frontales, pulgar oponible
Familia	Hominidae	Cerebro desarrollado, visión estereoscópica
Género	*Homo*	Espina dorsal curvada, posición bípeda
Especie	*Homo sapiens*	Huesos craneales delgados, capacidad de hablar

Especie

Es la unidad básica de la clasificación. Para Linneo constituye un conjunto de seres vivos similares con estructuras y funciones idénticas. Actualmente se usa el **concepto biológico de especie,** que los considera un conjunto de organismos interfecundos, que en la naturaleza se reproducen entre sí.

Subespecies

Son poblaciones poco diferenciadas, debido a la separación geográfica, pertenecientes a la misma especie con capacidad de reproducirse y generar descendencia fértil. Esta categoría está por debajo de la especie, es poslinneana y muy utilizada actualmente, las subespecies se denominan variedades en las plantas, razas en los animales y cepas en los microorganismos.

El sistema de nomenclatura binomial de Linneo

Carlos Linneo ideó un sistema para darle nombre a cada ser vivo, el cual consta de dos palabras por lo cual se denomina sistema binomial. Este nombre compuesto por dos palabras también se denomina nombre científico de la especie, el cual es de uso universal en las ciencias biológicas.

Características de la nomenclatura binomial

- ✓ Las dos palabras se escriben en latín e imprenta.
- ✓ La primera palabra indicará el género y su primera letra se escribe en mayúscula.
- ✓ La segunda palabra designa el nombre específico y todo se escribe en minúsculas.
- ✓ Las dos palabras se subrayan por separado.
- ✓ Cuando se escribe el nombre científico en cursivas no deberán subrayarse (Regla de nomenclatura actual).

Ejemplos

1.	Rupícola peruviana	*Rupícola peruviana*	"gallito de las rocas"
2.	Cantua buxifolia	*Cantua buxifolia*	"flor de la cantuta"
3.	Uncaria tomentosa	*Uncaria tomentosa*	"uña de gato"
4.	Lama vicugna	*Lama vicugna*	"vicuña"

Clasificación de los seres vivos en reinos

Esta clasificación se da desde los tiempos de Aristóteles, el cual consideraba dos reinos: el reino animal y el reino vegetal.

En 1866, Ernst Haeckel propuso tres reinos: animales, plantas y protistas. Los protistas incluían a todos los organismos unicelulares.

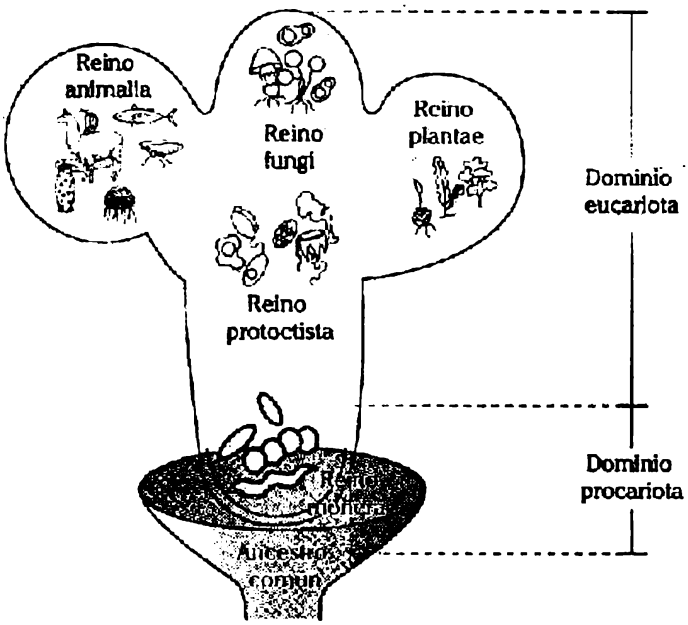
En 1900, un grupo de biólogos propone el reino monera para agrupar a todas las bacterias, organismos sin núcleo celular.

En 1969, Robert Whittaker separa a los hongos de las plantas como un reino aparte, este reino fue llamado fungi. De esta manera propuso un sistema de clasificación en cinco reinos: monera, protista, fungi, plantae y animalia. La clasificación de Whittaker se basó en: 1) La organización celular, seres procariontes y seres eucariontes; 2) El número de células, seres unicelulares y seres pluricelulares; y, 3) El tipo de nutrición, seres autótrofos y seres heterótrofos.

Reino	Representantes (según Whittaker)	Características
Monera	Bacterias y cianofitas	• Unicelulares procariontes y microscópicos. • Nutrición: autótrofa (fotosintética o quimiosintética) o heterótrofa. • Pared celular con peptidoglucano. • Respiración: aeróbica y/o anaeróbica. • Algunos son desintegradores de la materia orgánica y otros son patógenos.
Protista	Protozoos y algas unicelulares	• Unicelulares, eucariotas y microscópicos. • Nutrición heterótrofa holozoica (protozoos) o autótrofa fotosintética (algas). • Con órganos diversos de locomoción (pseudópodos, cilios, flagelos). • Forman parte del plancton. • Algunos son patógenos.
Fungi	Setas y mohos	• Unicelulares o pluricelulares, eucariotas. • Microscópicos o macroscópicos. • Nutrición heterótrofa absortiva. • Pared celular quitinosa. • Son desintegradores o patógenos.
Plantae	Algas pluricelulares musgos, helechos, coníferas y antofitas	• Pluricelulares, eucariotas. • Nutrición autótrofa fotosintética. • Pared celular con celulosa. • Carecen de locomoción.
Animalia	Invertebrados y vertebrados	• Pluricelulares, eucariotas. • Nutrición heterótrofa holozoica. • Presentan locomoción. • Con tejidos y sistemas especializados.

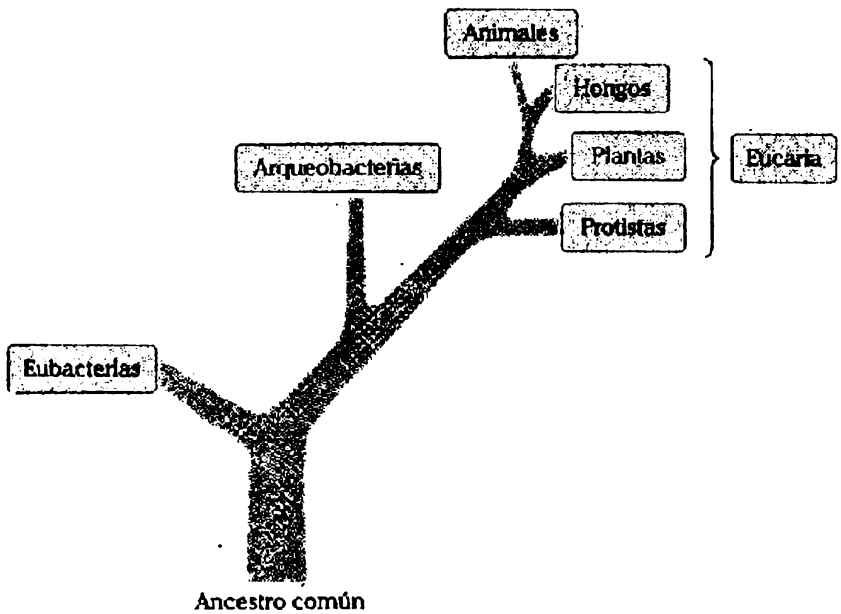
En 1985, Lyn Margullis propuso también un sistema de clasificación en cinco reinos, basándose en las relaciones evolutivas. Su principal planteamiento fue cambiar el reino protista por el reino protoctista, en el cual incorpora a todas las algas (unicelulares y pluricelulares) y a los protozoos.

Clasificación en reinos según Margulis



En 1990, Carl Woese, basándose en pruebas moleculares (ARN_r), clasificó a los seres vivos en tres dominios (categoría considerada superior al reino): archaea (arqueobacterias), procaria (eubacterias) y eucaria.

Clasificación en dominios de Woese



1. El taxónomo que propuso un sistema jerárquico para clasificar a los seres vivos, basándose en las estructurás homólogas, fue

   A) Lyn Margullis.
   B) Carl Woese.
   C) Ernst Haeckel.
   D) Carl Linneo.
   E) Whittaker.

2. La taxonomía filogenética clasifica a los seres vivos teniendo en cuenta

   A) la anatomía externa.
   B) los órganos análogos.
   C) los órganos vestigiales.
   D) las bases genéticas.
   E) el desarrollo evolutivo.

3. Con respecto al criterio de nutrición para la clasificación de los seres vivos, señale la relación correcta

   I. hongos
   II. plantas
   III. animales

   a. heterótrofos holozoicos
   b. heterótrofos absortivos
   c. autótrofos fotosintéticos

   A) Ia, IIb, IIIc
   B) Ia, IIc, IIIb
   C) Ib, IIc, IIIa
   D) Ic, IIb, IIIa
   E) Ic, IIa, IIIb

4. Con respecto a las categorías taxonómicas, aquella que agrupa a los géneros se denomina

   A) orden. B) familia, C) división.
   D) filo. E) clase.

5. Indique cuál es el nombre científico de la papa correctamente escrito.

   A) Solanum Tuberosum
   B) *Solanum tuberosum*
   C) Solanum tuberosum
   D) *Solanum Tuberosum*
   E) solanum tuberosum

6. Para clasificar los eucariotas pluricelulares Whittaker consideró

   A) la composición de la pared celular.
   B) la presencia de núcleo.
   C) el modo de nutrición.
   D) el medio de vida.
   E) el tipo de ADN.

Microbiología

Capítulo VI

Objetivos
- Conocer la importancia de los microorganismos.
- Comprender la estructura y fisiología microbiana.

Virus

Son asociaciones supramoleculares nucleoproteicas infecciosas. Están formados principalmente por un tipo de ácido nucleico, rodeado por una capa proteica.

Características

- ✓ Son partículas submicroscópicas.
- ✓ Su forma extracelular es cristalizable, inactiva y se denomina virión.
- ✓ Son parásitos intracelulares obligatorios, donde actúan como lisogénicos o líticos.
- ✓ Utilizan el metabolismo de la célula hospedadora para replicarse.
- ✓ Están desprovistos de sistemas enzimáticos para la producción de ATP.
- ✓ Son específicos, para un tejido o grupo de tejidos, así el VIH/Sida es específico para los linfocitos T4, y el virus del sarampión para células del alveolo pulmonar, endotelio vascular y la epidermis.

Estructura viral

Cápside

Es la estructura proteica que protege el genoma viral. Está formada por unidades denominadas capsómeros. Le da simetría y forma al virus.

La estabilidad de la cápside en el virus de la polio y la hepatitis permite al virión el tránsito por el estómago e intestino sin sufrir modificaciones.

Genoma viral

Constituido por un tipo de ácido nucleico, ADN o ARN, el cual contiene la información genética necesaria para la síntesis de proteínas virales. El ácido nucleico puede ser bicatenario o monocatenario.

Nucleocápside

Es el material genético (genoma viral) envuelto por la cápside.

Envoltura

Es una membrana lipoproteica presente en algunos virus como el de la influenza, el VIH/Sida y el virus del herpes.

Enzimas

Dentro del virión se puede encontrar una o más enzimas que participan en diversos procesos como la replicación; por ejemplo, los bacteriófagos tienen la **lisozima** que hace un pequeño agujero en la pared celular bacteriana para permitir la entrada del ácido nucleico e iniciar la inyección viral.

Los virus animales pueden tener **neuraminidasas** que rompen los enlaces glicosídicos de las glicoproteínas y glicolípidos del tejido conjuntivo de los animales, de esta manera se dispersan dentro de los animales.

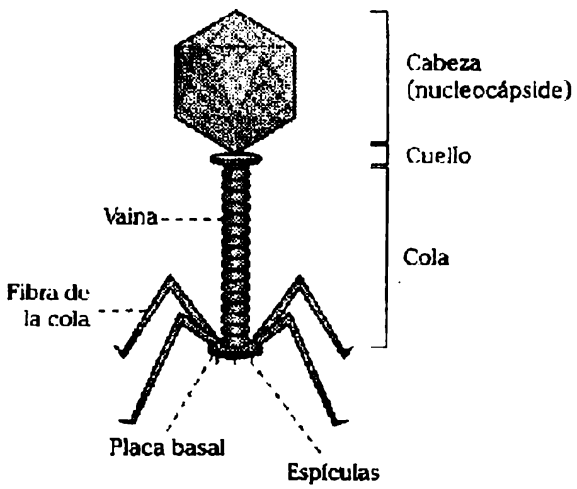
Los virus también pueden tener enzimas **polimerasas** para transcribir el ácido nucleico vírico en ARN mensajero.

Clasificación

De acuerdo al tipo de huésped u hospedador

a. **Virus bacterianos**

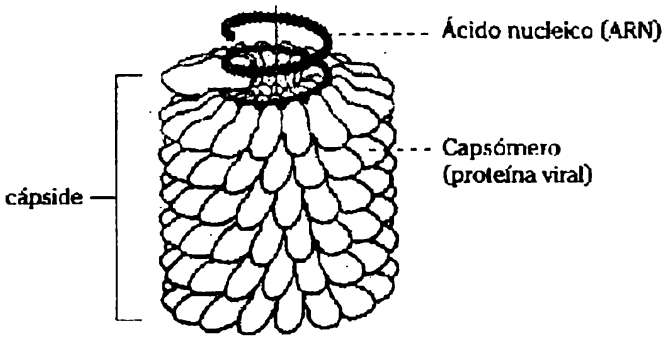
Llamados también bacteriófagos o fagos porque infectan células bacterianas. Presentan una cabeza poliédrica con la molécula de ácido nucleico enrollada dentro de ella y una cola con fibras adherentes que se extienden a partir de ella. Por ejemplo, tenemos el virus M4 y el virus T2.



b. Virus vegetales

Llamados también fitofagíneos porque infectan células vegetales. Por ejemplo, tenemos el virus del mosaico del tabaco, el virus de la plaga amarilla del durazno y el virus del enrollamiento de las hojas del tomate.

Virus del mosaico del tabaco



c. Virus animales

Llamados también zoofagíneos porque infectan células animales. Como ejemplos tenemos el virus del cólera porcino, el virus de la fiebre aftosa en vacunos, el virus del distémper canino (en perros) y el virus New Casttle (en aves).

d. Virus humanos

Los virus que afectaban a los humanos eran clasificados de acuerdo a los órganos que infectaban, así tenemos:

Virus	Afectan	Enfermedad
Dermotrópicos	la piel	sarampión, rubeola, varicela
Neurotrópicos	el sistema nervioso	rabia, poliomielitis
Viscerotrópicos	las vísceras: hígado, intestino	hepatitis, ébola
Linfotrópicos	los ganglios linfáticos y a los linfocitos	Slda
Flebotrópicos	los vasos sanguíneos	dengue
Adenotrópicos	las glándulas	parotiditis (paperas)

También existen **virus oncogénicos** que inducen mutaciones en los genes que controlan el ciclo celular, transformándolos en oncogenes, produciendo así diversas formas de cáncer. Los oncovirus con ARN están relacionados con leucemia, sarcoma y linfoma. Los oncovirus con ADN están relacionados al herpes simple y al papiloma humano (VPH).

De acuerdo al tipo de ácido nucleico

Virus ADN. Llamados también desoxirribovirus. Tienen como material genético al ADN que puede ser lineal o circular, monocatenario o bicatenario. Ejemplos: los virus de la varicela, viruela, herpes, hepatitis B, conjuntivitis viral, etc.

Virus ARN. Llamados también ribovirus. Tienen como material genético al ARN, el cual puede ser lineal o circular, monocatenario o bicatenario. Ejemplos: los virus de la polio, sarampión, hepatitis A, resfrío común, fiebre amarilla, dengue, gripes o influenzas, rabia, leucemia, VIH/Sida, etc.

Ciclo viral de un bacteriófago

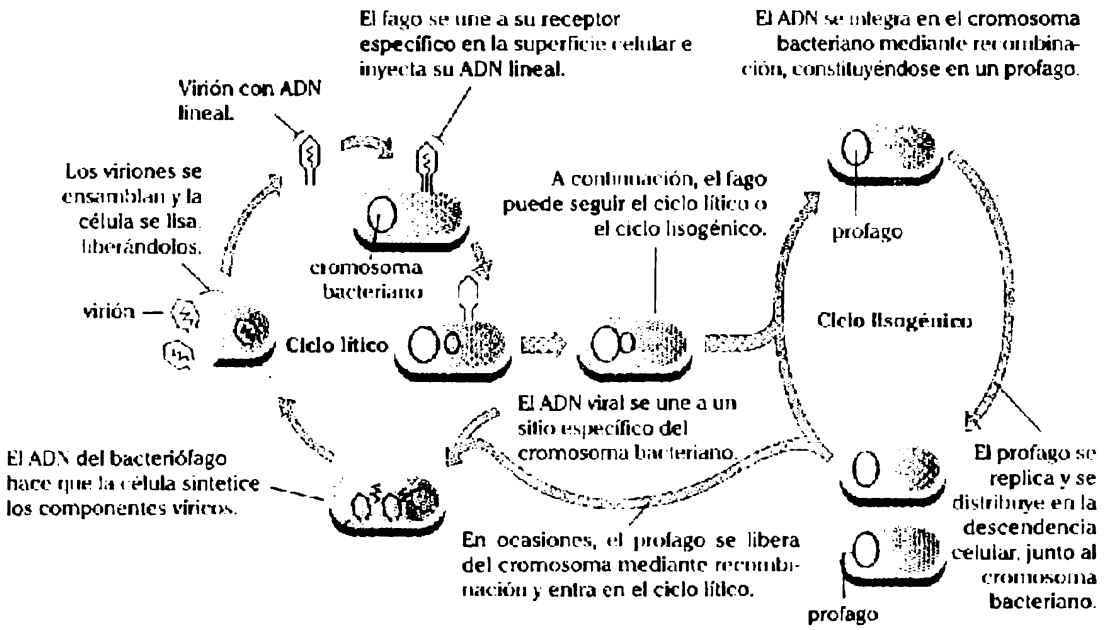
Ciclo lítico

Es aquel en el cual el virus se multiplica, y luego sale provocando la lisis celular, es decir, la muerte de la célula. Etapas:

- ✓ **Fase de fijación o adsorción.** El virus fago se adhiere a la superficie de la célula hospedadora.
- ✓ **Fase de penetración.** Ingresa el genoma del virión.
- ✓ **Fase de integración.** El ADN viral se integra al ADN de la célula hospedadora (provirus).
- ✓ **Fase de eclipse o replicación.** el ácido nucleico se replica y se sintetizan las proteínas virales.
- ✓ **Fase de ensamblaje.** Las cápsides recién formadas empaquetan el ácido nucleico dentro de ellas, para así formar nuevos virus.
- ✓ **Fase de lisis.** Los nuevos virus salen de la célula hospedadora ocasionando su muerte (lisis celular).

Ciclo lisogénico

Ciclo en el cual el ADN viral (provirus) se mantiene integrado al ADN de la célula hospedadora sin provocar la lisis celular. La célula continúa su ciclo (interfase y división) sin verse afectada.



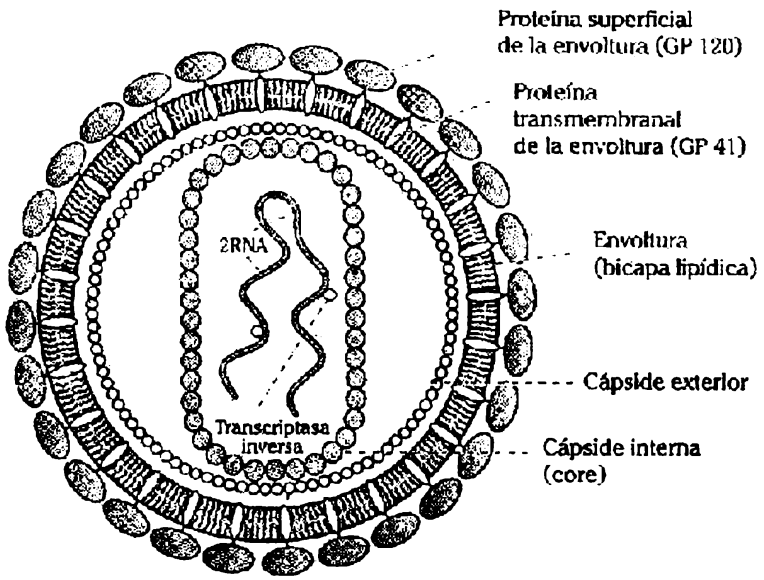
El VIH/Sida

Es un retrovirus humano, agente causal del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (sida). VIH significa virus de inmunodeficiencia adquirida.

El VIH/Sida infecta a las células que presentan receptor CD4 tales como los linfocitos T4 (auxiliares o Helper), macrófagos y microglias cerebrales.

El VIH/Sida se caracteriza por presentar dos moléculas de RNA monocatenario y una envoltura lipoproteica; y por utilizar el ARN como molde para la síntesis de ADN viral, durante su replicación, el proceso es catalizado por la enzima retrotranscriptasa.

Estructura del virus VIH (Inmunodeficiencia)



En la estructura del VIH/Sida se encuentra una envoltura con doble capa de lípidos que deriva de la célula hospedadora, espículas glicoproteicas (GP 41 y GP 120) que sobresalen de la envoltura, cápside externa, con la proteína P17, core tipo tronco-cono, constituido básicamente por dos moléculas de RNA y dos moléculas de enzima transcriptasa inversa (retrotranscriptasa).

OTRAS PARTÍCULAS INFECCIOSAS

Viroides

Son partículas infecciosas aún más simples que los virus, atacan a las células vegetales perjudicando los cultivos.

Estos están formados por una sola molécula de ARN y no poseen la cubierta proteica o cápside.

Ejemplos:

- Viroide del enanismo clorótico del tomate (TCDVd).
- Viroide australiano de la vid (AGVd).
- Viroide del fruto picado de manzano (ADFVd).

Priones

Los priones son proteínas anormales, producto de una mutación genética.

El prión puede interactuar con proteínas normales, forzándolas a plegarse de manera anormal, estas a lo largo del tiempo se van acumulando en el tejido nervioso, generando las enfermedades neurodegenerativas como:

- El kuru.
- El scrapie.
- El síndrome de las vacas locas o encefalopatía espongiforme bovina.

Bacterias

Son organismos que carecen de núcleo, no poseen membranas nucleares y su información genética está contenida en una molécula de ADN circular desnudo, carente de proteínas histonas.

Clasificación

De acuerdo a los planteamientos evolutivos de Carl Woese (1979), el concepto de bacteria sería aplicable tanto a las bacterias típicas llamadas también **eubacterias**, como a las extremófilas (que viven en condiciones extremas) llamadas **arqueobacterias**.

- **Arqueobacterias**
  - ✓ Termoacidófilas
  - ✓ Metanógenas
  - ✓ Halobacterias
- **Eubacterias**
  - ✓ Bacterias verdes
  - ✓ Cianobacterias
  - ✓ Bacterias gram positivas
  - ✓ Bacterias gram negativas
  - ✓ Espiroquetas
  - ✓ Rickettsias
  - ✓ Clamídeas
  - ✓ Micoplasmas

Características

- ✓ Son procariontes, sin núcleo.
- ✓ Pueden ser unicelulares o coloniales.
- ✓ Son cosmopolitas, se los encuentra en la atmósfera, hidrósfera y litósfera.
- ✓ Se reproducen asexualmente por bipartición (fisión binaria).
- ✓ Forman esporas, como estructuras de resistencia.
- ✓ Su respiración puede ser anaeróbica o aeróbica.

Importancia

a. Ecológica

Ciertas bacterias ambientales, del género *Bacillus*, descomponen la materia orgánica muerta en inorgánica, para su reutilización por los productores de un ecosistema.

b. Agrícola

Las bacterias del género *Rhizobium*, que viven en relación de simbiosis con las raíces de las plantas leguminosas, fijan nitrógeno atmosférico, que luego es utilizado por las plantas para la elaboración de sus proteínas.

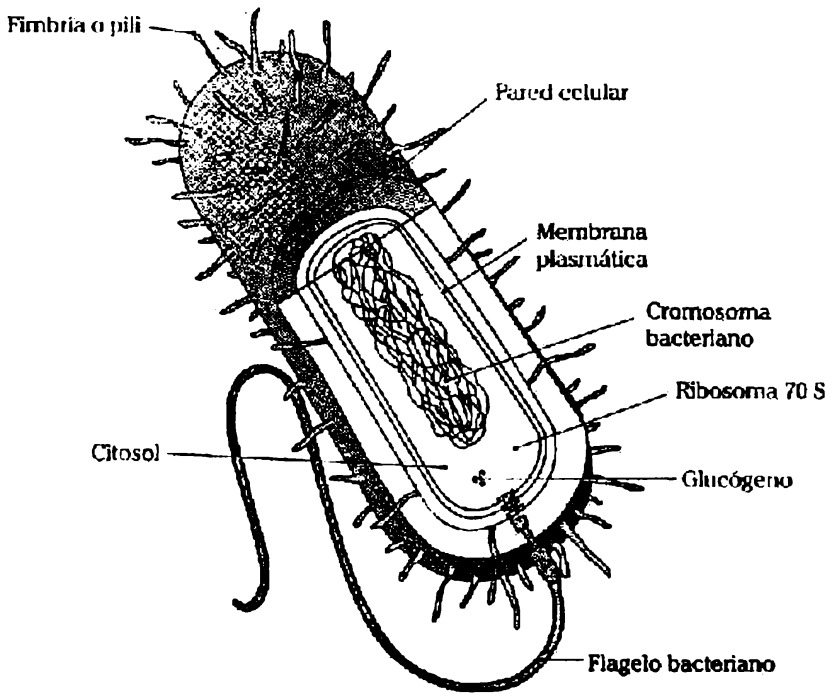
c. Industrial

La bacteria *Lactobacillus bulgaricus* se usa para la producción industrial de yogur, transforman el azúcar de la leche en ácido láctico dando un sabor agrio. Otras se usan en la producción de quesos.

d. Médica

Muchas bacterias causan enfermedades en el hombre y los animales, tales como la fiebre tifoidea, el cólera, la tos convulsiva, la difteria, el tétanos, el botulismo, el ántrax, entre otros.

ESTRUCTURA DE LAS EUBACTERIAS



La cápsula

Es la cubierta externa, constituida por polisacáridos (derivados de la celulosa). La cápsula es una protección contra la fagocitosis, evita que las bacterias sean fagocitadas, la adhesión de los fagos y la desecación. Está presente en algunas bacterias patógenas.

BACTERIAS CON CÁPSULA

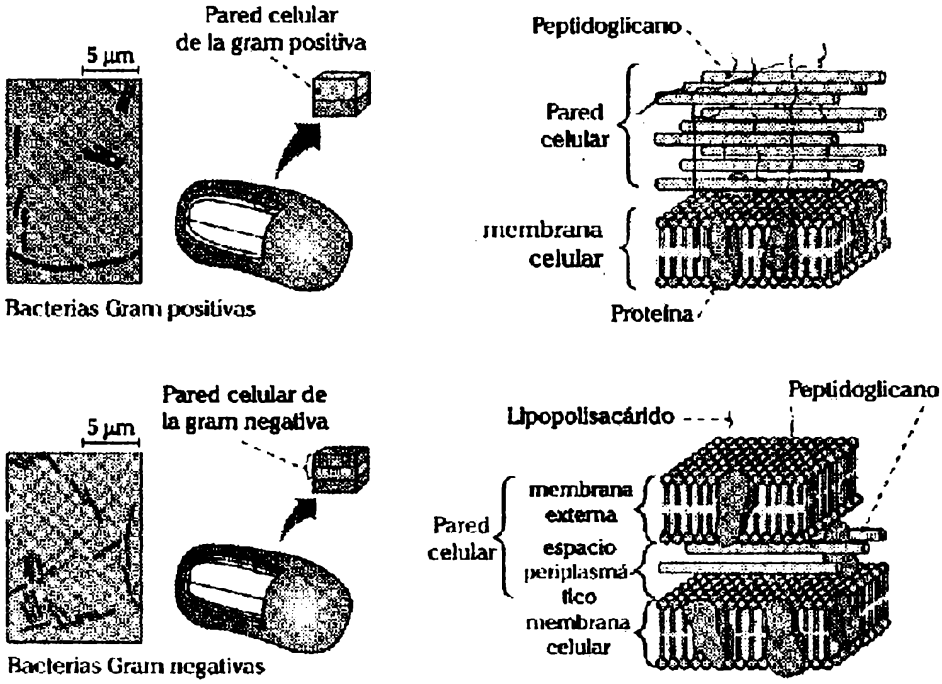
Agente causal	Enfermedad
Bacillus anthracis	ántrax
Streptococcus mutans	caries dental
Streptococcus pneumoniae	neumonía
Haemophilus influenza	meningitis

La pared celular

Brinda protección osmótica a la célula bacteriana y actúa como antígeno bacteriano.

✓ En bacterias gram positivas la pared celular es gruesa y está compuesta principalmente por peptidoglucano o mureína y abundante ácido teicoico. Se colorean con la técnica de gram.

✓ En las bacterias gram negativas la pared celular es delgada, está compuesta de peptidoglucano y una membrana externa de lipopolisacáridos y lipoproteínas, que sirven de barrera impermeable para evitar la pérdida de enzimas o el ingreso de sustancias tóxicas.



La membrana citoplasmática

Está constituida por una bicapa lipídica y por proteínas integrales y periféricas. Se caracteriza por carecer de colesterol y de otros esteroides.

Los mesosomas

Son invaginaciones de la membrana citoplasmática. Existen dos tipos de mesosomas:

✓ **Mesosoma lateral.** Presenta la cadena transportadora de electrones para la síntesis de ATP durante el proceso de la respiración celular.

✓ **Mesosoma de tabique.** Sirve como punto de fijación del cromosoma bacteriano. Permite la segregación del cromosoma bacteriano durante la bipartición.

Las fimbrias o pili

Son apéndices cortos y delgados, de naturaleza proteica, compuestos de pilina. Existen dos tipos:

✓ **Pili ordinario.** Permite la adhesión de la bacteria a un sustrato, la adherencia de las bacterias simbióticas y parásitas a las células del huésped.

✓ **Pili sexual.** Permite la conjugación bacteriana (mecanismo de transferencia de genes).

Los flagelos

Son apéndices que se encargan de la locomoción bacteriana, son de naturaleza proteica y están compuestos de flagelina. No todas las bacterias tienen flagelos. Las bacterias que los poseen de acuerdo a la cantidad y ubicación de sus flagelos se clasifican en

- ✓ **Monótrica.** Bacteria con un solo flagelo. (*Vibrio cholerae*)
- ✓ **Lofótrica.** Bacteria con varios flagelos en un mismo punto. (*Spirillum volutans*)
- ✓ **Anfítrica.** Bacteria con un flagelo a ambos extremos.
- ✓ **Perítrica.** Bacterias con flagelos por toda su superficie. (*Escherichia coli*)

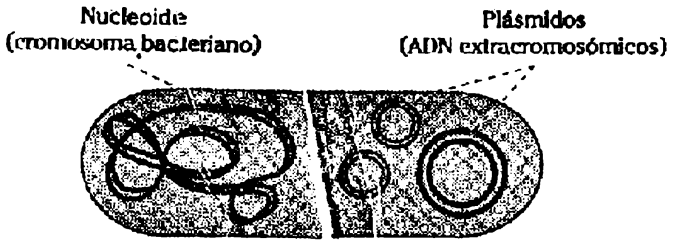
El citoplasma

Estructura carente de citoesqueleto y organelas membranosas. Presenta:

Ribosomas	Tienen un valor de sedimentación 70 S y están constituidos por subunidades de 50 S y 30 S. Se encargan de la síntesis de proteínas.
Sustancia de reserva	La principal sustancia de reserva es el glucógeno (polímero de glucosas). Adicionalmente gránulos de volutina (fosfato) también azufre, magnetita, etc.
Citosol	Coloide en el que se realiza la glucólisis y las fermentaciones.

El nucleoide

Es la región constituida por una molécula de ADN circular desnudo sin histonas, también es denominado cromosoma bacteriano.



Bacteria

Los plásmidos

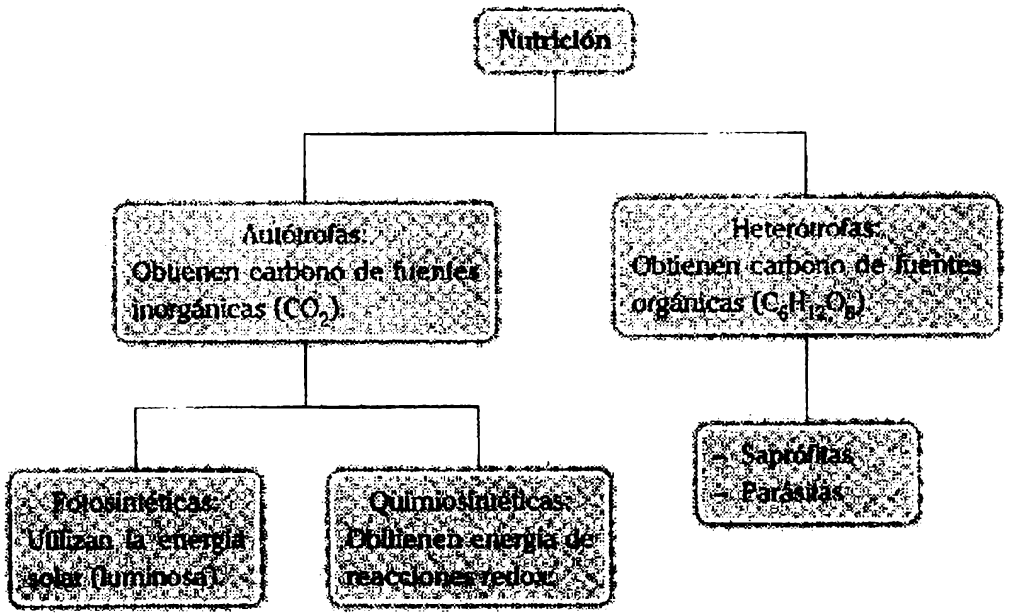
Son pequeñas moléculas de ADN circular que contienen genes relacionados a la patogenicidad.

Las laminillas fotosintéticas

Son invaginaciones de la membrana citoplasmática presentes solo en las bacterias fotosintéticas. En las bacterias verdes es el lugar de la fase luminosa de la fotosíntesis debido a la presencia del fotosistema I, donde se localiza como principal pigmento fotosintético la bacterioclorofila A.

Las esporas

En condiciones ambientales adversas algunas bacterias forman estructuras de resistencia denominadas endosporas. Las esporas son células metabólicamente inactivas o de metabolismo muy bajo. Por ejemplo, tenemos las esporas formadas por el *Bacillus cereus* y las formadas por los clostridios, el *Clostridium tetani* (bacteria que causa el tétanos) y el *Clostridium botulinum* (bacteria que causa el botulismo).



Reproducción asexual

Las bacterias se reproducen rápidamente (15-20 minutos) por división celular simple y directa, proceso denominado fisión binaria o bipartición. En este proceso se producen dos bacterias idénticas. Etapas: 1) duplicación del ADN bacteriano; 2) formación de los tabiques; 3) separación de los ADN por los tabiques; y 4) separación del contenido citoplasmático mediante el cual se obtienen dos bacterias idénticas.

Mecanismos de transferencia genética

a. Conjugación

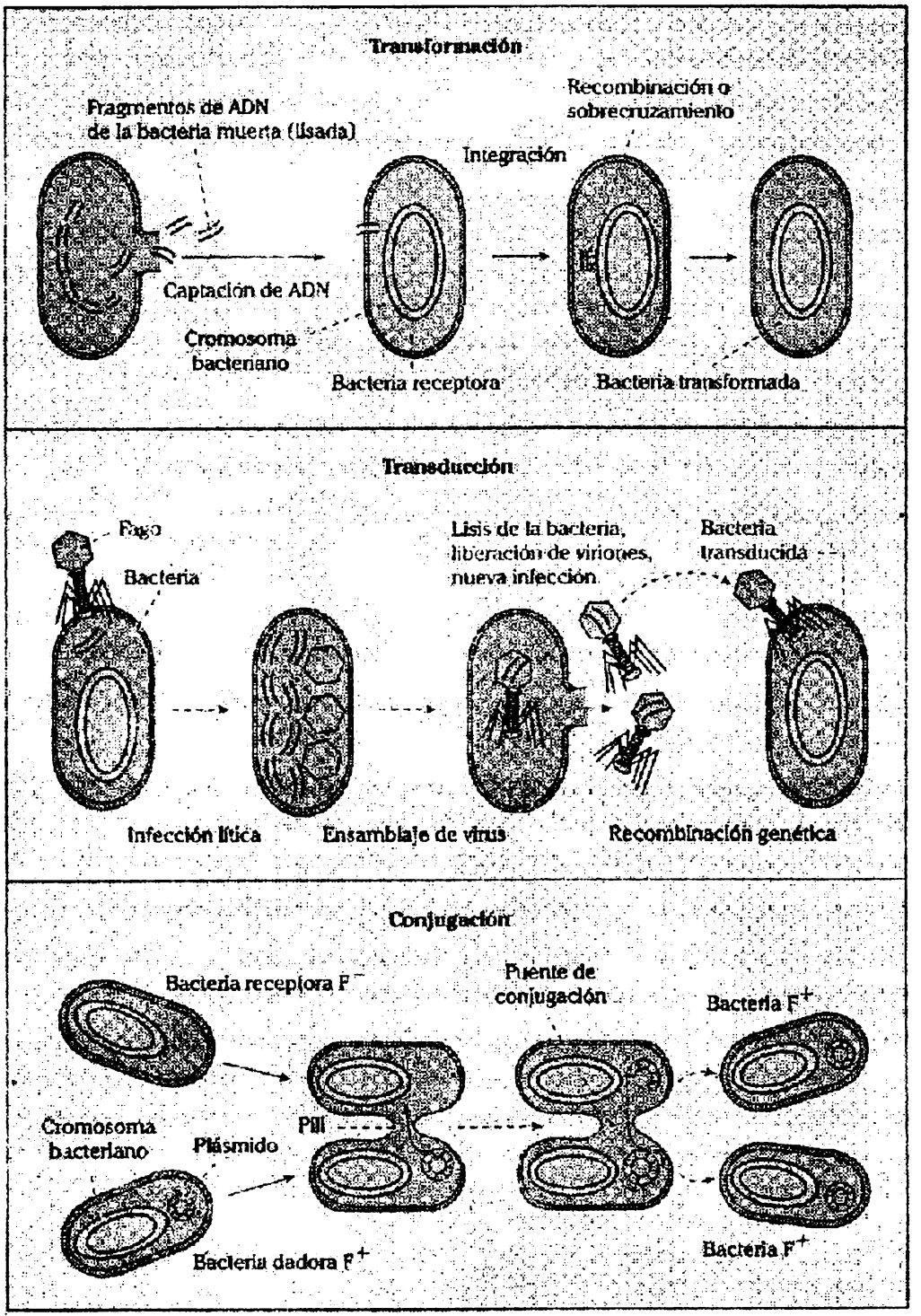
Proceso por el cual el ADN se transfiere de una a otra bacteria, a través del pili sexual. Las etapas son: 1) formación del puente conjugante; 2) una cadena del plásmido pasa a través del pili de una bacteria a otra bacteria; y 3) se duplica la cadena de ADN faltante del plásmido en ambas bacterias.

b. Transformación

Proceso por la cual una bacteria capta el ADN liberado por una bacteria lisada o muerta. Consta de las siguientes etapas: 1) bacteria lisada; 2) captación del ADN liberado de la bacteria lisada por una bacteria viva; y 3) integración del ADN captado al ADN de la bacteria viva.

c. Transducción

Es la transferencia de ADN de una a otra bacteria a través de un virus llamado bacteriófago, que actúa como vector o vehículo.


Transformación
Fragmentos de ADN de la bacteria muerta (lisada)
Recombinación o sobrecruzamiento
Integración
Captación de ADN
Cromosoma bacteriano
Bacteria receptora
Bacteria transformada
Transducción
Fago
Bacteria
Lisis de la bacteria, liberación de viriones, nueva infección
Bacteria transducida
Infección lítica
Ensamblaje de virus
Recombinación genética
Conjugación
Bacteria receptora F⁻
Puente de conjugación
Bacteria F⁺
Cromosoma bacteriano
Plásmido
Pili
Bacteria dadora F⁺
Bacteria F⁺

Cianobacterias o cianofitas

- ✓ Son organismos procariotas, unicelulares o coloniales de nutrición autótrofa fotosintética oxigénica, con capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico (N_2) para elaborar sus proteínas.
- ✓ R. Whittaker las consideraba algas procarióticas y las llamaba algas verdeazules por la coloración que toman sus colonias. Actualmente son clasificadas como gram negativas.

a. Importancia

- ✓ **Ecológica.** Las cianofitas son productores de alimentos y realizan fotosíntesis oxigénica. Estas algas oxigenan la atmósfera favoreciendo la regeneración de la capa de ozono. Cumplieron un rol importante durante la evolución del planeta, convirtiendo la atmósfera reductora (sin O_2) en oxidante (con O_2), cambio ambiental que desencadenó el surgimiento de los organismos aeróbicos.
- ✓ **Agrícola.** Existen cianofitas del género Nostoc y Anabaena encargadas de fijar nitrógeno atmosférico (N_2) enriqueciendo el suelo con nitritos y nitratos para el cultivo.
- ✓ **Alimenticia.** En los andes peruanos algunas especies son comestibles como el *Nostoc sp.* "cushuro".

b. Características

- ✓ Se caracterizan por presentar vaina mucilaginosa y laminillas fotosintéticas.
- ✓ La **vaina mucilaginosa** está compuesta por sustancias pécticas. Protege de la deshidratación y permiten el desplazamiento de las cianobacterias.
- ✓ Las **laminillas fotosintéticas** o tilacoides, son invaginaciones de la membrana plasmática. Presentan los fotosistemas I y II que contienen como pigmentos a los carotenoides (caroteno), las ficobilinas llamadas ficoeritrina (roja) y ficocianina (azul); y a la clorofila A .
- ✓ Sus sustancias de reserva son el **almidón cianofíceo** y la **cianoficina** (proteína).
- ✓ Las formas unicelulares se reproducen por **fisión binaria**. Las colonias se reproducen por fragmentación de los filamentos dando origen a **hormogonios**.
- ✓ Resisten condiciones extremas formando esporas: **Acinetos**, células vegetativas modificadas que han aumentado de volumen por acumulación de almidón cianofíceo y cianoficina (proteína). Presentan pared gruesa y se encuentran en estado de reposo. **Heterocistos**, son células que fijan nitrógeno. Presentan pared gruesa y constituyen puntos de fragmentación.

1. Los virus son agentes que infectan células. Identifique la alternativa que les corresponde.

A) Pertenecen al reino Monera.
B) Se cristalizan en el estadio extracelular.
C) Todos poseen ADN.
D) Se replican en el estadio extracelular.
E) Poseen cápside de polisacáridos.

UNMSM 2008-I

2. Los virus están en el umbral de la vida conformados por RNA o DNA y proteína, sin embargo, el concepto moderno considera que todos los virus son

A) cristales inertes con replicación extracelular.
B) seres vivos causantes de enfermedades.
C) parásitos intracelulares ocasionales.
D) partículas con alternancia intra y extracelular.
E) seres vivos con capacidad autorreplicante.

UNMSM 2007-II

3. Un virus al ingresar a una bacteria sin afectarla inmediatamente, es un fago

A) oncogénico.
B) inactivo.
C) tumoral.
D) lítico.
E) lisogénico.

UNMSM 2004-I

4. ¿Cuáles de las siguientes enfermedades son causadas por virus?

A) lepra y parotiditis
B) tifoidea y poliomielitis
C) poliomielitis y varicela
D) verruga peruana y cólera
E) fiebre malta y sarampión

UNMSM 2009-II

5. Indique la etapa que no corresponde al ciclo lítico de los virus.

A) Permite formar nuevos virus.
B) Induce la lisis de la célula infectada.
C) Los provirus se mantienen sin dañar a la célula infectada.
D) Se da la transcripción del provirus.
E) Se sintetizan moléculas virales.

6. Identifique a las proteínas infecciosas capaces de generar enfermedades neurodegenerativas.

A) viriones
B) virus
C) viroides
D) priones
E) provirus

7. El VIH es un virus que pertenece a la familia de los retrovirus, debido a que

A) presenta envoltura.
B) están relacionados con el cáncer.
C) sintetizan ADN a partir de ARN.
D) presentan ARN.
E) realizan solo el ciclo lítico.

8. Una de las funciones principales de los antirretrovirales es bloquear la acción enzimática de

A) la transcriptasa inversa.
B) la integrasa.
C) la proteasa.
D) ARN asa.
E) todas

9. ¿Cuál de los siguientes virus presenta como material genético el ADN?

A) Virus de la Influenza
B) VIH/Sida
C) Poliovirus
D) Virus de la hepatitis A
E) Virus de la hepatitis B

10. El VIH/Sida es un virus que principalmente ataca a los linfocitos

A) T-CD4.
B) T-CD8 supresor.
C) T-CD8 citotóxico.
D) B-plasmablasto.
E) NK.

11. Las siguientes bacterias. *Bartonella bacilliformis*, *Rhizobium* y *Lactobacillus bulgaricus* tienen importancia, respectivamente, en

A) medicina humana, agricultura e industria alimentaria.
B) medicina humana, minería e industria alimentaria.
C) veterinaria, farmacia y ecología.
D) biotecnología, ingeniería genética y ecología.
E) medicina, agricultura e industria cervecera.

UNMSM 2003

12. La capa basal de la pared celular bacteriana está formada por

A) lignina.
B) peptidoglucano.
C) pepsinógeno.
D) pectina.
E) quitina.

13. Correlacione las siguientes estructuras bacterianas, con la función que cumplen.

I. Endospora
II. Pared celular
III. Pili
IV. Flagelo

a. transferencia de ADN en la conjugación
b. confiere movimiento
c. confiere resistencia
d. responsable de la forma celular

A) I-c, II-d, III-b, IV-a
B) I-d, II-a, III-c, IV-b
C) I-d, II-c, III-a, IV-b
D) I-a, II-c, III-d, IV-b
E) I-c, II-d, III-a, IV-b

UNMSM 2004-I

14. Durante la conjugación bacteriana, el intercambio de material genético entre dos células bacterianas se realiza a través de

A) las esporas.
B) las fimbrias.
C) los flagelos.
D) los mesosomas.
E) los ribosomas.

UNMSM 2009-II

15. Indique qué característica no corresponde a las cianobacterias.
I. Carecen de fotosistemas.
II. Presenta cianoficina como reserva.
III. Realizan la fase oscura en sus laminillas.
IV. Fueron los primeros fotosintéticos oxigénicos.

A) solo I B) II y III C) solo III
D) III y IV E) I y III

16. Según la técnica de tinción gram, las bacterias que se tiñen de violeta son las ..... y presentan .....

A) gram positivas - doble membrana.
B) gram negativas - una membrana.
C) gram positivas - pared gruesa.
D) gram negativas - doble membrana.
E) gram positivas - pared delgada.

17. Según la forma, relacione correctamente enfermedad con el tipo de bacteria que la produce.
I. Diplococo
II. Estreptococo
III. Espiroqueta
IV. Bacilo
a. sífilis
b. tifoidea
c. gonorrea
d. neumonía

A) I-a, II-b, III-c, IV-d
B) I-c, II-d, III-a, IV-b
C) I-d, II-c, III-b, IV-a
D) I-c, II-a, III-d, IV-b
E) I-d, II-b, III-c, IV-a

18. ¿Cuál es el mecanismo de transferencia horizontal de genes de las bacterias en la cual participan los fagos?

A) Conjugación
B) Transformación
C) Transducción
D) Traducción
E) Transcripción

19. ¿Cuáles son características de las arqueobacterias?
I. Poseen ribosomas 80 S.
II. Su membrana plasmática contiene fosfolípidos.
III. Presentan pared compuesta de pseudopeptidoglucano.
IV. Poseen organelos membranosos.

A) solo II
B) I y III
C) II y IV
D) solo IV
E) solo III

20. Señale qué característica no le corresponde a la reproducción asexual bacteriana.

A) Se da por esporulación.
B) Origina células hijas idénticas.
C) Es de tipo fisión binaria.
D) Es muy rápida, no tiene las etapas de la mitosis.
E) El mesosoma de tabique participa en la segregación del cromosoma.

Protozoarios, algas y hongos

Capítulo VII

Objetivos

- Conocer la estructura y función de los protozoarios, las algas y los hongos.
- Valorar la importancia biomédica, alimenticia o nutricional de estos organismos.

Protozoarios

Son organismos unicelulares, eucariotas de nutrición heterótrofa. La palabra protozoario deriva de las voces griegas *proto*=primero y *zoo*=animal, y es que antiguamente eran clasificados como animales unicelulares. Actualmente son clasificados como protistas en el sistema de Whittaker y protoctistas en el sistema de Margulis.

Características

- ✓ Son seres unicelulares eucariontes.
- ✓ Son de nutrición heterótrofa, se alimentan de partículas sólidas y disoluciones coloidales líquidas, presentes en el ambiente. Los parásitos toman su alimento por los mismos mecanismos, a partir del hospedero.
- ✓ La mayoría se reproducen por división mitótica seguida de bipartición.
- ✓ La forma activa de los protozoos patógenos en el interior de su hospedero se denomina trofozoito.
- ✓ Numerosos protozoos han desarrollado la capacidad de formar estructuras de resistencia a períodos desfavorables como la falta de agua y alimentos, estas estructuras son los quistes. Los quistes también permiten la dispersión de los protozoos.

Clasificación

Se establece de acuerdo a la estructura de locomoción que posee, así tenemos: sarcodinos con pseudópodos, ciliados con cilios, mastigóforos con flagelos y los esporozoarios que son los únicos que producen esporas y carecen de estructuras locomotoras.

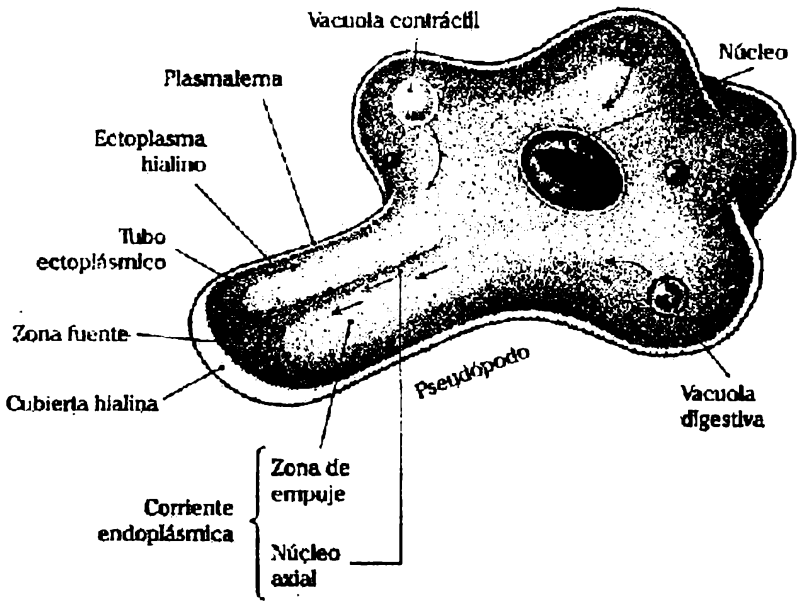
Protozoarios
- ✓ Sarcodinos
- ✓ Ciliados
- ✓ Mastigóforos
- ✓ Esporozoarios

Los sarcodinos

Comprende a protozoarios que se encuentran en agua dulce, estanques y lagos o en los océanos, moviéndose por medio de extensiones del citoplasma llamadas pseudópodos. Los **pseudópodos** son proyecciones que sirven en la locomoción y en la alimentación (por fagocitosis y pinocitosis).

Dentro de los sarcodinos destacan las amebas como la *Entamoeba histolytica* el agente causal de la disentería amebiana, que es una enfermedad donde el afectado padece de diarreas muco sanguinolentas. Además de los rizópodos, grupo al cual pertenecen las amebas, tenemos protozoarios con conchas como los radiolarios que tienen una concha cristalina compuesta de sílice y los foraminíferos que tienen una concha de carbonato de calcio.

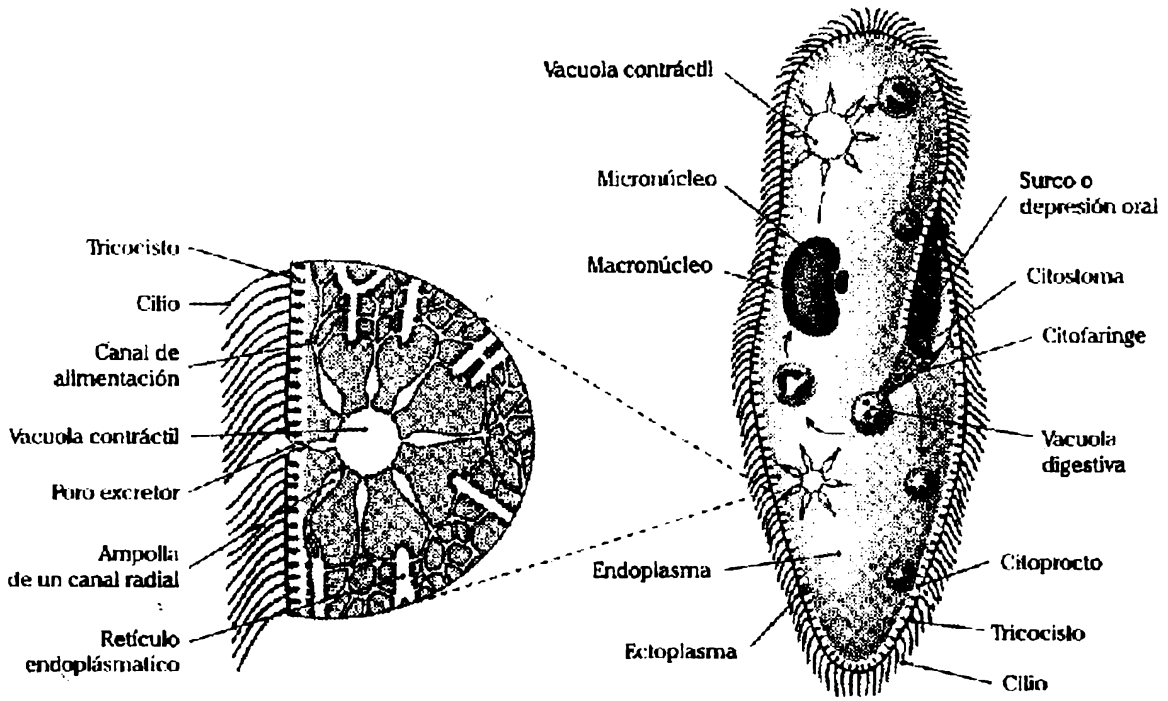
Ameba



Los ciliados

Son protozoarios que se movilizan mediante estructuras parecidas a pestañas vibrátiles denominadas **cilios**. Los cilios son apéndices locomotores cortos de estructura microtubular 9+2. Los paramecios son los ciliados representativos. Tienen un núcleo grande llamado macronúcleo que es el centro de control activo de la célula; y un micronúcleo que es importante en la conjugación y autogamia, mecanismos de sexualidad que permiten la mezcla y recombinación genética. Asimismo, presentan el **citostoma** (boca celular) a través del cual se alimentan de bacterias, hongos u otros protozoarios y el **citopigio** (ano celular) por donde las partículas no digeridas son eliminadas.

Paramecio



Los mastigóforos

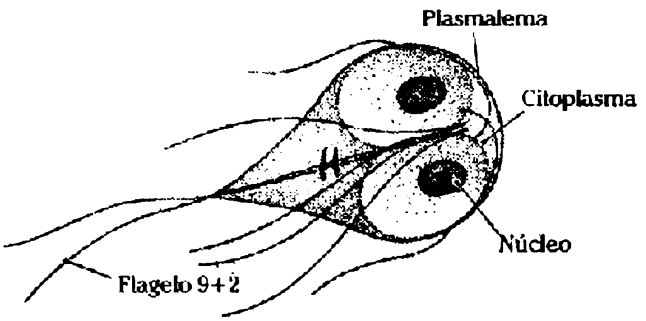
Se trata de protozoarios que poseen uno o más flagelos, algunos con una membrana ondulante, utilizados para desplazarse y capturar sus alimentos. Los flagelos son apéndices locomotores largos de estructura microtubular 9+2.

Algunos flagelados son de vida libre y otros parásitos. Dentro de los mastigóforos destacan los parásitos tales como la *Trypanosoma cruzi* que causa el mal de chagas en los seres humanos, a menudo invade el tejido cardíaco produciendo la muerte.

Los síntomas recurrentes que afligieron a Charles Darwin durante gran parte de su vida, parecen ser debidos al mal de chagas, que contrajo durante su viaje por Sudamérica.

Otros flagelados importantes son la *Giardia lamblia* que genera el síndrome de la mala absorción, en los seres humanos, principalmente en los niños y la *Trichomona vaginalis* parásito de la vagina y del tracto genital en el hombre, que es transmitida por relaciones sexuales.

Giardia



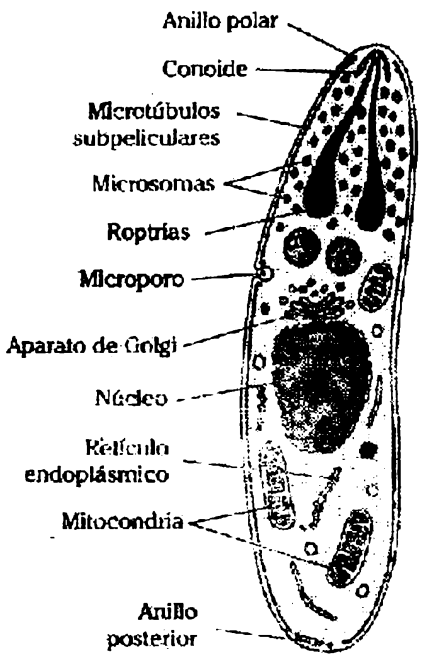
Los esporozoarios

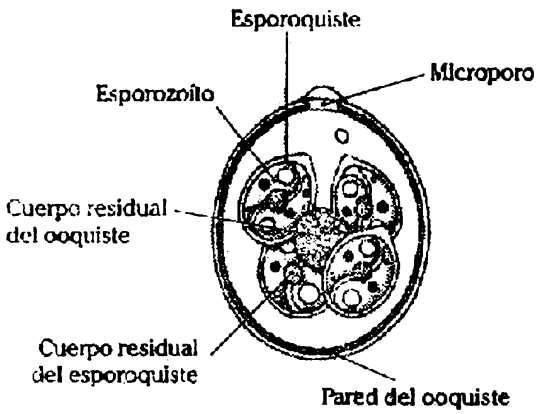
Son protozoarios parásitos que en la etapa asexual de su ciclo de vida forman muchas células pequeñas llamadas esporas. Asimismo, carecen de apéndices locomotores.

Los esporozoarios más conocidos son los miembros del género *Plasmodium*, los seres humanos somos huéspedes de varias especies de *Plasmodium*, causantes del paludismo, tales como el *Plasmodium vivax*, el *Plasmodium malariae* y el *Plasmodium falciparum*, de los cuales el *Plasmodium falciparum* es el agente más grave, causante del maligno paludismo terciario.

Otro esporozoario importante es el *Toxoplasma gondi* transmitido como quistes y esporas en las heces de gatos infectados y que causa una infección de gravedad en embriones humanos, los que podrían ser abortados por la madre gestante.

Plasmodio





Algas

Son organismos unicelulares o pluricelulares eucariontes de nutrición autótrofa fotosintética. Debido a su nutrición fotosintética antiguamente eran clasificadas como plantas, actualmente son clasificados como protistas en el sistema de Whittaker y como protoctistas en el sistema de Margulis.

Importancia

Casi toda la fotosíntesis en el mar, y la mayor parte de la que tiene lugar en agua dulce, están a cargo de las algas que conforman el fitoplancton, constituyendo el inicio de las cadenas alimenticias en dichos lugares.

Asimismo, son importantes como fuente de alimento para el hombre. Algas como los yuyos se usan en nuestra alimentación.

Características

- ✓ Son unicelulares, coloniales o pluricelulares.
- ✓ Son eucariontes.
- ✓ Su nutrición es autótrofa fotosintética.

Clasificación

Las algas se clasifican teniendo en cuenta los pigmentos de sus plastidios, las sustancias de reserva y los componentes de su pared celular, así tenemos:

Protozoarios
- ✓ Euglenofilas
- ✓ Pirrofitas
- ✓ Crisofitas
- ✓ Teofitas
- ✓ Rodofitas
- ✓ Clorofitas

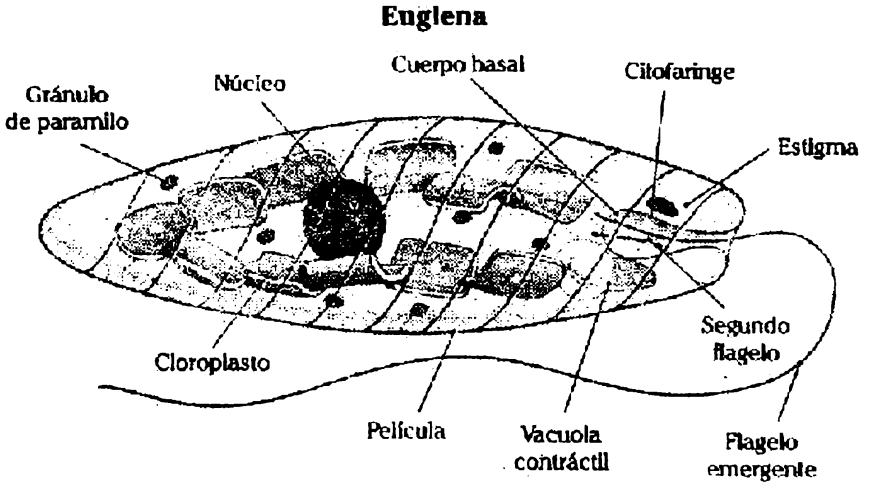
Euglenofitas

Representan a un pequeño grupo de algas unicelulares que se encuentran principalmente en el agua dulce.

Se caracterizan por carecer de pared, pero su membrana citoplasmática se halla reforzada por una película proteica. Contienen cloroplastos con clorofila y almacenan carbohidratos en forma de paramilón.

Un organismo representativo es la *Euglena viridis*, euglena que se caracteriza por ser una célula alargada con un núcleo y numerosos cloroplastos en el citoplasma, presentan movilidad gracias a un flagelo emergente ubicado en el extremo anterior de la célula.

Aparte de ser fotosintético, este organismo puede absorber nutrientes orgánicos del medio y puede vivir sin luz, es decir, tiene nutrición mixótrofa.



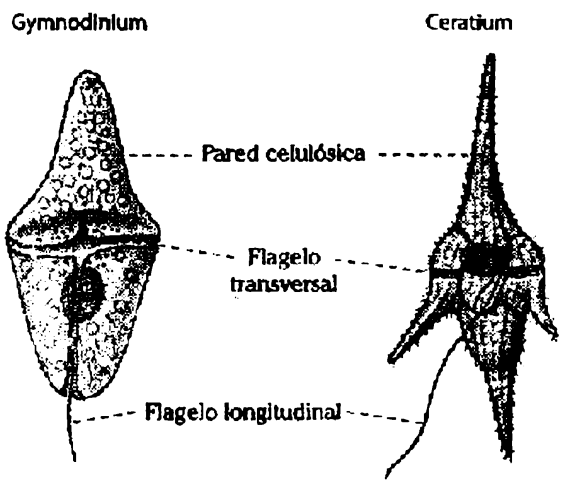
Pirrofitas

La palabra *pyrro* significa fuego y fue la bioluminiscencia de muchas especies lo que inspiró sin lugar a dudas el nombre del grupo.

Se caracterizan por ser algas unicelulares que presentan un par de flagelos situados a lo largo de unos surcos opuestos en sus gruesas paredes celulósicas. Asimismo llevan plastidios cafés denominados xantoplastos que contienen clorofila y diversos carotenoides, almacenan almidón y aceites.

La proliferación explosiva de estas algas genera el fenómeno llamado marea roja, en él mueren grandes cantidades de peces y muchas especies de invertebrados por acción de las toxinas liberadas por estos microorganismos, por ello reciben el nombre de dinoflagelados.

Como ejemplo tenemos a los géneros: *Noctiluca, Glenodinium, Ceratium, Gymnodinium* y *Gonyaulax*.

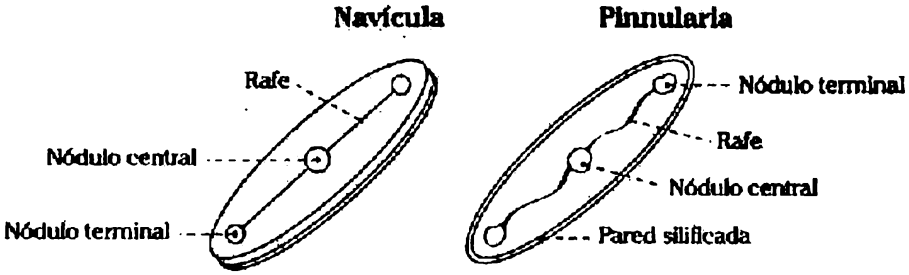


Crisofitas

Las crisofitas más estudiadas son las diatomeas, se tratan de las algas más abundantes de los mares.

Se caracterizan por ser unicelulares de paredes silificadas, cuyas mitades ensamblan entre sí. Realizan fotosíntesis en los xantoplastos, que contienen clorofila y un pigmento carotenoide amarillo parduzco llamado fucoxantina. Almacenan grasas, aceites y polisacáridos como la crisolaminarina.

Los restos de paredes celulares, a base de sílice, forman sedimentos en el fondo de los océanos, que por movimientos geológicos se elevan a la superficie, y se extrae la tierra de diatomeas, que se utiliza en la fabricación de ladrillos refractarios, filtros y abrasivos (pastas dentales, limaduras, etc.).



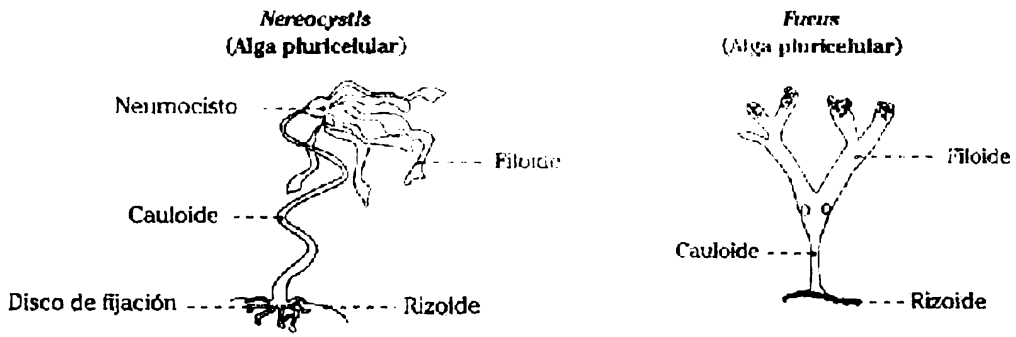
Feofitas o algas pardas

Estas algas pueden alcanzar dimensiones gigantescas, pues no son raros los sargazos de más de 50 metros de largo.

Se caracterizan por ser algas pluricelulares. Su cuerpo tiene rizoides (estructuras análogas a las raíces), cauloides (estructuras análogas al tallo) y filoides (estructuras análogas a las hojas), asimismo se distinguen por presentar unas cámaras de aire denominadas neumocistos, con lo cual flotan en la superficie.

A nivel celular realizan fotosíntesis en feoplastos que contienen clorofila y el carotenoide fucoxantina. Su reserva son aceites y el polisacárido laminarina. Su pared celular celulósica contiene además un carbohidrato llamado algina, que gelifica y espesa por lo que se le usa en la fabricación de dulces, pasta dental y cosméticos.

Como ejemplos tenemos a los géneros: *Nereocystis, Laminaria, Mucus* y *Sargassum.*



Rodofitas o algas rojas

Las algas rojas son especies marinas que se encuentran a mayor profundidad (100 - 200 metros de la superficie).

Se caracterizan por presentar rodoplastos que contienen clorofila, pero su color rojizo se debe a la presencia de los pigmentos accesorios ficoeritrina y ficocianina. Su pared celular contiene celulosa y sustancias gelatinosas denominadas pectinas, carragenanos y agar-agar. El agar-agar se utiliza como medio de cultivo para estudiar bacterias.

Varias algas se utilizan como alimento, porque son ricas en proteínas, por ello se debe promover su consumo en forma natural o procesada. Por ejemplo, *Porphyra* es la base para preparar el nori, un plato japonés muy apreciado.

Otras algas de este grupo son de los géneros: *Gelidium, Gracilaria y Gigartina (Yuyos).*

Porphyra sp

Clorofitas o algas verdes

Son las más diversas de todas las algas, las hay unicelulares, coloniales o pluricelulares.

Se caracterizan por presentar cloroplastos con clorofila y carotenoides, asimismo almacenan almidón y su pared celular es celulósica. Debido a ellas se consideran ancestros directos de las plantas terrestres.

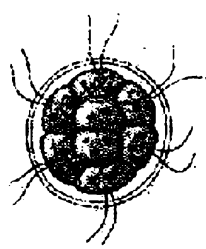
Las *Chlamydomonas* son algas verdes unicelulares que viven en agua dulce, tienen un solo cloroplasto que contiene un cuerpo denominado pirenoide (productor de almidón).

Las algas *Pandorina y Volvox* son algas coloniales. Las colonias difieren de organismos pluricelulares por carecer de tejidos, las células individuales preservan en las colonias un alto grado de independencia.

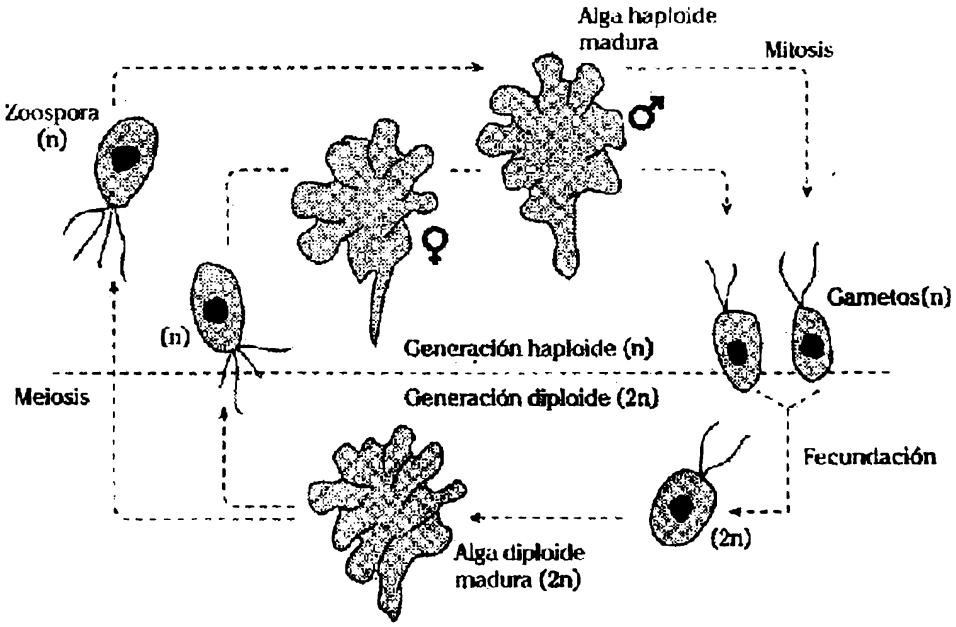
La pluricelularidad se ve en algas verdes como la *Spryrogyra* y la *Ulva fasciata* "lechuga de mar".

Chlamydomonas
(Unicelular)

Pandorina
(Colonial)



Ciclo vital de ulva



Hongos

Son organismos unicelulares o pluricelulares que antiguamente se les incluía dentro del reino de las plantas, pero con los aportes de Whittaker se ha constituido como un reino aparte, debido a su nutrición heterotrófica absortiva, ya que carecen de clorofila.

Importancia

Dentro de los hongos encontramos algunos que sirven en la alimentación como los champiñones y las levaduras en la elaboración del pan. Otros causan enfermedades en las plantas como la roya del tallo del trigo; el pie de atleta, la candidiasis y la tiña del cabello en humanos.

Los hongos participan en la desintegración de la materia orgánica de los ecosistemas.

Características

- ✓ Son organismos unicelulares o pluricelulares. Los unicelulares denominados levaduriformes o levaduras. Los hongos pluricelulares tienen un cuerpo formado por filamentos denominados hifas, que en conjunto forman el micelio, pueden ser moho o setas.
- ✓ Son eucariontes.
- ✓ Sus células poseen paredes celulares, esta pared suele presentar quitina y celulosa como sus principales componentes.

- ✓ Su nutrición es heterótrofa de tipo absortiva.
- ✓ Se reproducen mediante esporas, las cuales pueden ser sexuales o asexuales. A la etapa sexual se le conoce como etapa perfecta y a la etapa asexual como etapa imperfecta.
- ✓ Las esporas son células con gran capacidad de resistencia a las condiciones adversas; permiten la dispersión de los hongos.
- ✓ Algunos se asocian con otros organismos. Cuando se asocian con algunas algas forman los **líquenes**, una relación mutualística donde el hongo proporciona humedad y soporte, mientras que el alga proporciona alimento fotosintetizado. También se asocian con las raíces de plantas formando las **micorrizas**.

Clasificación

Hongos mucosos

Son hongos amiboides y holozoicos. Están constituidos de una masa de protoplasma (en el cual los núcleos no están separados por paredes celulares), esta masa es denominada plasmodio. Este plasmodio se desplaza lentamente por el sustrato, ingiriendo bacterias y otras partículas orgánicas.

Hongos eumicetos o verdaderos

La clasificación se basa en el tipo de esporas sexuales. Comprenden tres grupos naturales: *ficomycetos*, *ascomycetos* y *basidiomycetos*, más un grupo artificial, los *deuteromicetos* o *fungi imperfecti*.

a. Ficomicetos (hongos algales)

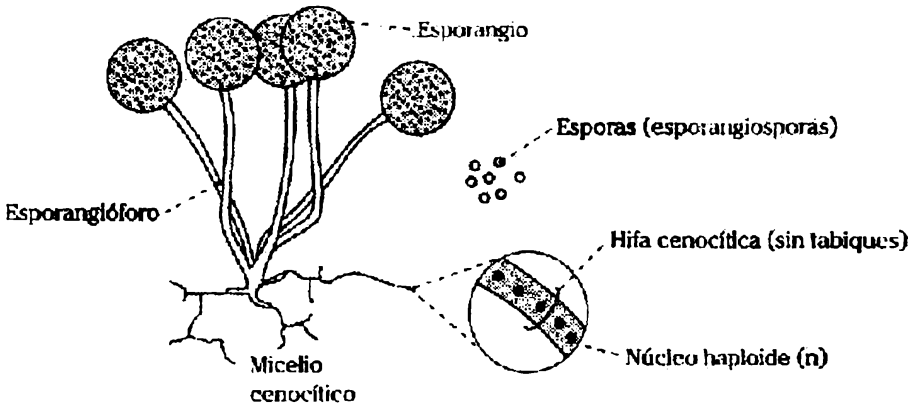
Son hongos filamentosos cenocíticos, con hifas sin tabique. Forman esporas en estructuras denominadas *esporangios*. Los grupos más importantes son los *oomycetos* y los *zygomycetos*.

Los oomicetos se caracterizan por tener la celulosa como constituyente principal de su pared celular. Asimismo, por formar esporas flageladas. Por ejemplo, tenemos a las saprolegnias, mohos acuáticos parásitos de peces, también son muy importantes los mohos terrestres del género *Phytophtora*, que destruyen los cultivos de papa.

Los zygomicetos no presentan flagelo de ningún tipo. La reproducción asexual comprende el desarrollo directo de esporas por mitosis, mientras que la reproducción sexual implica fusión de gametangios multinucleados, produciéndose así una zigospora multinucleada (2n) que luego realiza meiosis, proceso mediante el cual se forman esporas haploides.

Por ejemplo, el *Rhizopus nigricans* (moho negro del pan) es un hongo saprófito, que se desarrolla sobre el pan húmedo, aunque también es un parásito de plantas como las fresas. Ciertos componentes químicos, como el propionato de calcio, tienden a retardar el deterioro del pan debido a su acción sobre estos hongos.

Estructura de un hongo ficomiceto



b. Ascomicetos

Es el grupo más grande de hongos. Entre ellos hay formas unicelulares (levaduras) y multicelulares.

Se caracterizan por presentar hifas septadas, cada septo comúnmente presenta una abertura central por la que se da la comunicación intercelular, formar esporas asexuales llamadas **conidiosporas** en el extremo de sus hifas y por formar esporas sexuales llamadas ascosporas en las ascas.

Las levaduras son hongos ascomicetos unicelulares, se reproducen asexualmente por **gemación** y sexualmente por medio de **ascosporas**.

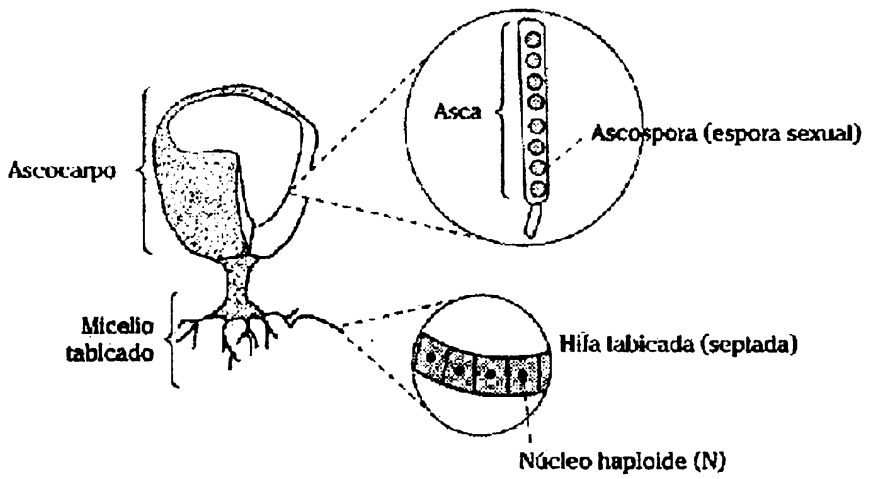
Las **ascosporas** resultan de un proceso complejo, primero se fusionan dos células que forman un núcleo que experimenta meiosis y forma un asca con cuatro ascosporas, las que luego por mitosis generan un total de ocho ascosporas.

Las levaduras tienen importancia económica, debido a las fermentaciones que efectúan. *Saccharomyces cerevisiae* es una levadura utilizada para la elaboración de cerveza y pan. Con la fermentación alcohólica se forma CO_2 y etanol. En la elaboración de pan el CO_2 queda atrapado en la masa de harina y hace que esta se infle, en el horno el etanol se evapora y la levadura muere.

La *Neurospora sp.* es un hongo que se utiliza en los estudios genéticos, debido a su cultivo fácil y rápida reproducción, además de la ventaja de realizar procesos de fusión nuclear y de división reduccional en el asca.

Las trufas y colmenillos son ascomicetos pluricelulares comestibles. Sus esporas sexuales (ascosporas) son producidas en ascas (*askos*= saco) presentes en un cuerpo fructífero o ascocarpo, este es un agregado de hifas reproductivas y estériles.

Estructura de un hongo ascomiceto



c. Basidiomicetos

Se caracterizan por ser hongos pluricelulares de hifas septadas, cuyo cuerpo fructífero se denomina basidiocarpo, en el cual se ubican los basidios que por meiosis originan las basidiosporas (típicamente cuatro). Incluye a los conocidos como hongos de sombrero o setas, carbones y royas. Los carbones y las royas no tienen cuerpo fructífero definido, mientras que las setas presentan cuerpos fructíferos bien desarrollados.

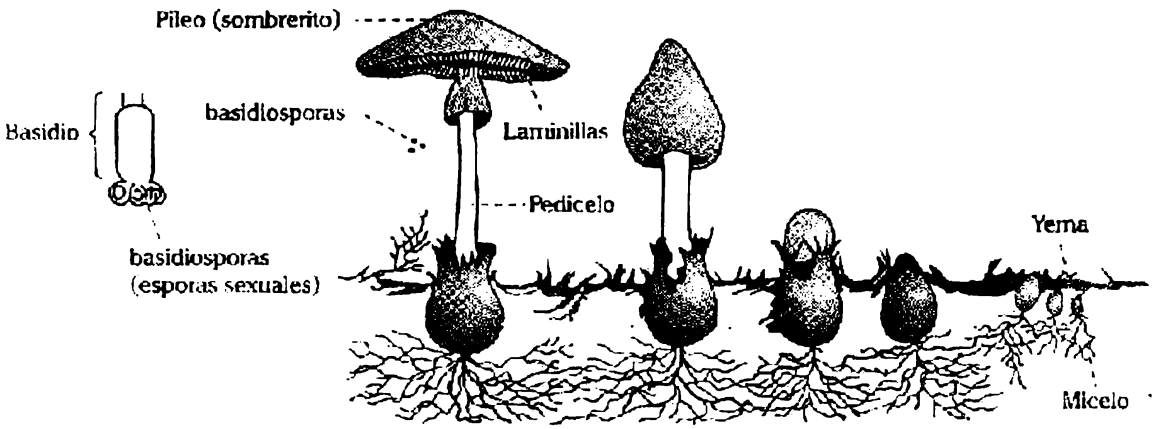
La roya *Puccinia graminis* es parásita de plantas vasculares como el trigo (roya roja o roya negra), los carbones o tizones afectan principalmente a las flores de avena y maíz. Los carbones del maíz pueden ser comestibles en algunas zonas de la sierra de nuestro país.

Los hongos de sombrero como el champiñón *Agaricus campestris*, tienen un cuerpo fructífero bien definido con un pedicelo y una sombrilla. El himenio o capa fértil es producido en la parte inferior de la sombrilla o píleo y está dividido en laminillas donde se encuentran los basidios que originan las basidiosporas.

Los champiñones pueden ser saprófitos o parásitos, presentándose de manera especial en suelos ricos en materia orgánica en putrefacción. Muchos son comestibles y considerados como platillos exquisitos, otros como el *Boletus satanus*, son venenosos en extremo, su ingestión puede ser fatal.

También son basidiomicetos los hongos de repisa, que crecen sobre el tallo de árboles vivos o muertos generando la caries del tronco e inclusive la muerte del árbol.

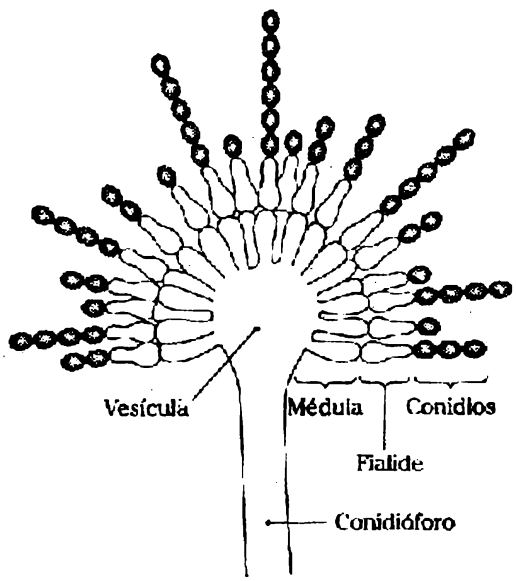
Estructura del champiñón



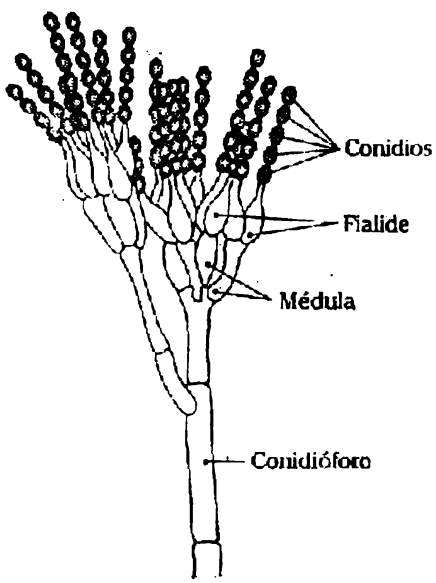
d. **Hongos imperfectos (deuteromicetos)**

No es un grupo taxonómico real, aquí se agrupan los hongos con micelio tabicado cuya etapa de reproducción sexual es desconocida. Su reproducción asexual es por conidiosporas asexuales (*konis*=polvo) que se producen en los extremos de algunas hifas.

El género *aspergillus* contamina los granos almacenados con aflatoxinas, sustancias causantes de cáncer al hígado. El género *penicilium* consta de especies que producen antibióticos como la penicilina, otros dan sabor a los quesos. También son deuteromicetos los hongos dermatofitos que habitan la piel humana, tales como el *Tricophyton sp.* que ocasiona el pie de atleta.



Aspergillus sp.



Penicillium sp.

1. El fenómeno ecológico llamado marea roja es ocasionado por las algas ..... debido al aumento excesivo de su población.

A) feofitas
B) rodofitas
C) pirrofitas
D) clorofitas
E) crisofitas

2. Indique las características que corresponden a las diatomeas.

I. Pertenecen al grupo de las crisofitas.
II. De ellas se obtienen el agar-agar.
III. Componente abundante del fitoplancton.
IV. Presentan una pared silificada.

A) I y IV
B) I, III, IV
C) todas
D) solo III
E) I y IV

3. La nutrición mixótrofa es característica de las algas

A) feofitas.
B) euglenofitas.
C) rodofitas.
D) clorofitas.
E) crisofitas.

4. Con respecto a la composición química de la pared celular de algas, señale la relación correcta.

I. rodofitas
II. crisofitas
III. clorofitas
IV. feofitas

a. alginato
b. agar-agar
c. celulosa
d. sílice

A) Ia, IIb, IIId, IVc
B) Ib, IIa, IIIc, IVd
C) Ia, IIb, IIIc, IVd
D) Ia, IIc, IIIb, IVd
E) Ib, IId, IIIc, IVa

5. Un organismo como la *Euglena* no pertenece al reino monera porque es

A) macroscópico.
B) unicelular.
C) fotosintético.
D) móvil.
E) eucariótico.

UNMSM 2011-I

6. Las amebas pueden ser vidas libres como parásitas, entre ellas tenemos, respectivamente,

A) *amoeba proteus-entamoeba gingivalis.*
B) *amoeba proteus-entamoeba coli.*
C) *amoeba proteus-entamoeba histolytica.*
D) *entamoeba histolytica- amoeba proteus.*
E) *entamoeba coli- entamoeba histolytica.*

7. Durante su fase activa de trofozoito los mastigóforos presentan como estructura de locomoción a los

A) cilios.
B) flagelos.
C) estereocilios.
D) pseudópodos.
E) microvellosidades.

8. Indique la característica que corresponde a los parameclos.

I. Son de vida libre.
II. Presenta un núcleo para la división y otro para la conjugación.
III. Sus cilios son sus estructuras de locomoción.

A) I y II
B) solo II
C) II y III
D) solo III
E) todas

9. Los protozoarios tienen en común con los animales las siguientes características:

I. La organización celular procariota.
II. La nutrición heterótrofa holozoica.
III. La capacidad de desplazarse.

A) solo II
B) I y III
C) solo III
D) II y III
E) todas

10. Con respecto a la clasificación de los protozoos, relacione las dos columnas y marque la respuesta correcta.

I. *Entamoeba*
II. *Balantidium*
III. *Trichomonas*
IV. *Toxoplasma*

a. esporozoario
b. mastigóforo
c. sarcodino
d. ciliado

A) Ia, IIb, IIIc, IVd
B) Ia, IId, IIIc, IVb
C) Id, IIb, IIIc, IVa
D) Ic, IId, IIIb, IVa
E) Ic, IIb, IIIa, IVd

11. Las hifas cenocíticas están presentes en los hongos que causan

A) la podredumbre de patatas.
B) el pie de atleta.
C) la candidiasis.
D) la histoplasmosis.
E) la roya del trigo.

12. Los deuteromicetos son denominados hongos imperfectos porque se desconoce su

A) fase sexual.
B) fase imperfecta.
C) fase asexual.
D) fase mitótica.
E) fase amitótica.

13. El champiñón, los hongos de repisa y el ángel de la muerte pertenecen al grupo de los hongos denominados

A) oomicetos.
B) zigomicetos.
C) basidiomicetos.
D) ascomicetos.
E) deuteromicetos.

14. Indique la característica que no corresponde a los basidiomicetos.

A) producen solo esporas asexuales.
B) tienen basidios con cuatro exosporas.
C) tienen hifas tabicadas.
D) las royas y los carbones pertenecen a este grupo.
E) producen basidiosporas, como esporas sexuales.

15. Las algas, hongos y líquenes son un grupo de organismos que producen esporas y presentan en común

A) anteridio.
B) talo.
C) raicilla.
D) gametofito.
E) hipocótilo.

Botánica

Capítulo VIII

Objetivos

- Conocer los ciclos biológicos de las briofitas, pteridofitas y gimnospermas.
- Distinguir la estructura y función de los tejidos y de los órganos vegetales.
- Conocer los mecanismos de reproducción sexual y asexual vegetal.
- Relacionar las hormonas vegetales con el desarrollo de las plantas.

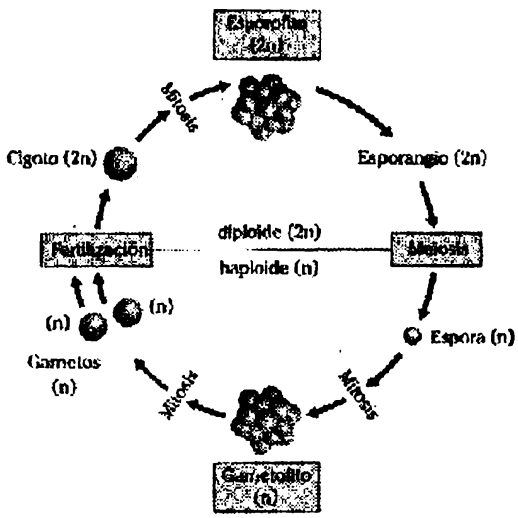
Taxonomía vegetal

Las plantas se originaron a partir de las algas verdes pluricelulares (clorofitas), de quienes heredaron los pigmentos: clorofilas *a* y *b*, y los carotenoides; la pared celulósica y la alternancia de generaciones en su ciclo vital. La taxonomía vegetal estudia su clasificación.

Características

- Son eucariontes que poseen un armazón estructural de paredes celulares de celulosa.
- Son pluricelulares que carecen de locomoción y están firmemente ancladas en un lugar, por medio de raíces o rizoides.
- Su nutrición es autótrofa fotosintética. Manufacturan sus alimentos a partir de sustancias químicas simples del aire y el suelo en los cloroplastos.
- Presentan un ciclo vital con alternancia de generaciones: el gametofito haploide (n) que origina gametos por mitosis y el esporofito diploide (2n) que origina esporas (n) por meiosis.

Metagénesis vegetal



Importancia

La importancia de las plantas empieza por ser el sostén de las cadenas alimenticias de los ecosistemas terrestres, sin las actividades de las plantas gran parte de otros seres vivientes no podrían existir.

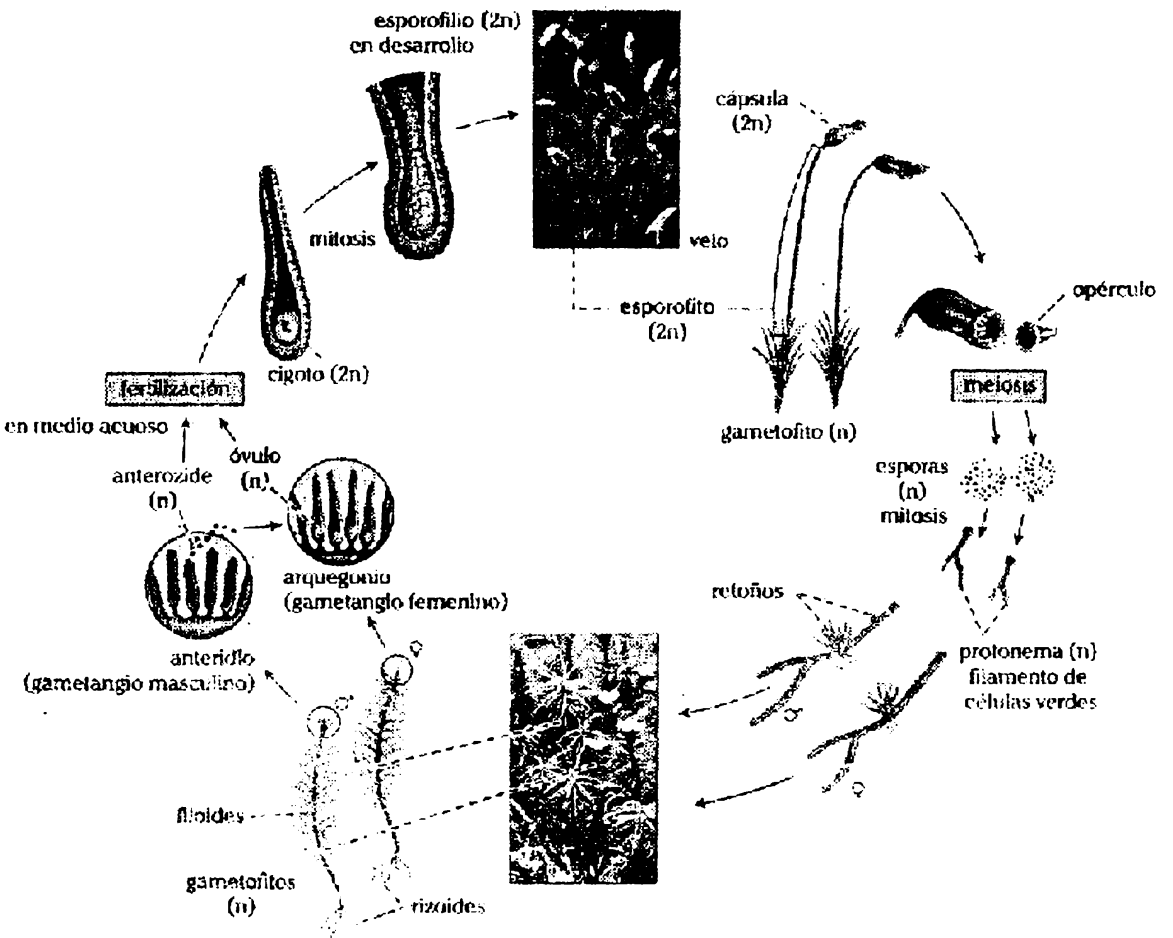
CLASIFICACIÓN DE LAS PLANTAS

Briofitas

Son plantas **avasculares**, que carecen de xilema y de floema. Comprenden especies de musgos, hepáticas y antoceros. La mayoría solamente pueden vivir en lugares húmedos debido a que carecen de **cutina** en su superficie. Son de estructura simple y relativamente pequeñas de menos de 20 cm de longitud, pueden absorber agua y nutrientes directamente del aire o suelo por difusión. Los musgos son indicadores de la contaminación del aire, se fijan al sustrato por estructuras parecidas a las raíces llamadas **rizoides**. Presentan estructuras foliáceas similares a las hojas llamadas **filoides**.

a. Ciclo biológico del musgo

Durante el ciclo vital de estas plantas el gametofito es la fase dominante (haploide). Después de la fecundación crece el esporofito, sobre el gametofito. El esporófito (diploide) es temporal, ya que después de liberar sus esporas degenera.



Plantas vasculares (traqueofitas)

Se denominan vasculares por la presencia de xilema y del floema que les sirve para transportar los nutrientes (agua, sales, sacarosa) a todas las partes del cuerpo vegetal, además les permite tener mayor crecimiento. Su cuerpo se diferencia en raíz, tallo y hojas.

Entre el grupo de las plantas vasculares que dominan actualmente tenemos: las pteridofitas, las gimnospermas y las angiospermas.

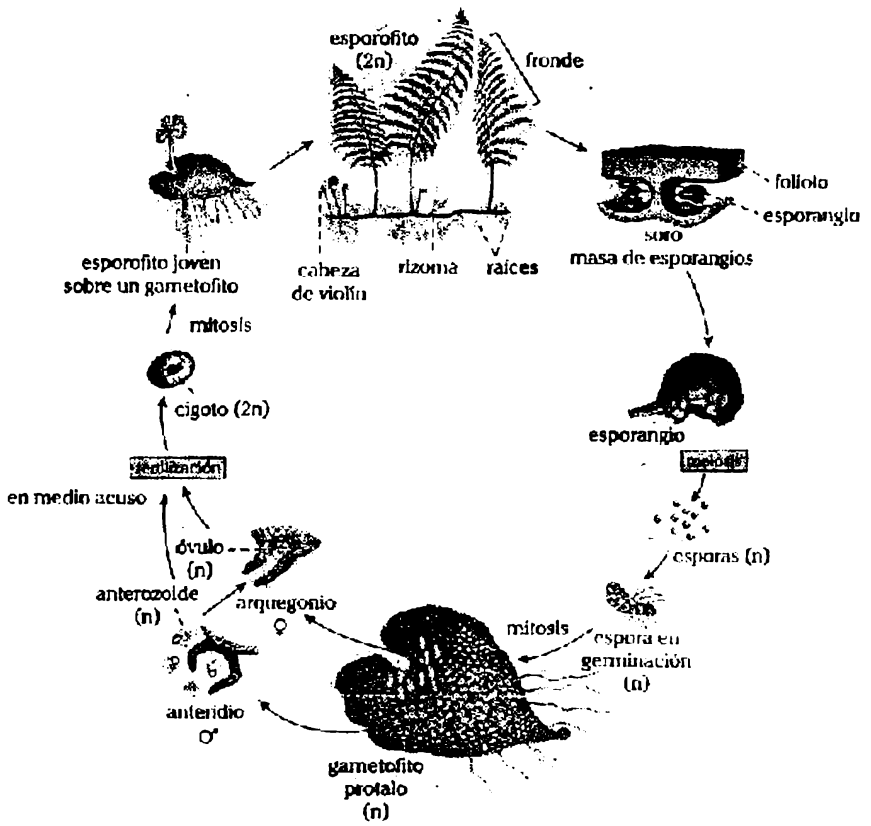
Pteridofitas

Son plantas vasculares sin semilla, esta es la principal característica que las distingue de las otras plantas traqueofitas, se dispersan mediante esporas.

Comprende a las especies de licopodios, colas de caballo y helechos. Casi todos son terrestres, habitan en áreas templadas, en bosques húmedos y en las riberas de los arroyos.

a. Ciclo biológico del helecho

La fase dominante del helecho es la generación esporofítica, adaptada a la vida terrestre, posee tejidos de conducción y soporte, un tallo horizontal subterráneo llamado rizoma que da origen a las raíces y grandes hojas denominadas frondas. Cuando maduran forman soros cuyos esporangios producen esporas. El gametofito llamado protalo es una lámina verde en forma de corazón muy reducido de 5 a 6 mm de diámetro, que contiene el anteridio y el arquegonio formadores de los gametos.



Espermatofitas

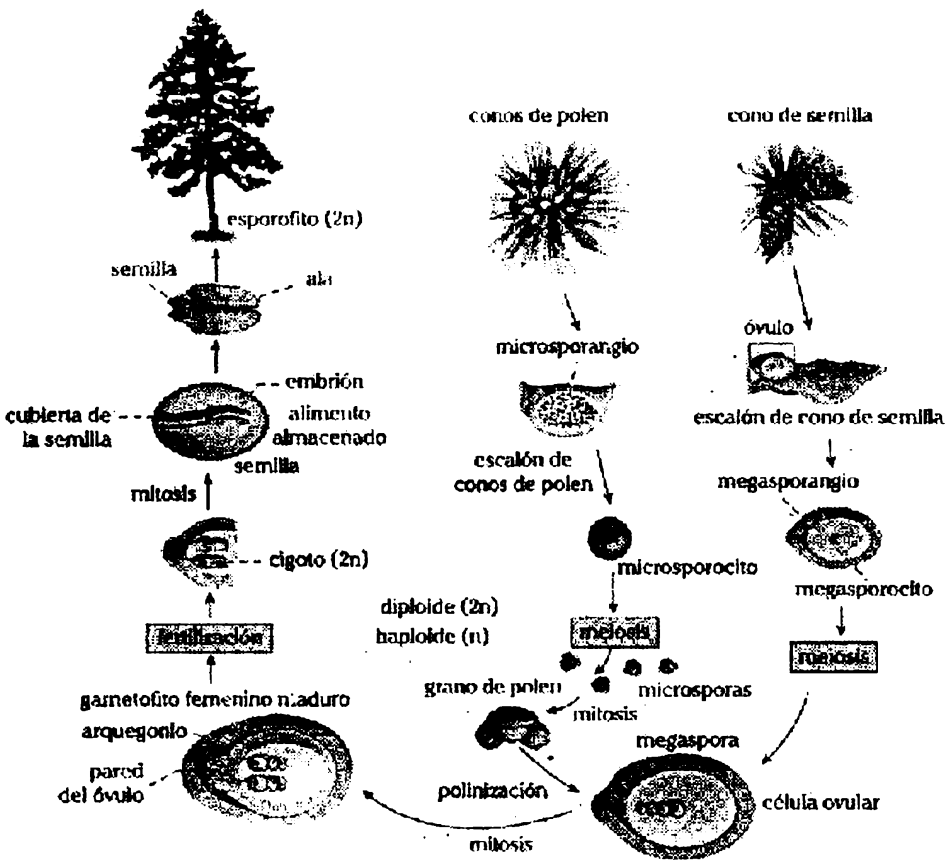
Son plantas vasculares con semillas, estructuras resistentes a la desecación y a las temperaturas altas y bajas que permiten la difusión rápida y amplia de las especies. De esta característica depende en gran medida el éxito de estas plantas como organismos terrestres. Así tenemos a las gimnospermas y angiospermas.

Gimnospermas

Son plantas con semillas desnudas (gimnos=desnudo, esperma=semilla). También son llamadas coníferas porque sus órganos de reproducción sexual son los conos (estróbilos o piñas). Incluyen a los pinos, abetos y cipreses; todos son árboles leñosos o arbustos.

Ciclo biológico del pino

La fase dominante es el esporofito, constituido por la raíz de tipo pivotante, el tallo leñoso, las hojas que son como agujas (aciculares) con una cutícula gruesa y los conos.



Los pinos son monoicos y sus estructuras reproductoras son denominadas conos. Los conos masculinos y femeninos se encuentran en el mismo árbol. Los conos femeninos se sitúan generalmente en las ramas altas y los conos masculinos se sitúan en las ramas bajas del árbol. Los conos femeninos eran llamados **flores no pistiladas**.

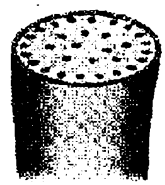
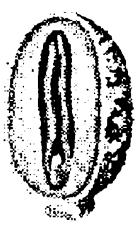
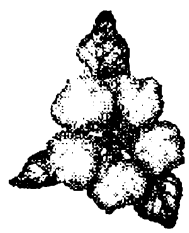
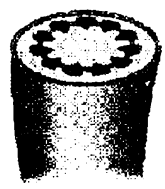
Dentro de los conos se forman los gametofitos que se encuentran muy reducidos, tanto el gametofito femenino como masculino (llamado polen). La fecundación se da en absoluta ausencia de agua. Forman semillas leñosas que cuando germinan muestran varios cotiledones (generalmente ocho), los cuales son hojas de reserva de alimentos para la planta joven.

Angiospermas

Son las plantas con flores (pistiladas). En el transcurso de la evolución, las plantas fueron desarrollando adaptaciones reproductivas para vivir en la tierra, entre las cuales tenemos:

- La reducción del gametofito masculino a **polen**, lo cual permitió que el viento reemplazara al agua como medio para transportar el polen hacia los óvulos.
- La formación de **flores**, atrajo a los animales, que llevan el polen de manera más precisa y eficiente que el viento, mientras que los frutos atraían a los animales para que dispersen las semillas. La semilla nutre, protege y ayuda a dispersar el embrión en desarrollo.
- Las flores son órganos especializados en las angiospermas, el grupo más avanzado de plantas, las más exitosas para la vida terrestre.

  Las angiospermas se clasifican en dos clases: monocotiledóneas y dicotiledóneas.

	Cotiledones	Nervaduras de las hojas	Piezas florales	Disposición de los haces vasculares en el tallo
Monocotiledóneas • Maiz • Trigo • Caña de azúcar • Arroz • Totora	 Uno	 Generalmente paralelos	 Generalmente múltiplo de tres	 Dispersos
Dicotiledóneas • Frejol • Papa • Cactus • Algarrobo • Algodón	 Dos	 Generalmente reticular	 Generalmente múltiplo de cuatro o cinco	 En un anillo

Histología vegetal

Los tejidos vegetales derivan por proliferación y diferenciación de una célula llamada célula del embrión (2n). Esta célula origina al embrión que está latente en la semilla.

Durante la germinación de la semilla, el embrión da lugar a una planta adulta, con órganos: raíz, tallo y hojas.

Los tejidos pueden ser clasificados tomando en cuenta la capacidad de reproducción, el grado de diferenciación y la especialización que presentan sus células y, básicamente, la función que puedan desempeñar en: los tejidos meristemáticos (embrionarios) y los tejidos adultos (diferenciados).

Tejidos meristemáticos

También se les conoce como embrionarios o formadores. Se encuentran formados por células vivas de formas isodiamétricas, con paredes primarias.

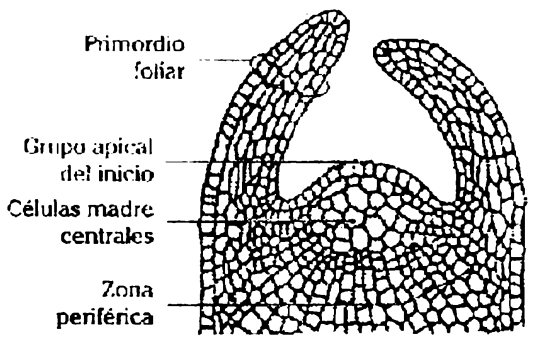
A nivel citoplásmico contienen gran cantidad de ribosomas, vacuolas pequeñas y un núcleo voluminoso. Todas estas células se encuentran en constante división mitótica.

De acuerdo al crecimiento que determinan se conocen dos tipos de meristemos: el meristemo primario (apical) y meristemo secundario (lateral).

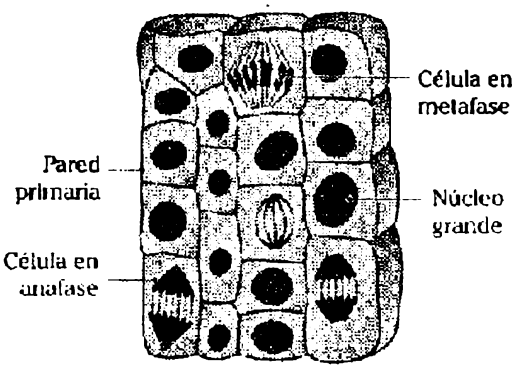
Meristemo primario o apical

Se le ubica en regiones y zonas terminales de la planta, como las yemas de los tallos (ápices caulinares) y el cono vegetativo en la raíz (ápice de la raíz), se encarga del crecimiento longitudinal de la planta.

Tejido meristemático primario



Corte longitudinal de la yema apical



Células meristemáticas

Meristemo secundario o lateral

También se le denomina cámbium. Se localiza a lo largo de la raíz, el tallo, las ramas y los peciolos. Es responsable del crecimiento lateral (grosor) de la planta.

El cámbium puede ser de dos tipos:

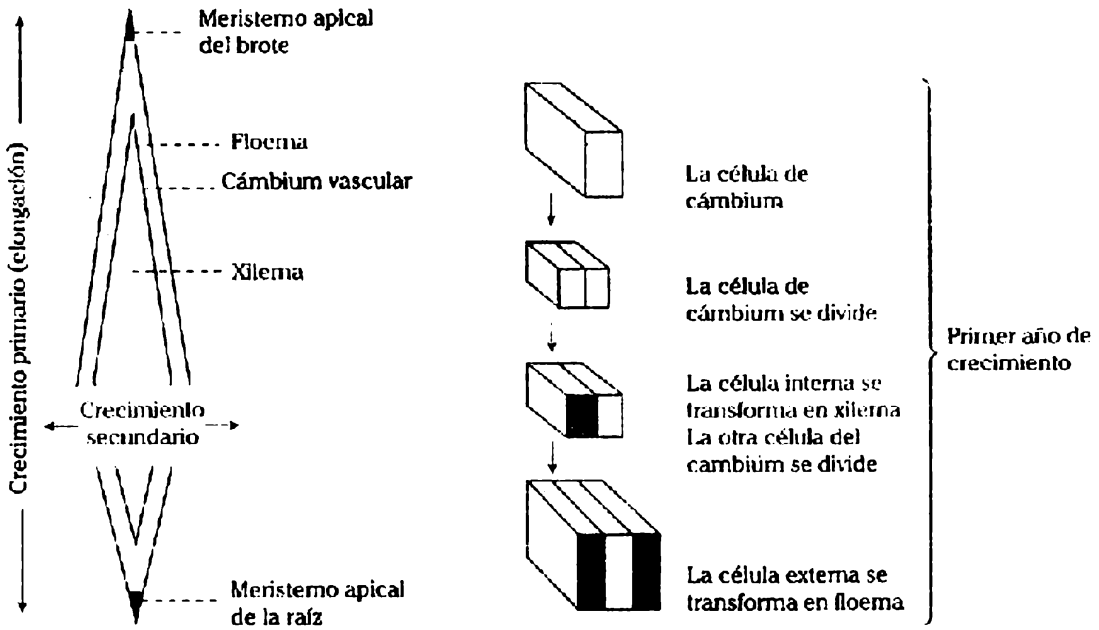
a. **Cámbium vascular**

Se encarga de originar al floema y al xilema secundarios en plantas dicotiledóneas, originando ambos tejidos por división tangencial al cilindro vascular.

b. **Cámbium suberógeno o felógeno**

Se encarga de originar al súber y a la felodermis.

Funciones de los meristemos y división tangencial del cámbium



TEJIDOS ADULTOS

Se forman a partir de los meristemos, siempre que se produzca la proliferación, diferenciación y especialización celular. Son estructuras tisulares permanentes, cumplen funciones específicas en toda la planta. Se les califica de acuerdo a la función que puedan realizar en:

Tejidos de protección (protectores)

Conocidos como tegumentarios. Son aquellos tejidos que se encargan de cumplir una función de separación real entre el medio ambiente y las estructuras de la planta. De acuerdo al estadio de desarrollo del vegetal, se pueden hallar dos tipos de tejidos protectores: epidermis y peridermis.

a. **Epidermis**

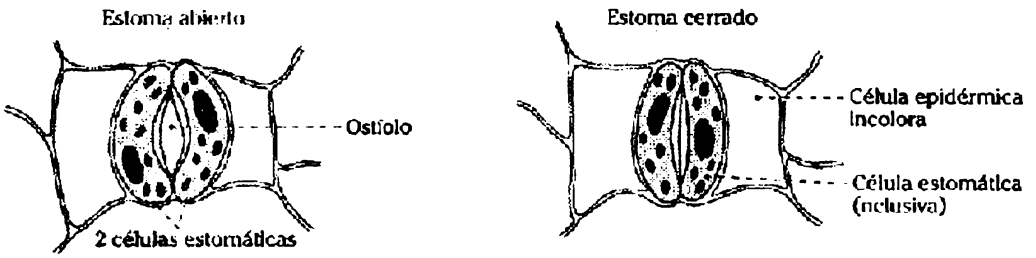
Se halla en la superficie de tallos herbáceos y hojas. Está formado por células vivas incoloras de forma variable, carente de cloroplastos y dispuesta en una sola capa. Esta cubierta protectora evita la desecación de la planta y permite el intercambio gaseoso.

Si se encuentra protegiendo estructuras aéreas, está cubierto por cutina (sustancia cerosa) que constituye una capa protectora denominada cutícula. Si protege estructuras subterráneas carece de cutina y se denomina **epiblema o rizodermis**. La rizodermis actúa como tejido absorbente.

La epidermis presenta algunas células agrupadas en pares, diferenciadas y especializadas, denominadas **células oclusivas o estomáticas**. Ambas células constituyen el estoma.

Las células estomáticas presentan cloroplastos y una vacuola central que al incrementar su volumen, debido al ingreso de agua, aumenta su turgencia separándose ambas células lo que genera una apertura llamada **ostíolo**. A través del ostíolo se produce intercambio gaseoso o expulsión de agua (gutación).

Tejido epidérmico



b. Peridermis

Se ubica en tallos y raíces leñosas. Se encuentra formado por tres tipos de células: suberosas, suberógenas y felodérmicas.

Células suberosas

Son células muertas con paredes suberificadas y constituyen la capa superficial llamada **súber o corcho** de los tallos. Esta capa restringe el intercambio gaseoso y evita la pérdida de agua a través de tallos y raíces de plantas leñosas. A nivel del tallo, se observan aberturas denominadas **lenticelas**, que se encargan del intercambio gaseoso.

Células suberógenas

Son las del cámbium suberógeno. Constituyen la capa generatriz, la cual por división mitótica originan al súber y a la felodermis.

Células felodérmicas

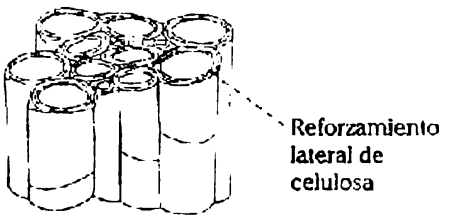
Son células parenquimáticas vivas que almacenan algunas sustancias nutritivas.

Tejidos de sostén (mecánicos o de soporte)

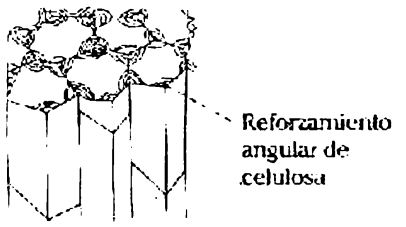
Son aquellos que se encargan de formar el armazón o esqueleto de la planta. Constituyen las partes duras del vegetal y sirven de soporte a todas las partes blandas. Existen dos tipos de tejidos de sostén: colénquima y esclerénquima.

a. Colénquima

Responsable de brindar soporte a tallos jóvenes o herbáceos, hojas y pedúnculos florales. Esta conformado por células vivas alargadas, de paredes gruesas. La dureza y cierta flexibilidad se deben a una distribución no equitativa de las fibras de celulosa en la pared celular. Las paredes son ricas en sustancias pécticas (45%), hemicelulosa (35%) y celulosa (20%). De acuerdo a la localización del reforzamiento de celulosa se clasifican en lateral y angular. El incremento de colénquima confiere a la planta resistencia para sobreponerse a las condiciones adversas (vientos, por ejemplo).



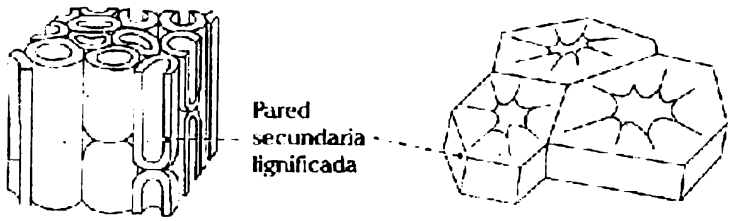
Colénquima lateral



Colénquima angular

b. Esclerénquima

Tejido de soporte existente en partes adultas y no flexibles de la planta, da consistencia máxima a la planta (textura, dureza). Está constituido por células muertas con paredes celulares secundarias lignificadas. Existen dos tipos de células: pétreas (o esclereidas), que son más o menos esféricas, y las fibras de esclerénquima, que son células alargadas y estrechas. El tejido esclerenquimático tipo fibra puede ser hallado en troncos y el tipo esclereida en la envoltura de frutos secos (pecanas, castañas), endocarpio de frutos (aceitunas) y en algunos casos en la parte carnosa de frutos tipo pomo (peras de agua).



Fibras de esclerénquima

Células pétreas

Tejidos parenquimáticos

Tejidos adultos encargados de sintetizar compuestos orgánicos a partir de compuestos inorgánicos. Se conocen como tejidos parenquimáticos o de elaboración. Están constituidos por células poliédricas, habitualmente de paredes delgadas con abundantes espacios intercelulares o meatos. Se conocen dos tipos: parénquima clorofiliano y parénquima de reserva.

a. Parénquima clorofiliano

También conocido como clorénquima. Tejido cuyas células presentan, a nivel citoplasmático, gran cantidad de cloroplastos. Se encuentra a nivel del mesófilo de las hojas, así como en el tejido cortical de los tallos.

b. Parénquima reservante

Se encarga del almacenamiento de sustancias orgánicas e inorgánicas. Cuando almacena almidón se le conoce como **parénquima amiláceo**, se encuentra principalmente en tubérculos como la papa y tejidos nutricios de los frutos. Si almacena agua se le denomina **parénquima acuífero**, típico de las plantas suculentas y de los desiertos como los cactus. Cuando almacenan gases en los meatos se le llama **parénquima aerífero**, típico de plantas acuáticas sumergidas y flotantes como el lirio de agua y la lenteja de agua.

Tejidos vasculares

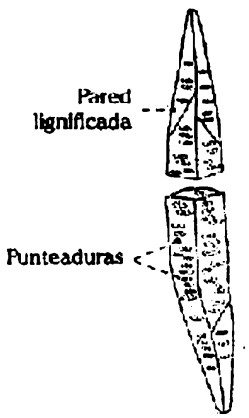
Tejidos adultos encargados de conducir agua, sales minerales, glúcidos y, en algunos casos, fitohormonas (hormonas vegetales); de acuerdo al tipo de sustancias que transporta existen dos tipos de tejidos de transporte o vasculares.

a. Xilema

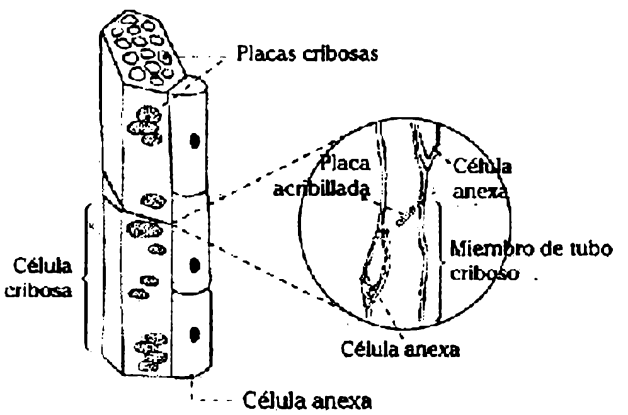
Está formado por el conjunto de vasos leñosos, quienes a su vez se encuentran constituidos por células muertas de pared lignificada. Existen dos tipos de vasos: las tráqueas y las traqueidas. Se encarga de transportar la savia bruta, agua y sales minerales, de la raíz a las hojas (flujo ascendente; unidireccional).

b. Floema

Tejido de transporte constituido por la reunión de vasos liberianos o cribosos, los cuales están formados por células cribosas; estas células al unirse unas con otras pierden parcialmente su pared transversal, la que queda reducida a una lámina o placa cribosa. Junto a estas células se hallan las células acompañantes (nucleadas) que dirigen múltiples procesos metabólicos de los tubos cribosos (anucleados). Transporta la savia elaborada (sacarosa, nutrientes, hormonas) desde los centros de elaboración (hojas jóvenes) hacia los centros de consumo o almacenamiento.



Traqueida del xilema



Vaso liberiano

Tejidos secretores

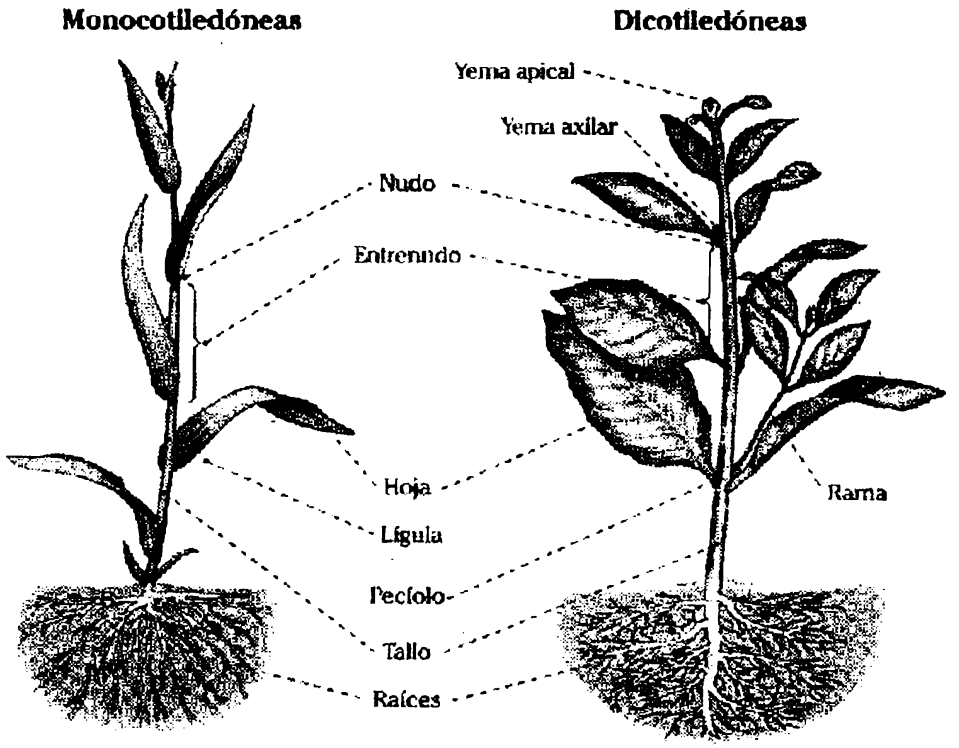
Son tejidos especializados que producen y almacenan sustancias orgánicas en las vacuolas celulares o las expulsan al exterior. Se encuentran diseminados entre diferentes tejidos de la planta. Entre las sustancias secretadas se encuentra aceite y mucílagos (drosera), gomas, látex (caucho), resinas (pino) y esencias (geranio).

Nectarios	Que secretan el néctar de las flores, solución azucarada que atrae a los insectos y otros agentes polinizantes.
Pelos glándulares	Que generalmente secretan ácidos como los pelos de la ortiga.
Tubos laticíferos	Que secretan látex, un líquido de composición y apariencia muy variable. Generalmente es lechoso, como el caucho.
Cavidades secretoras	Son bolsas que contienen aceites esenciales como las cavidades lisígenas que se encuentran en el exocarpo de las naranjas.

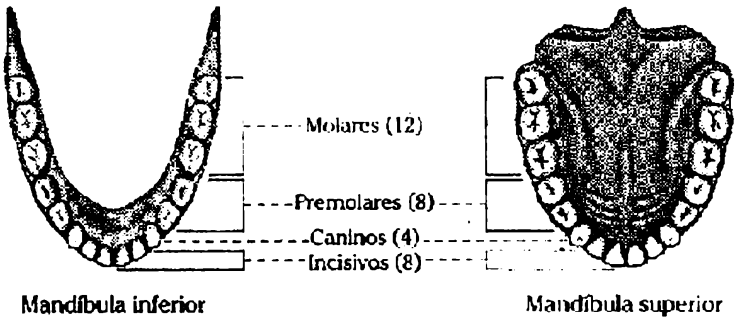
Organografía vegetal

El cuerpo de las plantas superiores se denomina cormo, consta de la raíz, la parte subterránea y la parte aérea o vástago. El vástago está constituido por el tallo, las hojas, las flores y los frutos.

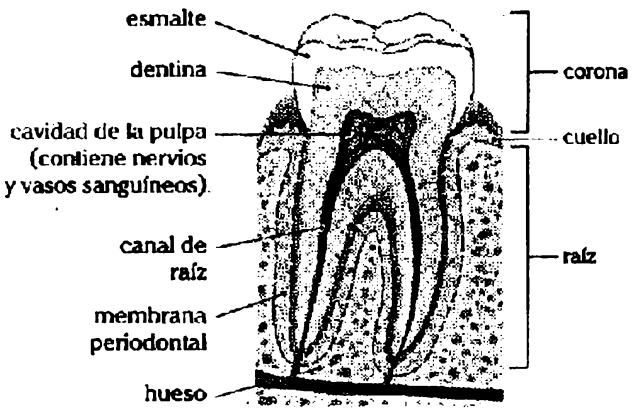
Desde el punto de vista funcional la raíz, tallo y hojas son órganos vegetativos (de funciones metabólicas) y la flor es el órgano reproductor.



Cantidad y distribución de los dientes



Estructura de un diente molar

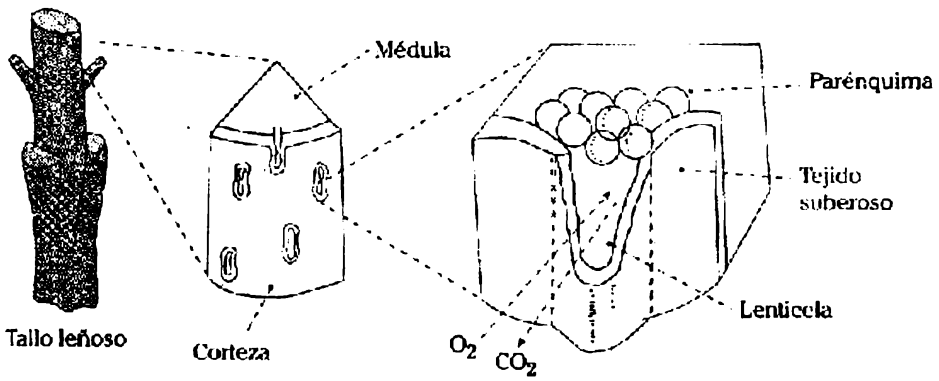


- ✓ **Esmalte.** Es la capa más externa y el tejido más duro del organismo, contiene 97% de sales de calcio. Está formado por los ameloblastos.
- ✓ **Dentina (marfil).** Tejido calcificado semejante al hueso aunque algo más duro. Es formado por los odontoblastos.
- ✓ **Cemento.** Tejido mineralizado, se encuentra en la raíz del diente y presenta a las células llamadas cementocitos.
- ✓ **Pulpa dentaria.** Es la porción central constituida por tejido conectivo. Está inervada y vascularizada.

El hombre es difiodonte, es decir, presenta dos denticiones:

- ✓ **Temporal o decidual (diente de leche).** Son veinte. Aparecen a los seis meses de edad. Los primeros dientes temporales en aparecer son los incisivos centrales inferiores.
- ✓ **Permanente.** Son treinta y dos, aparecen a partir de los seis años de edad. Los primeros dientes permanentes en aparecer son los molares inferiores. El tercer molar, llamado también muela del juicio (diente serotónido), aparece entre los 18 y 25 años.

Lenticelas



Absorción de agua y sales

La absorción de agua y sales se da mediante los pelos absorbentes de la raíz que forman parte de la epidermis (rizodermis). El agua atraviesa las membranas de las células (pelos absorbentes) por ósmosis. Luego se moviliza por los espacios intercelulares del parénquima cortical, hasta la endodermis, donde las "células de paso" controlan el ingreso de sustancias hacia los vasos conductores.

Transporte de savias en las plantas

En las plantas se ha desarrollado un sistema de transporte de nutrientes desde la raíz hacia las hojas; y desde las hojas hacia el resto de la planta.

Transporte de savia bruta

El ascenso de sustancias a las partes aéreas de la planta; se da a través de vasos conductores que conforman el tejido xilemático.

Los factores que intervienen son: la presión radical, las fuerzas de cohesión-tensión y la transpiración.

a. La presión radical

El flujo de agua del suelo hacia la raíz ejerce una presión, llamada presión radical, la cual es producto de una mayor concentración de sales en las células de la raíz que atrae el agua del suelo.

b. Las fuerzas de cohesión-tensión

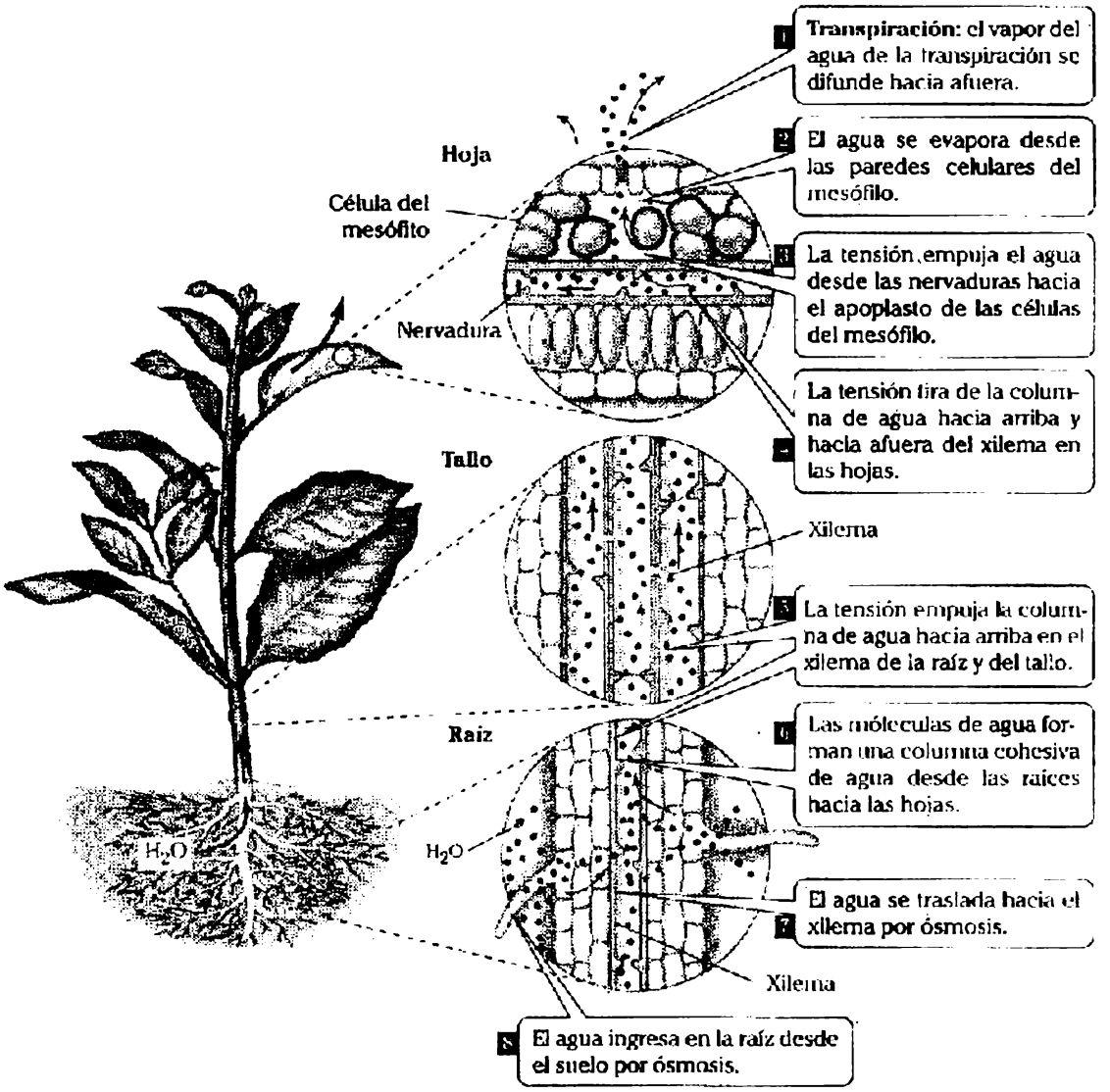
Las moléculas de agua suben por tubos delgados (capilares), en este caso el xilema, los cuales presentan sus paredes impregnadas de compuestos polares que les otorgan carga eléctrica, permitiendo que las moléculas de agua se adhieran a su superficie (adhesión), y unidas por puentes de hidrógeno (cohesión) fluyan continuamente como una cuerda tensa (tensión).

c. La transpiración

Es la salida de agua en estado gaseoso a través de los estomas. Al salir el agua de las hojas se produce un vacío que ejerce un "efecto de succión" que permite que el agua ascienda por el xilema; a este fenómeno también se le llama tirón transpiratorio.

La "teoría de la cohesión-tensión" o "arrastre por transpiración" considera que la transpiración es la principal fuerza que explica la ascensión del agua hacia las partes más altas de las plantas.

Transporte de savia bruta



Transporte de la savia elaborada

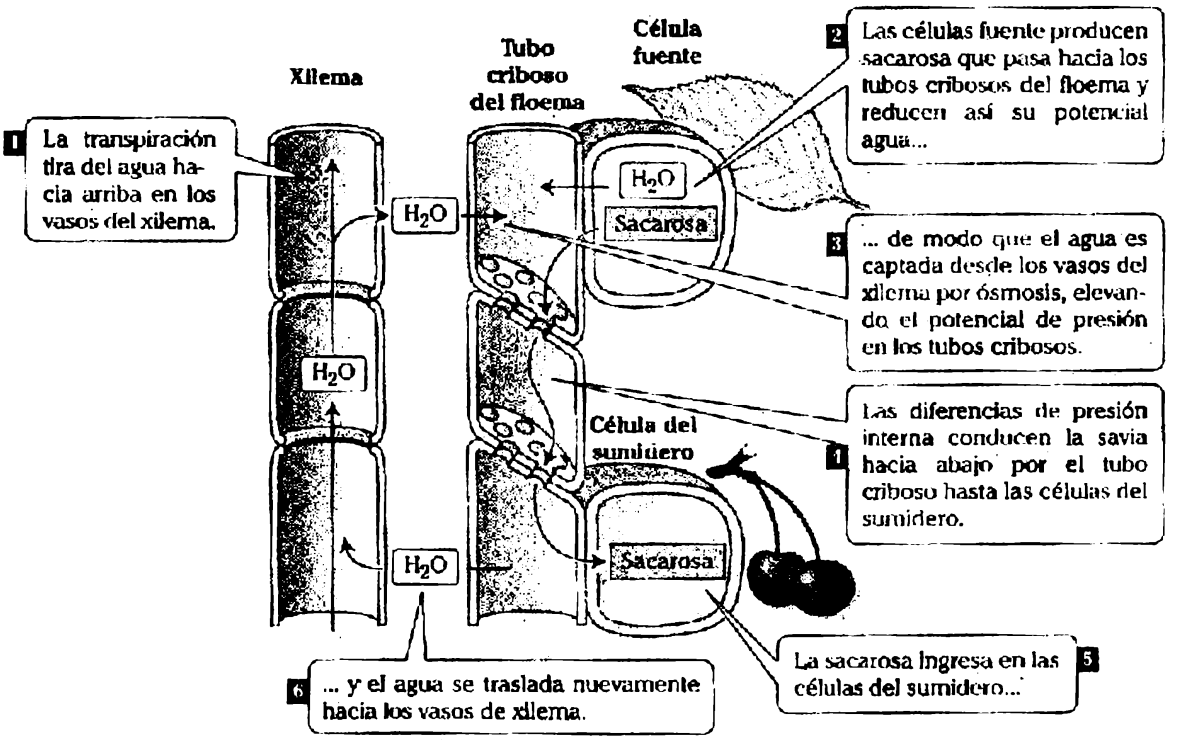
El transporte de sustancias orgánicas de las hojas hacia los demás órganos de la planta se da a través de los vasos liberianos que constituyen el floema.

La teoría que explica el mecanismo que permite dicho traslado se conoce como **flujo a presión o de masa.**

El floema de las hojas (fuente) posee una alta concentración de azúcares, aminoácidos, etc., comparada con los que se encuentran en el tallo o raíz (sumidero), generando así una diferencia de concentración, que hace posible el ingreso masivo de agua hacia el vaso del floema, que impulsa las moléculas orgánicas hacia diversas zonas de la planta.

Los principales glúcidos que se transportan a través del floema son la sacarosa y en menor grado la rafinosa. Además pueden circular aminoácidos, ácidos orgánicos, vitaminas y hormonas.

Transporte de savia elaborada



	Xilema	Floema
Células	Muertas	Vivas
Pared	Lignificada (engrosada)	No engrosada
Transporta	Savia bruta (inorgánica)	Savia elaborada (orgánica)
Dirección	Unidireccional (de la raíz a las hojas)	Bidireccional (de las hojas a todo el resto de la planta)
Mecanismo de transporte	Transpiración-tensión-cohesión	Flujo de presión

Reproducción Vegetal

Reproducción asexual

Los organismos vegetales se pueden reproducir asexualmente mediante la división mitótica de estructuras especiales, originando organismos nuevos, mediante diversas estructuras: rizomas, estolones, propágulos, tubérculos, bulbos, etc.

En la reproducción asexual, también llamada propagación vegetativa, los organismos hijos son genéticamente idénticos a su progenitor, es decir, no hay variabilidad. La ventaja de estos mecanismos de reproducción es que solo se requiere de un progenitor para producir varios descendientes.

a. Rizomas

Son tallos subterráneos engrosados de crecimiento paralelo al suelo, capaces de originar raíces. Sus yemas originan nuevas plantas. Esto se puede apreciar en el carrizo, kión y platanero.

b. Estolones

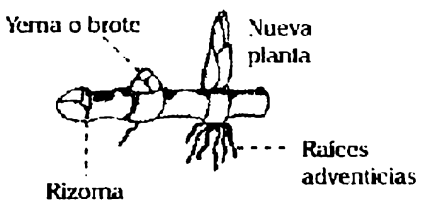
Son brotes axilares epigeos de la zona del tallo con crecimiento horizontal. Luego se enraízan y forman tallos erguidos. Este mecanismo asexual caracteriza a las fresas.

c. Propágulos

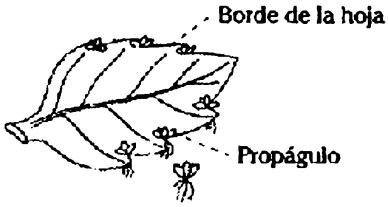
Son estructuras que se forman frecuentemente a partir de los meristemos marginales de la hoja. Ejemplo: *Briophyllum*, madre de miles.

d. Tubérculos

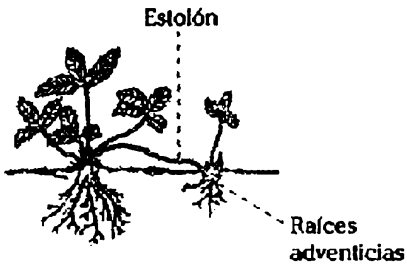
Son tallos subterráneos engrosados que almacenan almidón, y son de crecimiento limitado. Presentan yemas u "ojitos" que pueden originar nuevas plantas. Se aprecia en plantas de papa y olluco.



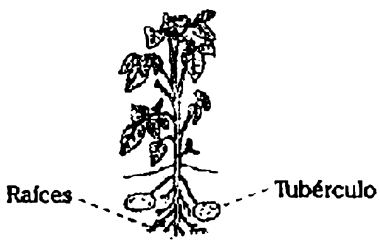
La caña se produce asexualmente por rizomas.



La planta madre de miles se produce asexualmente por propágulos.



La fresa se produce asexualmente por estolones.



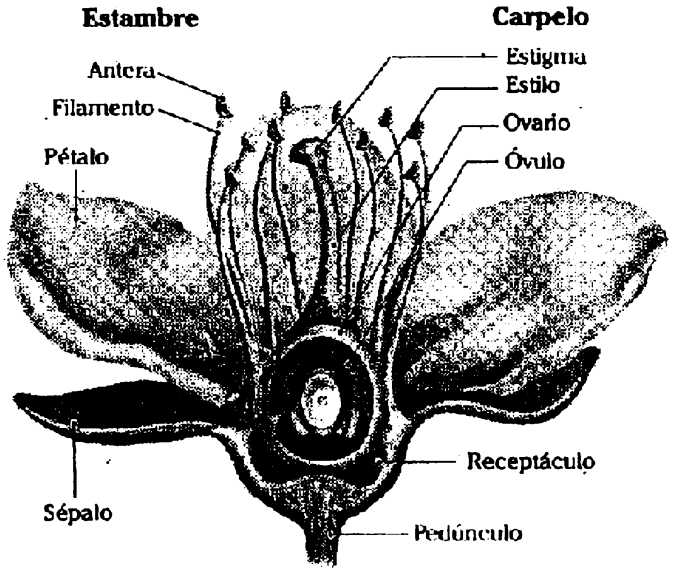
La papa se produce asexualmente por tubérculos.

Reproducción sexual

Para la reproducción sexual, las angiospermas poseen como órgano de reproducción a las flores.

a. Estructura de una flor

Constituido por el pedúnculo, envoltura y estructuras sexuales.



Pedúnculo

Cumple la función de fijación y sostén. Cuando está ausente da lugar a flores sentadas o sésiles. Presenta como tejido de sostén al colénquima.

Envoltura

Protege a los órganos sexuales. Gracias a su gran vistosidad sirve como elemento de atracción a los agentes polinizadores. Puede contener dos envolturas diferentes conocidas como **perianto**: cáliz y corola. Cuando cáliz y corola se fusionan forman una capa denominada **perigonio** cuyas unidades son los **tépalos**.

- ✓ **Cáliz.** Es el primer verticilo floral. Las hojas que lo constituyen toman nombre de **sépalos** y son de color verde.
- ✓ **Corola.** Es el segundo verticilo floral. Las hojas que lo constituyen toman el nombre de **pétalos** y son de variados colores. Representa la parte atractiva de la flor, atrae a los agentes polinizantes: insectos, colibríes, etc.

Órganos sexuales

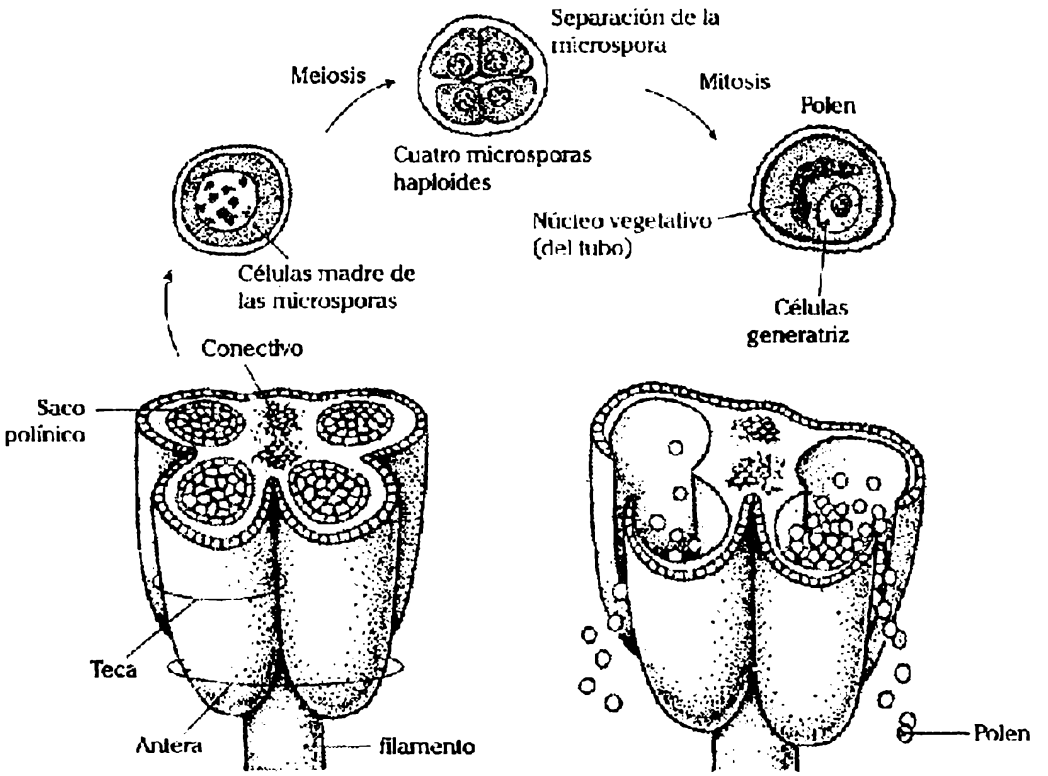
Son parte fundamental de la flor, es decir, son los órganos reproductores propiamente dichos. Lo constituyen el androceo y el gineceo.

Androceo

Es el tercer verticilo floral. Se trata del aparato reproductor masculino. Está constituido por los estambres.

Un estambre tiene dos partes: filamento y antera. El filamento cumple la función de fijación, la antera es la parte superior que está constituida por dos bolsas llamadas tecas, las cuales encierran a los sacos polínicos, que son lugares donde se forman los granos de polen.

Desarrollo de un grano de polen



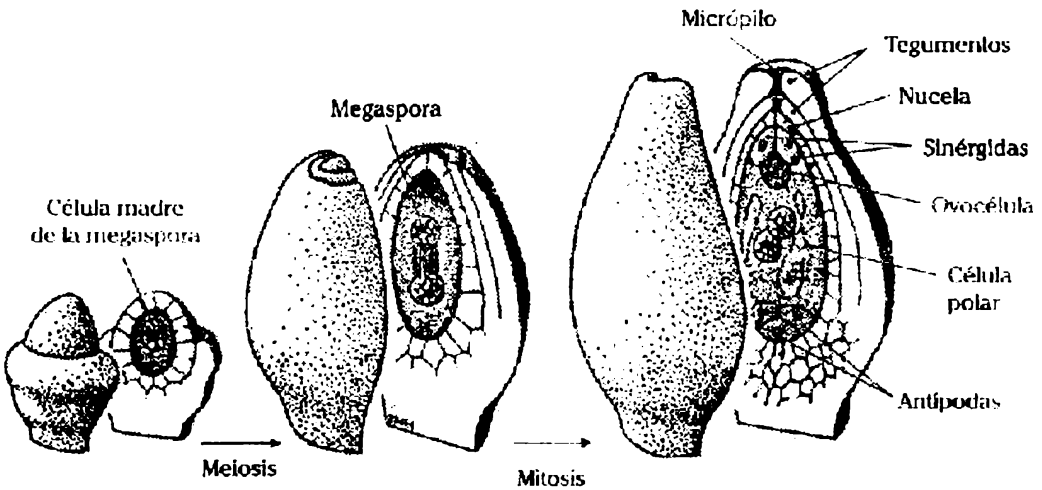
Gineceo

Es el cuarto verticilo floral. Representa el aparato reproductor femenino. Está constituido por las hojas carpelares o pistilares, las cuales forman el pistilo.

El pistilo tiene tres partes: estigma, estilo y ovario. El estigma es la parte superior que cumple función glandular, una secreción que permite la adhesión del grano de polen; el estilo es cilíndrico y tubular, sirve de conducción al tubo polínico; el ovario es la parte inferior y más importante, se encuentra formada por una o más hojas carpelares, las cuales limitan cavidades donde se ubican los óvulos.

Los espacios donde se ubican los óvulos se denominan lóculos y el pistilo puede presentar un lóculo o varios lóculos; generalmente cinco.

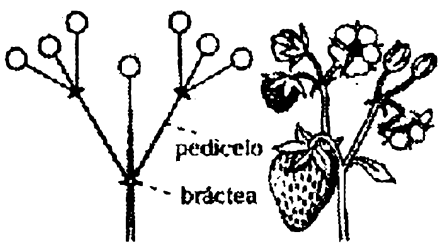
Dentro del óvulo se encuentra el saco embrionario (gametofito femenino) que consta de siete células: dos sinérgidas, una célula polar (la que tiene dos núcleos haploides), una ovocélula y tres antípodas. Todas ellas poseen núcleos haploides.



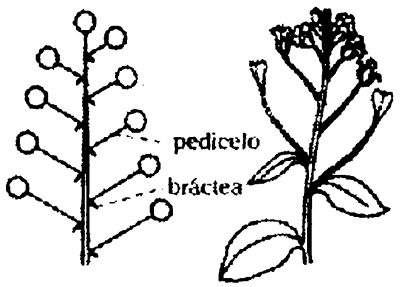
Desarrollo de un saco embrionario

b. Inflorescencia

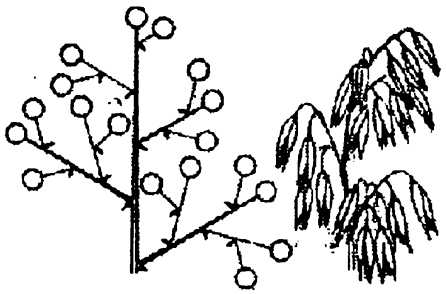
Es la parte floreciente de una planta que está constituida por más de una flor.



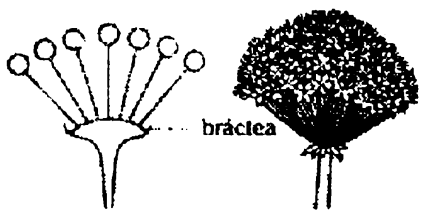
Cima



Racimo



Panículo



Umbela

c. Polinización

Proceso mediante el cual los granos de polen son transportados de la antera al estigma. La polinización es efectuada por agentes polinizadores muy diversos en las angiospermas, permitiendo una polinización cruzada o sea el intercambio de polen de flores próximas.

De acuerdo al tipo de agente existen diversos tipos de polinización:

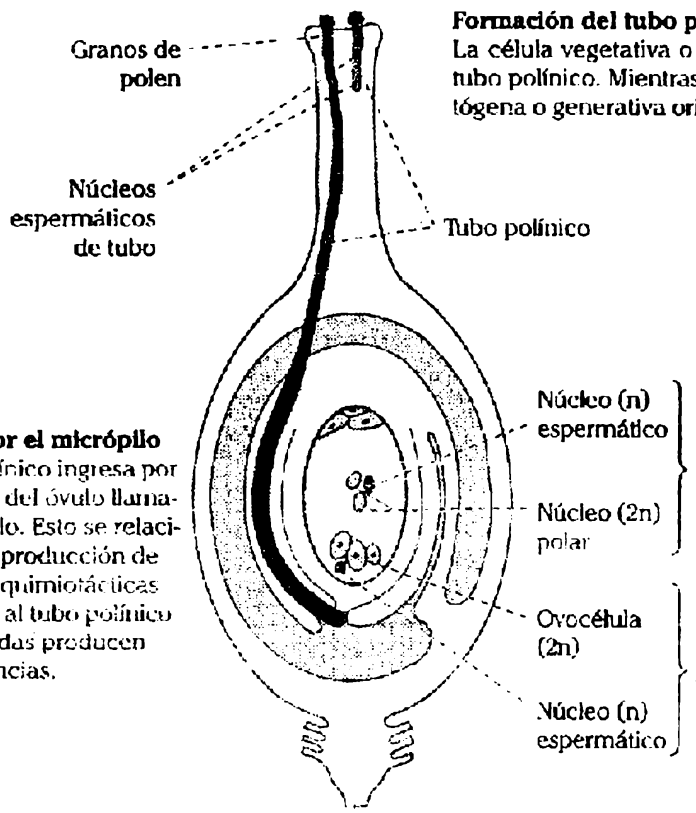
- **Hidrógama.** En la cual el agua transporta el polen.
- **Anemógama.** El polen es transportado por el viento.
- **Zoógama.** El agente es un animal. Si lo hace un insecto se denominará entomógama; si es una ave, ornitógama; si lo hace un murciélago, quiroptógama.
- **Antropógama.** Realizada por el hombre.

d. Doble fecundación

Es el proceso de fusión de los gametos vegetales. Una vez que el grano de polen llega al estigma su célula vegetativa empieza a alargarse formando el tubo polínico que desciende por el estilo hacia el micrópilo. El micrópilo es la abertura en el óvulo.

La célula vegetativa situada en la punta del tubo polínico es quien dirige la formación del tubo y su elongación. La célula que queda atrás se llama célula generatriz, la cual se divide en dos células espermáticas o anterozoides que son los gametos masculinos.

Una vez que el tubo polínico llega al saco embrionario, a través del micrópilo, ocurre una doble fecundación.



Formación del tubo polínico
La célula vegetativa o célula del tubo origina el tubo polínico. Mientras tanto, la célula espermatógena o generativa origina a los anterozoides.

Ingreso por el micrópilo
El tubo polínico ingresa por la abertura del óvulo llamada micrópilo. Esto se relaciona con la producción de sustancias quimiotácticas que atraen al tubo polínico. Las sinérgidas producen tales sustancias.

Doble fecundación
El primer anterozoide (n) se une a la ovocélula (n) originando el núcleo del embrión (2n). El segundo anterozoide (n) se une a la célula polar (2n) originando el núcleo del endosperma (3n)

e. Formación de la semilla

La semilla es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro. Presenta tres partes que son:

Tegumento

Es la cubierta o parte externa de la semilla.

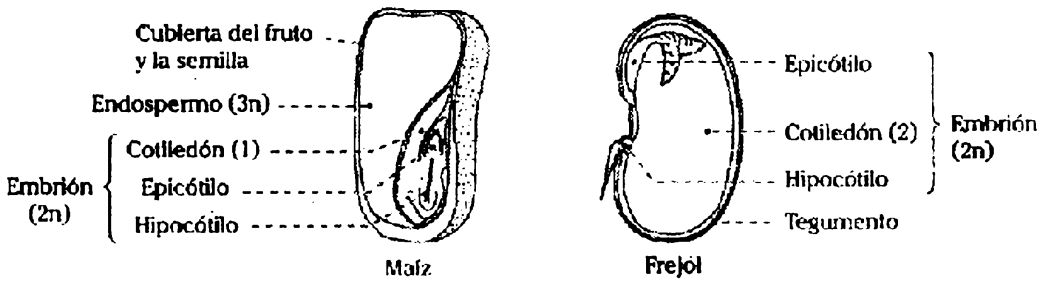
Endospermo

Es la parte media o tejido nutricio, está constituido por células triploides (3n).

Embrión

Es la parte fundamental que origina a un nuevo ser; constituida por células diploides (2n).

Semilla de monocotiledónea **Semilla de dicotiledónea**



f. Formación del fruto

Simultáneamente al desarrollo de la semilla a partir del óvulo, se produce el del ovario, que da como resultado la formación del fruto. El fruto también puede incluir otras partes, además del ovario. Al realizar un corte al fruto se observan tres partes:

Epicarpio

Es la región más externa del fruto, procede de la pared externa del ovario.

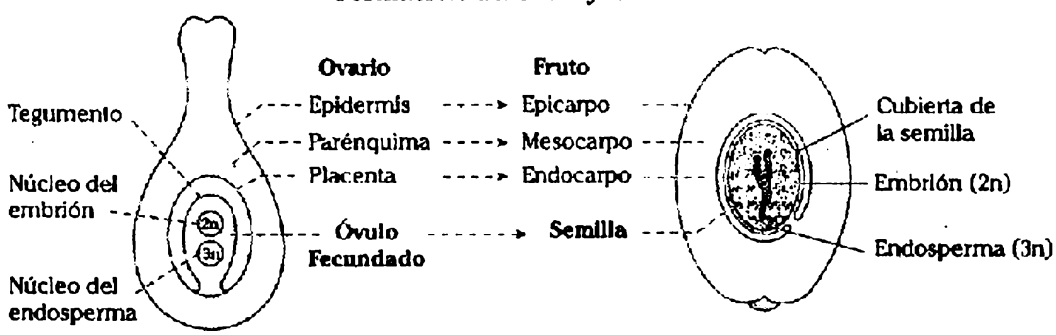
Mesocarpio

Es la capa intermedia del fruto, formado por varias capas de células.

Endocarpio

Es la capa interna que rodea a la semilla.

Formación del fruto y la semilla



g. Latencia de semillas

Cuando se forma una semilla, entra en período de latencia; esto es, el joven embrión que debe esperar un momento favorable antes de que empiece el crecimiento o germinación.

A menudo esta se considera como el inicio de la vida del vegetal, pero de hecho es un proceso en que el embrión latente vuelve a despertar o activarse.

El período de latencia varía según la planta y el tiempo, en algunos casos puede durar cientos de años.

h. Germinación de las semillas

Una vez terminada la latencia por el estímulo ambiental apropiado, la semilla absorbe agua rápidamente, proceso llamado imbibición.

El contenido de agua de la semilla es un tanto bajo (5 a 10% del peso total), y la cantidad de citoplasma embrionario es pequeña respecto a su abastecimiento de alimento de reserva; así, conforme sucede la rehidratación, la semilla se hincha rápidamente, las células del ápice de la raíz embeben el agua con rapidez y el punto de crecimiento también se estimula para que tenga actividad mitótica.

A medida que la raíz se hincha y crece, se rompen las cubiertas de la semilla; la raíz es la primera parte de la semilla que emerge. Esto tiene una ventaja distintiva, ya que se fija en el suelo, asegurando que el vegetal en desarrollo tendrá un abastecimiento suficiente de agua y minerales.

El brote, formado por el tallo y la hoja embrionaria, aparece después que ha surgido la raíz de la semilla. El brote asciende rompiendo la superficie del suelo y contacta con el aire.

Con el tiempo, la planta en crecimiento consumirá todo el endospermo o usará las reservas de los cotiledones y entonces debe empezar la fotosíntesis para que el crecimiento continúe.

Germinación hipogea

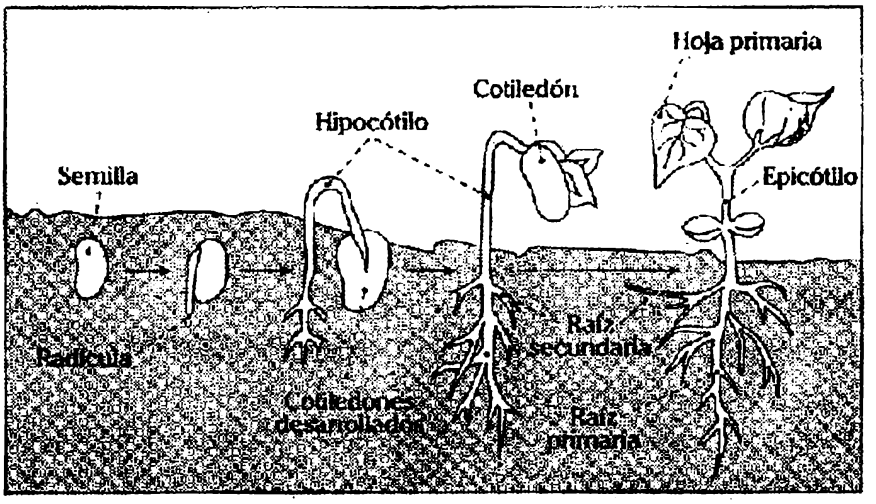
En la germinación de las monocotiledóneas el cotiledón se queda en el suelo y solo emerge la punta del brote y sus hojas; estas últimas abastecerán a la planta con alimento proveniente de la fotosíntesis.

Germinación epigea

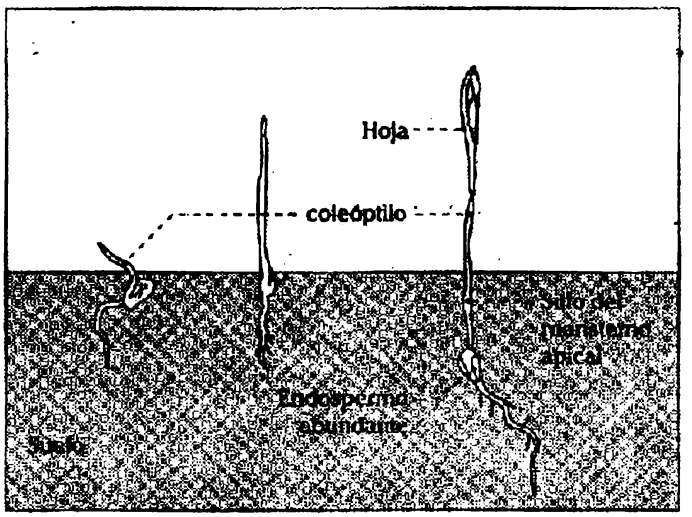
En muchas dicotiledóneas, por ejemplo el frijol, el alargamiento del brote eleva los dos cotiledones del suelo y se vuelven verdes y fotosintetizadores.

Sin embargo, en un período corto, los cotiledones se marchitan y entonces las hojas toman la función de abastecedores de alimento para el vegetal en crecimiento.

Germinación epigea del frijol



Germinación hipogea del maíz



Hormonas vegetales

En los últimos años se ha prestado mucha atención a las sustancias que regulan el desarrollo de los vegetales. Estas son denominadas fitohormonas, dentro de las que destacan el ácido abscísico, las auxinas, el etileno, las giberelinas y las citocininas.

Cada una de estas sustancias ejerce complejos y variados efectos en el crecimiento dependiendo de la especie de planta, de la parte afectada, de las condiciones internas y ambientales.

Auxinas

- ✓ Son las principales hormonas del crecimiento vegetal. Generan la elongación celular. Estimulan la síntesis de ARN y proteínas.
- ✓ Generan el fototropismo positivo del tallo.
- ✓ Estimulan la partenocarpia, el desarrollo de frutos sin semilla.
- ✓ Controlan la dominancia apical. Inhiben el desarrollo de las yemas laterales del tallo.
- ✓ Una auxina importante es el ácido indolacético (AIA).

Giberelinas

- ✓ Las giberelinas participan en el proceso de germinación de ciertas semillas estimulando la formación de amilasas.
- ✓ Promueven el alargamiento del tallo en muchas plantas, induciendo tanto la elongación como la división celular.
- ✓ Estimulan la floración en plantas de día largo, esto es la formación de flores.
- ✓ Una giberelina importante es el ácido giberélico (AG).

Citocininas

- ✓ Inducen la división celular mitótica y la diferenciación celular.
- ✓ Citocininas y auxinas interactúan de manera antagónica, puesto que las citocininas favorecen la dominancia lateral, que consiste en el desarrollo de yemas laterales y la formación de ramas.
- ✓ Se les llama hormonas juveniles porque retardan la senescencia (envejecimiento) de la planta.

Ácido abscísico (ABA)

- ✓ Induce a la abscisión o caída de las hojas en muchas especies vegetales.
- ✓ Participa principalmente en la latencia de las semillas. En elevada concentración evita la germinación de las semillas.
- ✓ Se le llama hormona del estrés porque induce cambios en los tejidos vegetales expuestos a condiciones desfavorables (estresados) como congelación, alta salinidad y sequía.
- ✓ Controla el cierre de los estomas, evitando la pérdida de agua por transpiración.

Etileno

- Es una hormona gaseosa que inhibe el alargamiento celular, participa además acelerando la maduración de los frutos.

Plantas medicinales

Dentro de la atención primaria en salud se puede hacer uso de plantas medicinales para aliviar diversas dolencias.

Plantas medicinales	Efecto	Ejemplos
1. Antipalúdicas	Combaten al agente del paludismo: *Plasmodium vivax.*	*Cinchona officinalis* "cascarilla o árbol de la quina" (rubiácea) que contiene quinina.
2. Relajantes digestivas	Digestivos, contienen aceites esenciales aromáticos.	muña, paico, salvia, pimpinela, manzanilla, hinojo, romero, anís, hierba luisa, culén, papaya, coca, boldo, achiote, ají, hierba santa, pacae.
3. Desinflamantes	Antiinflamatorios, generalmente contienen alcaloides o heterósidos.	*Uncaria tomentosa* "uña de gato" (rubiácea), flor blanca, llantén, papa manzanilla, árnica, nogal, romero, malva, Higuer.
4. Relajantes del sistema nervioso	Tranquilizantes.	valeriana, manzanilla, y toronjil (para el corazón), menta, maíz, hierbabuena, hierba luisa, ruda, tilo.
5. Cicatrizantes	Favorecen el cierre de las heridas.	sangre de grado, sábila, confrey, col, achiote, bálsamo del Perú, mastuerzo, molle, zapallo, hierba santa.
6. Litolíticas	destrucción de cálculos renales y biliares.	chancapiedra, cáscara de papa, fruta de tuna, piña, fresas y uvas.
7. Hipotensoras	Antihipertensivas. Disminuyen la presión arterial.	ajos, maracuyá, maíz morado, perejil, caigua.
8. Hipertensoras	Aumentan la presión arterial.	kión.
9. Antioxidantes	Antimutagénicas. Evitan el envejecimiento y la formación de radicales libres.	col, coliflor, brócoli, berro, rabanito, nabo, maca (familia de las *crucíferas, Brassicáceas*).

1. Las plantas avasculares como las briofitas, carecen de xilema y floema, pero utilizan ..... y ..... para el transporte del agua y la savia orgánica.

   A) tráqueas - traqueidas
   B) tráqueas - células cribosas
   C) hidroides - leptoides
   D) hidroides - tubos laticíferos
   E) hidroides - células cribosas

2. El ..... es un representante de las briofitas.

   A) equiseto
   B) licopodio
   C) helecho
   D) antocero
   E) gingko

3. La turba es un combustible que se forma a partir de depósitos recientes de

   A) helechos.
   B) pinos.
   C) musgos.
   D) pastizales.
   E) cipreses.

4. Al gametofito de los helechos se le denomina

   A) musgo.
   B) cápsula.
   C) protonema.
   D) prótalo.
   E) anteridio.

5. Los conos son estructuras reproductivas de

   A) el plátano.
   B) la alcachofa.
   C) el pino.
   D) el maíz.
   E) la palta.

6. Las plantas dicotiledóneas a diferencia de las monocotiledóneas tienen

   A) flores trímeras.
   B) raíces fibrosas.
   C) un solo cotiledón.
   D) nervaduras reticulares.
   E) haces vasculares dispersos.

7. Son plantas monocotiledóneas que crecen en los márgenes de lagunas y lagos, cuyas hojas son usadas para confeccionar canastas, esteras y canoas desde épocas prehispánicas:

   A) agave y forculla.
   B) totoras y juncos.
   C) caña brava y carrizos.
   D) cocoteros.
   E) girasoles.

8. Es la planta dicotiledónea más usada en la industria textil.

   A) algodón
   B) lino
   C) cedro
   D) hualtaco
   E) guayacán

9. Los meristemos de acuerdo a su posición se denominan

A) primitivos y apicales.
B) apicales y laterales.
C) cambium y felógeno.
D) colénquima y esclerénquima.
E) cambium suberoso y vascular.

UNMSM 2005-II

10. Es el tejido que determina el crecimiento en diámetro de las plantas.

A) felógeno
B) colénquima
C) floema
D) súber
E) parénquima

UNMSM 2004-I

11. Secreción orgánica de las células epidérmicas vegetales que tiene la función de disminuir las pérdidas de agua en los tejidos frescos.

A) suberina
B) cutina
C) quitina
D) lignina
E) endodermina

12. Las estructuras epidérmicas que realizan el intercambio gaseoso en las hojas se denominan

A) lenticelas.
B) ritidomas.
C) estomas.
D) cutículas.
E) tricomas.

13. Con respecto a los estomas, marque las premisas correctas:

I. Están formados por dos células llamadas guardas.
II. Se ubican principalmente en el haz de las hojas.
III. Solo permite la salida de H_2O en forma de vapor.
IV. Pueden encontrarse en los tallos herbáceos.

A) I y II
B) II y III
C) I y IV
D) I, II y IV
E) II, III y IV

14. El tejido que constituye la corteza de los troncos leñosos es la

A) peridermis.
B) endodermis.
C) protodermis.
D) rizodermis.
E) epidermis.

15. El corcho es un excelente material aislante que corresponde al tejido vegetal denominado

A) epidérmico.
B) secretor.
C) peridérmico.
D) suberoso.
E) epiblema.

16. Señale el componente del látex usado principalmente en la fabricación de neumáticos.

A) chicle
B) resinas
C) gutapercha
D) caucho
E) ceras

17. En la corteza muerta del tallo y las raíces se presentan los/las ..... por los cuales se da la respiración.

A) lenticelas
B) yemas
C) ostiolos
D) estomas
E) ramas

18. Las lenticelas se ubican en el tejido llamado

A) epidermis.
B) rizodermis.
C) endodermis.
D) pericicIo.
E) peridermis.

19. El tejido de relleno donde se almacena almidón, ubicado generalmente en los frutos, tallos y raíces se denomina

A) colénquima.
B) clorénquima.
C) parénquima amiláceo.
D) esclerénquima.
E) parénquima acuífero.

20. Tejido con abundantes cloroplastos, localizado en el mesófilo, cuya función es realizar la fotosíntesis.

A) colénquima
B) parénquima amiláceo
C) clorénquima
D) acuénquima
E) aerénquima

21. El tejido de sostén que se localiza debajo de la epidermis en los tallos herbáceos y el pecíolo de las hojas se denomina

A) esclerénquima.
B) colénquima.
C) duramen.
D) endodermis.
E) peridermis.

22. Indique cuál de las siguientes características no le corresponde al tejido colenquimático.

A) Sus células están en Go.
B) Está formado por células vivas.
C) Sus células contienen protoplasma.
D) Sus células se encuentran en plasmólisis.
E) Es un tejido de sostén de los órganos en crecimiento.

23. Las células ..... del tejido esclerenquimático presentan las paredes .....

A) muertas - suberificadas.
B) vivas - calosificadas.
C) muertas - lignificadas.
D) vivas - cutinizadas.
E) muertas - silificadas.

24. Señale qué tejido secretor encontramos en el exocarpo (capa externa del fruto) de las naranjas.

A) pelos glandulares
B) cavidades lisígenas
C) nectarios
D) tubos laticíferos
E) tubos resiníferos

25. En las hojas de la planta *Urtica dioica* "ortiga", encontramos estructuras secretoras urticantes de tipo

A) maclas.
B) rafidios.
C) tubos oleíferos.
D) pelos secretores.
E) cavidades esquizógenas.

26. Señale verdadero (V) o falso (F) con respecto a la respiración en plantas.
I. Consiste en la entrada de dióxido de carbono y la salida de oxígeno.
II. Solo se lleva a cabo en las hojas.
III. Los gases ingresan y salen por difusión.

A) VVV
B) FFF
C) FFV
D) FVF
E) VFV

27. Con respecto al transporte de la savia bruta, marque la proposición incorrecta.

A) Se da a través de los vasos leñosos.
B) El flujo es unidireccional.
C) La savia bruta está compuesta de agua y sales minerales.
D) Se gasta energía para el transporte de agua.
E) La transpiración es el mecanismo más importante.

28. La hipótesis que permite explicar el transporte de savia elaborada se denomina

A) mecanismo de tensión-cohesión.
B) flujo a presión.
C) presión radical.
D) potencial hídrico.
E) modelo de transpiración-cohesión.

29. Indica el concepto que no corresponde al transporte de savia elaborada.

A) célula fuente
B) sumidero
C) tubo criboso
D) sacarosa
E) capilaridad

30. Es el azúcar predominante de la savia elaborada.

A) almidón
B) maltosa
C) sacarosa
D) celobiosa
E) trehalosa

31. La reproducción asexual en plantas se caracteriza por la participación de órganos ..... de la planta.

A) sexuales
B) vegetativos
C) pistilados
D) estaminados
E) masculinos

32. La capacidad que tienen los órganos asexuales de una planta para generar nuevos individuos se debe principalmente a la presencia de tejidos

A) meristemáticos.
B) fundamentales.
C) vasculares.
D) conductores.
E) mecánicos.

33. Son tallos subterráneos de almacén, capaces de dar origen a nuevas plantas.

A) propágulos
B) tubérculos
C) estacas
D) estolones
E) estípites

34. Relacione correctamente.

I. rizoma
II. bulbo
III. estolones
IV. propágulos

a. plátano
b. fresa
c. ajos
d. madre mil

A) Ia, IIb, IIIc, IVd
B) Ib, IIc, IIIb, IVa
C) Ic, IId, IIIa, IVb
D) Ia,IIc, IIIb, IVd
E) Id, IIb, IIIc, IVa

35. Con respecto a los verticilos florales, marque la secuencia correcta desde afuera hacia adentro.

A) pétalos-sépalos-carpelos-estambres
B) sépalos-pétalos-estambres-carpelos
C) carpelos-estambres-sépalos-pétalos
D) carpelos-pétalos-estambres-sépalos
E) estambres-pétalos-carpelos-sépalos

36. Marque la estructura que no está relacionada con el órgano femenino de la flor.

A) rudimento seminal
B) saco embrionario
C) ovocélula
D) núcleos polares
E) anterozoides

37. Marque verdadero (V) o falso (F) según corresponda.

I. La doble fecundación permite formar frutos partenocárpicos.
II. La apomixis permite formar semillas.
III. La dispersión por semillas solo se da en angiospermas.
IV. El ciclo vital de las plantas es una alternancia de generaciones.
V. La meiosis permite formar los anterozoides a partir de la célula generativa.

A) VVVVF B) FFFFV C) VFVFV
D) FFVVV E) FVFVF

38. Durante la doble fecundación participan

I. ovocélula
II. núcleos polares
III. antípodas
IV. anterozoides
V. sinérgidas

A) solo I B) I, II y III C) II, III y I
D) I, II y IV E) IV, III y II

39. El eucalipto se puede utilizar para

A) eliminar los cálculos biliares.
B) eliminar lombrices intestinales.
C) aumentar la presión arterial.
D) aliviar las afecciones respiratorias.
E) desinfectar una herida.

40. Para disminuir los cólicos menstruales se puede consumir una infusión de

A) tara.
B) sangre de grado.
C) cacao.
D) hierba luisa.
E) orégano.

41. Relacione correctamente las plantas y su uso medicinal.

I. chancapiedra
II. valeriana
III. quina

a. cálculos renales
b. malaria
c. relajante

A) Ia, IIb, IIIc
B) Ic, IIa, IIIb
C) Ia, IIc, IIIb
D) Ic, IIb, IIIa
E) Ib, IIa, IIIc

42. Si una persona desea controlar su presión arterial elevada, puede consumir plantas como

A) la sábila.
B) el maracuyá.
C) la piña.
D) el llantén.
E) la coliflor.

43. Señale la alternativa donde se mencionen plantas con propiedades cicatrizantes.

A) valeriana y manzanilla
B) tuna y piña
C) maíz morado y perejil
D) sábila y sangre de grado
E) nabo y maca

44. El nabo, maca, rabanito y col tienen propiedades

A) antioxidantes.
B) litolíticas.
C) antipiréticas.
D) relajantes.
E) hipertensoras.

45. La *Uncaria tomentosa* "uña de gato" tiene propiedades

A) desinflamatorias.
B) tusígenas.
C) litolíticas.
D) antiespasmódicas.
E) hipotensoras.

Zoología

Capítulo IX

Objetivos

- Comparar los principales taxa animales.
- Conocer las funciones de nutrición animal.
- Distinguir las funciones de reproducción asexual y sexual animal.
- Diferenciar los mecanismos de coordinación endocrina y nerviosa en los animales.

Taxonomía animal

Clasifica a los animales utilizando diversos criterios para luego nominarlos científicamente. El reino animalia está constituido por organismos pluricelulares eucarióticos, heterótrofos; con motilidad y desplazamiento, en alguna etapa de su vida. La mayor parte posee sistema nervioso y sensorial bien desarrollado.

Origen

Los animales evolucionaron a partir de antecesores protistas unicelulares heterótrofos marinos. Según la teoría colonial propuesta por Ernst Haeckel, surgieron a partir de una colonia de protozoarios marinos llamados los coanoflagelados, que tienen la capacidad de formar colonias y habrían sido los antecesores de las actuales esponjas, animales cuya estructura y composición celular es relativamente simple en relación con otros grupos.

Criterios de clasificación

Entre los criterios destacan: la organización tisular, el desarrollo embrionario, la simetría y la metamería.

Según la organización tisular

Parazoarios (parazoos)

Son los animales más simples, carecen de tejidos y el cuerpo está constituido por asociación de células con funciones propias. En este grupo se clasifican los poríferos (esponjas de mar).

Eumetazoarios (eumetazoos)

Son organismos con tejidos y órganos especializados que se desarrollan a partir de embriones entre los cuales tenemos: celentéreos, ctenóforos, platelmintos, nemátodos, moluscos, artrópodos, anélidos, equinodermos y cordados.

SEGÚN LA SIMETRÍA

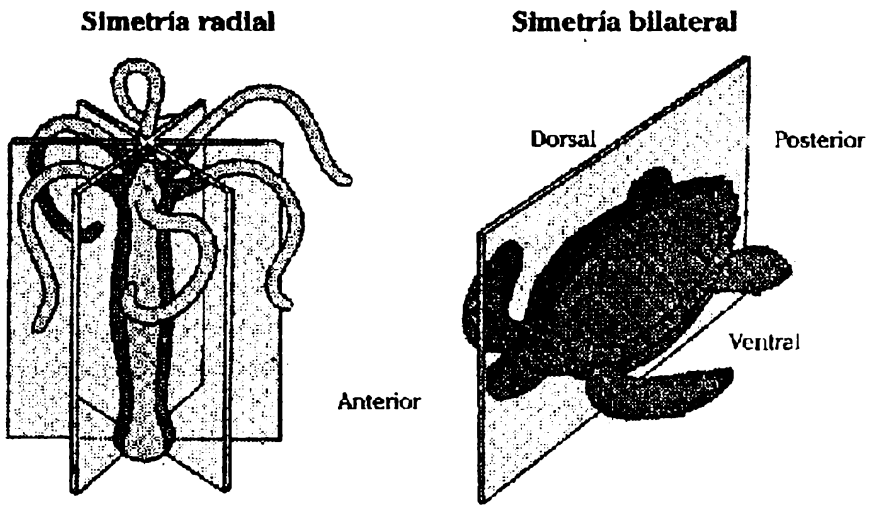
La simetría es la disposición de los órganos con respecto a un eje. Según su simetría los animales pueden ser de simetría radial y simetría bilateral.

Animales de simetría radial

Presentan estructuras similares dispuestas de manera regular, en torno a un eje central. Es el caso de los celentéreos y ctenóforos. En el caso de los equinodermos adultos la simetría se denomina pentarradial.

Animales de simetría bilateral

Tiene el cuerpo con dos mitades –derecha e izquierda– idénticas; cuando se realiza un corte a lo largo de su eje medio. La mayoría de animales tiene este tipo de simetría, desde los platelmintos hasta los mamíferos.



Hidra Tortuga acuática

SEGÚN LA METAMERÍA

La metamería es la repetición seriada de segmentos del cuerpo, a lo largo del eje longitudinal. Cada segmento se llama metámero, o somite. Según su metamería los animales pueden ser:

Animales homómeros

Presentan segmentos similares, como es el caso de los anélidos cuyo cuerpo está dividido en somites casi idénticos.

Animales heterómeros

Presentan segmentos diferentes, altamente especializados. Por ejemplo, tenemos a los insectos cuyo cuerpo se divide en tres grandes partes: cabeza, tórax y abdomen.

Según el número de capas embrionarias

Las capas embrionarias son tejidos que se forman durante el proceso de gastrulación del desarrollo embrionario, las cuales darán origen a los tejidos diferenciados y estos a su vez a los órganos (organogénesis).

De acuerdo al número de capas embrionarias formadas durante la gastrulación tenemos:

Organismos diploblásticos

Aquellos que forman dos hojas embrionarias: ectodermo y endodermo. Son diploblásticos los celentéreos y los ctenóforos.

Organismos triploblásticos

Aquellos que forman tres hojas embrionarias: ectodermo, endodermo y mesodermo. Son triploblásticos los platelmintos, nematelmintos, moluscos, artrópodos, anélidos, equinodermos y cordados.

Según el destino del blastoporo

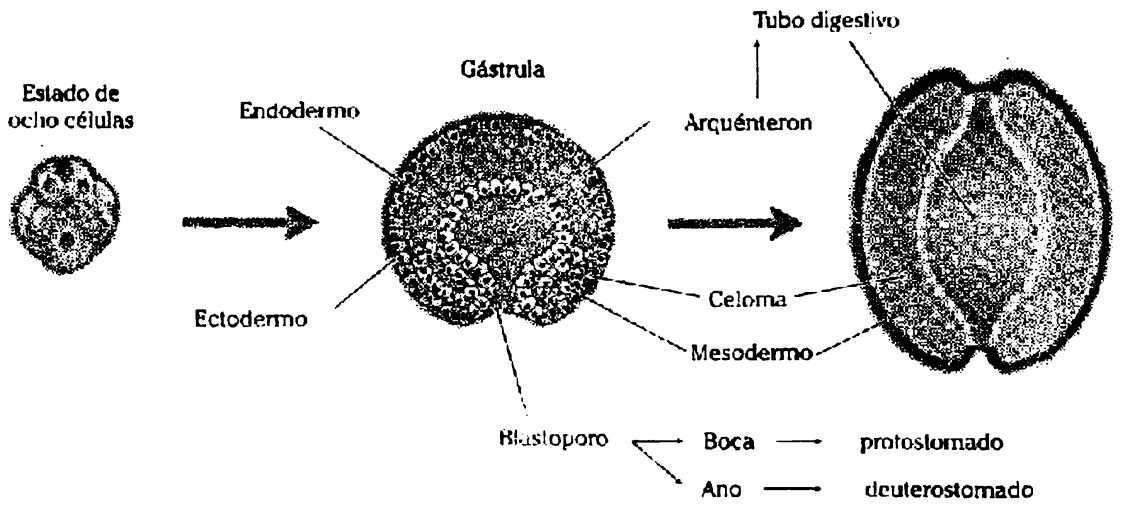
Protostomados

Cuando el orificio del embrión forma la boca, luego aparece el ano. Son protostomados los nemátodos, moluscos, anélidos y artrópodos.

Deuterostomados

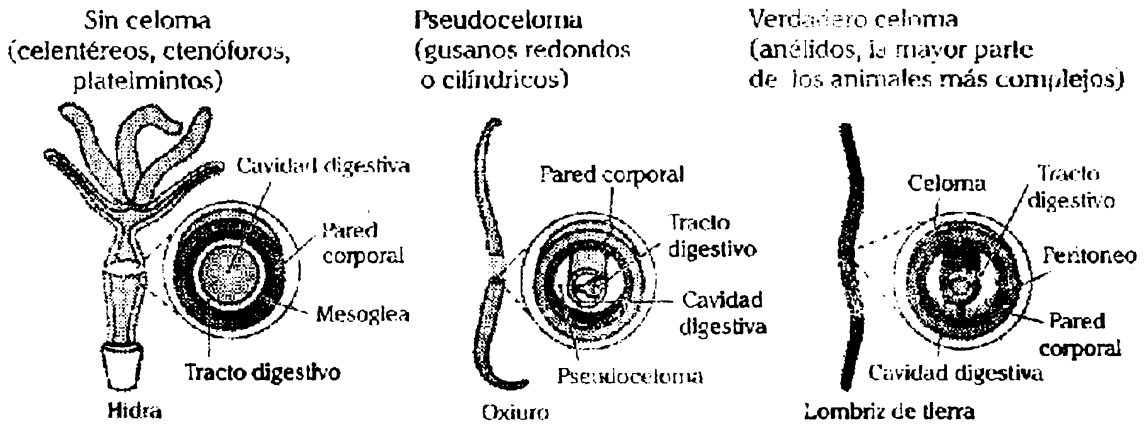
Cuando el orificio del embrión se convierte en ano, luego aparece la boca. Es el caso de los equinodermos y cordados.

Desarrollo embrionario



Según la formación de cavidades corporales

Una de las innovaciones más significativas en el curso de la evolución animal, fue la formación de una cavidad del cuerpo derivada del mesodermo denominado celoma. Así tenemos a los acelomados (sin celoma), pseudocelomados (con falso celoma) y celomados (con celoma).



Principales fila animales

Filum porífera

Son los animales de organización más simple; carecen de tejidos y órganos, el cuerpo está constituido por la asociación de células con funciones vitales independientes (nutrición, excreción e intercambio gaseoso), realizados por cada célula.

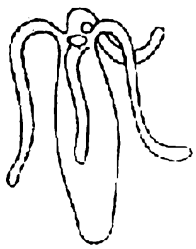
Son organismos de vida acuática, sésiles (se mantienen fijos) en su fase adulta. El cuerpo presenta una gran cantidad de aberturas o poros y conductos internos a través de los cuales se moviliza agua constantemente.

- Clase calcárea: *Leucosolenia*
- Clase hexactinélidas: *Euplectella*
- Clase demosponjas: *Callyspongia*

Filum celentéreos (cnidarios)

Son animales de vida acuática. El cuerpo está formado por un celenterón o cavidad gastrovascular rodeada por dos capas tisulares: la epidermis (externa) y la gastrodermis (interna) estos se encuentran separados por una capa gelatinosa llamada mesoglea, en donde encontramos el sistema nervioso difuso (sin agregación neuronal). Poseen tentáculos con cnidocitos, provistos de estructuras urticantes llamadas nematocistos.

- Clase hidrozoos: hidras
- Clase escifozoos: malaguas
- Clase antozoos: anémonas de mar



Hidra

Malagua

Anémona de mar

Filum ctenóforos

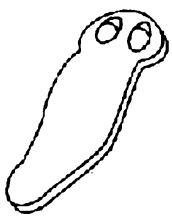
Son animales marinos bioluminiscentes muy parecidos a los cnidarios, su cuerpo globoso presenta ocho filas de láminas en forma de peines que le permiten desplazarse y dos tentáculos.

- Clase tentaculata: *Cestum*
- Clase nuda: *Beroe*

Filum platelmintos

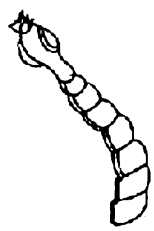
Son gusanos de cuerpo aplanado dorsoventralmente. Algunos son parásitos y otros son de vida libre. Se agrupan en:

- Clase turbelaria: planarias
- Clase céstodes: tenias
- Clase tremátodes: duelas hepáticas



Planaria

Duela



Tenia

Filum nematodos

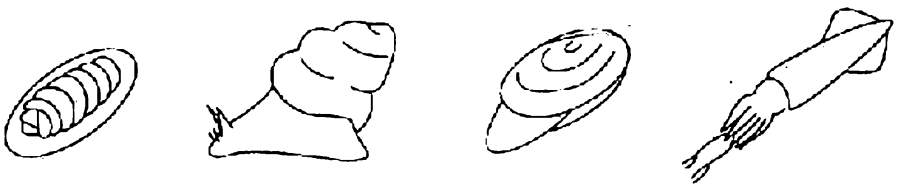
Son gusanos de cuerpo cilíndrico, cubiertos por cutícula. Son de vida parásita en humanos y en animales. Ejemplos: *Enterobius vermicularis* "oxiuros", *Ascaris lumbricoides* "lombriz intestinal", *Trichinella spiralis* "triquina".

Nematodo

Filum molusca

Son animales de cuerpo blando cubierto externamente por una concha calcárea ($CaCO_3$) segregada por la epidermis (manto) y un pie para la locomoción, que en cefalópodos se han modificado en tentáculos.

- Clase gasterópodos (*gaster*=vientre, *podos*=pie): caracoles, babosas.
- Clase bivalvos (concha con dos valvas), también llamados pelecípodos (pie de hacha): almeja, mejillón, ostra, choro, macha.
- Clase cefalópodos (cabeza desarrollada): pulpo, calamar, pota.
- Clase poliplacóforos (varias placas en la concha): quitones.
- Clase escafópodos (*escafo*=bote, *podos*=pie): colmillo de mar.

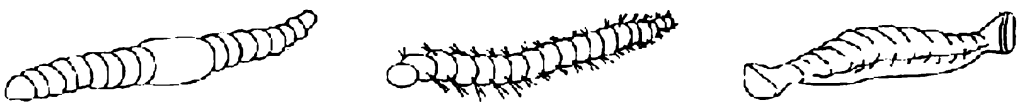


Quitón Caracol Almeja Calamar

Filum anélidos

Son gusanos de cuerpo anillado. Cada segmento corporal está generalmente provisto de quetas. Evolutivamente originaron a los insectos.

- Clase poliquetos (varias quetas): nereis.
- Clase oligoquetos (pocas quetas): lombriz de tierra.
- Clase hirudíneos (sin quetas): sanguijuela con dos ventosas que produce el anticoagulante llamado hirudina.



Lombriz de tierra Nereis Sanguijuela

Filum artrópodos

Son animales de cuerpo segmentado con patas articuladas y exoesqueleto quitinoso con mudas periódicas.

Onicóforos

Muchos zoólogos los han considerado el eslabón perdido en la evolución de los artrópodos. Se trata de animales semejantes anélidos y artrópodos típicos. Tienen el celoma reducido, cutícula quitinosa y delgada, con patas no articuladas, con sistema circulatorio abierto y excretan por metanefridios. Ejemplo: peripatos.

Subfilum mandibulados

a. Clase insecta

Insectos, con tres pares de patas, un par de antenas y el cuerpo con tres segmentos (cabeza, tórax y abdomen). Ejemplos: saltamonte, abeja, cucaracha, hormiga.

b. Clase crustácea

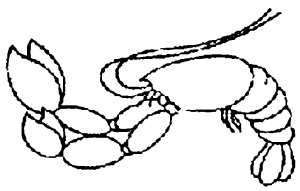
Crustáceos, con cinco pares de patas, dos pares de antenas y el cuerpo con dos segmentos (cefalotórax y abdomen). Ejemplos: cangrejo, camarón, copépodos, langostinos.

Subfilum quelicerados

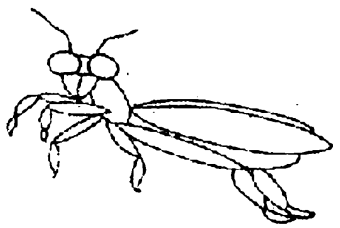
Con quelícero, un par de mandíbulas, uno o más maxilares.

a. Clase arácnidos

Presentan cuerpos con dos segmentos (cefalotórax y abdomen) y cuatro pares de patas, comprenden: arañas, escorpiones, ácaros, garrapatas.



Cangrejo de río



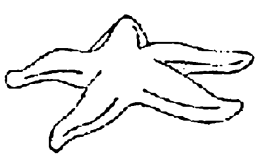
Mantis religiosa

Araña

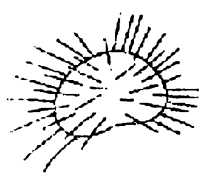
FILUM EQUINODERMOS

Animales marinos con simetría pentarradial en la fase adulta, endoesqueleto rígido (calcáreo con sistema vascular acuífero, pies externos (ambulacrales).

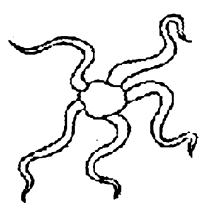
- Clase crinoideos (cuerpo en forma de flor): lirios de mar.
- Clase asteroideos (cuerpo en forma de estrella): estrella de mar.
- Clase ofiuroideos (cuerpo con disco y cinco brazos serpentinos): estrella quebradiza.
- Clase equinoideos (cuerpo globoso con espinas): erizo de mar.
- Clase holoturoideos (vermiforme): pepino de mar, holoturias.



Estrella de mar



Erizo de mar

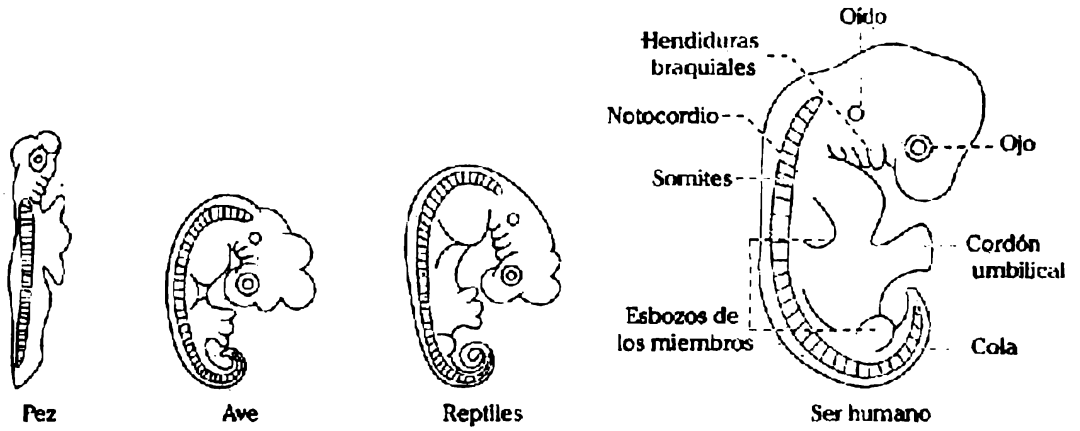


Estrella quebradiza

Cohombro de mar

Filum cordados

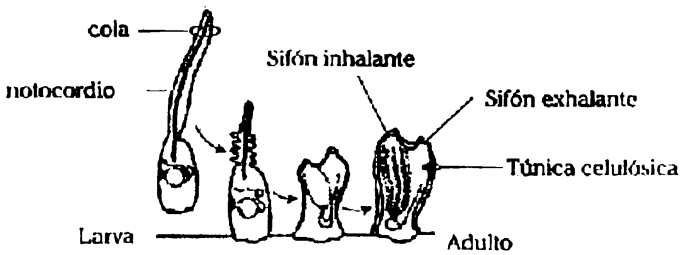
Son animales que se caracterizan por tener una notocorda (cordón dorsal), cordón nervioso dorsal tubular y las hendiduras branquiales en la faringe. El notocordio es el principal órgano de sostén del cuerpo, está presente en alguna fase de vida del cordado.



Subfilum tunicados

Son animales de hábitat marino, que en estado larvario presentan el notocordio en la cola, por ello algunos lo llaman urocordados. En estadio adulto se reabsorbe la cola debido a su metamorfosis y forman una túnica celulósica que cubre el cuerpo. Ejemplo: ascidias o vejigas de mar.

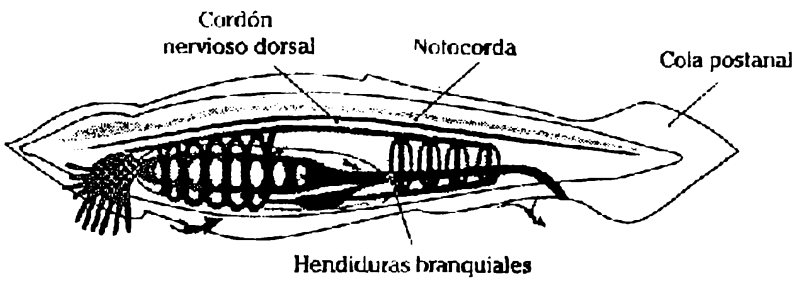
Ascidia



Subfilum cefalocordados

Conservan la notocorda hasta el estado adulto, el cual se prolonga hasta la cabeza. El cuerpo es agudo en ambos extremos. Son acuáticos. Ejemplo: anfioxos.

Anfioxo



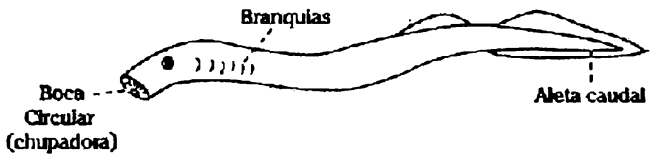
Subfilum vertebrados

Todos poseen cerebro anterior dentro de una caja craneana (craneados) y columna vertebral formada que reemplaza al notocordio, y constituye el eje de soporte del cuerpo. Comprende a ciclóstomos y tetrápodos.

a. **Clase ciclóstomos** (*cyclo*=circular, *stoma*=boca)

Son animales hidrodinámicos que viven tanto en agua dulce como salada. No tienen escamas, tampoco mandíbula, su boca chupadora es circular y está rodeada de papilas carnosas, sus aletas son impares, de 6 a 14 pares de branquias. Las especies parásitas se adhieren a los peces empleando sus dientes bucales, excavan un hoyo e inyectan un anticoagulante para alimentarse de su sangre. Ejemplo: lampreas y mixines.

Lamprea



b. **Superclase piscis**

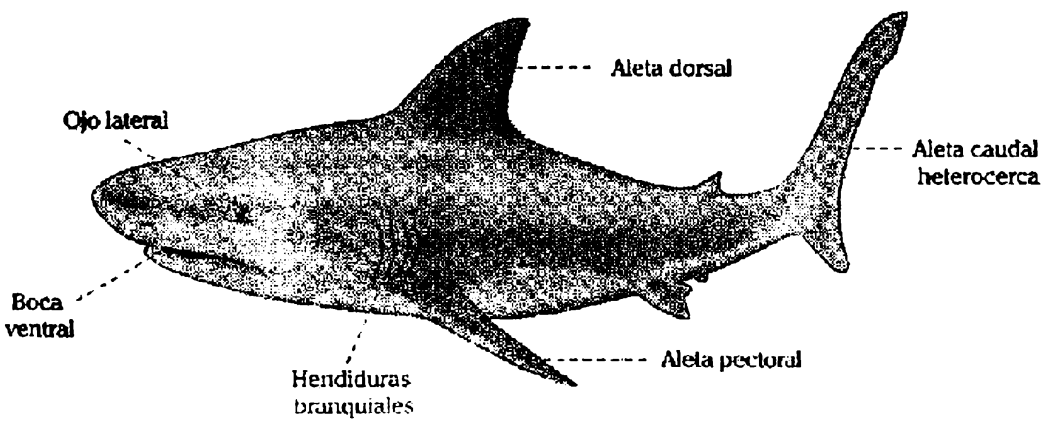
Animales hidrodinámicos con el cuerpo cubierto por escamas, respiración branquial y desplazamiento por medio de aletas.

Clase condrictios

Son peces que se caracterizan por presentar esqueleto cartilaginoso, boca ventral, escamas placoideas, aleta caudal heterocerca, de cinco a siete pares de branquias, carecen de vejiga natatoria y nadan continuamente cerca a la superficie.

Ejemplos: tiburones, rayas, mantarrayas, pez sierra, pez martillo, pez guitarra, pez torpedo y tollo.

Tiburón

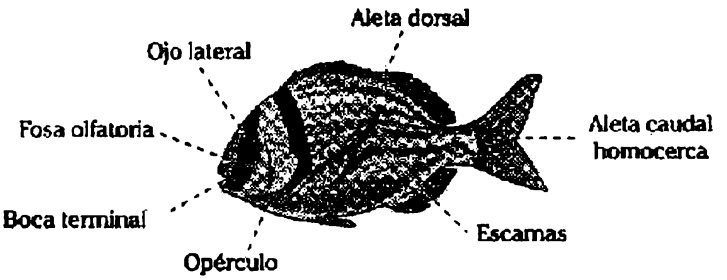


Clase osteícties

Son peces de esqueleto óseo, boca terminal, escamas cicloideas (principalmente), aleta caudal homocerca, cuatro pares de branquias, con vejiga natatoria y nadan tanto en la superficie como en las profundidades.

Ejemplos: bonito, pejerrey, jurel, lisa, piraña, pintadilla, paiche.

Pez dulceacuícola

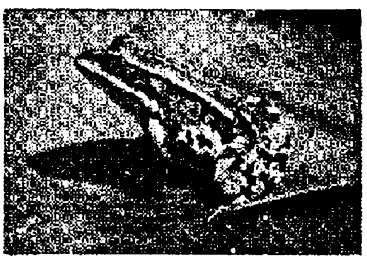


c. Superclase tetrápodos

Son vertebrados de cuatro patas, que generalmente desarrollan pulmones para su respiración.

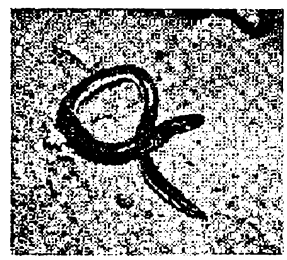
✓ **Clase anfibia.** Vertebrados con metamorfosis, de vida juvenil (larva) acuática y adulto adaptado al ambiente terrestre. Presentan la piel delgada y húmeda, carente de escamas. Se clasifican en tres órdenes:

- Orden urodelos (con cola): salamandras y tritones.
- Orden ápodos (sin patas): cecilias.
- Orden anuros (sin cola): presentan patas adaptadas para el salto y formadas para emerger a la vida terrestre adulta. Sapos y ranas.



Rana

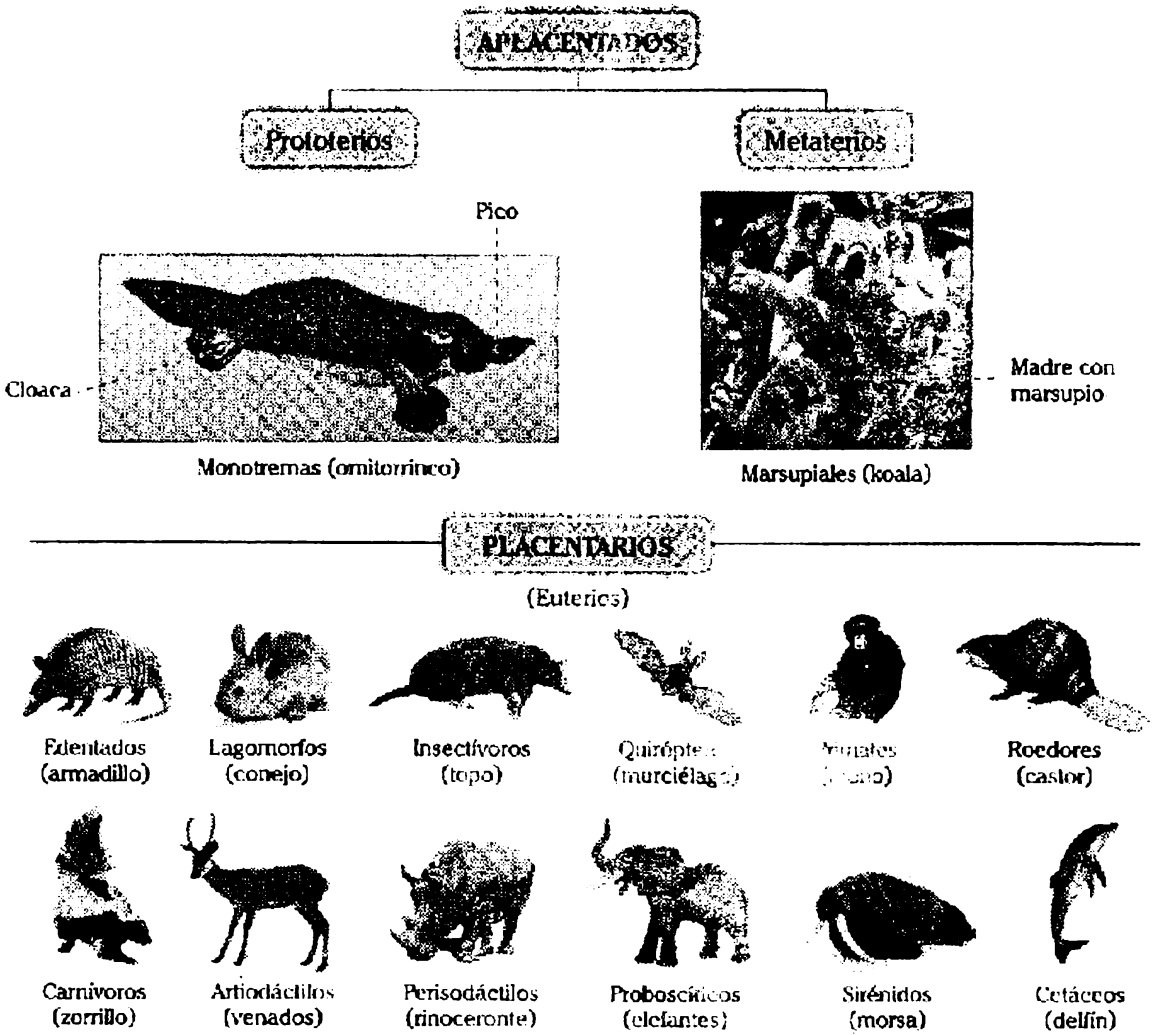
Salamandra



Cecilia

✓ **Clase reptilia.** Son verdaderos animales terrestres, no necesitan regresar al agua para reproducirse, pues ponen huevos con cubierta calcárea resistente a la desecación igual que las aves. Su piel es seca con escamas córneas que evitan la deshidratación. Sus patas son cortas o están ausentes, por lo cual se desplazan arrastrando el vientre.
Incluye las órdenes siguientes:

- ✓ **Clase mamalia.** Sus características principales son la presencia de pelos y glándulas mamarias, asimismo cuentan con dientes especializados al tipo de dieta alimenticia (incisivos, caninos, premolares y molares). Al igual que las aves mantienen la temperatura de su cuerpo constante y son llamados homeotermos o de sangre caliente. La fecundación siempre es interna y las crías durante la primera etapa de su vida se alimentan de la leche materna. Se clasifican en:
  - **Prototerios.** Mamíferos ovíparos, cuyas hembras ponen huevos que son incubados en el exterior. Ornitorrinco y equidna.
  - **Metaterios.** Mamíferos vivíparos aplacentarios, cuyas hembras poseen una bolsa o marsupio donde se completa el desarrollo de las crías. También se les llama marsupiales. Ejemplos: canguros, zarigüeya, koala, topos marsupiales, ratas marsupiales, etc.
  - **Euterios.** Animales vivíparos placentarios. Las hembras presentan placenta, lo cual facilita un mejor desarrollo del embrión. Ejemplos: roedores, primates, lagomorfos, quirópteros, carnívoros, sirénidos cetáceos, plantígrados, proboscídeos, artiodáctilos, perisodáctilos, edentados.



Sistema digestivo

Los animales se caracterizan por tener nutrición holozoica, que consiste en los siguientes procesos:

- ✓ **Ingestión.** Es el ingreso de alimentos a través de la boca.
- ✓ **Digestión.** Es la transformación de los alimentos a sustancias simples a través de procesos mecánicos y químicos.
- ✓ **Absorción.** Es el paso de las moléculas simples a las células del organismo.
- ✓ **Egestión.** Es eliminar los productos no digeridos, llamados productos de defecación (heces).

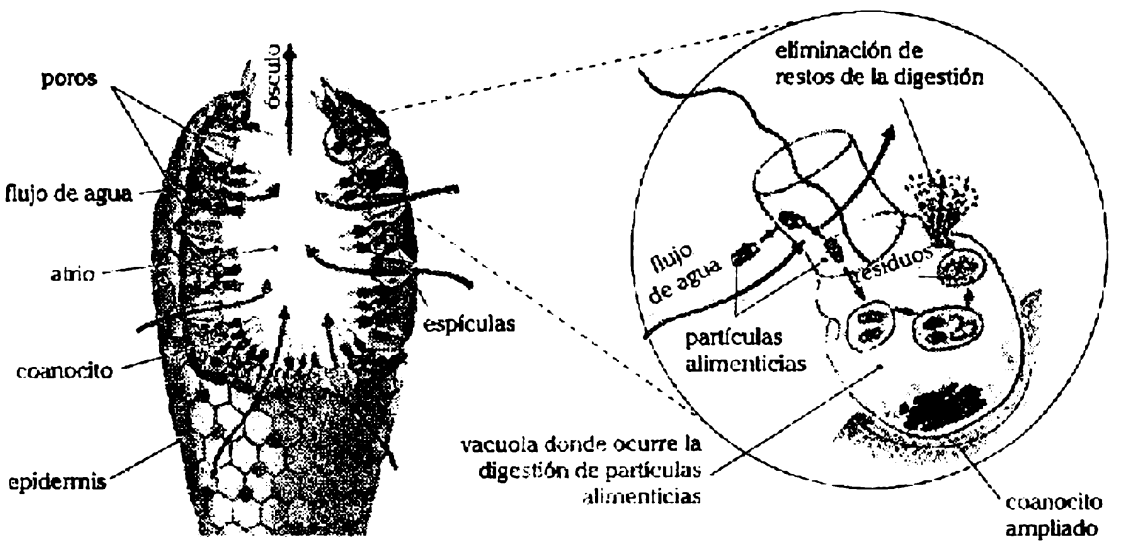
Tipos de digestión

De acuerdo al lugar donde se realiza se tiene:

Digestión intracelular

Aquella que se realiza dentro de la célula con participación de los lisosomas. Por ejemplo, tenemos el caso de los poríferos que dependen exclusivamente de esta digestión ya que no presentan sistema digestivo.

Digestión intracelular en la esponja de mar



Los celentéreos y platelmintos también tienen digestión intracelular que complementa la extracelular.

Digestión extracelular

Aquella que se realiza en una cavidad digestiva, es decir, fuera de la célula. Se encuentra en la mayoría de fila animales, desde los celentéreos hasta los mamíferos.

Tipos de sistema digestivo

Sistema digestivo incompleto (celenterónico)

Cuando el tubo digestivo presenta un solo orificio, el cual le va servir de boca y ano. En este grupo tenemos a los celentéreos (cnidarios) y platelmintos.

Sistema digestivo completo (enterónico)

Cuando el tubo digestivo presenta dos orificios, uno como boca y el otro como ano. El tubo digestivo completo es más complejo y se especializa en distintas áreas (boca, faringe, esófago, estómago, intestino, ano) con distintas funciones.

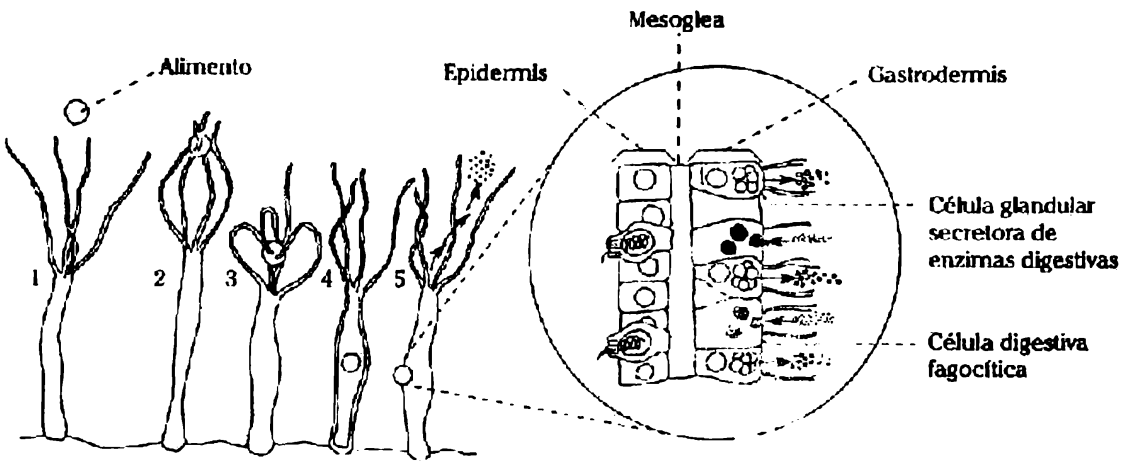
Este tipo de sistema se encuentra en los nemátodos, moluscos, artrópodos, anélidos, equinodermos y cordados.

Sistema digestivo de animales invertebrados

Celentéreos

A nivel de sus tentáculos presentan células llamadas cnidocitos con estructuras urticantes llamadas nematocistos, estos liberan neurotoxinas que paralizan a la presa para luego llevarla hacia la boca. Al ingresar el alimento hacia la cavidad digestiva o gastrovascular (celenterón) es degradado parcialmente por las enzimas liberadas por la gastrodermis (tejido que tapiza la cavidad digestiva). Luego las células digestivas de la endodermis fagocitan los alimentos semidegradados y realizan digestión intracelular completando el proceso. Finalmente, los desechos son eliminados por el mismo orificio que ingresó el alimento.

Alimentación de la hidra



1. Detección del alimento
2. Captura con tentáculos
3. Ingestión por la boca
4. Digestión en el celenterón
5. Egestión por la boca

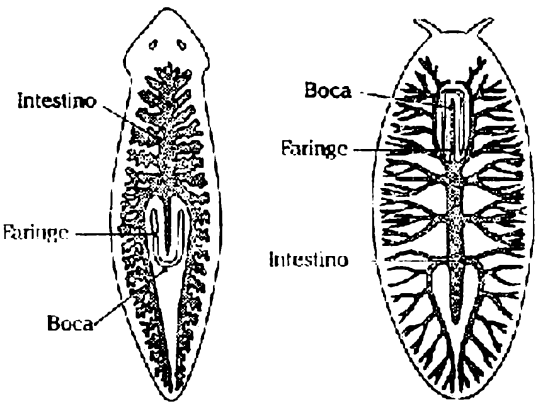
Platelmintos

En las planarias el sistema digestivo consta de una faringe evaginable (probóscide), boca ventral y tres ramas intestinales donde ocurre la digestión y absorción.

La digestión extracelular ocurre en la cavidad intestinal, luego se completa mediante células digestivas de la gastrodermis que realizan fagocitosis y digestión intracelular.

Las tenias carecen de sistema digestivo, se nutren por difusión, absorbiendo nutrientes de su hospedador.

Tubo digestivo de dos órdenes de turbelarios



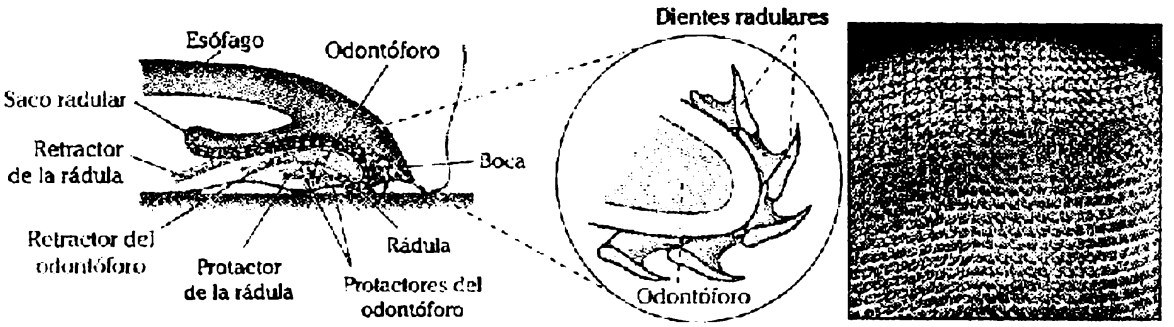
Nematodos

La alimentación de los nematodos es muy variable, algunos son carnívoros, otras especies son fitófagos y perforan las raíces para succionar la savia; también hay parásitos intestinales en humanos, como los oxiuros y las lombrices intestinales. El tubo digestivo consta de boca, faringe succionadora, esófago y un largo intestino que termina en el ano, carecen de estómago.

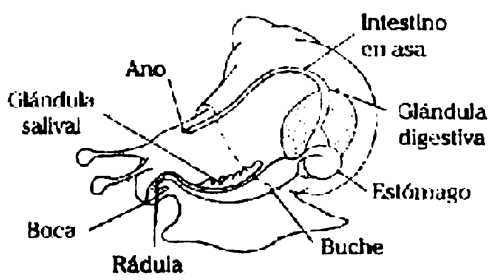
Moluscos

Presentan diversos tipos de alimentación (herbívoros, carroñeros, parásitos). Su característica distintiva es la rádula, una lengua con dientes quitinosos, utilizada como órgano raspador. Los moluscos bivalvos son los únicos que carecen de rádula y se nutren por filtración.

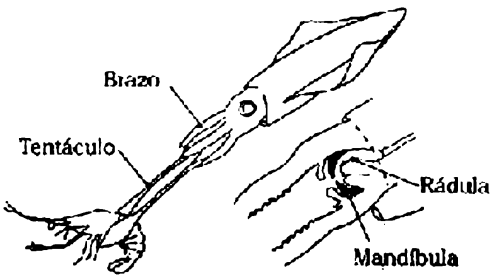
Estructura de la rádula del caracol



Sistema digestivo del caracol



Un calamar capturando su presa



Artrópodos

Debido a la gran diversidad del grupo, presenta sistemas digestivos con gran variabilidad estructural y funcional.

a. Insectos

La boca está provista de aparatos bucales que varían de acuerdo a la dieta del insecto, estos pueden ser: estiletes picadores chupadores, probóscides lamedoras chupadoras, maxilas aserradas masticadoras, etc. La faringe sirve como bomba chupadora, el esófago forma un buche de almacén, el proventrículo participa en la trituración de alimentos sólidos, el estómago secreta enzimas digestivas y realiza absorción, los ciegos gástricos amplían la zona digestiva y la de absorción. Al final del intestino hay una ampolla rectal para la absorción de agua.

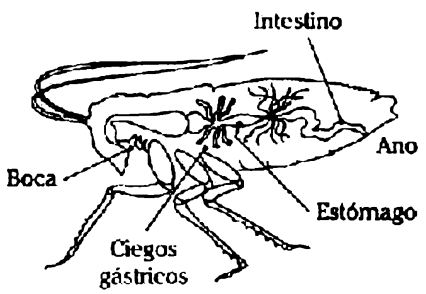
b. Arácnidos

Las enzimas digestivas son vertidas sobre sus presas muertas, de modo que las sustancias predigeridas son succionadas principalmente por el estómago succionador. Los arácnidos, tienen órganos ponzoñosos denominados quelíceros, los cuales poseen glándulas venenosas. El veneno puede ser neurotóxico (en la viuda negra) o hemolítico (en las loxosceles).

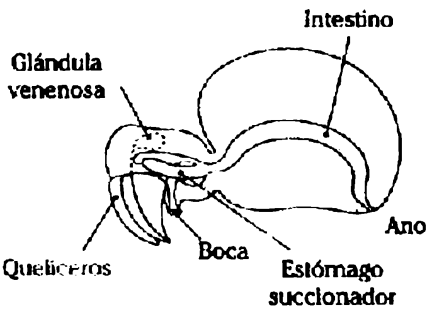
c. Crustáceos

Los camarones son animales omnívoros, comen de todo. Se caracterizan por tener el molinillo gástrico que les permite triturar sus alimentos.

Sistema digestivo del insecto



Sistema digestivo de la araña



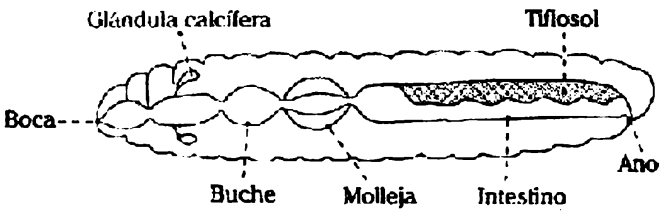
Anélidos

La lombriz de tierra (oligoqueto) es carroñera o detritívora, es decir, se alimentan de materia orgánica muerta (detritus).

Lo característico es la faringe muscular de succión, el esófago con glándulas **calcíferas**, que secretan calcita para regular el *pH*; luego sigue el buche que almacena alimentos, la molleja que tritura alimentos, el largo intestino que en su primera mitad realiza la digestión y en la otra mitad la absorción, para lo cual presenta una membrana plegada llamada **tiflosol**.

Alrededor de la pared del intestino hay una capa de células llamadas **cloragógenas**, que cumplen un papel similar al hígado de los vertebrados.

Sistema digestivo de la lombriz de tierra



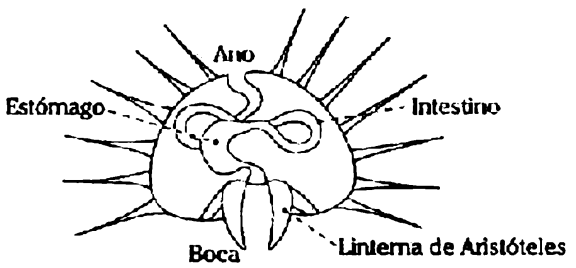
Equinodermos

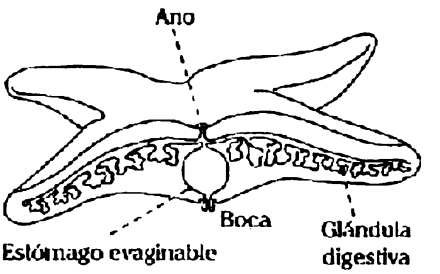
Los erizos de mar se alimentan principalmente de algas, mientras las estrellas de mar son principalmente carnívoras y carroñeras. El sistema digestivo se prolonga del lado oral al aboral.

Lo característico en el erizo de mar es la boca con un órgano raspador llamado la **linterna de Aristóteles**, formado por cinco dientes quitinosos con mandíbula.

En las estrellas de mar es característico el **estómago evaginable o cardiaco**, con lo que depreda sus presas.

Sistemas digestivos del erizo de mar y de la estrella de mar



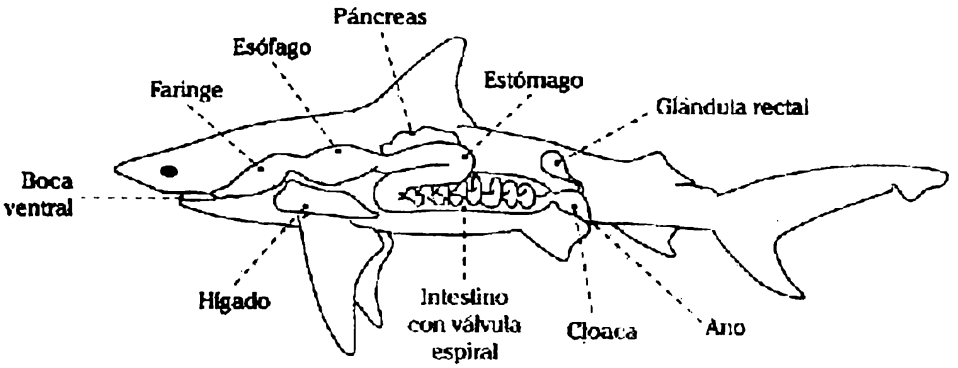


Sistema digestivo de animales vertebrados

Condricties

Son principalmente carnívoros y su tubo digestivo se inicia con una boca ventral, dientes agudos, una lengua plana fija al suelo de la boca; le sigue una ancha faringe con aberturas laterales que conectan con las mandíbulas branquiales, esófago corto, estómago en J, el cual termina en la válvula pilórica, el intestino tiene la **válvula en espiral** que reduce la velocidad del paso de los alimentos aumentando así la absorción. El tubo digestivo termina en la cloaca en la que desemboca la glándula rectal que elimina el exceso de sales.

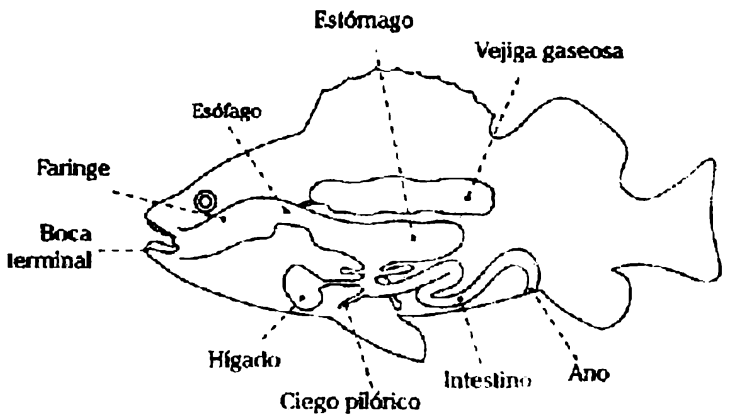
Sistema digestivo del tiburón



Osteícties

Su alimentación es diversa, existen carnívoros, herbívoros y filtradores. Su tubo digestivo se inicia con una boca terminal, no hay glándulas salivales, la lengua es pequeña en el suelo de la boca. La faringe se comunica con el esófago que es corto. El estómago curvo termina en la válvula pilórica, donde desembocan los **ciegos pilóricos** que secretan enzimas.

Sistema digestivo de la perca



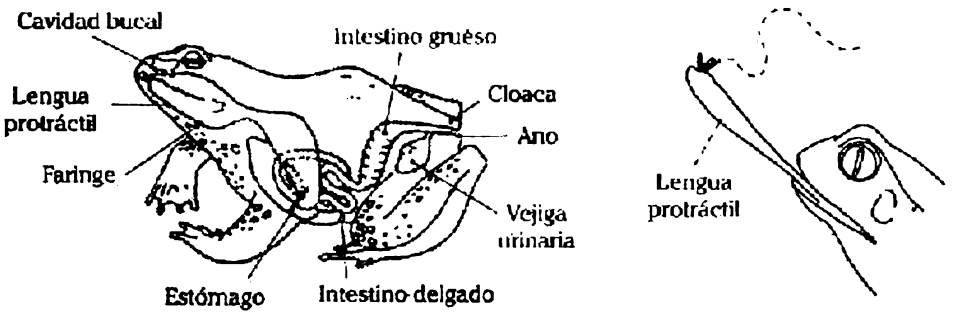
Anfibios

Los renacuajos son normalmente herbívoros; se alimentan de algas y otras materias vegetales, por lo cual tienen un tracto digestivo largo.

Las ranas y los sapos adultos son carnívoros depredadores. Su alimento lo constituyen insectos, lombrices, arañas. Poseen una boca ancha provista de una lengua **protráctil** emergente fijada en su región anterior; la región posterior produce secreción y emerge para atrapar a las presas. Las ranas poseen dientes para evitar el escape del alimento.

El tubo digestivo que carece de diferenciación notoria consta de un estómago tubular, intestino delgado y grueso, que desemboca en la cloaca hacia donde llegan los restos de la alimentación que a su vez eliminan a través del ano. Poseen hígado y páncreas como glándulas accesorias.

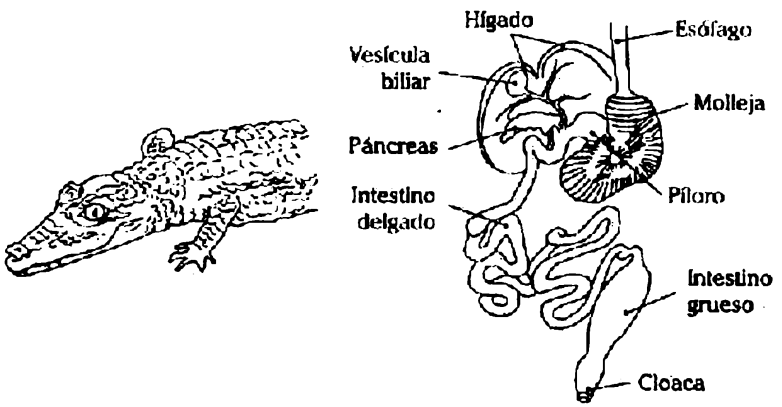
Sistema digestivo del sapo



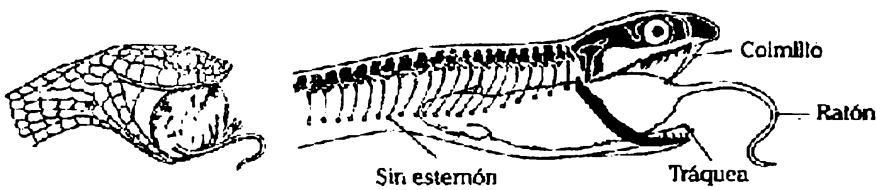
Reptiles

Las serpientes son heterodontas, presentan colmillos, algunos asociados a una glándula venenosa, y poseen boca con mandíbula adaptada para la deglución de grandes presas. El **estómago globular** es una cámara muscular que interviene en la trituración de alimento y en la digestión química. El intestino desemboca en la cloaca que se abre al exterior por medio del ano. Los caimanes y los cocodrilos presentan dentición homodonta y las tortugas presentan pico córneo, carecen de dientes.

Sistema digestivo del caimán



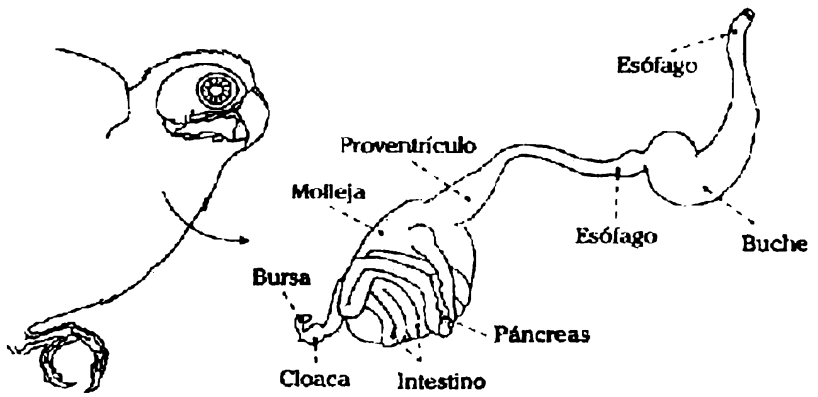
Una serpiente tragando la presa



Aves

La alimentación es diversa, granívoras, carnívoras y carroñeras. El tubo digestivo se inicia con el pico córneo o ranfoteca. Las granívoras presentan el **buche**, una dilatación esofágica que almacena temporalmente alimento y lo humedece. El **proventrículo** (estómago anterior o glandular) secreta enzimas que realizan la digestión química de los alimentos, es considerado el verdadero estómago de las aves. El **ventrículo** (estómago posterior o molleja) realiza la trituración del alimento. La cloaca actúa como una cámara común para los gametos, la orina y las heces; la mezcla de orina y heces se le denomina guano.

Tubo digestivo de un periquito



Mamíferos

Presentan tubo digestivo completo muy especializado: la boca está provista de piezas dentales que varían de acuerdo a la nutrición, con glándulas salivales. Debido a los diferentes tipos de dientes en estructura y función, son considerados animales heterodontes.

Los herbívoros tienen mayor cantidad de molares y su intestino es largo para garantizar la degradación de la materia vegetal. Dentro de ellos destacamos a los rumiantes y a los no rumiantes. Los carnívoros, por el contrario, tienen los caninos más desarrollados y su intestino es corto.

a. Rumiantes

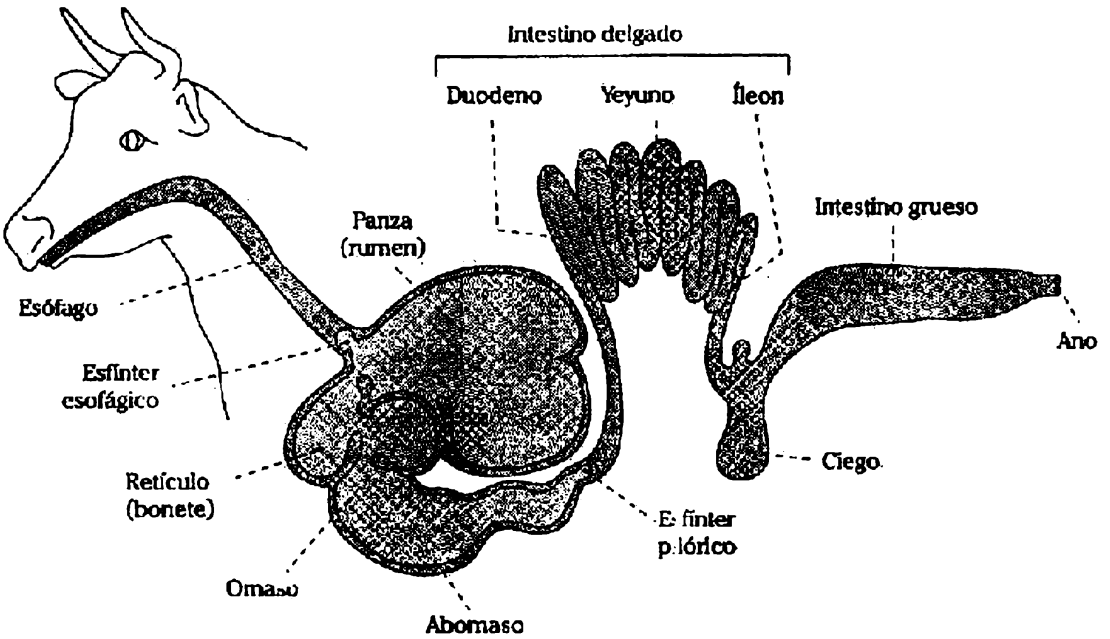
Son herbívoros con astas o cuernos, que se caracterizan por presentar un estómago tetraloculer (dividido en cuatro cámaras). Pertenecen a este grupo los ciervos, ovejas, jirafas, vacas, etc.

Luego de la primera masticación el alimento pasa a la panza (rumen) y al **bonete** (redecilla) donde es almacenado temporalmente, mientras la celulosa es fermentada por bacterias y protozoos.

Después el alimento es impulsado hacia la boca por contracciones del **bonete**, para la segunda masticación.

De la boca retorna hacia al **libro** (omaso) donde se le reabsorbe el agua, y de ahí pasa al **cuajar** (abomaso) que es el lugar donde se secreta el jugo gástrico y se realiza la verdadera digestión que es la química, por ello el abomaso es considerado el verdadero estómago de los rumiantes.

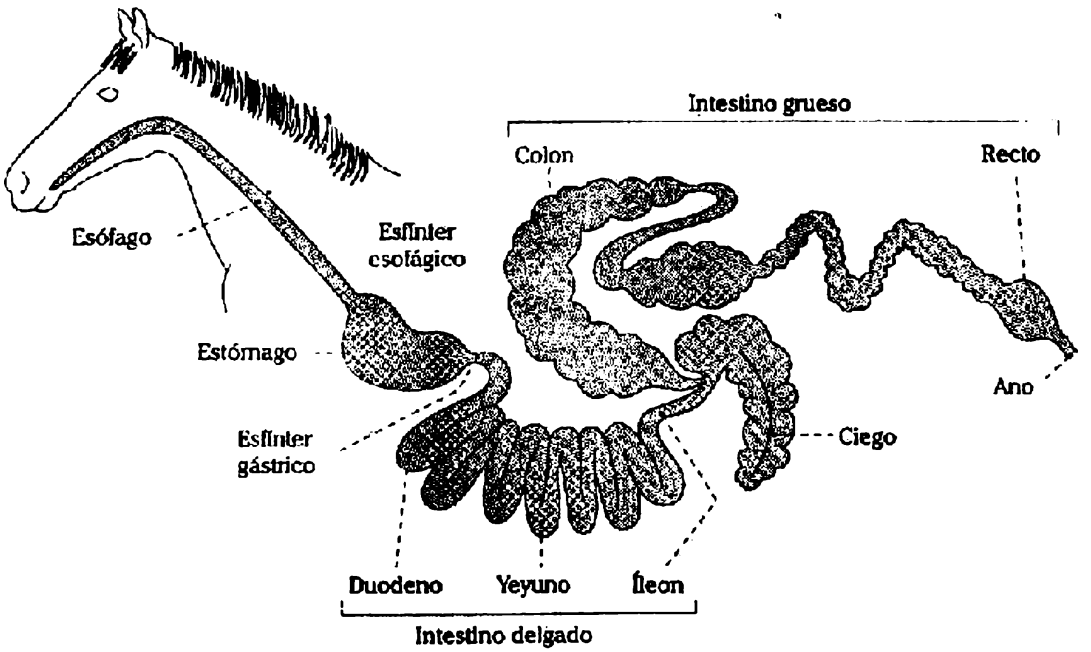
Sistema digestivo de un rumiante



b. No rumiantes

Carecen de un estómago dividido en cámaras y la fermentación de la celulosa se realiza en el ciego al inicio del intestino grueso. Pertenecen a este grupo los caballos, conejos, monos, etc.

Sistema digestivo de un no rumiante



Respiración animal

Respiración directa

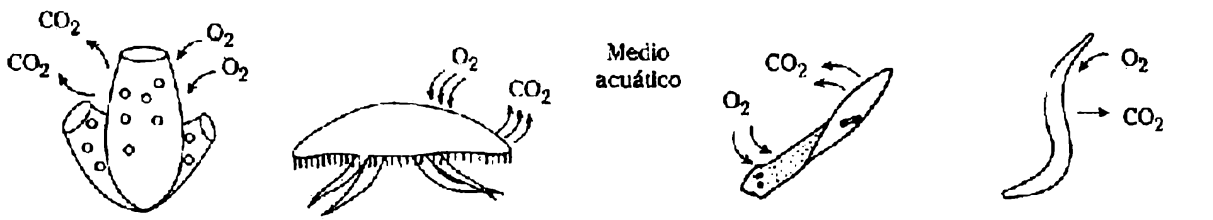
Se da cuando el intercambio de gases se realiza directamente entre el medio ambiente y las células del organismo, sin la intervención de un órgano respiratorio.

Debido a que en el medio externo la concentración de oxígeno es mayor que en el medio interno, este gas ingresa por simple difusión.

La respiración directa se presenta en organismos como poríferos, celentéreos, platelmintos y nematodos.

Los poríferos y celentéreos toman el oxígeno disuelto en el agua, a su vez expulsan el CO_2.

En organismos parásitos como tenias (platelmintos) y oxiuros (nematodos), se requiere poco oxígeno para su metabolismo, por lo que se les denomina **microaerófilos**.



Poríferos (esponja) | Celentéreos (malagua) | Platelmintos (planaria) | Nematodos (ascárido microerófilo)

Respiración indirecta

Este tipo de respiración es característica en animales de gran tamaño, por lo que es necesaria la presencia de un órgano respiratorio, capaz de captar los gases desde el medio ambiente hacia el sistema circulatorio y viceversa.

El órgano respiratorio se caracteriza por presentar un epitelio delgado, estar muy vascularizado (muchos vasos sanguíneos) y estar húmedo para capturar gases.

Son órganos respiratorios la piel de ciertos animales, las branquias, los pulmones, las tráqueas e inclusive hasta la cloaca.

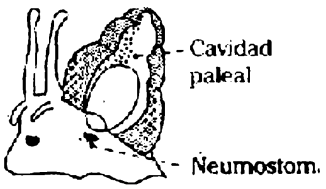
Las branquias representan la adaptación típica de la respiración de un medio acuático. Las branquias son inadecuadas para la vida en el aire, ya que una vez que han sido sacadas del agua, los filamentos branquiales se doblan y se pegan entre sí. Según su posición, las branquias pueden ser internas o externas.

Los pulmones son estructuras especialmente adaptadas al medio terrestre y a la respiración aérea.

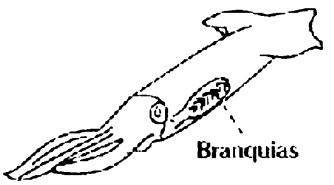
Moluscos

Los caracoles terrestres (gasterópodos) respiran por medio de un **pulmón**, se trata de una invaginación del manto muy vascularizada, situada en la joroba visceral, llamada también cavidad paleal que se comunica con el exterior por medio de una abertura llamada **neumostoma**.

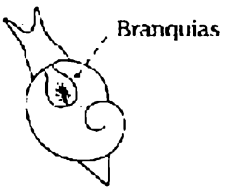
En los moluscos de vida acuática, como los calamares, ostras, y almejas, el intercambio gaseoso se da por unos pliegues epidérmicos llamados **branquias**.



El caracol de huerta respira por pulmones.



El calamar tiene branquias internas.



El caracol marino tiene branquias en la cavidad paleal.

Anélidos

En la lombriz de tierra el intercambio de gases tiene lugar a través de la superficie del cuerpo, la que está humedecida con mucus. Mientras que en los anélidos marinos la respiración es por medio de branquias externas.

Artrópodos

a. Insectos

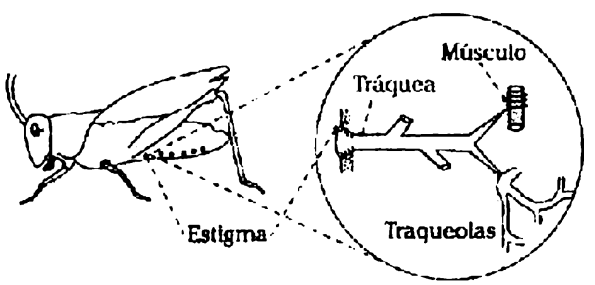
El intercambio gaseoso en los insectos se realiza mediante las **tráqueas** que son tubitos quitinosos que se ramifican por todo el cuerpo del insecto. Estas ramificaciones microscópicas se denominan traqueolas, las cuales están humedecidas y son tan numerosas que las células se oxigenan de ellas.

b. Arácnidos

Las arañas respiran principalmente mediante los pulmones en libro o **filotráqueas**, ubicados en la región abdominal.

c. Crustáceos

Como los cangrejos, respiran por **branquias internas** ubicadas en cámaras laterales del cefalotórax.



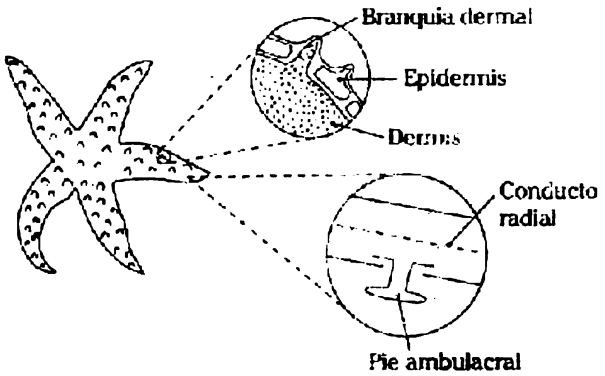
El saltamonte respira por medio de tráqueas quitinosas.

Las arañas tienen filotráqueas para respirar.

Equinodermos

Las estrellas de mar respiran por medio de **pápulas o branquias dermales** de origen dérmico, además utilizan sus pies ambulacrales. Cada pápula de paredes finas es una prolongación del celoma, por lo que los gases pasan automáticamente al líquido celómico.

Estrella de mar



Peces

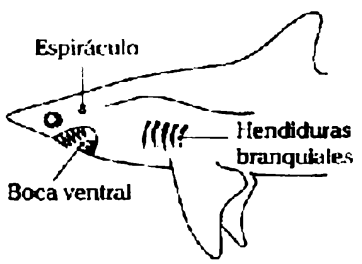
La respiración se efectúa mediante branquias. Los peces cartilaginosos presentan **cinco pares de branquias** en el interior de hendiduras branquiales. Asimismo tienen unas aberturas delante de las hendiduras branquiales, denominadas espiráculos.

En los peces óseos la respiración se da por **cuatro pares de branquias**, protegidas por los opérculos, sostenidas por cuatro arcos branquiales. Cada branquia tiene una hilera doble de filamentos branquiales, de color rojo, debido a la presencia de muchos capilares.

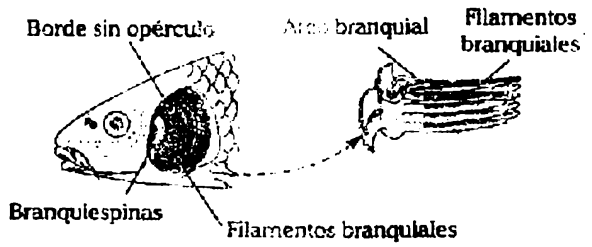
Las branquias son órganos respiratorios muy eficientes debido a que en ellas se verifica un **flujo de contracorriente** del agua exterior versus el flujo de sangre dentro de la branquia.

Un pez fuera del agua se asfixia rápidamente a pesar de la abundancia de oxígeno a su alrededor; además en el medio aéreo las branquias ofrecen una amplia superficie que favorecería la pérdida de agua.

Pez cartilaginoso



Pez óseo

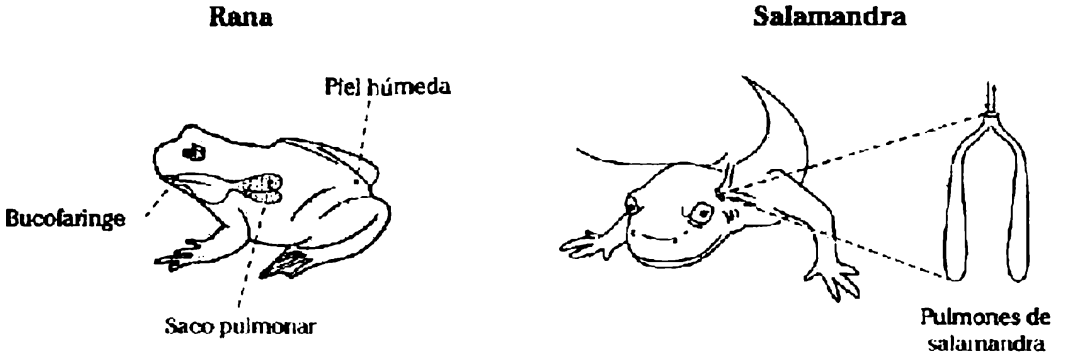


Los peces respiran por medio de branquias faríngeas internas.

Anfibios

Las larvas de anfibios llamadas renacuajos debido a su vida acuática, respiran por medio de branquias que sobresalen del cuerpo.

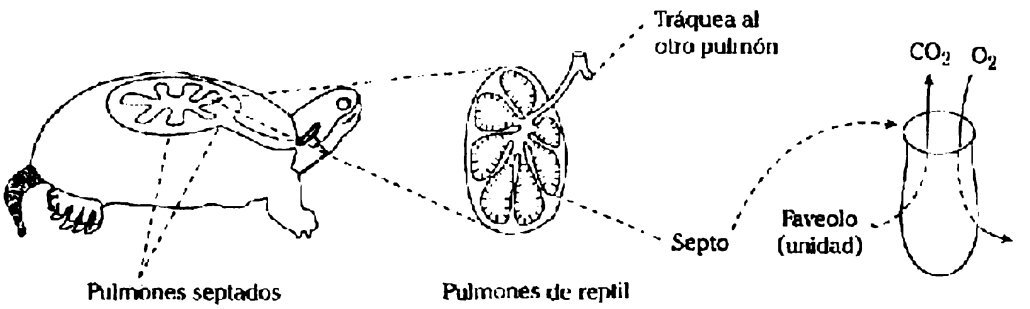
En los sapos y ranas adultos, el intercambio gaseoso se realiza por la piel, el pulmón y la bucofaringe. La piel es el principal órgano respiratorio debido a su gran superficie. Los pulmones son pequeños y tienen forma de saco simple, por lo que no son eficientes.



Reptiles

En todos los reptiles la respiración es pulmonar. Sus pulmones presentan tabiques o septos que ofrecen una mayor superficie de intercambio gaseoso y una mayor eficiencia. Las estructuras pulmonares que hacen el intercambio gaseoso son los **faveolos.**

Los ofidios, como las serpientes, presentan solo el pulmón derecho funcional, el pulmón izquierdo está atrofiado. Las tortugas marinas, además de respiración pulmonar, presentan respiración **cloacal**.

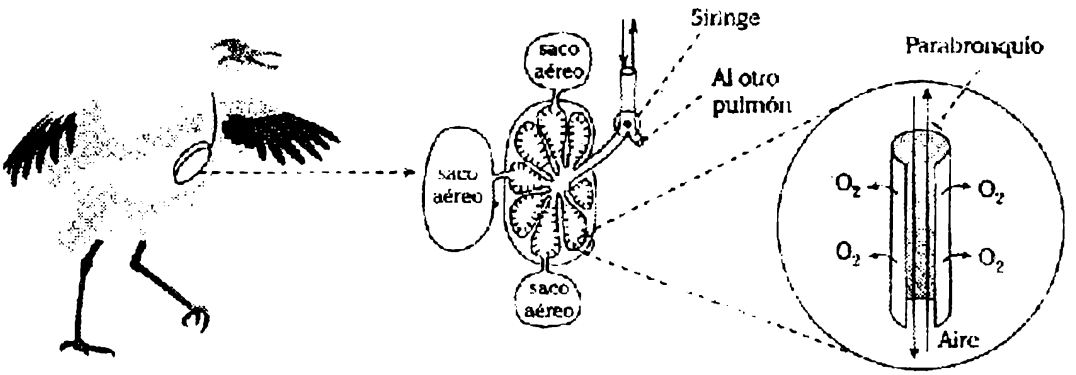


Las tortugas terrestres respiran por medio de pulmones reptados, formados por faveolos.

Aves

El intercambio gaseoso se realiza mediante dos pequeños pero eficientes pulmones. El aire inhalado es llevado por la tráquea a los bronquios, y de ahí a los pulmones, donde se encuentran los **parabronquios**, los cuales realizan la hematosis, es decir, el intercambio gaseoso. Asociados a los pulmones se encuentran los nueve **sacos aéreos** que actúan principalmente como cámaras refrigerantes, disminuyendo el calor corporal.

En la unión de la tráquea con los bronquios se encuentra un órgano fonador llamado **siringe**, el cual permite el canto de las aves.

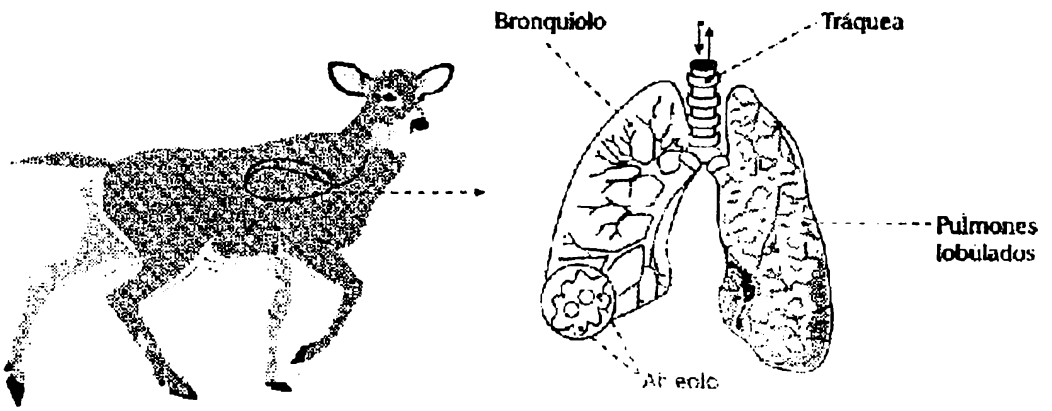


Las aves respiran por medio de pulmones, cuyas unidades funcionales son los parabronquios.

Mamíferos

Todos los mamíferos presentan respiración pulmonar, inclusive los acuáticos como las ballenas. Los pulmones se caracterizan por ser lobulados, se alojan en la cavidad pleural y tienen como principal músculo de la ventilación el diafragma. El intercambio de gases (hematosis) se realiza en los pulmones a nivel de los **alveolos** que están rodeados de capilares sanguíneos.

La emisión de sonidos es posible por la presencia de cuerdas vocales que se ubican en la **laringe**, del sistema respiratorio.



Todos los mamíferos respiran por medio de pulmones lobulados que poseen alveolos como unidades funcionales.

Sistema circulatorio en los animales

Los sistemas circulatorios están formados por un conjunto de tejidos y órganos encargados de impulsar los nutrientes hacia todos los tejidos y órganos del animal.

Animales sin sistema circulatorio (circulación asistémica)

Los poríferos, celentéreos, platelmintos y nematodos carecen de sistema circulatorio La circulación es intercelular. Tienen la capacidad de propulsar agua con nutrientes a todas sus células por medio de contracciones corporales o de los flagelos de sus células.

Animales con sistema circulatorio (circulación sistémica)

Los animales con mayor complejidad requieren de un sistema para transportar nutrientes a todo su organismo, el cual está compuesto por el corazón, el fluido y los vasos.

- ✓ **Corazón.** Es el órgano encargado de impulsar y mantener el fluido corporal (sangre o hemolinfa) por todo el organismo. Tipos de corazón:
  - **Neurogénico.** Corazón cuya excitación se debe a las neuronas. Es el tipo de los invertebrados.
  - **Miogénico.** Corazón que presenta marcapaso, su propio sistema de excitación. Se encuentra en moluscos y en los vertebrados.
- ✓ **Fluido.** Medio circundante constituido por agua, sales, proteínas, células en suspensión y pigmentos respiratorios. Suele llamársele "sangre" en todos los animales, aunque también se utiliza el término "hemolinfa" para los invertebrados.

  El fluido circulatorio presenta pigmentos que transportan gases, a veces en el líquido extracelular y otras veces en células especializadas. Los pigmentos para el transporte de O_2 y CO_2 más importantes son la hemocianina y la hemoglobina.
  - **Hemocianina.** Proteína conjugada de tipo metaloproteína; presenta cobre y es de color azul. Típica en moluscos y en la mayoría de artrópodos, excepto los insectos.
  - **Hemoglobina.** Proteína conjugada de tipo hemoproteína que contiene grupo hemo con hierro y es de color rojo. Presente en anélidos y vertebrados.

Cuadro comparativo de los pigmentos respiratorios

Pigmento respiratorio	Metal	Color	Animales
Hemoglobina	Fe^{++}	Rojo	Anélidos y vertebrados
Hemocianina	Cu^{-+}	Azul	Moluscos, crustáceos y arácnidos
Hemeritrina	Fe^{++}	Rojo	Anélidos
Clorocruorina	Fe^{++}	Verde	

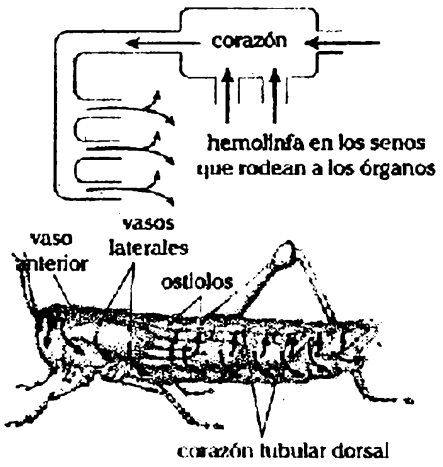
Cuadro comparativo de corazones y glóbulos rojos en vertebrados

Vertebrado	Tipo de corazón		Glóbulos rojos
Peces	Dos cavidades	una aurícula un ventrículo	Nucleados
Anfibios y reptiles	Tres cavidades	dos aurículas un ventrículo	Nucleados
Cocodrilos y aves	Cuatro cavidades	dos aurículas dos ventrículos	Nucleados
Mamíferos			Anucleados

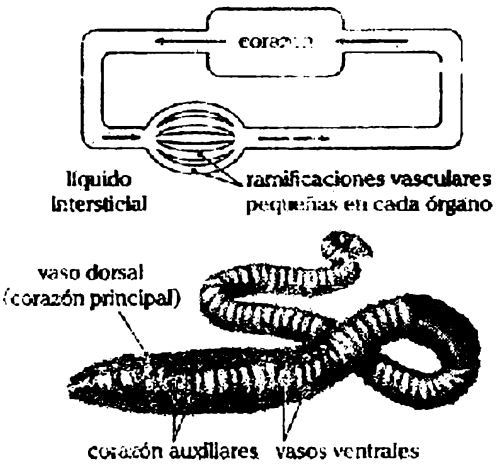
✓ **Vasos conductores.** Responsables de la conducción del fluido corporal, entre ellos tenemos arterias, venas y capilares.

Tipos de sistema circulatorio

Existen dos tipos principales, el abierto y el cerrado, y uno especial llamado vascular-acuífero.



Sistema abierto de saltamonte



Sistema cerrado de lombriz de tierra

Sistema circulatorio abierto o lagunar

El fluido se transporta por vasos abiertos, luego sale hacia [illegible] tisulares, que constituyen el hemocele, donde baña los órganos internos. Los animales que presentan circulación abierta son los moluscos y los artrópodos.

a. Moluscos

Los caracoles se caracterizan por presentar un corazón dorsal con dos cavidades, con aurícula y ventrículo, con numerosos vasos, que bombea la hemolinfa hacia el hemocele.

b. Insectos

Presentan un corazón tubular situado en posición dorsal, el cual presenta orificios laterales llamados ostíolos. La hemolinfa fluye del corazón hacia las arterias, y estos la vierten al hemocele, de allí retorna al corazón ingresando por lo ostíolos. En los insectos el sistema circulatorio transporta principalmente alimentos, no transporta oxígeno.

Sistema vascular - acuífero

Es una forma especial de sistema circulatorio presente en los equinodermos. Este sistema permite la locomoción y adhesión del animal al sustrato (por lo general rocoso).

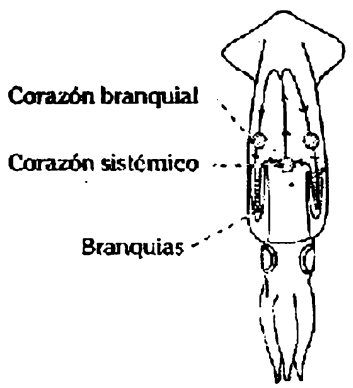
Está formado por el canal pétreo (canal circular), cinco canales radiales y decenas de canales laterales. Cada uno de estos últimos presenta varios pies ambulacrales, que son al final estructuras adherentes (en forma de ventosa). El fluido circulante es el agua de mar.

Sistema circulatorio cerrado

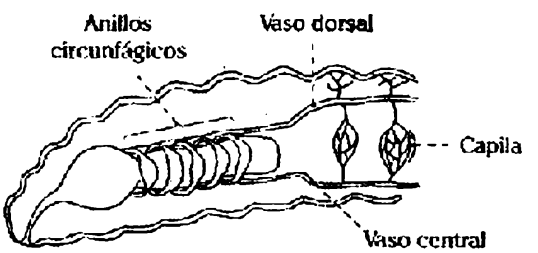
La sangre permanece dentro de vasos: arterias, venas y capilares; permitiendo un transporte más rápido y mayor control de su distribución.

a. En invertebrados

- ✓ **Anélidos.** Presentan un vaso dorsal contráctil, considerado el verdadero corazón; asimismo en la parte anterior tiene cinco anillos circunfágicos unidos al vaso ventral que distribuyen la sangre hacia los tejidos. Se presentan capilares en toda la epidermis del gusano. El pigmento hemoglobina está disuelto en el plasma.
- ✓ **Moluscos cefalópodos.** En los pulpos y calamares la hemolinfa circula dentro de los vasos y es bombeada hacia las branquias por los corazones branquiales, de ahí pasa al corazón sistémico y luego a todo el organismo. Poseen hemocianina para transportar O_2.



El calamar presenta tres corazones.



La lombriz de tierra presenta circulación cerrada.

b. En vertebrados

✓ **Circulación cerrada simple.** Aquella en la cual la sangre es bombeada una sola vez para recorrer todo el sistema, por ello se dice que es **simple**. Además no se da la mezcla de sangres venosa y arterial, por ello se dice que es **completa**.

El circuito va del corazón a las branquias, continúa a los tejidos y de estos retorna al corazón.

- **Peces.** Su corazón presenta una aurícula y un ventrículo que se comunica con el bulbo o cono arterial, llevando la sangre hacia las branquias para su oxigenación, y luego circulará hacia los tejidos por una aorta dorsal. Presentan glóbulos rojos nucleados con hemoglobina. La sangre pasa una sola vez por el corazón.

✓ **Circulación cerrada doble.** Aquella en la cual la sangre es bombeada dos veces por el corazón, una para que se oxigene en los pulmones y otra para oxigenar las células del cuerpo, por ello se dice que es doble. Cuando la sangre no se mezcla se dice que es completa y cuando se mezcla se dice que es incompleta.

El circuito va del corazón al pulmón, del pulmón al corazón, del corazón a los tejidos y de los tejidos al corazón.

- **Circulación cerrada doble e incompleta**

  - **Anfibios.** El corazón con dos aurículas y un ventrículo. La sangre pasa dos veces por el corazón, observándose una mezcla de sangre arterial con sangre venosa en el ventrículo. Presenta glóbulos rojos nucleados con hemoglobina.

  - **Reptiles.** El corazón con tres cavidades: dos aurículas y un ventrículo con un tabique incompleto permitiendo la mezcla de sangre; corazón con dos arcos aórticos, derecho e izquierdo, glóbulos rojos nucleados con hemoglobina.

    En los cocodrilos el corazón tiene cuatro cavidades: dos aurículas y dos ventrículos, el tabique interventricular es completo, sin embargo tienen el Foramen de Panizza, en el cual se da la mezcla de sangre venosa-arterial. Presenta dos arcos aórticos.

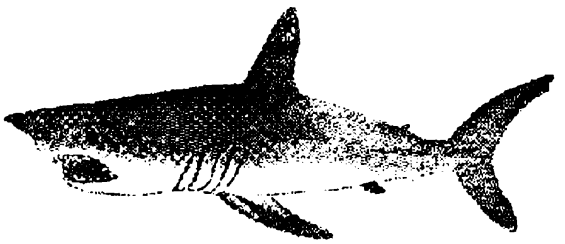
- **Circulación cerrada doble y completa**

  - **Aves.** Tienen un corazón con cuatro cavidades. No hay mezcla de sangre venosa y arterial. Los glóbulos rojos son nucleados. El corazón presenta arco aórtico derecho.

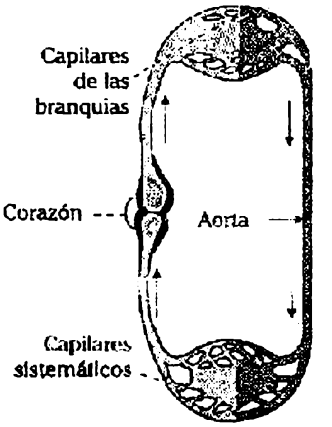
  - **Mamíferos.** Corazón con cuatro cavidades. No hay mezcla de sangres. Los glóbulos rojos son anucleados con una mayor cantidad de hemoglobina que las aves. Corazón con arco aórtico izquierdo.

Sistemas circulatorios cerrados en vertebrados

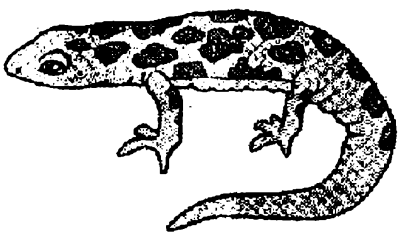
Peces



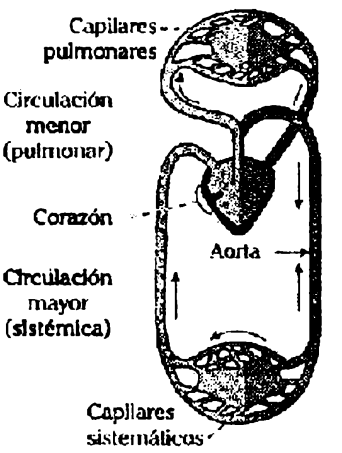
Los tiburones tiene circulación cerrada, simple y completa.



Anfibios

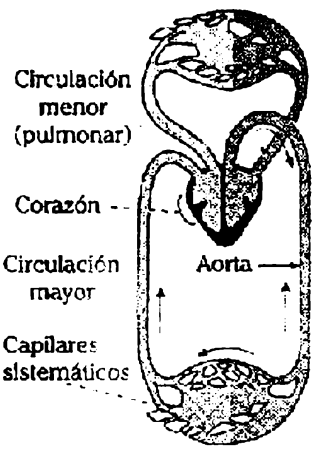


Las salamandras tienen circulación cerrada, doble e incompleta.



Aves y mamíferos

Los pavos tienen circulación cerrada, doble y completa.



Sistema excretor animal

Durante el proceso de evolución de los animales surgieron sistemas excretores que permitieron la eliminación de los desechos del metabolismo, así como la osmorregulación (regulación activa de la presión osmótica de los líquidos corporales).

Productos de excreción

El metabolismo de las proteínas y de los ácidos nucleicos producen una serie de sustancias tóxicas que los organismos deberán eliminar. Dentro de estas sustancias destaca el amoníaco por su elevada toxicidad. Hay animales que han desarrollado la capacidad de disminuir la toxicidad del amoniaco transformándolo en urea.

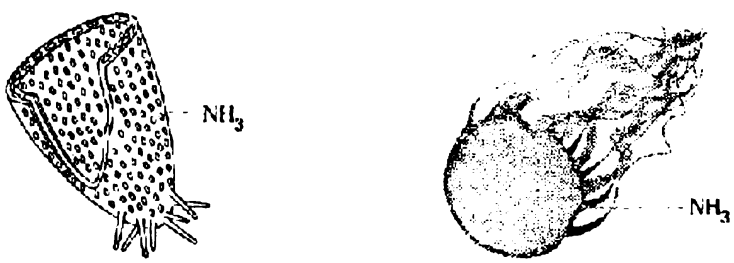
Dependiendo de la sustancia de desecho eliminada los animales se clasifican principalmente en tres grupos: amoniotélicos, ureotélicos y uricotélicos.

Animales	Excretan principalmente	Ejemplos
Amoniotélicos	amoníaco	invertebrados acuáticos, peces óseos
Ureotélicos	urea	lombrices de tierra, peces cartilaginosos, anfibios y mamíferos
Uricotélicos	ácido úrico	insectos, aves y reptiles

Invertebrados sin sistema excretor

Las esponjas y los celentéreos carecen de órganos excretores especializados, por ello los desechos nitrogenados son eliminados por toda la superficie corporal.

El principal desecho nitrogenado que eliminan es el amoníaco (NH_3), clasificándose por esa razón como amoniotélicos. Los productos excretados salen por el simple mecanismo de difusión.



Esponja Malagua

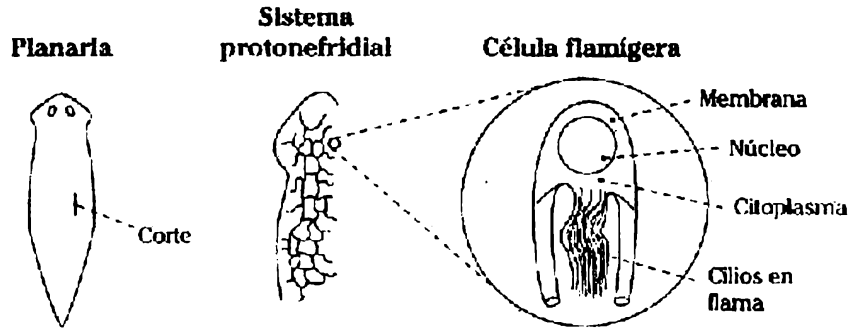
Las esponjas y las cnidarios excretan directamente sus desechos nitrogenados al medio acuático.

Invertebrados con sistema excretor

Platelmintos

Las planarias poseen **protonefridios** como órganos excretores. Los protonefridios están constituidos por **células flamígeras**, provistas de cilios y una desembocadura tubular que termina en un poro excretor (llamado nefridióporo).

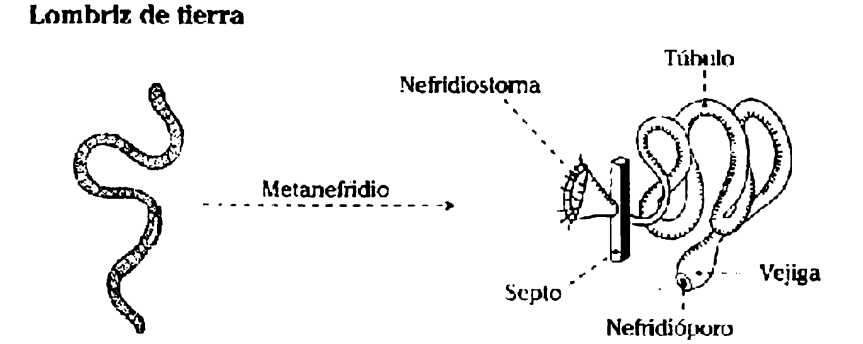
Las células flamígeras favorecen, por medio de sus cilios, la movilización de agua, sales minerales y amoníaco hacia el tubo excretor. A lo largo del tubo excretor se reabsorbe parte del agua y sales minerales, los desechos salen por el nefridióporo. Los protonefridios son principalmente órganos osmorreguladores en las planarias de agua dulce.



Las planarias poseen células flamígeras como estructuras principalmente osmorreguladoras.

Anélidos

Los órganos de excreción en las lombrices son los **metanefridios** que están constituidos por nefrostomas y túbulos complejos, que antes de abrirse al exterior forman una dilatación llamada vejiga. Los nefridióporos están situados al exterior, algunos culminan en el intestino (enteronefridios). Para realizar la excreción, el líquido celómico del somite anterior penetra por el nefrostoma, y a medida que pasa a través del túbulo, se transforma en orina. Conforme la orina se forma a lo largo del tubo, van variando las concentraciones de los elementos que la forman, lo que nos indica qué sustancias se reabsorben y cuáles se eliminan, así como el control del agua según las necesidades del organismo. Eliminan principalmente urea.



Las lombrices de tierra excretan por pares de metanefridios que poseen en cada anillo corporal.

Moluscos

Los moluscos excretan mediante un par de **metanefridios** tubulares, denominados **órganos de Bojanus**. Uno de los extremos de estos nefridios está en contacto con el fluido celómico de la cavidad pericárdica a través del nefrostoma y terminan en el otro extremo, desembocando en la parte posterior de la cavidad del manto por un nefridióporo.

La orina, al final, está constituida principalmente de amoníaco en los moluscos acuáticos y de ácido úrico, en los terrestres; la orina es transportada a la cavidad del manto.

Artrópodos

En este grupo encontramos gran diversidad de adaptaciones para la excreción, dada la variabilidad de formas y hábitat.

a. **Arácnidos**

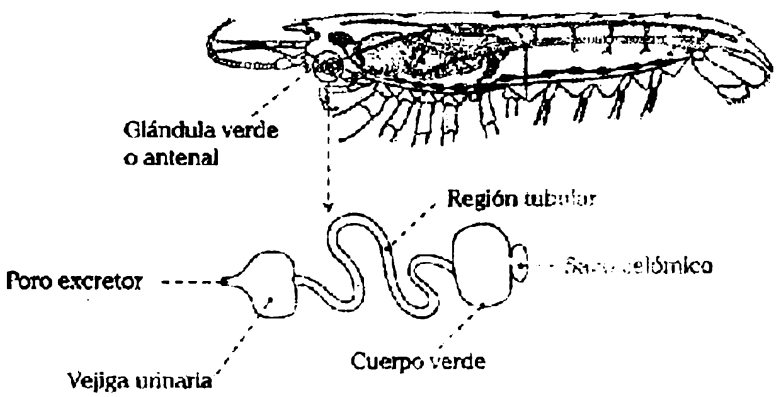
Los órganos excretores son las **glándulas coxales** y los túbulos de Malpighi. Las glándulas excretan orina diluida, mientras los túbulos tienen la capacidad de excretar una orina sólida compuesta de guanina, pudiendo excretarla en forma de cristales.

b. **Crustáceos**

Los órganos osmorreguladores son las glándulas **antenales** (o verdes) y las glándulas maxilares.

Las glándulas arteriales constan de un saco terminal y uno o varios túbulos excretores, en el saco se acumula por filtración el líquido u orina que es conducida por los túbulos hacia la vejiga que desemboca justo en la base de las antenas o maxilas.

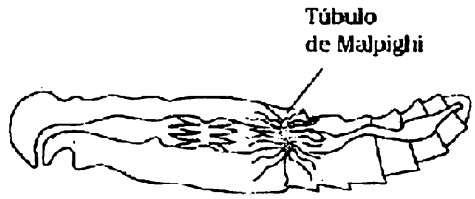
Las branquias intervienen en la eliminación de amoníaco y son sus verdaderos órganos excretores.

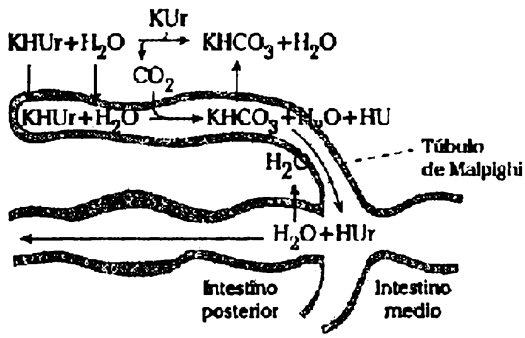


Los camarones o cangrejos de río poseen glándulas antenales de función esencialmente osmorreguladora.

c. Insectos

Los **túbulos de Malpighi** alcanzan mayor especialización que en los demás artrópodos. Se ubican entre el intestino medio y el intestino posterior. Se encargan principalmente de la secreción de ácido úrico. El ácido úrico secretado pasa del túbulo hacia el intestino posterior donde se localiza el bulbo rectal. El epitelio del bulbo rectal reabsorbe el agua, por ello su orina es sólida.



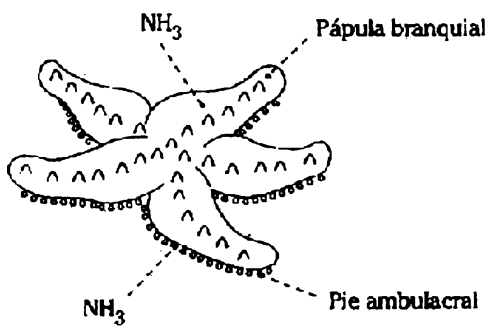


Equinodermos

En estos animales no encontramos un verdadero sistema excretor, la difusión del amoníaco hacia el exterior se realiza por áreas delgadas de la superficie corporal, como los pies ambulacrales y las pápulas branquiales.

El **sistema hemal** también desempeña en parte estas funciones, ya que por él circulan células llamadas **celomocitos** que engloban las sustancias excretadas por las células y las llevan hacia las branquias o los pies ambulacrales.

Estrella de mar



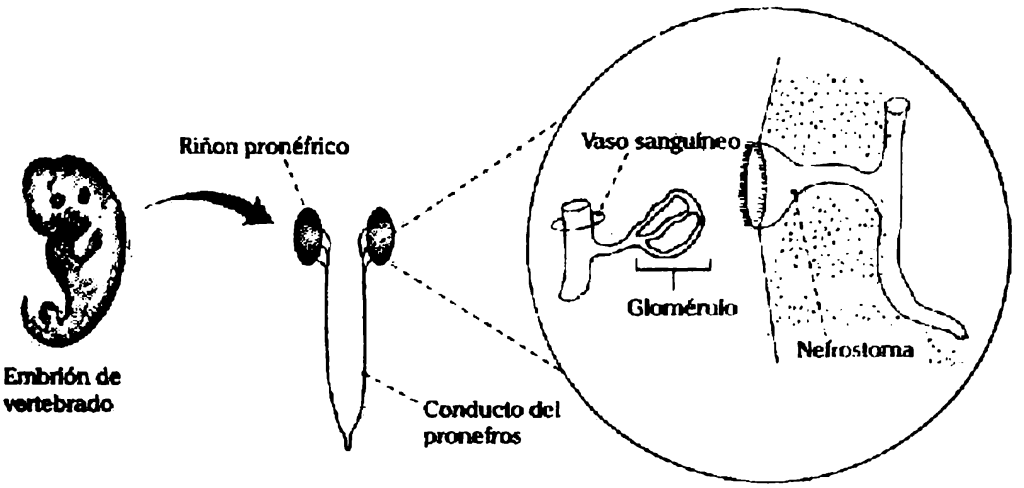
Vertebrados

En los vertebrados los principales órganos excretores son los riñones. De acuerdo a su desarrollo embrionario se clasifican en: pronefros, mesonefros y metanefros.

a. Riñones pronefros

Están localizados en la región delantera del cuerpo, es el primero en aparecer, y lo encontramos en todos los embriones de los vertebrados.

Presentan nefrostomas que se comunican con la cavidad celómica y los vasos sanguíneos.

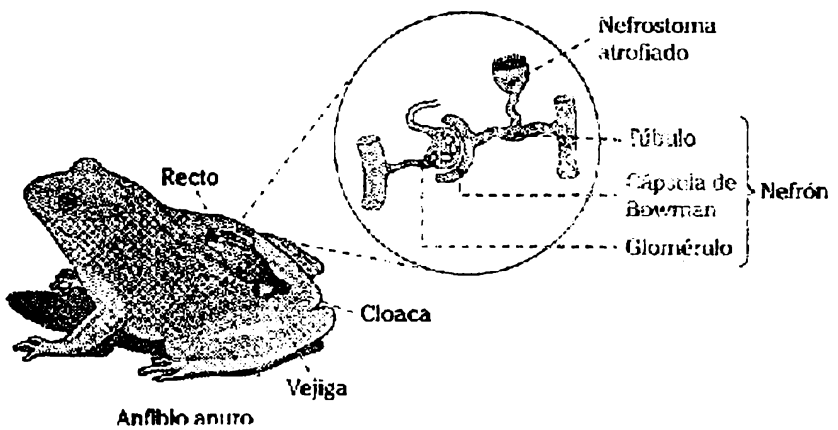


b. Riñones mesonefros

Están localizados más centralmente en el cuerpo. Es el segundo en aparecer y lo encontramos como riñon definitivo en los peces y anfibios.

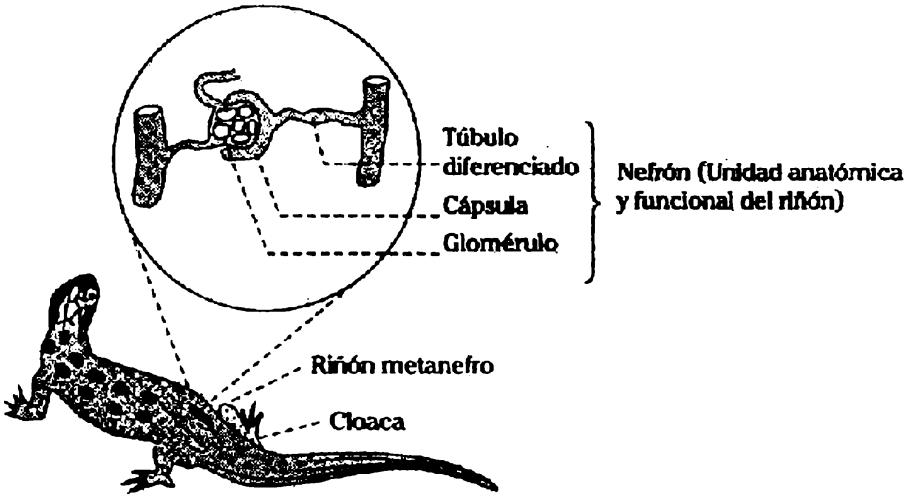
Presenta nefrostomas atrofiados, tomando la función formadora de la orina el **nefrón**, la filtración se realiza a nivel del glomérulo y la cápsula de Bowman.

Los reptiles, aves y mamíferos también lo presentan pero en estadío embrionario.



c. Riñones metanefros

Están localizados en la parte caudal del cuerpo. Es el riñón más avanzado de los vertebrados, está presente en el estadio adulto de reptiles, aves y mamíferos. Los nefrostomas han desaparecido. La unidad anatómica y funcional de este riñón es el nefrón. Las aves y reptiles excretan principalmente ácido úrico, mientras que los mamíferos principalmente excretan urea.



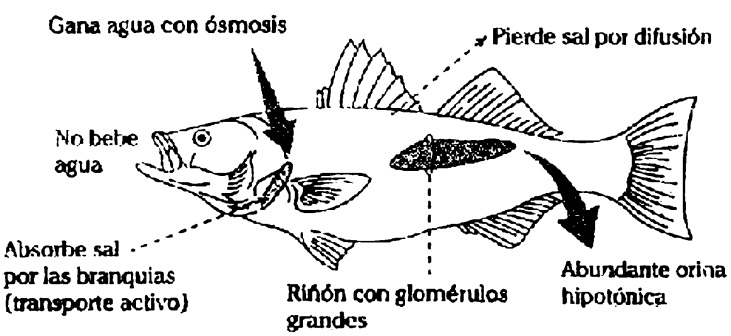
Osmorregulación en peces

Osteícties de agua dulce

El agua dulce es extremadamente diluida y su concentración de sal es muy inferior a la de la sangre de los peces de agua dulce. De manera que el agua ingresa al cuerpo del pez por ósmosis y las sales se pierden por difusión a través de su piel. Sus mecanismos de regulación son:

- El exceso de agua es eliminada al exterior por los riñones que tienen muchos glomérulos, formando abundante orina diluida.
- Las células absorbentes de sales localizadas en las branquias, transportan activamente iones desde el agua a la sangre.

Osmorregulación en peces óseos de agua dulce

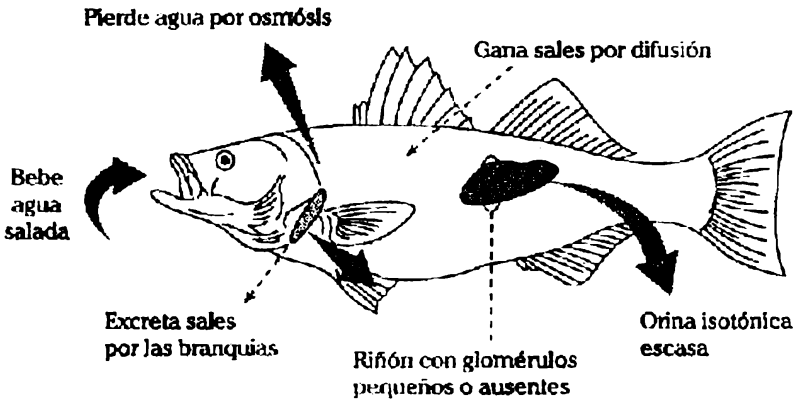


Osteícties marinos

Al tener una concentración salina más baja que el agua marina circundante, los peces marinos tienden a perder agua y ganar sales.

Para compensar la pérdida de agua los peces óseos beben agua de mar, la sal es transportada por la sangre hasta las branquias donde son segregadas al exterior por células secretorias de sales. Sus riñones presentan pocos glomérulos formando orina escasa y concentrada.

Osmorregulación en peces óseos marinos



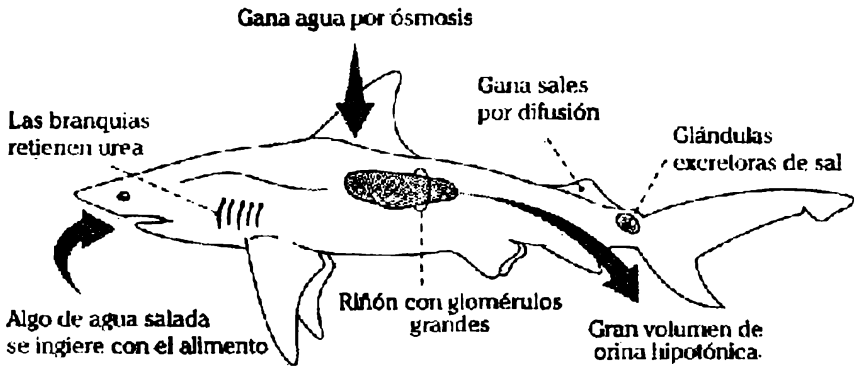
Peces cartilaginosos

La composición de sales de la sangre de un pez cartilaginoso es similar a la de los peces óseos. La sangre también transporta urea que la mayoría de animales excretan en la orina.

El riñón de los peces cartilaginosos no elimina la urea y permite que se acumule en la sangre.

La urea sanguínea junto con las sales sanguíneas hace que la concentración interna supere ligeramente la del agua marina, solucionando de esta manera su problema de pérdida de agua.

Osmorregulación en el tiburón



Reproducción animal

La reproducción es la capacidad que tienen los seres vivos de generar nuevos individuos, para la perpetuación de la especie.

Tipos de reproducción animal

Reproducción asexual

Llamada también clonación natural. En este proceso no participan gametos, solo se necesita un progenitor y tiene la ventaja de generar individuos de forma rápida. La desventaja de este proceso es la generación de descendencia idéntica al progenitor y al no haber variabilidad se tornan más vulnerables a la extinción.

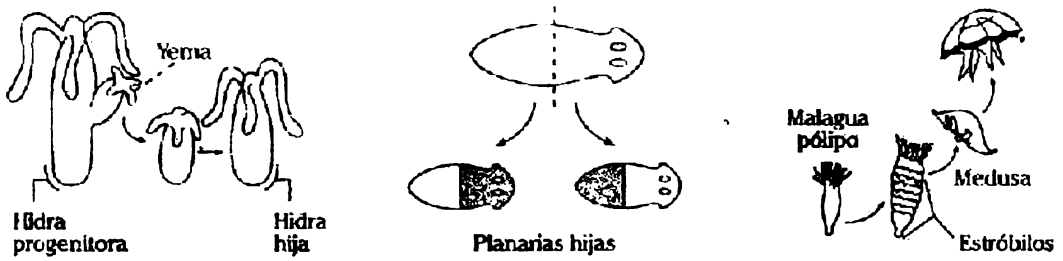
Lo realizan animales que presentan células poco diferenciadas como esponjas, planarias, lombrices de tierra y estrellas de mar.

- **La gemación.** Es la formación de protuberancias o yemas del progenitor, que al desprenderse generarán un nuevo individuo. Caracteriza a las hidras.

  La gemulación. Es la formación de yemas internas en condiciones adversas. Caracteriza a las esponjas.

  La fragmentación. Es cuando el individuo se divide en dos o más partes y cada parte generará un nuevo individuo. Típico tanto de las planarias como de las lombrices de tierra.
- **La estrobilación.** Es la segmentación múltiple del progenitor y cada segmento generará un nuevo individuo. Es exclusiva de las malaguas en su fase de pólipo.

Gemación en hidras **Fragmentación en planarias** **Estrobilación en malaguas**



Reproducción sexual

Proceso en el cual participan los gametos: espermatozoides y óvulos producidos por los testículos y ovarios respectivamente.

El sexo en los animales puede estar determinado por el tipo de gónada que presenten. En **animales dioicos** el sexo es separado, es decir, las hembras con ovarios y los machos con testículos. En animales **monoicos** o **hermafroditas** el sexo es único, es decir, que presentan ambas gónadas.

La fecundación es la unión de los gametos, que dan paso a la formación del cigoto, por lo tanto al nuevo individuo. Si la fecundación se realiza fuera del organismo se denomina **fecundación externa** y si se realiza dentro de órganos sexuales internos se denomina **fecundación interna**. Para la fecundación interna, en muchos casos, el macho requiere de órganos copuladores para depositar los gametos en la cavidad sexual femenina.

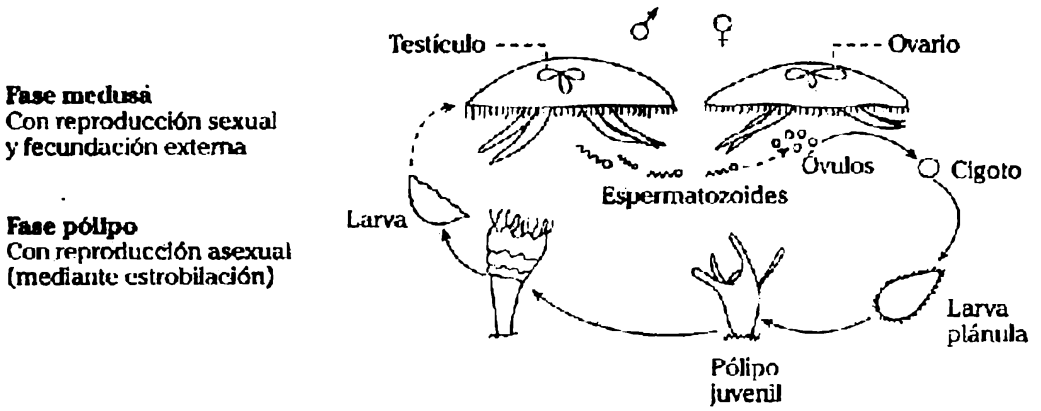
Reproducción en invertebrados

Celentéreos

Las hidras son organismos hermafroditas con fecundación interna y cruzada. La reproducción asexual es mediante gemación.

Las malaguas son animales dioicos con fecundación externa. Su ciclo reproductivo presenta dos fases: sexual y asexual, llamado **metagénesis** o alternancia de generaciones. Su fase sexual presenta una etapa larvaria llamada plánula, la cual al adherirse a una roca origina el estadio pólipo o sésil de las malaguas. Su fase asexual inicia con la estrobilación del pólipo, que al fragmentarse transversalmente generará nuevos individuos que representen la fase medusoide o móvil por la presencia de tentáculos.

Las anémonas de mar son organismos monoicos y asexualmente se reproducen por bipartición.



Platelmintos

Las tenias son animales hermafroditas autosuficientes, es decir, se autofecundan. Los proglótides poseen ovarios y testículos. En los proglótides jóvenes, los testículos son funcionales, y en los proglótides maduros, los ovarios son los funcionales. Los huevos que se forman luego de la fecundación son liberados al desprenderse los proglótides grávidos.

Las planarias tienen reproducción asexual por fragmentación corporal y posterior regeneración. Sexualmente son hermafroditas con inseminación recíproca, para lo cual poseen un órgano copulador llamado pene.

Nematodos

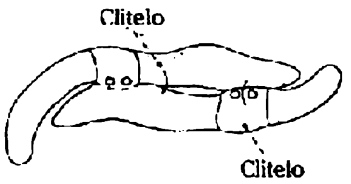
En los nematelmintos, la reproducción es exclusivamente sexual y los sexos están separados. Presentan dimorfismo sexual, los machos suelen ser más pequeños que las hembras.

Después de la fecundación, el huevo se recubre de una cáscara. Una hembra grande puede poner 20 000 huevos en un solo día, por eso no es sorprendente que estén infectadas en áreas rurales un gran número de personas.

Anélidos

Las lombrices de tierra (oligoquetos) son hermafroditas insuficientes, realizan la inseminación recíproca debido a que sus testículos y ovarios se encuentran en diferentes segmentos. Durante el apareamiento y cópula ambos individuos hermafroditas dilatan su clitelio y se envuelven en un capullo formado por mucus; posteriormente ambos individuos se separan y salen de su capullo, este se endurece, dejando en su interior los óvulos fecundados que se desarrollarán en el interior hasta formar individuos jóvenes; este capullo toma el nombre de ooteca o cocon.

Apareamiento de lombrices, con inseminación recíproca



Insectos

Carecen de reproducción asexual. Poseen dimorfismo sexual. En los insectos el macho posee dos testículos, un órgano copulador llamado **edeago** y, en algunos casos, estructuras para la sujeción de la hembra.

En la hembra existen dos ovarios, oviducto, vagina y una **espermateca** para el almacenamiento de espermatozoides.

Luego de la cópula los espermatozoides fecundan los ovocitos y se forman huevos. El desarrollo posterior en muchas especies de insectos implica varias etapas (metamorfosis) hasta el adulto.

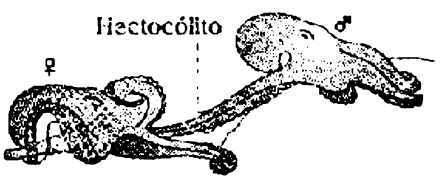
Moluscos

Carecen de reproducción asexual. Los cefalópodos (pulpos y calamares) son dioicos. Es característica en ellos la formación de un **espermatóforo** (paquete de espermatozoides) que es colocado por el macho en la vagina de la hembra para su fecundación interna, con ayuda de su órgano copulador llamado **hectocótilo** (tentáculo modificado para la cópula).

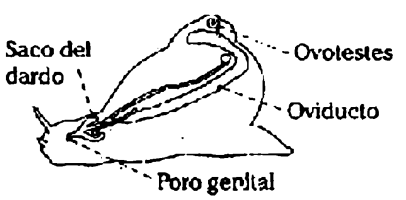
Los pelecípodos (choros, conchas de abanico) son dioicos y tienen fecundación externa.

Los gasterópodos (caracoles) generalmente son hermafroditas insuficientes protándricos, es decir, la gónada (ovotestes) produce espermatozoides en los jóvenes y óvulos en los adultos. Durante la cópula realizan la inseminación recíproca y los espermatozoides son almacenados por cada caracol en una espermateca con la cual posteriormente fecundan sus ovocitos, es decir, son ovíparos.

Fecundación interna en los pulpos



Sistema reproductor del caracol

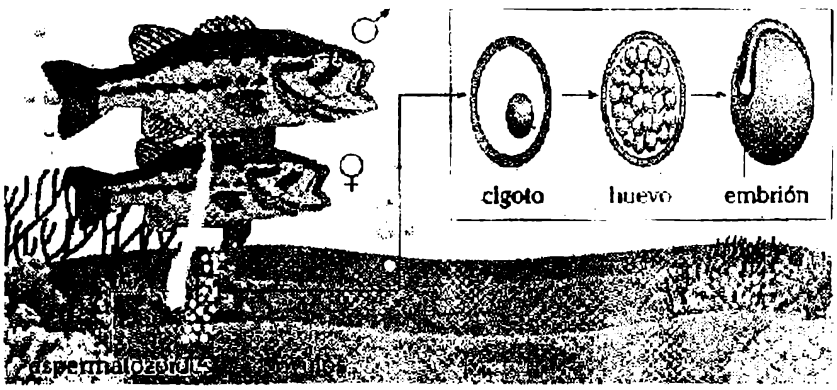


Reproducción en vertebrados

Los vertebrados son dioicos, con dos sexos; muchos han desarrollado mecanismo de acoplamiento, la fecundación puede ser externa o interna y el parto ovíparo, ovovivíparo o vivíparo.

Peces

Los peces óseos, como las anchovetas, tienen fecundación externa y parto ovíparo, desovan en determinados momentos y estaciones.



La fecundación en la mayoría de peces óseos es externa.

Los peces cartilaginosos, como los tiburones, tienen fecundación interna ya que se da la cópula, para lo cual los machos hacen uso de aletas modificadas llamadas **fórceps**. El parto puede ser ovíparo, ovovivíparo o vivíparo.

Anfibios

Los sapos y las ranas son animales de fecundación externa. El macho sujeta a la hembra estimulando la ovulación, proceso llamado **amplexo**, luego el macho descarga el fluido seminal que contiene espermatozoides sobre los huevos y de esta forma los fecunda (fecundación externa). Los sapos machos poseen un par de **órganos de Bidder**, ovarios atrofiados.

Reptiles

Son animales de fecundación interna y copulan. Para copular las serpientes y los saurios machos poseen un par de **hemipenes**, que son estructuras musculares que emergen de las cloacas. Los cocodrilos y quelonios poseen pene constituido por una masa muscular y un canalículo central (carecen de uretra).

Las hembras poseen dos ovarios y dos oviductos que también desembocan en el urodeo de la cloaca. A nivel de los oviductos donde se lleva a cabo la fecundación existen engrosamientos glandulares encargados de la formación de las envolturas accesorias del huevo (albúmina o clara, envoltura membranosa y cáscara calcárea).

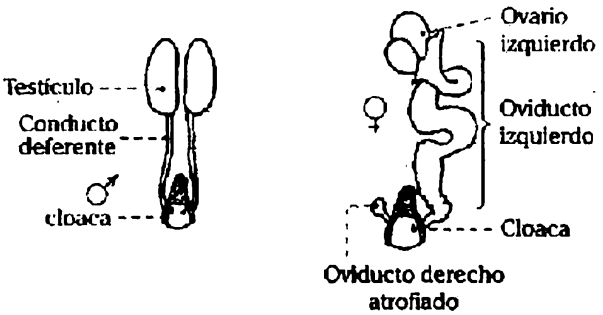
El parto puede ser ovíparo, ovovivíparo o vivíparo. En la mayoría, los huevos fecundados y con cáscara son llevados al exterior para su incubación (ovíparos). Algunas serpientes incuban sus huevos en el interior del oviducto, donde eclosionan, liberando las crías (ovovivíparos). Se conoce que en tortugas y cocodrilos la temperatura ambiental influye en la determinación del sexo.

Aves

Al igual que los reptiles tienen fecundación interna y se acoplan, los patos y gansos presentan pene cloacal y copulan con sus hembras, sin embargo en la mayoría de aves solo se da la **aposición cloacal**, el contacto de cloacas para la transferencia de espermatozoides del macho hacia la hembra.
Las hembras solo presentan un **ovario y oviducto izquierdo**. El oviducto presenta regiones especializadas para la formación de la clara y de la cáscara del huevo, asimismo es el lugar donde se realiza la fecundación.

Aposición cloacal en aves

Órganos reproductores en aves



Mamíferos

Poseen órganos reproductores como pene, testículos (generalmente dentro de un escroto) en los machos y ovarios, oviductos y vagina, en las hembras.
La fecundación es interna. Los huevos se desarrollan en un útero (excepto en los monotremas).
Presentan membranas fetales (amnios, corion, alantoides).
Por sus características reproductivas los mamíferos se clasifican en prototerios, metaterios y euterios.

Mamíferos	Parto	Ejemplos
Prototerios o monotremas	Ovíparo Los huevos son transportados dentro de un saco abdominal (equidna) o incubados en un nido (ornitorrinco)	ornitorrinco y equidna
Metaterios o marsupiales	Vivíparo aplacentario Las crías nacen vivas (pero en estado fetal) y se dirigen a una bolsa (marsupio) que encierra a los pezones de donde se nutren.	canguro, zarigüeya, koala, etc.
Euterios o placentarios	Vivíparos placentarios El embrión madura en el útero, donde se conecta con la madre por medio de la placenta, órgano que permite el intercambio de materiales feto-madre, y fundamentalmente la nutrición del embrión.	caballo, vaca, llama, conejo, cuy, elefante, ballena, hombre, etc.

Desarrollo animal

Puede ser directo o indirecto. Se le llama **directo** cuando no hay metamorfosis e **indirecto** cuando se da el proceso de metamorfosis. Esta se caracteriza principalmente porque existe uno o más estadios intermedios de vida independiente antes de llegar al adulto, estas fases reciben el nombre de **larvas**.

La metamorfosis se define como un conjunto de cambios morfológicos y fisiológicos que se dan en la fase de desarrollo, que permiten a los animales adaptarse y supervivir en su medio ambiente. Estos cambios están controlados y coordinados por hormonas.

Desarrollo en los insectos

Insectos ametábolos

Los que alcanzan la forma y tamaño adultos mediante ligeros cambios, es decir, la fase juvenil es similar al adulto. Carecen de metamorfosis. Ejemplo: pececillo de plata.

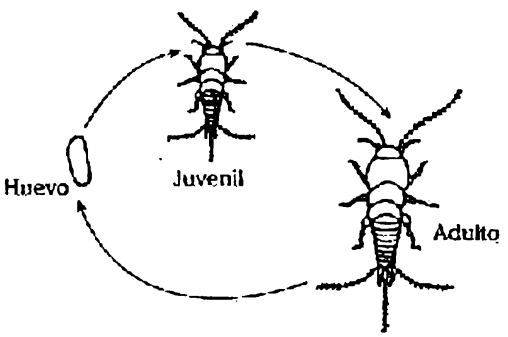
Insectos hemimetábolos

Tienen metamorfosis gradual o incompleta. Los individuos recién nacidos son parecidos a los adultos, pero sin alas, las cuales van adquiriendo a través de mudas sucesivas. Ejemplo: saltamontes, cigarra, mantis religiosa, cucaracha.

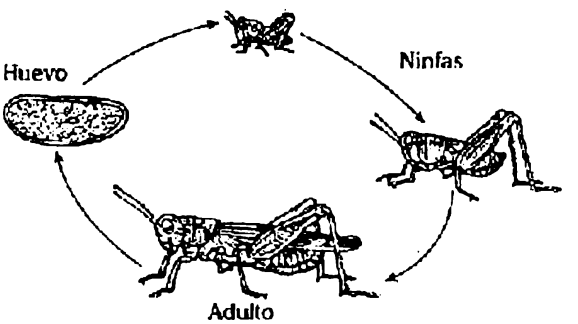
Insectos holometábolos

La mayoría de los insectos sufren una metamorfosis completa de cuatro estadios: huevo, larva (crecimiento), pupa (diferenciación) y adulto (reproducción). Ejemplo: abeja, mariposa, polilla, avispa, mosca.

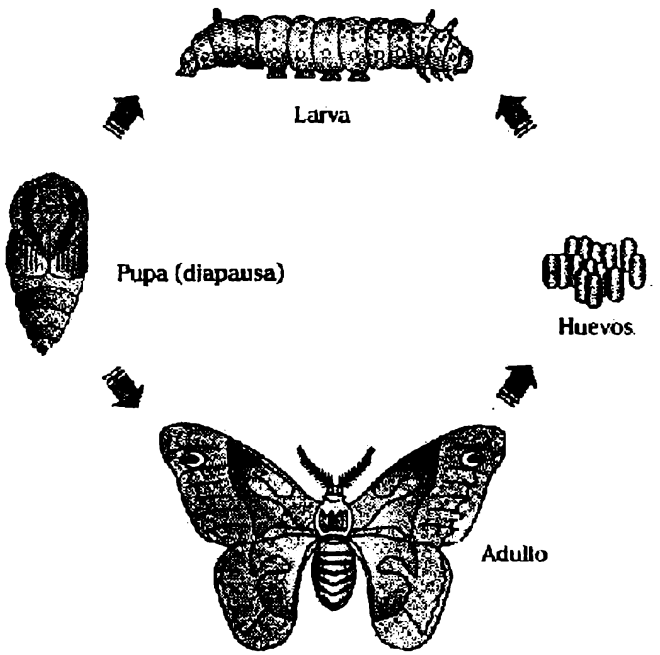
Desarrollo ametábolo (pececillo de plata)



Desarrollo hemimetábolo (saltamontes)



Desarrollo holometábolo (Mariposa)



Las interacciones de la hormona juvenil y la ecdisona regulan la metamorfosis en insectos holometábolos. Este ejemplo muestra la secuencia del desarrollo de la polilla.

Metamorfosis del sapo

Participa la hormona **tiroxina** estimulando la metamorfosis. Se presentan tres etapas fundamentales: huevo, larva llamada renacuajo y adulto. Como consecuencia de la eclosión del **huevo** nace el **renacuajo**. La boca no se ha formado todavía, por ello no se nutre y subsiste a expensas del vitelo (alimento). La cola se muestra aplanada lateralmente. Posteriormente se presentan branquias externas con forma de penachos muy vascularizados que desaparecen para ser reemplazadas por las branquias internas. Luego se forma la boca y empieza a alimentarse de fitoplancton. Algún tiempo después de la formación de las branquias internas aparecen los miembros posteriores. Luego surgen los miembros anteriores, a medida que se desarrollan estos la cola se va atrofiando. Cuando las branquias dejan de funcionar, entran en acción los pulmones que se han ido formando al mismo tiempo que los miembros. De esta manera el renacuajo de vida acuática se ha transformado en un individuo adulto de vida terrestre.

Funciones de relación

La coordinación del funcionamiento del cuerpo animal está a cargo de dos sistemas, el nervioso y el endocrino.

Sistema endocrino

Es el conjunto de órganos y tejidos constituido por células glandulares, las cuales elaboran y secretan hormonas.

La síntesis hormonal está relacionada con los estímulos externos o internos que percibe el animal en diferentes etapas de su vida.

Este sistema de control hormonal es el responsable de coordinar las actividades de diferentes órganos y el desarrollo del organismo. Las hormonas animales se relacionan con procesos tales como el crecimiento, la maduración, la libido sexual, la conducta, la regeneración, la ira, el miedo, el parto, la muda, la metamorfosis.

Elementos de la coordinación endocrina

Esta es llevada a cabo por las glándulas endocrinas, las hormonas, el líquido circulatorio (torrente sanguíneo), las células diana y sus receptores hormonales.

Las **glándulas endocrinas** sintetizan las hormonas y las secretan hacia el fluido circulatorio. Las **hormonas** son moléculas orgánicas producidas por algunas células del ser vivo que actúan sobre otras células del mismo organismo modificando sus funciones. El **líquido circulatorio** se encarga del transporte de la hormona desde las células secretoras hacia las células blanco. Las **células diana** o células blanco son aquellas sobre las que actúan las hormonas, poseen receptores hormonales. Los **receptores hormonales** son moléculas orgánicas presentes en la membrana citoplasmática, el citoplasma y el núcleo que se unen a la hormona fijándola.

Hormonas en los insectos

Son cinco las principales hormonas de desarrollo en los insectos, tales como: la ecdisona, la neotenina, la bursicona, la protoraccicotropina y la hormona de la eclosión.

Hormona	Efectos	Producida por
β-Ecdisona	Estimula la muda. Favorece el proceso de metamorfosis.	glándulas protorácicas
Neotenina (hormona juvenil)	Estimula el desarrollo y crecimiento de la larva.	*Corpora Allata*
Bursicona	Estimula el endurecimiento del exoesqueleto.	Cerebro
Protoraccicotropina	Estimula la liberación de α ecdisona	Cerebro
Hormona la eclosión	Induce la salida del adulto desde la pupa.	Sistema nervioso bilateral ganglionar

Sistema nervioso y sensorial

El comportamiento animal es muy complejo y depende del funcionamiento coordinado y preciso de muchas células denominadas neuronas, que se encuentran formando el sistema nervioso del animal. Este sistema permite responder a estímulos ambientales y regular procesos fisiológicos internos.

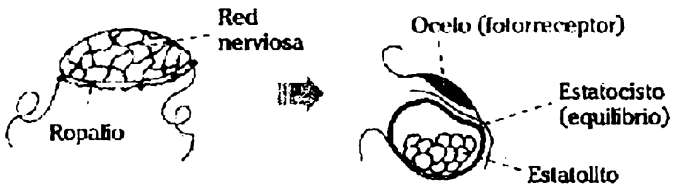
Tipos de sistema nervioso

Sistema nervioso difuso (reticular)

Caracteriza a los celentéreos. Es la forma más simplificada y menos evolucionada del sistema nervioso, está constituido por una red nerviosa con neuronas bipolares y multipolares llamadas **protoneuronas**, capaces de conducir los impulsos en ambos sentidos. No existe ningún centro nervioso. También se denomina plexo nervioso.

En las medusas, a nivel del borde de la campánula, existen estructuras denominadas **ropalios** que cumplen función de equilibrio, mediante su **estatocisto** y fotorrecepción a través de su **ocelo**.

En los cnidarios, a excepción de las hidras, es muy común la presencia de un sistema nervioso de doble red en la misma capa del cuerpo (la mesoglea).



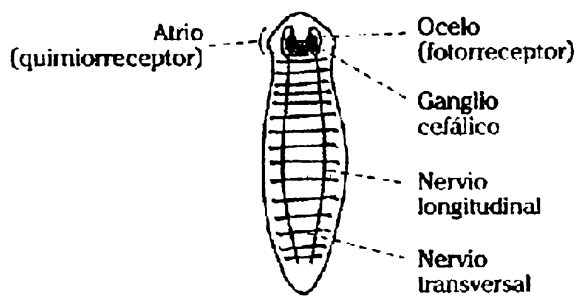
En las medusas el sistema nervioso está inervando todas las partes del cuerpo.

Sistema nervioso bilateral-ganglionar

Característico de animales invertebrados de simetría bilateral, tales como: planarias (platelmintos), caracoles (moluscos), moscas (artrópodos) y lombrices de tierra (anélidos). Los nervios y ganglios nerviosos del lado derecho del animal existen en el izquierdo.

a. **Platelmintos**

Estos presentan una cefalización con dos ganglios cerebrales del que parten dos nervios longitudinales que se unen mediante nervios transversales, llamándose por ello sistema nervioso bilateral escaleriforme. Los ocelos son fotorreceptores encargados de captar luz, pero no forman imágenes.



Las planarias son los primeros animales con cefalización.

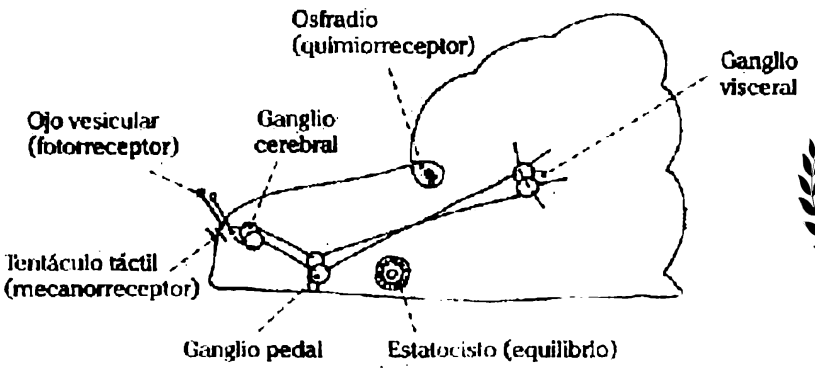
b. Moluscos

En los caracoles de huertas existen un par de ganglios cerebrales, un par de ganglios pedales y un par de ganglios interconectados entre sí.

Los caracoles terrestres presentan **ojos vesiculares tipo cámara fotográfica** que forman imágenes; **estatocistos,** órganos de equilibrio; tentáculos, donde se localizan los receptores táctiles.

Los caracoles acuáticos presentan **osfradio**, epitelio quimiosensible localizado en la superficie de la cavidad del manto.

En los cefalópodos, el cerebro resulta de la fusión de ganglios y está protegido por una caja craneana cartilaginosa.



El caracol de huertas posee tres pares de ganglios interconectados.

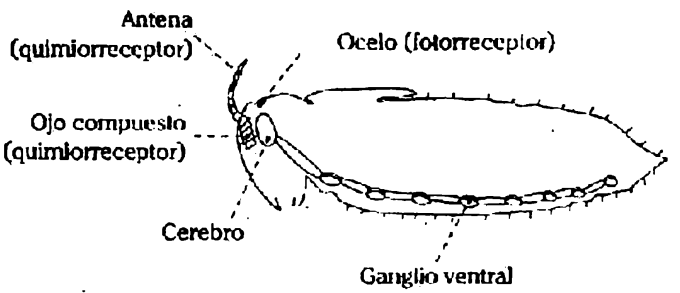
PÁRIS
para
AMOR A SOFÍA

c. Insectos

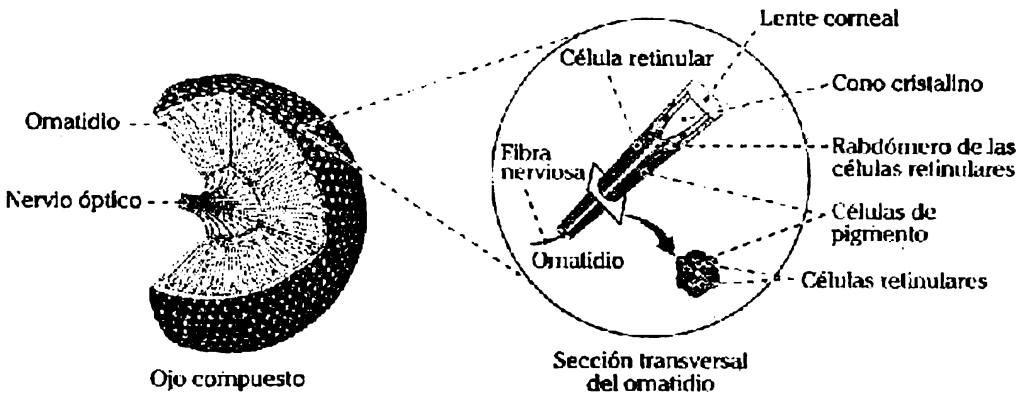
Está constituido por ganglios cerebrales fusionados que constituyen un cerebro, tres pares de ganglios torácicos y ganglios abdominales. Es característica la **fusión de ganglios**.

En la cabeza se encuentran las **antenas,** estructuras responsables de la quimiorrecepción de sustancias gaseosas, y los **ojos compuestos,** estructuras fotorreceptoras que forman imágenes en mosaico, constituidos por unidades llamadas **omatidios**. También presentan ocelos.

Los ganglios torácicos coordinan el movimiento de las patas y de las alas. En las patas a nivel de los tarsos existen **pelos quimiosensibles** que representan el sentido del gusto del animal.

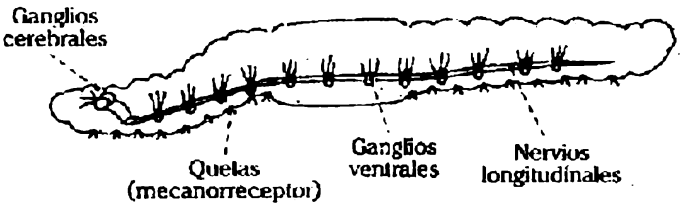


Los saltamontes tienen el sistema nervioso similar al de los anélidos.



d. Anélidos

En las lombrices de tierra el sistema nervioso se caracteriza por presentar un par de cordones nerviosos ventrales fusionados dentro de las capas musculares de la pared del cuerpo. Presentan un par de ganglios y un par de quetas por cada segmento corporal.



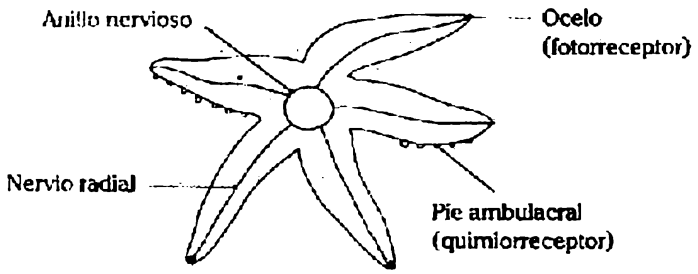
La lombriz de tierra tiene un "cerebro ganglionar", doble cordón nervioso ventral y ganglios segmentarios.

Sistema nervioso radial

Característico de los equinodermos (erizos de mar, estrellas de mar, galletas de mar). En las estrellas de mar el centro nervioso es un **anillo nervioso** situado alrededor de la boca (por debajo de la epidermis). De este anillo parte un **nervio radial** grueso hacia cada brazo.

Con excepción de los **ocelos**, que se ubican en las puntas de los brazos, las estrellas carecen de órganos sensoriales especializados.

Las células sensoriales epidérmicas son los receptores sensoriales primarios, prevalecen a nivel de los pies ambulacrales y se cree que participan en la recepción de estímulos luminosos, táctiles y químicos. Los **esferidios** son mecanorreceptores en erizos de mar.



Las estrellas de mar poseen un sistema nervioso con un nervio medio en cada uno de sus brazos.

Sistema nervioso dorsal (encefálico)

En los animales vertebrados el sistema nervioso tiene posición dorsal, protegido por la columna vertebral y la caja craneana. Se compone principalmente del encéfalo y la médula espinal.

Durante el desarrollo embrionario la primera estructura nerviosa es el tubo neural; la parte anterior del tubo neural da origen al encéfalo embrionario que tiene tres porciones: prosencéfalo, mesencéfalo y romboencéfalo.

Vesículas embrionarias		Centros adultos
Prosencéfalo	Telencéfalo	hemisferios cerebrales, lóbulos olfatorios
	Diencéfalo	tálamo, hipotálamo, hipófisis
Mesencéfalo		lóbulos ópticos en peces, anfibios, reptiles y aves
Romboencéfalo	Metencéfalo	cerebelo, protuberancia anular
	Mielencéfalo	bulbo raquídeo

a. El prosencéfalo

Origina al cerebro, la hipófisis, la epífisis, el hipotálamo, el tálamo y los lóbulos olfatorios.

El cerebro está muy desarrollado en los mamíferos, quienes poseen una corteza cerebral gruesa. En los mamíferos superiores (como primates, delfines, orcas) la corteza presenta surcos, cisuras y circunvoluciones, en los mamíferos primitivos (monotremas, marsupiales, insectívoros) la corteza cerebral es lisa.

La hipófisis es la glándula endocrina maestra, ya que dirige a las demás glándulas endocrinas del animal. Los lóbulos olfativos alcanzan su mayor desarrollo en peces, mientras que el tálamo e hipotálamo en los mamíferos.

b. El mesencéfalo

Da origen a los lóbulos ópticos en peces, anfibios, reptiles y aves. Los lóbulos ópticos están muy desarrollados en la aves mientras que los mamíferos carecen de estos; en su lugar desarrollan los tubérculos cuadrigéminos, que participan en los reflejos visuales y auditivos.

c. El romboencéfalo

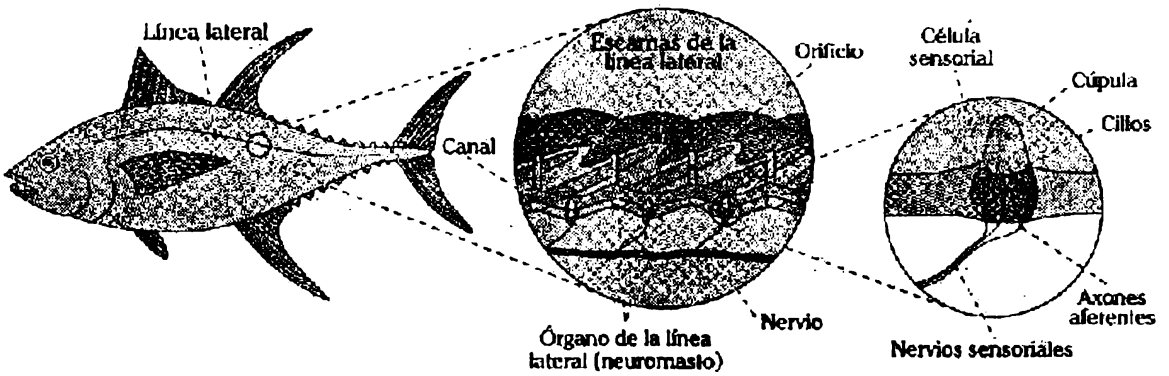
Da origen al cerebelo, que está muy desarrollado en aves, donde coordina el vuelo; también origina al bulbo raquídeo que es el centro cardiaco y del vómito.

Órganos sensoriales en los vertebrados

En los peces destaca la **línea lateral** que se encuentra a ambos lados del cuerpo del animal, inervada por un nervio lateral que deriva del nervio vago (X par) y que permite la detección de corrientes de agua (reorrecepción) y la presión del agua.

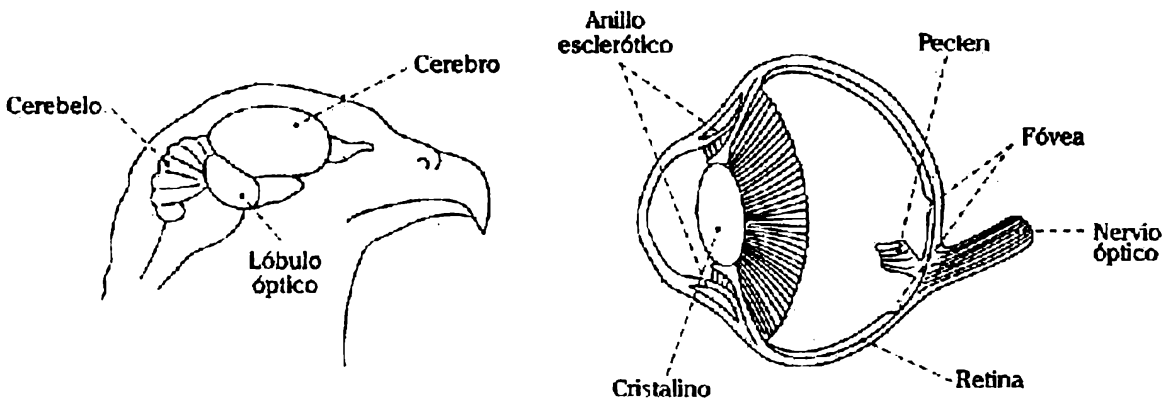
En los tiburones encontramos las **ampollas de Lorenzini**, que perciben los campos eléctricos de sus presas.

Sistema de línea lateral



Las serpientes de cascabel poseen entre el ojo y el labio superior un órgano llamado **foseta facial** que es muy sensible a la radiación térmica (infrarroja) de sus presas. El olfato radica en las fosas nasales, presentan desarrollado el **órgano vómeronasal u órgano de Jacobson**, cuya función principal es obtener sensaciones olfatorias del alimento en la boca.

En las aves la vista alcanza una gran perfección. Los ojos en posición lateral o frontal tienen dos párpados y una membrana nictitante. En el centro de la retina existe una **fóvea central**, que es el punto de máxima visibilidad, en las falconiformes se puede encontrar un número elevado de fóveas.



Las aves son los vertebrados de cerebelo y visión más desarrollada.

En los mamíferos el oído es muy sensible, dentro del caracol (parte del oído interno) se encuentra el **órgano de Corti**, que contiene al receptor sensorial de la audición. Los delfines y los murciélagos capturan sus presas por **ecolocación**.

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. Son animales diploblásticos de simetría radial, que poseen una cavidad gastrovascular y nematocistos.

   A) cordados
   B) equinodermos
   C) celentéreos
   D) nematodos
   E) platelmintos

2. Es el criterio mediante el cual se clasifica a los animales en protostomados y deuterostomados.

   A) La organización tisular.
   B) El destino del blastoporo.
   C) El número de capas embrionarias.
   D) La metamería.
   E) La simetría.

3. El taxón animal que posee la mayor diversidad de especies es

   A) ctenóforos.
   B) poríferos.
   C) cnidarios.
   D) artrópodos.
   E) equinodermos.

4. ¿Cuál es el filum que agrupa a los animales con hendiduras faríngeas, tubo neural dorsal y notocordio durante la etapa embrionaria?

   A) cordados
   B) platelmintos
   C) ctenóforos
   D) artrópodos
   E) equinodermos

5. Señale qué característica no le corresponde a los quelicerados.

   A) un par de antenas
   B) uno o dos maxilares
   C) queliceros
   D) cefalotórax y abdomen
   E) cuatro pares de patas

6. Los animales que dependen exclusivamente de la digestión intracelular pertenecen al filum de los

   A) poríferos.
   B) nematodos.
   C) celentéreos.
   D) rumiantes.
   E) platelmintos.

7. Con respecto al sistema digestivo de animales. Marque verdadero (V) o falso (F), según corresponda.
   I. La tenia carece de sistema digestivo.
   II. La linterna de Aristóteles es característica del erizo de mar.
   III. El buche es una dilatación del esófago.
   IV. La planaria presenta un intestino ramificado.

   A) FFFF
   B) VFVF
   C) VVVV
   D) VVFF
   E) FFVV

8. Con respecto a la estructura digestiva, relacione y marque la respuesta correcta.

I. probóscide
II. rádula
III. quelícero
IV. pieza bucal

a. araña
b. planaria
c. saltamonte
d. caracol

A) Ia, IIb, IIIc, IVd
B) Ib, IId, IIIa, IVc
C) Id, IIc, IIIb, IVa
D) Ia, IId, IIIc, IVb
E) Ic, IIa, IIIb, IVd

9. La ..... permite el paso lento de los alimentos para una mayor absorción de los nutrientes y está presente en .....

A) rádula - cocodrilos.
B) probóscide - anuros.
C) válvula espiral - teleósteos.
D) linterna de Aristóteles - urodelos.
E) válvula espiral - condrícties.

10. En las aves el ..... se encarga de la producción de enzimas digestivas para la formación del quimo.

A) ventrículo
B) bonete
C) retículo
D) proventrículo
E) ciego cólico

11. ¿Cuál de los siguientes taxa animales presentan respiración indirecta?

A) poríferos
B) nematodos
C) celentéreos
D) cnidarios
E) artrópodos

12. Con respecto a los órganos respiratorios relacione adecuadamente.

I. branquias
II. tráquea
III. filotráqueas
IV. pulmón lobulado

a. conejo
b. mariposa
c. trucha
d. arañas

A) Ib, IIa, IIIc, IVd
B) Ia, IIc, IIId, IVb
C) Ib, IIc, IIId, IVa
D) Ia, IIb, IIIc, IVd
E) Ic, IIb, IIId, IVa

13. ¿Qué animales carecen de respiración branquial?

A) tiburones
B) renacuajos
C) pulpos
D) estrellas de mar
E) pececillos de plata

14. La unidad respiratoria en aves se denomina

A) alveolo.
B) faveolo.
C) lobulillo.
D) parabronquio.
E) saco aéreo.

15. La respiración cutánea está presente en

A) oligoquetos y reptiles.
B) hirudíneos y renacuajos.
C) poliquetos y anfibios.
D) oligoquetos y anfibios.
E) poliquetos y batracios.

16. La circulación abierta se caracteriza por
I. la presencia de vasos discontinuos.
II. la baja presión.
III. la presencia de capilares.

A) solo I B) I y II C) solo III
D) I y III E) todas

17. ¿Qué animales presentan corazón tricavitario, circulación cerrada doble e incompleta?

A) Los mamíferos
B) Los anuros
C) Los cetáceos
D) Las aves
E) Los cocodrilos

18. Con respecto al sistema circulatorio de los moluscos, marque verdadero (V) o falso (F), según corresponda.
I. Todos tienen circulación cerrada.
II. Los cefalópodos presentan tres corazones.
III. El caracol tiene un corazón bicameral.
IV. El pulpo tiene circulación abierta.

A) FFFV B) VVVF C) FVFV
D) FVVF E) VVVV

19. Con respecto al corazón de los vertebrados, relacione y marque la respuesta correcta.
I. peces
II. anfibios
III. reptiles
IV. aves
V. mamíferos

a. arco aórtico derecho
b. cono arterial
c. arco aórtico izquierdo
d. foramen de panizza
e. válvula espiral

A) Ie, IIa, IIIb, IVc, Vd
B) Ic, IId, IIIe, IVa, Vb
C) Ib, IIe, IIId, IVa, Vc
D) Ia, IIb, IIIc, IVd, Ve
E) Ib, IIe, IIId, IVc, Va

20. Durante la circulación abierta, la hemolinfa baña directamente a los órganos, mientras que en la circulación cerrada los/las ..... intercambian sustancias con los órganos.

A) arteriolas
B) vénulas
C) capilares
D) arterias
E) venas

21. Los platelmintos presentan un sistema excretor denominado protonefridio, el cual está constituido de

A) glomérulos.
B) túbulos de Malpighi.
C) células flamígeras.
D) nefrostomas.
E) túbulos contorneados.

UNMSM 2008-II

22. Con respecto a los órganos excretores, relacione y señale la respuesta correcta.

I. estrella de mar
II. planaria
III. caracol
IV. pececillo de plata
V. camarón

a. túbulos de Malpighi
b. órgano de Bojanus
c. glándula antenal
d. branquias
e. protonefridio

A) Ic, IIe, IIId, IVa, Vb
B) Ib, IIc, IIIa, IVd, Ve
C) Ie, IId, IIIc, IVb, Va
D) Id, IIe, IIIb, IVa, Vc
E) Ia, IIb, IIIc, IVd, Ve

23. Identifique a los animales cuyo principal producto de excreción es el ácido úrico.

I. peces
II. insectos
III. reptiles
IV. aves
V. anfibios

A) I y V
B) solo III
C) III y IV
D) solo V
E) II, III y IV

24. Mientras los crustáceos eliminan ..... por las branquias, las medusas lo hacen por la superficie corporal.

A) amoniaco
B) guanina
C) ácido úrico
D) urea
E) citrulina

25. Los metanefridios son estructuras excretoras presentes en los

I. anélidos.
II. moluscos.
III. artrópodos.

A) I y III
B) solo I
C) I y II
D) solo II
E) II y III

26. El sistema nervioso reticulado se caracteriza por

I. no presentar agregación neuronal.
II. estar presente en celentéreos y ctenóforos.
III. ser difuso y menos evolucionado.

A) I y II B) solo I C) II y III
D) todas E) I y III

27. En las medusas, la cavidad que tiene como función orientar los movimientos natatorios se denomina

A) estatocisto.
B) enterocisto.
C) deuterocisto.
D) blastocisto.
E) nematocisto.

UNMSM 2012-I

28. Relacione el tipo de sistema nervioso con su representante.

I. reticular
II. bilateral
III. radial
IV. dorsal

a. gallito de las rocas
b. erizo de mar
c. sanguijuela
d. medusa en peine

A) Id, IIc, IIIb, IVa
B) Ia, IIb, IIIc, IVd
C) Ib, IId, IIIa, IVc
D) Ic, IIa, IIId, IVb
E) Ia, IIb, IIId, IVc

29. ¿Qué animales fueron los primeros en presentar cefalización?

A) equinodermos
B) cordado
C) ctenóforos
D) platelmintos
E) artrópodos

30. ¿Cuáles son los vertebrados que poseen lóbulos ópticos muy desarrollados?

A) mamíferos
B) aves
C) reptiles
D) anfibios
E) peces

31. La muda en los insectos permite la renovación de los tegumentos y el crecimiento durante la etapa larvaria, la cual es estimulada por la hormona denominada

A) ecdisona.
B) protoracicotropina.
C) de la eclosión.
D) de la juventud.
E) bursicona.

32. La metamorfosis es inducida por ..... que conlleva la destrucción de los tejidos larvales por la acción de .....

A) la ecdisona - los lisosomas
B) una enzima - los macrófagos.
C) una proteína - RNAm.
D) el clima - los agentes externos.
E) los blastómeros - peroxisoma.

33. ¿Cuál de los insectos no presenta metamorfosis holometábola?

A) abeja
B) mariposa
C) avispa
D) saltamonte
E) mosca

34. ¿Qué hormona induce la metamorfosis de los anfibios?

A) la adrenalina
B) la melanina
C) la tiroxina
D) la noradrenalina
E) la insulina

35. Indique la etapa en la cual los insectos entran en letargo.

A) diapausa B) imago C) larva
D) adulto E) ninfa

36. Con respecto a la reproducción de los vertebrados marcar verdadero (V) o falso (F) según corresponda.
I. Los peces óseos tienen fecundación externa.
II. Los anuros machos presentan el órgano de Bidder.
III. Muchas serpientes son ovovivíparas.
IV. Los monotremas son ovíparos.

A) VFVF
B) VVVV
C) FFFF
D) FFVV
E) VVFF

37. Con respecto a la reproducción asexual relacione y señale la respuesta correcta.
I. gemación
II. gemulación
III. estrobilación
IV. fragmentación

a. estrellas de mar
b. medusas
c. poríferos
d. hidras

A) Ia, IIb, IIIc, IVd
B) Ib, IId, IIIa, IVc
C) Id, IIc, IIIb, IVa
D) Ic, IId, IIIa, IVb
E) Ic, IId, IIIb, IVa

38. Los gametos son haploides, porque tienen la

A) mitad del número cromosómico que en las células somáticas.
B) cuarta parte del número cromosómico que las células somáticas.
C) mitad de cromosomas del padre y la mitad de la madre.
D) carga completa de cromosomas.
E) posibilidad de autoduplicarse.

UNFV 2007

39. ¿Cuál es el grupo de animales en el cual sus crías culminan su desarrollo en una bolsa llamada marsupio?

A) euterios
B) metaterios
C) prototerios
D) monotremas
E) placentados

40. Dentro de los animales que se reproducen por fecundación interna existen algunos que son vivíparos, los cuales se caracterizan porque

A) ponen los huevos.
B) los huevos reciben cuidado parental hasta su eclosión.
C) tienen huevos sin nexo entre madre y embrión.
D) todos necesitan un nexo entre la madre y el huevo para alimentar al embrión.
E) el huevo se desarrolla dentro de la madre hasta su expulsión.

Anatomía y fisiología del cuerpo humano

Capítulo X

Objetivos

- Conocer la estructura y función de los tejidos, órganos y sistemas del cuerpo humano.
- Valorar la importancia que tiene el conocimiento del cuerpo humano.

Introducción al estudio del cuerpo humano

Para conocer las distintas partes del cuerpo humano y su funcionamiento es indispensable hacer uso de la anatomía y la fisiología.

La anatomía es la ciencia que estudia las estructuras del cuerpo humano y las relaciones entre los diferentes órganos. La histología o anatomía microscópica es la rama de la anatomía que, con ayuda del microscopio, hace posible el estudio de los tejidos.

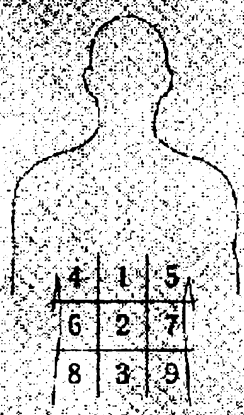
La fisiología es la ciencia que estudia las funciones de las distintas partes del cuerpo.

Para un mejor estudio del cuerpo humano, existe la anatomía topográfica que se ocupa de una región específica del cuerpo.

Topografía abdominal

Estudia las nueve regiones en que suele ser dividido el abdomen y la ubicación de sus diferentes órganos.

1. Epigastrio: estómago, páncreas.
2. Mesogastrio: intestino delgado.
3. Hipogastrio: vejiga, recto. En mujeres, además, útero.
4. Hipocondrio derecho: hígado, vesícula biliar.
5. Hipocondrio izquierdo: bazo.
6. Flanco derecho: colon ascendente y riñón derecho.
7. Flanco izquierdo: colon descendente y riñón izquierdo.
8. Fosa ilíaca derecha: ciego y apéndice cecal. En mujeres, además, el ovario y trompa uterina derecha.
9. Fosa ilíaca izquierda: colon sigmoides. En mujeres, además, el ovario y trompa uterina izquierda.



Posición anatómica

Es la posición en la que el sujeto se encuentra de pie, recto, frente al observador, los brazos a ambos lados del cuerpo y las palmas de las manos se muestran hacia adelante. A través de esta posición cualquier parte o región puede ser descrita en relación con las demás.

Planos de referencia

Para un mejor estudio de la anatomía se hace uso de los planos (superficies planas imaginarias) que pasan a través del cuerpo humano.

Sagital (mediosagital)

Plano de corte vertical imaginario que pasa longitudinalmente por el centro del cuerpo y lo divide en mitad derecha e izquierda.

Frontal o coronal

Cualquier plano vertical que corta al plano medio en ángulo recto y divide al cuerpo en dos mitades: parte anterior y posterior.

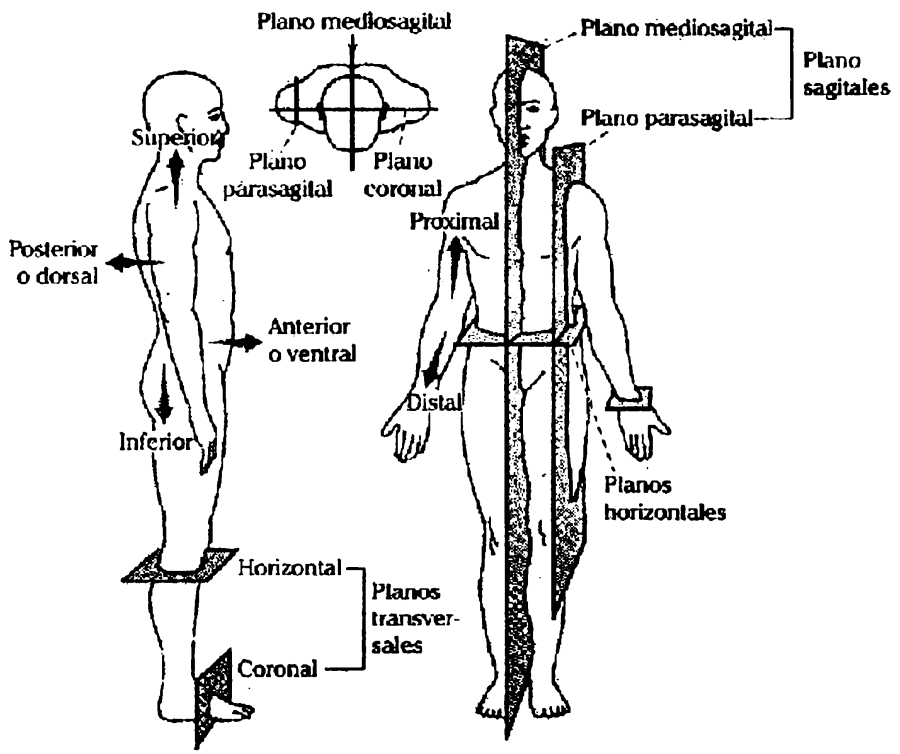
Horizontal

Plano perpendicular a los planos medio y coronal, que divide al cuerpo en dos mitades: mitad superior y mitad inferior.

Términos de orientación

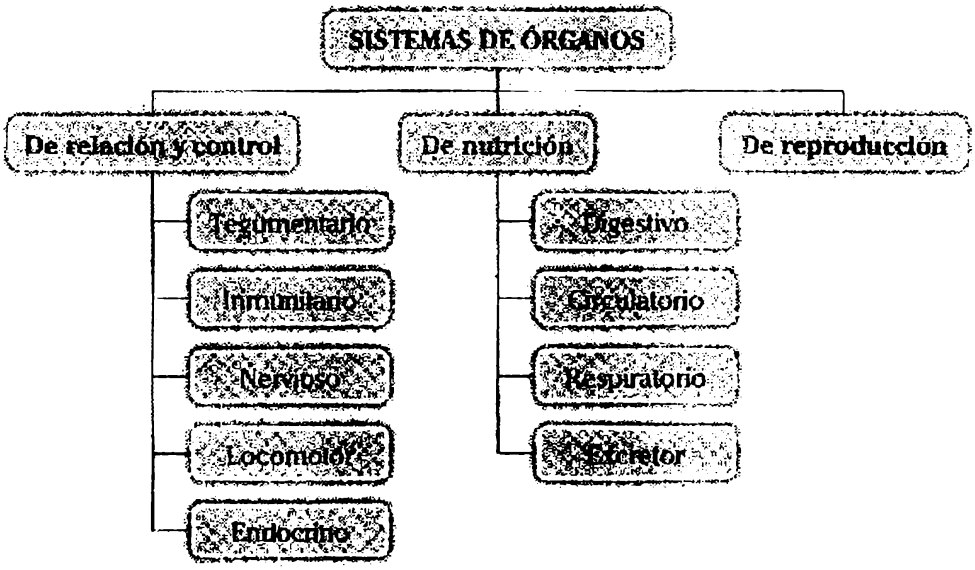
Se usa para localizar diversas estructuras del organismo en relación con las demás.

Planos de referencia



Sistemas de órganos

Los organismos animales están organizados en aparatos o sistemas de órganos, encargados de realizar las grandes funciones que un ser vivo requiere para mantenerse y reproducirse.



Funciones de relación y control

Permiten al organismo interactuar con el medio, captar estímulos, responder a ellos y ajustar las respuestas a las condiciones externas e internas. Al mismo tiempo, debe existir una coordinación de las funciones de los distintos sistemas para mantener un equilibrio interno u homeostasis. Los sistemas de relación y control son:

- ✓ **El sistema tegumentario.** Es el límite del cuerpo y el que lo conecta directamente con el medio.
- ✓ **El sistema inmunitario.** Lleva a cabo las respuestas defensivas del organismo frente a los microorganismos patógenos.
- ✓ **El sistema locomotor.** Encargado de los movimientos.
- ✓ **El sistema nervioso.** Coordina los estímulos con las respuestas, tanto en la relación con el medio externo, como entre los distintos sistemas corporales.
- ✓ **El sistema endócrino.** Regula funciones metabólicas, de crecimiento y reproductivas.

Funciones de nutrición

Abarcan el conjunto de medios por los cuales el organismo se aprovisiona de materia y energía para la asimilación y la realización de trabajos celulares. Las funciones de nutrición involucran a los siguientes sistemas:

- ✓ **Sistema digestivo.** Incorpora los nutrientes.
- ✓ **Sistema circulatorio.** Transporta los nutrientes y los desechos metabólicos.
- ✓ **Sistema respiratorio.** Intercambia gases con el medio. Incorpora oxígeno, necesario para la oxidación de los nutrientes y elimina dióxido de carbono, desecho producido durante la oxidación.
- ✓ **Sistema excretor.** Elimina desechos nitrogenados del metabolismo.

Función del sistema reproductor

Está especializado en la formación de gametos y demás funciones que posibilitan la perpetuación de la especie.

Compartimientos de líquidos en el organismo (60% del peso corporal total)

Líquido intracelular (LIC)

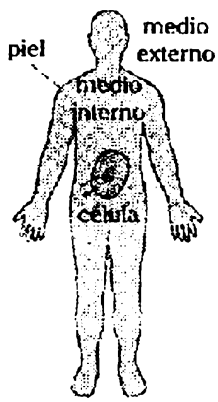
La mayor parte del **agua corporal total** (20% del peso corporal total), aproximadamente dos tercios, se encuentra al interior de las células. En ella se encuentran los iones y nutrientes que necesitan las células para mantener su vida. Las células serán capaces de vivir, crecer y desarrollar sus funciones especiales en tanto dispongan de las concentraciones correctas de oxígeno, glucosa, iones, aminoácidos y otros constituyentes en el medio interno. Los sistemas de nutrición, como el digestivo, el respiratorio y el excretor, son los que median los intercambios entre el medio externo y el medio interno.

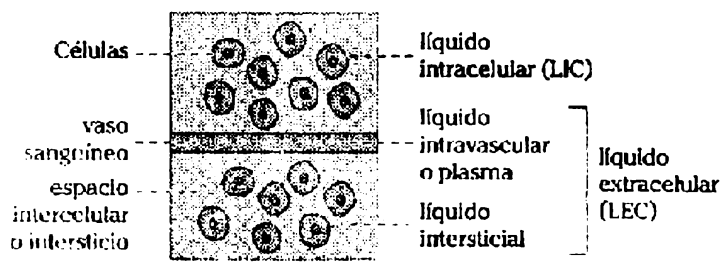
Líquido extracelular (LEC)

Comprende un tercio del agua corporal total (20% del peso corporal total), se encuentra en dos compartimientos:

- ✓ El compartimiento **intravascular** corresponde al interior de los vasos sanguíneos; allí circula la sangre, cuya mayor parte está formada por un líquido llamado plasma. El plasma representa la cuarta parte del LEC.
- ✓ El **líquido intersticial** es la porción del LEC que baña a las células y se encuentra fuera de los vasos. Este representa las tres cuartas partes del LEC.

A este conjunto de los líquidos corporales, que rodean a las células y están encerrados dentro de la piel del hombre, se les dio el nombre de **medio interno**. Está conformado por iones y nutrientes, además sirve como vehículo para transportar a los productos de desechos.





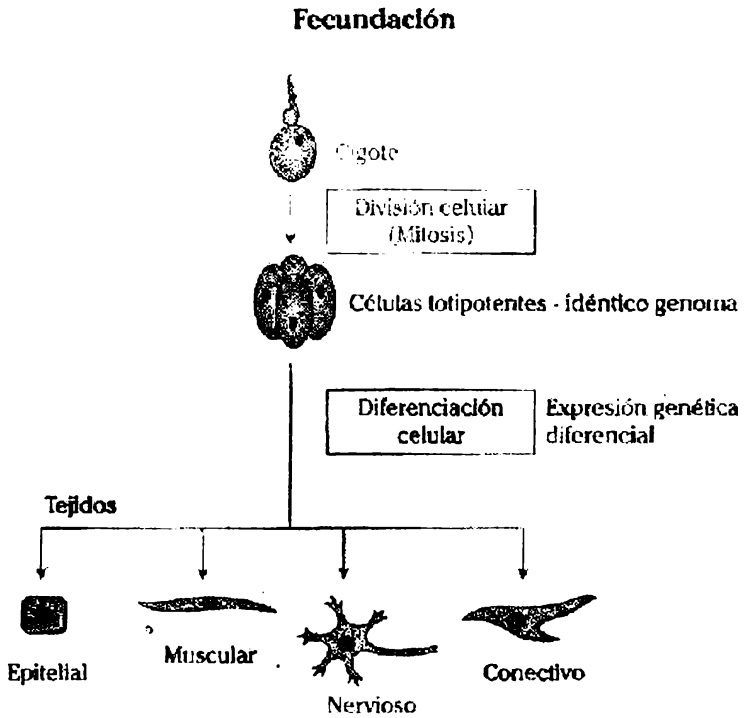
Homeostasis u homeostasia

La homeostasis se define como la tendencia al equilibrio del medio interno. Si se pierde dicho equilibrio puede traer como consecuencia diversas alteraciones en la salud (patologías) de la persona que inclusive pueden llevarla a la muerte.

Histología humana

Un **tejido** es un conjunto de células similares, asociadas entre sí, que se han adaptado para realizar funciones específicas. Los tejidos diferentes a su vez se ordenan y forman órganos, pudiendo desarrollar una amplia variedad de tareas.

Cuanto más especializada está una célula en una función determinada, más eficiente se hace para cumplir con ese fin, pero pierden las características necesarias para vivir en forma independiente. Por ejemplo, las neuronas son células con alto grado de especialización y una estructura tan compleja que, en general, no se dividen.



Las características de un **tejido** no solo dependen de las **células** que lo componen. En las propiedades de un tejido tiene un papel muy importante el material que rodea a las células: la **sustancia intercelular o matriz extracelular (MEC)**.

Todas las células que forman el organismo humano provienen a partir de la división y posterior diferenciación de una célula originaria, el cigote, producto de la fusión de un óvulo y un espermatozoide.

Resumen de los tejidos principales

Tejido	Células	Sustancia intercelular	Función
Epitelial	poco diferenciadas	escasa o nula	revestimiento y secreción
Conectivo	poco diferenciadas	abundante	conexión entre tejidos y órganos
Muscular	muy diferenciadas	escasa	contracción
Nervioso	muy diferenciadas	escasa	conducción de impulsos

En el organismo humano se han reconocido **más de 200 tipos celulares distintos**; sin embargo, los grupos celulares pueden reducirse a **cuatro tejidos básicos**: epitelial, conectivo, muscular y nervioso.

Tejido epitelial

Es un tejido formado por células poco diferenciadas con una escasa o nula sustancia intercelular. Es avascular y se nutre por difusión a partir de la membrana basal subyacente. Posee abundantes terminaciones nerviosas.

Las células tienen forma geométrica (plana, cúbica o cilíndrica) y se encuentran unidas entre sí mediante uniones especializadas llamadas desmosomas. El tiempo de vida de las células epiteliales es limitada, de modo que hay procesos de renovación celular constante.

Funciones

Los epitelios tapizan y revisten superficies donde cumplen funciones diferentes, así tenemos la función **protectora** para la epidermis de la piel, el **intercambio gaseoso** en los alveolos pulmonares, la **absorción** de agua y nutrientes en los intestinos, e incluso la función **secretora** en las glándulas.

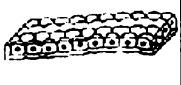
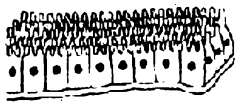
Clasificación

Epitelio de cubierta y revestimiento

Se clasifican de acuerdo al número de capas y la forma de las células. Cubre superficies externas y reviste cavidades.

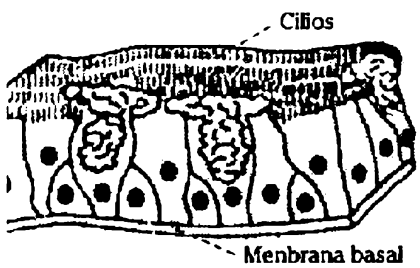
a. Epitelios monoestratificados (simples)

Conformados por una sola capa de células epiteliales sobre la lámina basal, también son denominados epitelios simples.

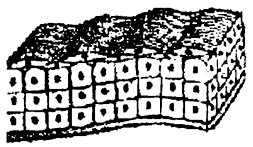
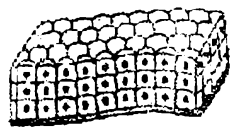
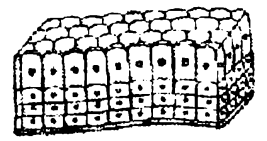
Plano (escamoso o pavimentoso)	Cúbico	Cilíndrico no modificado	Cilíndrico ciliado	Cilíndrico con microvellosidades
				
Endotelio: Tapiza internamente vasos sanguíneos **Mesotelio:** Alveolo pulmonar: (para intercambio de gases)	Superficie ovárica (protección) Tiroides (secreción endocrina)	Recubrimiento de estómago e intestino grueso, posee células secretoras de moco. En el estómago forma glándulas digestivas	Tapiza la trompa de Falopio, permite el avance del óvulo fecundado hacia el útero para su implantación.	Recubre el intestino delgado para la absorción de nutrientes y la vesícula biliar para la absorción de agua al concentrar la bilis.

b. Epitelio seudoestratificado

Conformado por una sola capa de células epiteliales de diferente tamaño y cuyos núcleos se ubican a diferente altura, pero todas adheridas a la membrana basal. En gran parte de las vías respiratorias (fosas nasales, tráquea, bronquios), poseen células caliciformes secretoras de moco para atrapar y eliminar las partículas extrañas y purificar el aire inspirado.

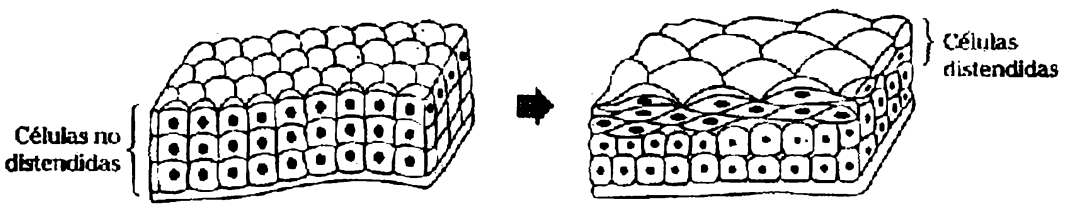


- **Epitelios poliestratificados**
  Formados por varias capas de células epiteliales, solamente la capa inferior se adhiere a la membrana basal. De acuerdo a la morfología de las células de la capa superior estas pueden ser:

Plano no queratinizado	Plano queratinizado	Cúbico	Cilíndrico
			
Protege la mucosa del tubo digestivo (boca, esófago, recto, ano) y vagina, adaptados para la fricción.	Conforma la epidermis (capa exterior de la piel) la protege frente a lesiones y es una barrera frente a los agentes infecciosos.	En los conductos de glándulas sudoríparas.	Protección de la conjuntiva ocular (epitelio protector de los globos oculares).

Otro tipo es el epitelio de transición, denominado así cuando la forma de las células de la capa superficial cambia según el estado fisiológico. En uréteres y vejiga urinaria brinda protección y distensibilidad.

Distención del epitelio de transición



Epitelio glandular

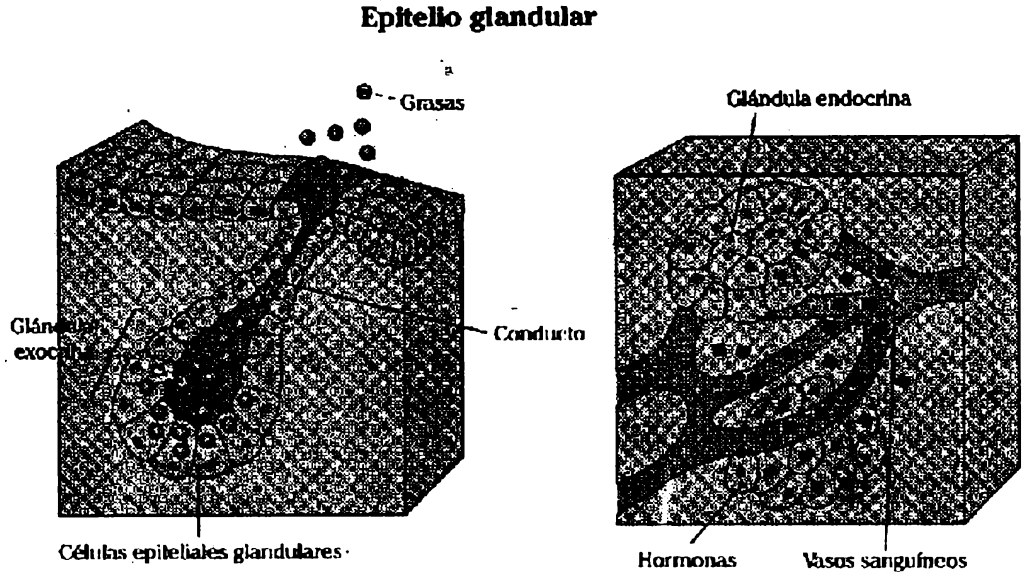
Algunos tipos de células epiteliales se especializan en la **secreción de sustancias**: son células glandulares. Las células glandulares pueden estar dispersas entre otras células de una membrana epitelial o pueden formar órganos especializados llamados glándulas. Tanto las glándulas **unicelulares** como las **pluricelulares** se clasifican en exocrinas y endocrinas.

a. Glándula exocrina
Es la que vuelca su secreción a una cavidad corporal (glándulas salivales, páncreas, etc.) o a la superficie corporal (glándula mamaria, sudorípara, etc.). Las glándulas exocrinas pluricelulares poseen un adenómero especializada en producir las sustancias de secreción y una parte excretora que sirve de conducto o vía de secreción.

b. Glándulas endocrinas
La hipófisis, la tiroides y las suprarrenales carecen de conductos de secreción, sus secreciones se vuelcan al medio interno y son transportadas por la sangre. Estas secreciones se denominan **hormonas.**

c. Glándulas anficrinas o mixtas

Son las que realizan secreción endocrina y exocrina; por ejemplo, el páncreas.

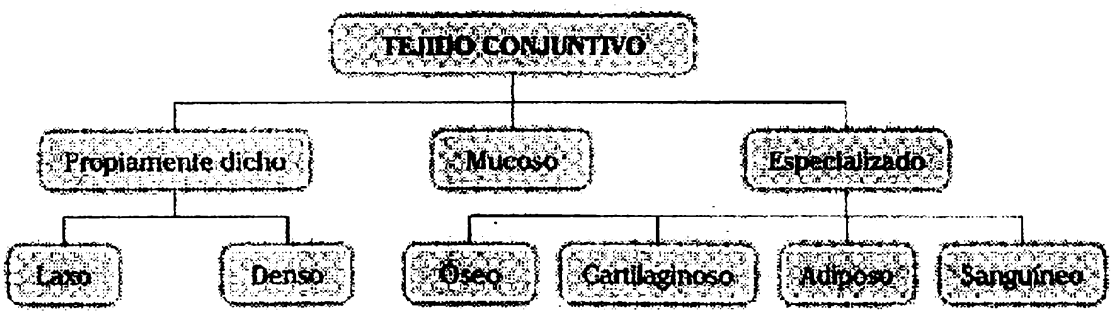


Tejido conectivo

El tejido conectivo o conjuntivo es el tejido más abundante y distribuido en el organismo. Posee abundante matriz extracelular y células con distinto grado de diferenciación. Es un tejido altamente vascularizado (posee vasos sanguíneos) e inervado (con terminaciones nerviosas).

Todas las células del tejido conjuntivo derivan de células mesenquimatosas llamadas *stem cells* (células madre). Algunas células son residentes y otras transitorias que llegan desde la sangre. Los componentes de la matriz extracelular son producidos, secretados y orientados por las células del tejido conectivo, llamadas fibroblastos. Los fibroblastos quedan englobados por la MEC que ellos producen.

Las células del tejido se pueden especializar y dar origen a los tejidos, como el tejido sanguíneo (sangre), óseo (hueso), adiposo, cartilaginoso, etc.



Funciones

El tejido conectivo propiamente dicho es el encargado de dar apoyo y nutrición a los epitelios y de conectar entre sí a otros tejidos y órganos. También sirve de sostén (ligamentos, cartílago, hueso) y participa en la defensa del organismo (leucocitos).

Componentes

Células

- ✓ **Célula madre (*stem-cell*) o mesenquimal.** Célula indiferenciada con capacidad de originar cualquier otra célula del tejido conectivo.
- ✓ **Fibroblasto.** Es la célula más común del tejido conectivo. Secreta las fibras y otros componentes de la matriz extracelular.
- ✓ **Macrófagos.** Se originan de los monocitos (un tipo de glóbulo blanco), participan en la defensa del organismo mediante la fagocitosis de partículas extrañas. Aquellos macrófagos que se establecen en forma fija en determinados órganos o tejidos se denominan histiocitos. Ejemplo:
  - Célula de Küpffer: hígado
  - microglia: sistema nervioso central
  - osteoclasto: tejido óseo
  - macrófagos alveolares: pulmón

  Cuando el macrófago se encuentra con cuerpos extraños de grandes dimensiones, los macrófagos se unen con otros, formando células muy grandes que se denominan células gigantes a cuerpo extraño.
- ✓ **Plasmocito o célula plasmática.** Formado por diferenciación de los linfocitos B, producen anticuerpos o inmunoglobulinas (proteínas de defensa).
- ✓ **Mastocito o célula cebada.** Posee citoplasma lleno de gránulos que contienen histamina y heparina. La histamina participa en la inflamación y alergias, mientras que la heparina participa como anticoagulante sanguíneo.
- ✓ **Glóbulos blancos o leucocitos.** Proceden de la sangre por migración, atraviesan los capilares sanguíneos por diapédesis. Tienen como función la defensa contra los microorganismos. Los leucocitos más frecuentes en el tejido conectivo son los neutrófilos, los eosinófilos y los linfocitos.
- ✓ **Célula adiposa o adipocito.** Su citoplasma está ocupado por una vacuola de grasa que desplaza al núcleo hacia la periferie. Cuando se acumulan en grandes cantidades forman el tejido adiposo.

Sustancia intercelular

a. Sustancia fundamental amorfa

Es una sustancia incolora, transparente y homogénea. Rellena los espacios entre las células y las fibras del tejido conectivo. Es muy hidratada y se compone principalmente de proteoglucanos y glucoproteínas estructurales. Es un excelente medio para la difusión de nutrientes y de otras moléculas que actúan como mensajeros químicos. A su vez, por la gran retención de agua, resiste fuerzas de compresión, comportándose como una esponja.

b. Fibras conjuntivas

Embebidas en la matriz de proteoglicanos se encuentran los elementos fibrosos del tejido conectivo: las fibras elásticas, colágenas y reticulares. Su proporción determina la consistencia y propiedades mecánicas del tejido conjuntivo.

- ✓ **Fibras colágenas.** Son las más abundantes y están formadas por fibrillas de proteína colágeno. Brindan resistencia a la tracción o estiramiento de los tejidos. El colágeno constituye la proteína fibrilar extracelular más abundante e importante.
- ✓ **Fibras elásticas.** Constituidas por la proteína elastina, que se dispone en forma de láminas y redes, mantenidas por enlaces cruzados. Las fibras elásticas son extensibles y tienen la capacidad de recobrar su conformación inicial después de una deformación transitoria. Son muy abundantes en las paredes arteriales.
- ✓ **Fibras reticulares.** Formadas por la proteína reticulina. Son muy delicadas y se encuentran formando una malla fina que sirve como armazón de órganos (bazo, ganglios linfáticos, médula ósea, timo).

CLASIFICACIÓN

La proporción entre el componente amorfo y el fibroso y el ordenamiento de este último en la matriz extracelular da lugar a las distintas variedades del tejido conectivo propiamente dicho.

Tejido conjuntivo laxo (areolar)

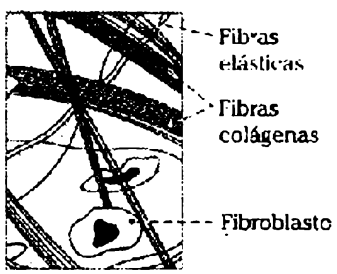
Es el tejido conjuntivo más ampliamente distribuido. La matriz conjuntiva tiene un predominio del componente amorfo y las fibras colágenas son finas. Posee una consistencia delicada, flexible y poco resistente a la tracción. Su función principal es la nutrición y mantenimiento de los órganos. Se ubica en la dermis papilar de la piel (debajo de la epidermis), rellena el espacio entre las fibras y haces musculares, rodea vasos sanguíneos, nervios y sirve de apoyo para los epitelios.

Tejido conectivo denso

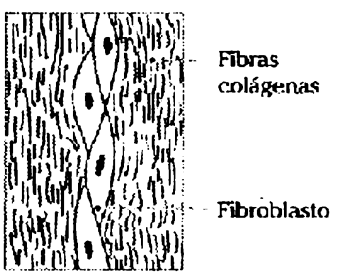
Posee una matriz conjuntiva constituida por haces más gruesas de fibras colágenas, ofreciendo gran resistencia a la tracción y da soporte estructural a los órganos. Los tejidos conectivos densos pueden ser **irregulares** o **regulares**.

- ✓ **El tejido denso regular (modelado).** Posee sus fibras ordenadas en la dirección en que el tejido sufre fuerzas de tracción; se encuentra, por ejemplo, en los tendones y ligamentos.
- ✓ **El tejido conectivo denso irregular (no modelado).** Donde las fibras colágenas están orientadas en diferentes direcciones. Se localiza en la dermis profunda, periostio, pericondrio.

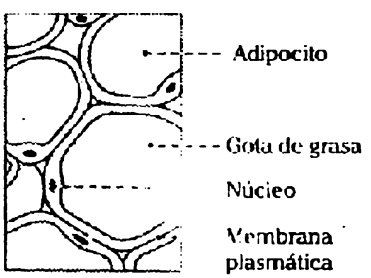
Tejido conectivo laxo



Tejido conectivo denso regular



Tejido adiposo



PÁRIS
AMOR A SOFÍA

Tejido óseo

Es un tejido conectivo especializado. Es el constituyente principal del esqueleto, siendo uno de los tejidos más resistentes a la tensión y uno de los más rígidos del cuerpo humano. Sus propiedades están determinadas por las características de la sustancia o matriz ósea.

Funciones

El tejido óseo conforma los huesos que participan en la locomoción, sirve de soporte a los tejidos blandos y protege órganos vitales como los contenidos en la caja craneana (encéfalo), torácica (pulmones y corazón) y el conducto raquídeo (médula espinal).

Es un gran reservorio de sustancias inorgánicas principalmente de calcio y fósforo, y contiene la médula ósea roja para la hematopoyesis o formación de células sanguíneas.

Componentes

Células

- ✓ **Osteoblasto.** Célula que sintetiza la parte orgánica de la matriz ósea en cuyo interior queda atrapada y se transforma en osteocito.
- ✓ **Osteocito.** Célula que se encuentra en el interior de la matriz ósea en cavidades o lagunas óseas llamadas osteoplastos, contribuyendo a mantener la matriz ósea. Posee prolongaciones citoplasmáticas que lo comunican a otros osteocitos a través de canalículos y aseguran su nutrición a partir de los vasos sanguíneos.
- ✓ **Osteoclasto.** Célula móvil, gigante y multinucleada que se forma por fusión de monocitos y se localiza en pequeñas depresiones llamadas lagunas de Howship. Se encargan de la resorción ósea (destrucción de la matriz ósea).

Matriz ósea

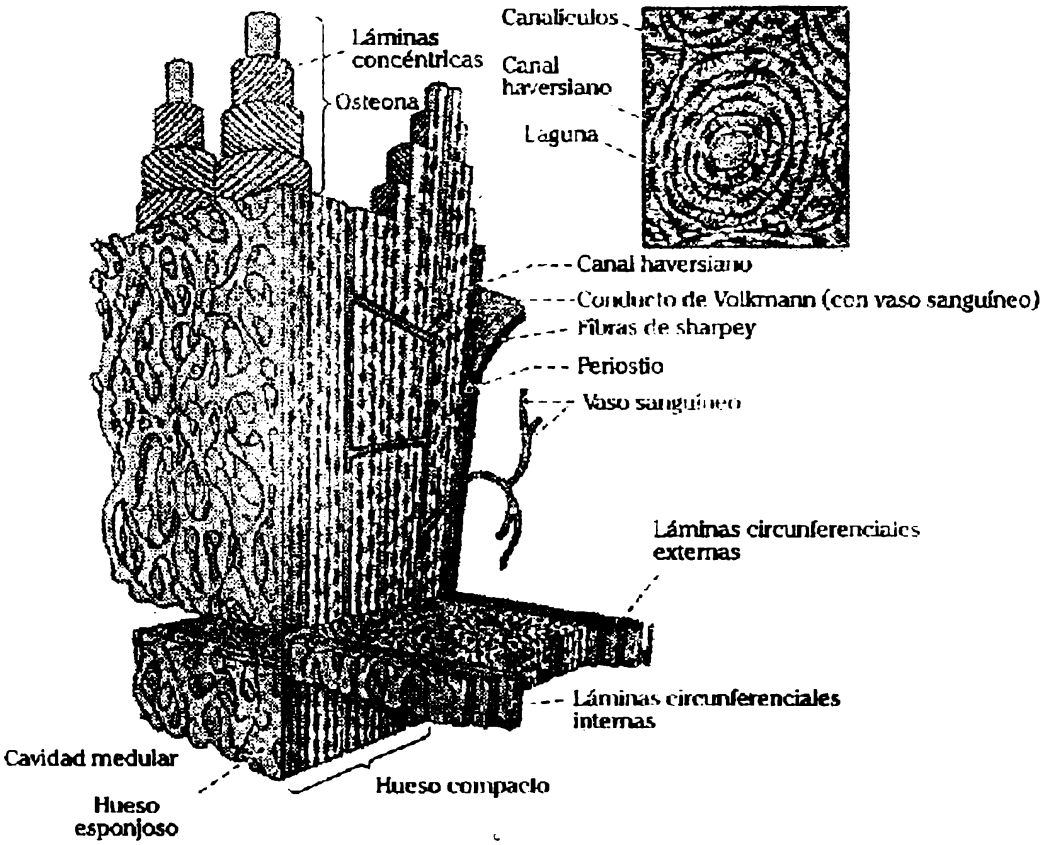
Está conformada por:

- ✓ **Porción inorgánica.** Compuesta principalmente por fosfato de calcio que forma cristales de hidroxiapatita $[(Ca)_{10}\ (PO_4)_6\ (OH)_2]$.
- ✓ **Porción orgánica.** Es producida por los osteoblastos. Está formada por colágeno, proteoglicanos y glucoproteínas. Se denomina también oseína. La rigidez de la matriz ósea está dada por la asociación entre las fibras colágenas y los cristales de hidroxiapatita.

Membranas

Cubiertas de tejido conjuntivo denso, pueden ser:

- ✓ **Periostio.** Es una membrana de tejido conectivo denso que recubre el hueso en su parte externa. Está formado por células mesenquimatosas, fibroblastos, fibras colágenas y vasos sanguíneos.
- ✓ **Endostio.** Es una membrana de tejido conectivo laxo que reviste al hueso en su parte interna, las cavidades del hueso esponjoso, el conducto medular, los conductos de Havers y los de Volkmann.



Esquema del hueso que ilustra el hueso cortical compacto, osteonas, láminas, conductos de Volkmann, canales haversianos, lagunas, canalículos y hueso esponjoso.

Clasificación

La arquitectura de las laminillas depende de la disposición de las fibras colágenas en la matriz ósea, distinguiéndose dos formas de tejido óseo:.

Tejido óseo esponjoso

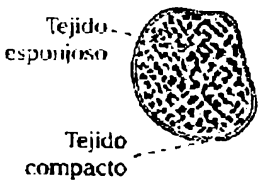
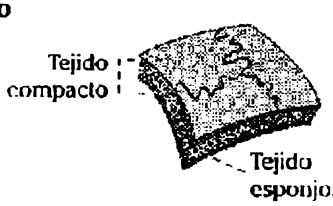
Que presenta cavidades llenas de médula ósea roja, delimitadas por las trabéculas óseas (constituido por laminillas que forma redes o mallas) que son las unidades estructurales del tejido óseo esponjoso.

Tejido óseo compacto

Tiene como unidad estructural al sistema de Havers u osteona, conjunto de laminillas óseas agrupadas en forma concéntrica alrededor del conducto de Havers.

Entre las laminillas se encuentran lagunas óseas donde se alojan los osteocitos y se comunican a través de canalículos óseos. El conducto de Havers posee nervios y vasos sanguíneos y está revestido por endostio.

Las dos variedades de tejido óseo se encuentran formando parte de los huesos cortos, planos y largos, distribuidas según se detalla en el siguiente cuadro:

Tipo de hueso		Ubicación del tejido óseo compacto	Ubicación del tejido óseo esponjoso
Corto 		Se dispone en la periferia del hueso, en laminillas paralelas a la superficie de cada una de las caras.	Ocupa el interior del hueso.
Plano 		Forma dos tablas, una en cada cara del hueso.	Ocupa el espacio central, comprendido entre las dos tablas de hueso compacto. Se lo denomina diploe.
Largo	**Epífisis (extremo)**	La epífisis es similar a un hueso corto. El tejido compacto se dispone en la superficie de la epífisis.	Ocupa el interior de la epífisis.
	Diáfisis (cuerpo)	Reviste la superficie externa de la diáfisis y delimita el canal medular, ubicado en el centro. Entre ambas capas se ubican los sistemas de Havers.	Entre los sistemas de Havers.

Tejido cartilaginoso

Es un tejido conectivo especializado con células escasas y abundante sustancia intercelular (matriz cartilaginosa), su consistencia semirrígida depende de la composición de su matriz cartilaginosa. Es un tejido avascular y carece de inervación; posee una envoltura conjuntiva vascularizada denominada pericondrio a partir del cual se nutre por difusión.

Funciones

Los cartílagos actúan como soporte de los tejidos blandos. Conjuntamente con el tejido óseo forman parte del esqueleto humano, ya sea como parte de las articulaciones o actuando como precursor del tejido óseo mediante un proceso denominado osificación.

Componentes

Células

- ✓ **Condroblasto.** Célula joven que sintetiza la matriz cartilaginosa. Se transforma en condrocito.
- ✓ **Condrocito.** Célula representativa del tejido cartilaginoso, se encuentra en la capa profunda del tejido cartilaginoso en cavidades o lagunas llamadas condroplastos. Cuando en una laguna existen más de dos condrocitos se denomina grupo isógeno o nido celular.

Sustancia intercelular (matriz cartilaginosa)
Constituida principalmente por glucosaminoglicanos (ácido condroitín sulfúrico) y proteínas. Las características de firmeza a la tracción y flexibilidad de los diferentes tipos de cartílago, depende de la cantidad y calidad de fibras colágenas y elásticas.

Pericondrio
Membrana de tejido conectivo denso que cubre al tejido cartilaginoso. Está formado por células mesenquimatosas, fibroblastos, fibras colágenas y vasos sanguíneos.

Clasificación

Cartílago hialino
Es el más abundante, presenta fibras colágenas muy finas. Forma el primer esqueleto del embrión que será sustituido por un esqueleto óseo. Se ubica en el extremo anterior de las costillas (cartílago costal), el cartílago de crecimiento de los huesos largos (disco metafisiario) y las articulaciones móviles (cartílago articular).

Cartílago elástico
Presenta predominantemente fibras elásticas, por lo que tiene mayor flexibilidad que el hialino. Se ubica en el pabellón de la oreja, el conducto auditivo externo, trompa de Eustaquio y epiglotis.

Cartílago fibroso (fibrocartílago)
Presenta haces gruesos de fibras colágenas permitiendo mayor resistencia a la tracción que el cartílago hialino. Carece de pericondrio y se ubica en los discos intervertebrales, en la sínfisis púbica y en los meniscos de la rodilla.

Tejido sanguíneo

Conocido también como sangre, es un tipo de tejido conectivo especializado. Es un tejido líquido y viscoso que se encuentra circulando en los vasos sanguíneos de forma regular y unidireccional, impulsado por el corazón.

La sangre es rojiza debido al pigmento hemoglobina y es ligeramente alcalina con un pH = 7,35 - 7,45. Este valor de pH puede disminuir en situaciones críticas como diarreas intensas o descompensación diabética.

Funciones

Fundamentalmente es el transporte de gases respiratorios (O_2 y CO_2), nutrientes (glucosa, aminoácidos, ácidos grasos), productos de desechos (úrea, ácido úrico, CO_2, etc.), células defensivas y calor.

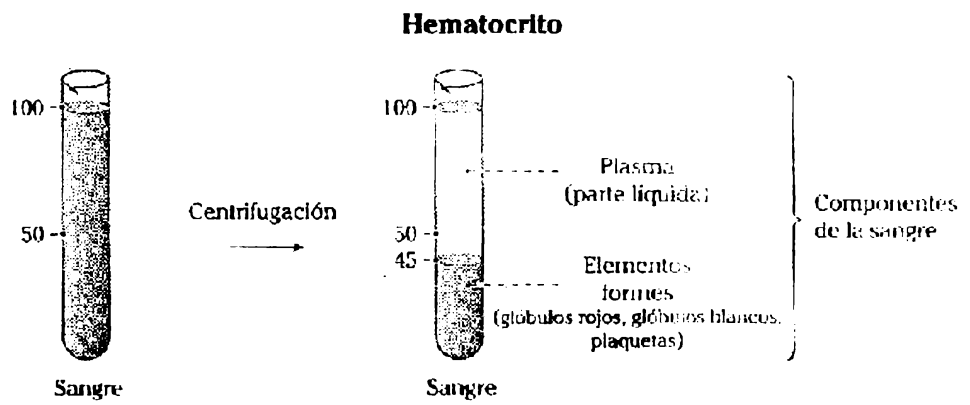
Volemia

Volumen corporal de la sangre, es equivalente al 8% del peso corporal aproximadamente. Al tener el hombre mayor peso que la mujer, tendrá mayor volumen sanguíneo. Un hombre de 70 kg, por ejemplo, tendrá aproximadamente cinco litros de sangre.

Hematocrito

Es el volumen de glóbulos rojos en relación con el volumen total de la sangre. Se expresa en porcentaje.

Valores normales: hombre 45%, mujer 40% en promedio.



Plasma sanguíneo

Es la porción líquida de la sangre, en ayunas es de color ámbar pálido. Su volumen representa el 5% del peso corporal. Está conformado por:

- ✓ Agua (92%): disolvente y medio de suspensión para los componentes sólidos de la sangre.
- ✓ Proteínas (6 - 8 g/dL): sintetizadas por el hígado.
  - Albúmina: es la más abundante de las proteínas plasmáticas. Ayuda a mantener la presión oncótica o coloidosmótica. Esta presión se logra gracias a que la albúmina retiene agua en los vasos sanguíneos, por lo tanto, si hay una disminución de albúmina, el agua tiende a salir de los vasos sanguíneos hacia el intersticio, causando de esa manera edema (hinchazón de una parte del cuerpo).
  - Globulina: cumple función de transporte de sustancias como: hormonas, vitaminas, hierro, ácidos grasos, etc. Algunas globulinas (inmunoglobulinas o anticuerpos) cumplen la función de defensa.
  - Fibrinógeno: es una proteína que interviene en la coagulación de la sangre. Es necesario para la formación de fibrina.
- ✓ Glucosa (70 - 110 mg/dL): es la principal fuente de energía. El aumento exagerado de la glucosa en la sangre se le denomina hiperglicemia, esta puede presentarse en el caso de una diabetes mellitus. A la disminución de la glucosa se denomina hipoglicemia, y se da en la no ingesta prolongada de alimentos.
- ✓ Lípidos (500 - 750 mg/dL): uno de los lípidos de gran importancia es el colesterol (VN < 200 mg/dL). Un aumento de la concentración del colesterol (hipercolesterolemia) puede causar alteraciones como obstrucción de vasos sanguíneos, si esto ocurre en las arterias coronarias (aterosclerosis) puede producir infarto cardiaco.

- ✓ Electrolitos (Na^+, K^+, Cl^-): participan en el balance hídrico corporal y son responsables de la presión osmótica de la sangre.
- ✓ Otros: vitaminas, gases respiratorios, hormonas, nutrientes, productos de desecho, etc.

Glóbulos rojos (eritrocitos o hematíes)

Células que carecen de núcleo (anucleadas) y de organelas, con cierta flexibilidad al pasar por los vasos sanguíneos más pequeños (capilares). Son células especializadas en el transporte de oxígeno y dióxido de carbono, función que cumplen debido a la presencia de hemoglobina en su citoplasma.

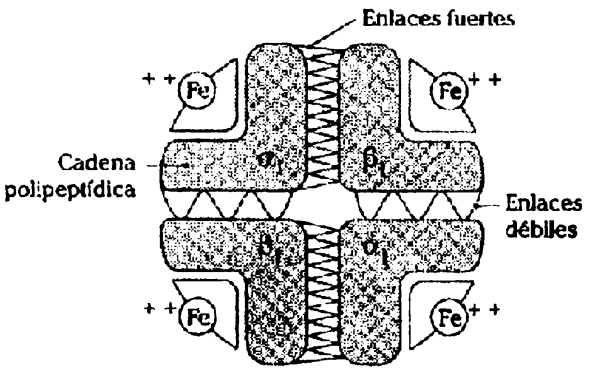
Los eritrocitos son producidos en la médula ósea en un proceso denominado eritropoyesis, a partir de los cuales son liberados a la circulación en la cual sobreviven en promedio 120 días, hasta ser destruidos en el hígado y bazo en un proceso denominado hemocatéresis.

En promedio el varón presenta 5 000 000/mm^3 de sangre y la mujer 4 500 000/mm^3 de sangre.

Hemoglobina (Hb)

Es el pigmento rojo de los eritrocitos que da color a la sangre, también denominado pigmento respiratorio. Está constituida por la proteína globina consistente en cuatro cadenas polipeptídicas, cada una de las cuales tiene un grupo HEM como grupo prostético.

El grupo prostético HEM contiene en el centro un átomo de hierro (Fe^{++}), y es quien da a la hemoglobina la capacidad de transportar el oxígeno.



Valores normales

- ✓ Varón: 14 - 16 g/dL de sangre.
- ✓ Mujer: 12 - 14 g/dL de sangre.
- ✓ Recién nacido: 18 - 22 g/dL de sangre.

La hemoglobina transporta fundamentalmente el oxígeno (O_2) de los pulmones a los tejidos brindando a la sangre un color rojo escarlata; en menor proporción transporta el anhídrido carbónico (CO_2) de los tejidos a los pulmones, dándole un color rojo oscuro a la sangre.

- ✓ $Hb + O_2 \rightarrow HbO_2$ (oxihemoglobina)
- ✓ $Hb + CO_2 \rightarrow HbCO_2$ (carbamino hemoglobina)

Las condiciones de temperatura, presión parcial de los gases y pH son factores que regulan la unión de la hemoglobina al O_2 y CO_2.

El monóxido de carbono (CO) es un gas tóxico que también se puede unir a la hemoglobina, inclusive tiene mayor afinidad a esta que el propio oxígeno. Por lo tanto, un ambiente saturado con monóxido de carbono dificultaría el transporte de oxígeno por la hemoglobina.

$$Hb + CO \rightarrow HbCO \quad \text{(carboxihemoglobina)}$$

Grupos sanguíneos

De acuerdo a la presencia de algunos tipos de glucoproteínas (antígenos o aglutinógenos) en la superficie de sus glóbulos rojos, la sangre puede ser clasificada en diversos grupos sanguíneos.

En la actualidad existen más de veinte sistemas de grupos sanguíneos diferentes, pero los que tienen mayor importancia médica solo son dos: el sistema ABO y el sistema Rhesus. Existen otros sistemas menos importantes como el sistema MN, Lutherans, Kell, Duffy, Kidd, Diego, etc.

Los anticuerpos formados como respuesta a una transfusión sanguínea errónea son denominados aglutininas.

a. Sistema Rhesus (Rh)

Para el sistema Rhesus la clasificación de los grupos sanguíneos se realiza con base en la presencia o ausencia del antígeno o aglutinógeno D.

- ✓ Rh^+: posee aglutinógeno D en la membrana de los eritrocitos. No posee ni es capaz de producir anticuerpos (aglutininas) anti D.
- ✓ Rh^-: no posee aglutinógeno D en la membrana de los eritrocitos. Es capaz de producir anticuerpos anti D en caso de una transfusión sanguínea errónea o en caso de un embarazo Rh^+ (esta sensibilización puede desencadenar eritroblastosis fetal en un siguiente embarazo Rh^+).

Grupo sanguíneo	Eritrocito (aglutinógeno)	Plasma (aglutininas)
Rh(+)		No posee
Rh(–)		1. No posee 2. ANTI-D

b. Sistema ABO

Según este sistema los grupos sanguíneos se clasifican de acuerdo a la presencia o ausencia de aglutinógeno A y aglutinógeno B. Es así que los individuos pueden ser:

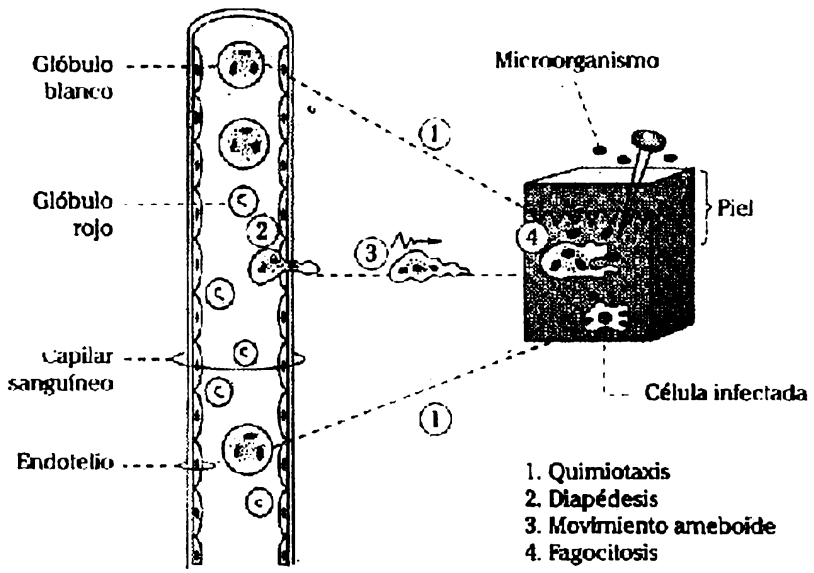
- ✓ A: posee aglutinógeno A, es capaz de formar anticuerpos anti B.
- ✓ B: posee aglutinógeno B, es capaz de formar anticuerpos anti A.
- ✓ AB: posee aglutinógeno A y B. No es capaz de formar ni anticuerpos anti A ni anti B, por lo cual es considerado receptor universal.
- ✓ O: no posee aglutinógeno A ni B, por lo cual actúa como donador universal. Es capaz de producir anticuerpos anti A y anti B.

Grupo sanguíneo	Glóbulo rojo (aglutinógeno)	Plasma (aglutinina)	Puede dar sangre a los grupos	Puede recibir sangre de los grupos
A	○	$\overline{\text{ANTI-B}}$	A y AB	A y O
B	○	$\overline{\text{ANTI-A}}$	B y AB	B y O
AB	○	No posee	AB	A, B, AB y O (receptor universal)
O	○	$\overline{\text{ANTI-B}}$ $\overline{\text{ANTI-A}}$	A, B, AB y O (donador universal)	O

Glóbulos blancos (leucocitos)

Son células nucleadas cuya función principal es la defensa de nuestro organismo, destruyendo a los microorganismos invasores como virus y bacterias.

Funciones de los glóbulos blancos



Funciones

- ✓ **Quimiotaxis.** Capacidad del leucocito de orientarse hacia la zona afectada, gracias a la captación de sustancias químicas llamadas factores quimiotácticos. Estos factores pueden ser liberados por los gérmenes invasores y/o por las células lesionadas.
- ✓ **Diapédesis.** Capacidad de atravesar la pared de los capilares sanguíneos.

- ✓ **Movimiento ameboide.** Capacidad de movilizarse mediante prolongaciones citoplasmáticas, denominadas pseudópodos.
- ✓ **Fagocitosis.** Capacidad de englobar agentes extraños y destruirlos mediante enzimas y otras sustancias.

El número normal de leucocitos es de 5 000 a 10 000 por mm^3 de sangre. Un aumento de estos valores se denomina leucocitosis y puede ocurrir en infecciones, cuadros inflamatorios y en personas con leucemia. Su disminución se denomina leucopenia.

Clasificación

De acuerdo a la presencia de gránulos en su citoplasma los leucocitos pueden ser:

a. Granulocitos

Todos poseen gránulos con lisozima y mieloperoxida que contribuyen a la destrucción de gérmenes; sin embargo, existen granulaciones específicas que se hacen evidentes al teñirse con colorantes diferentes:

	Neutrófilo	Eosinófilo	Basófilo
Porcentaje	50-70%	1-4%	0-1%
Características	• Presenta un núcleo lobulado (dos a cinco lóbulos). • Citoplasma con gránulos finos que se tiñen débilmente. Estos gránulos contienen lactoferrina, la cual impide la multiplicación de bacterias.	• Su núcleo es bilobulado (2 lóbulos). • En su citoplasma tiene gránulos que se tiñen de color anaranjado o rojo ladrillo. • Dichos gránulos contienen la proteína catiónica principal, sustancia química que destruye a los parásitos.	• Su núcleo es de forma irregular. • Sus gránulos son más grandes y generalmente se tiñen de color azulado. • Posee en sus gránulos heparina e histamina.
Función	• Participa en los mecanismos iniciales de defensa (inflamación aguda). • Se considera la primera línea de defensa celular ante las infecciones bacterianas.	• Actúa contra los parásitos, pues sus gránulos contienen sustancias que destruyen la cutícula de los parásitos. • Fagocitan complejos antígeno - anticuerpo.	• Participa en las reacciones alérgicas liberando la histamina. • La heparina es un anticoagulante natural.

Sus núcleos están segmentados en lóbulos por eso se les denomina polimorfonucleares.

b. Agranulocitos

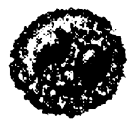
No poseen granulaciones específicas. Su núcleo no es segmentado, se les denomina también mononucleares.

	Monocito	Linfocito		
		NK *Natural Killer*	B	T
Porcentaje	4-8 %	25-35%		
Características	Leucocitos de mayor tamaño	Leucocitos de menor tamaño		
Función	Originan a los macrófagos, osteoclastos, células de Kupffer, células dedríticas, microglias. También presenta los antígenos al linfocito T4 para iniciar la respuesta inmune.	Poseen actividad antitumoral y son primera línea de defensa frente a infecciones virales.	Origina al plasmocito que secreta anticuerpos para la inmunidad humoral. B(memoria): retiene la memoria inmunológica.	T4 (Helper o ayudador) dirige la respuesta inmune. T8 + (citotóxico) destruye células infectadas. T8 – (supresor) suprime la respuesta inmunitaria.

Monocito

Linfocito

Neutrófito

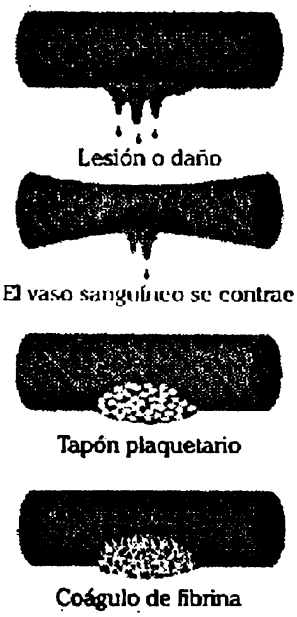

Eosinófilo

Basófilo

Plaquetas (trombocitos)

Fragmentos citoplásmicos que se originan a partir de una célula denominada megacariocito y tienen un tiempo de vida de ocho a diez días. El número normal de plaquetas es de 150 000 a 400 000 por mm^3, un aumento de este valor se denomina trombocitosis y una disminución, trombocitopenia. Unas dos terceras partes circula en la sangre y el otro tercio restante se ubica en el bazo, constituyendo la reserva orgánica de plaquetas.

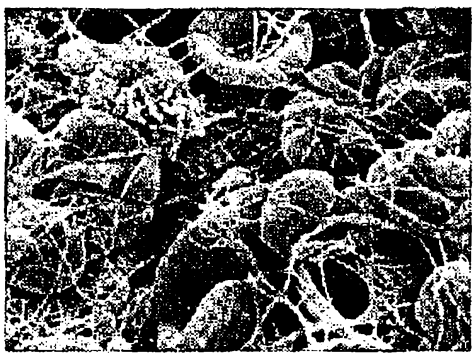
Las plaquetas participan en la hemostasia, que es una serie de mecanismos para detener la pérdida de sangre, gracias a sus propiedades de adhesividad a la superficie de un vaso lesionado y la agregabilidad formando un tapón plaquetario.



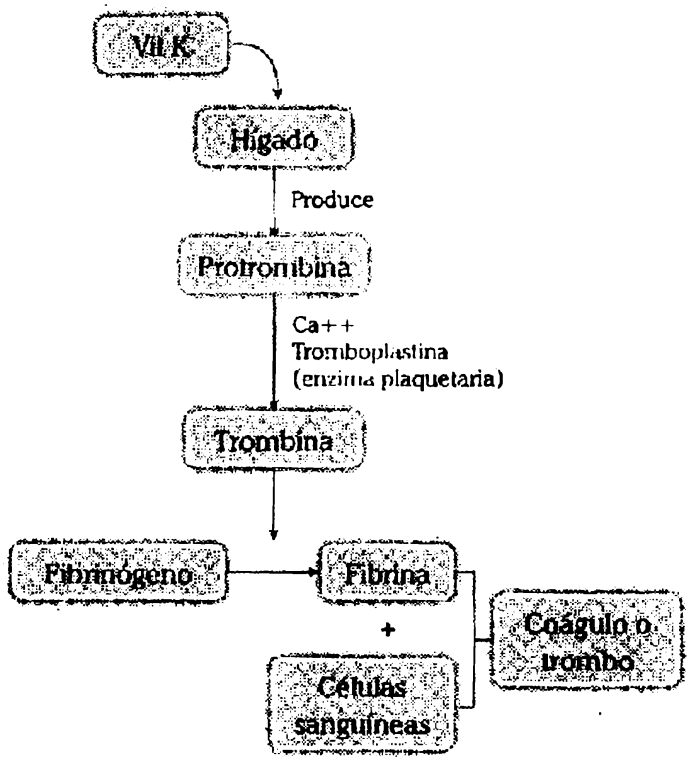
Hemostasia

Es una serie de mecanismos que el organismo realiza para detener una hemorragia al ser dañado o seccionado un vaso sanguíneo. Se distinguen cuatro fases:

- ✓ **Fase vascular.** Respuesta inmediata y de emergencia. Consiste en la secreción de serotonina que conduce a una vasoconstricción del vaso dañado, el cual disminuye su luz y limita la pérdida de sangre.
- ✓ **Fase plaquetaria.** Es una respuesta un poco más lenta. Tiene por finalidad formar el trombo plaquetario, el cual constituye un tapón hemostático temporal y débil.
- ✓ **Fase plasmática o de coagulación.** Es un fenómeno mucho más lento que los anteriores, consiste en la transformación del fibrinógeno en fibrina, formando una malla proteica dentro de la cual quedan aprisionadas las plaquetas y hematíes. Esta fase se caracteriza porque ocurren una serie de reacciones enzimáticas en cascada, en la cual intervienen los diferentes factores de la coagulación (Ca^{+2} y enzimas) que se encuentran en el plasma normalmente en estado inactivo.
- ✓ **Fase de fibrinolisis.** Es el proceso mediante el cual el coágulo sanguíneo se desintegra, restaurándose el flujo sanguíneo en el vaso lesionado. La fibrinolisis es producida principalmente por una enzima llamada plasmina, la cual fragmenta a la fibrina; luego estos fragmentos serán fagocitados por los macrófagos.



Coagulación sanguínea



Hematopoyesis

Es el proceso de formación de los elementos formes de la sangre. Se pueden identificar tres periodos:

- ✓ **Mesoblástica.** Ocurre en el saco vitelino del embrión, hasta la décima semana de gestación.
- ✓ **Hepática.** Inicia en la quinta etapa de gestación y adquiere gran importancia del tercer al sexto mes de vida fetal. Durante este periodo la hematopoyesis también se realiza en el bazo, timo y ganglios linfáticos.

✓ **Medular u ósea.** Esta última es la más importante porque es activa desde el cuarto mes de vida fetal en adelante. Por ejemplo, en el nacimiento la hematopoyesis se realiza en la médula ósea de todos los huesos. Después de los veinte años la hematopoyesis se restringe a la médula ósea de los huesos planos y cortos como las vértebras, huesos del cráneo, esternón, costillas, etc.

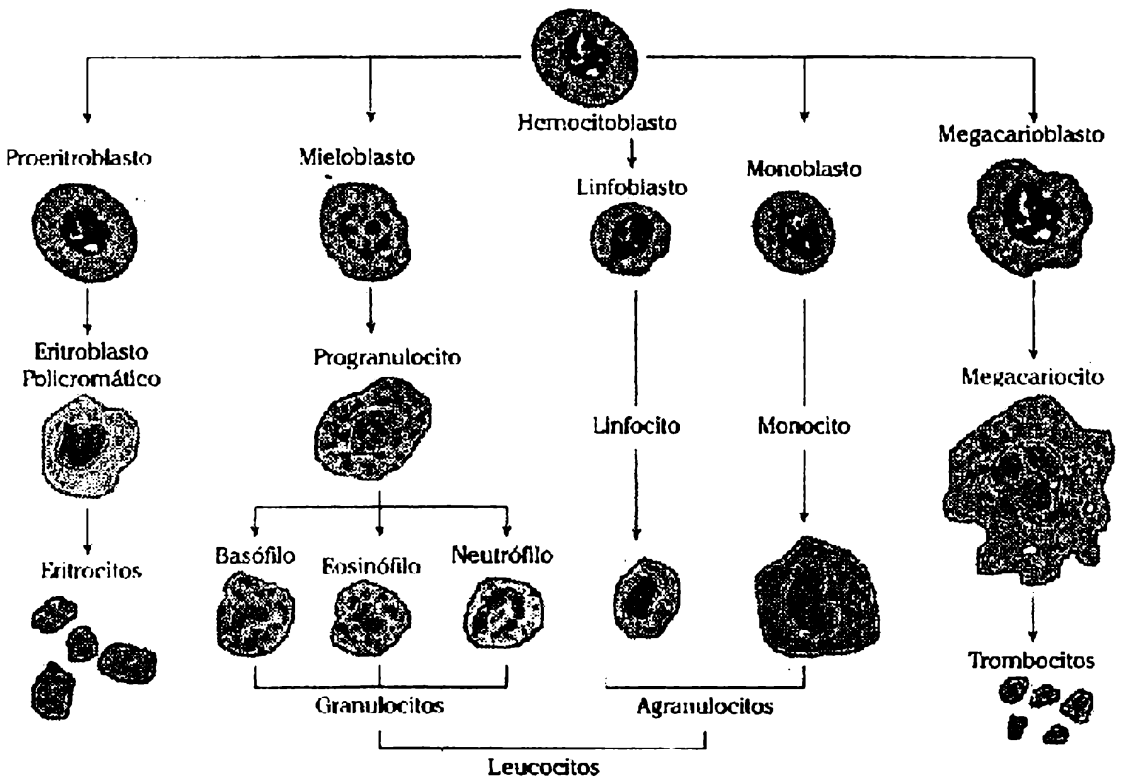
El proceso de hematopoyesis consiste en la formación de eritrocitos (eritropoyesis), leucocitos (leucopoyesis) y de trombocitos (trombocitopoyesis).

Eritropoyesis

La formación de glóbulos rojos requiere la presencia de una serie de sustancias como la hormona eritropoyetina que estimula la producción de glóbulos rojos, la vitamina B12, el ácido fólico, que interviene en la maduración de los glóbulos rojos, y el hierro, componente importante de la hemoglobina. La testosterona estimula la producción de glóbulos rojos y es responsable de una mayor proporción en varones respecto a mujeres.

Cuando una persona se expone a una atmósfera pobre en O_2, disminuye el porcentaje de saturación de la Hb y se estimula la liberación de eritropoyetina, lo cual incrementa el número de eritrocitos. Esto explica por qué las personas que viven a elevadas altitudes tienen un mayor recuento de eritrocitos (policitemia).

Hematopoyesis o formación de elementos formes de la sangre



Las anemias se caracterizan por la disminución en el número de glóbulos rojos y/o la concentración de hemoglobina.

Tejido adiposo

Tejido conjuntivo que almacena triglicéridos (grasa). Existen dos tipos: el tejido adiposo blanco (unilocular o amarillo) que tiene adipocitos con una vacuola central llena de grasa y constituye una reserva energética para el organismo, modela la superficie corporal, es termoaislante y protege órganos (amortiguador) y el tejido adiposo pardo (multilocular) formado por adipocitos que tienen múltiples liposomas en su citoplasma y que protegen al recién nacido del frío.

Tejido nervioso

Tejido altamente especializado que se encarga de la generación, conducción y transmisión de impulsos nerviosos, está formado por dos tipos de células: neuronas y neuroglias.

Neurona

Es la unidad anatómica y funcional del tejido nervioso. A excepción de las células olfatorias no se reproducen debido a la ausencia de centrosomas. Poseen alto metabolismo por lo cual requieren gran aporte de O_2 y glucosa.

Estructura

Desde el punto de vista morfológico, la neurona consta de las siguiente partes:

a. Cuerpo celular o soma

Es la porción esencial para la vida de la neurona. Presenta un núcleo esférico y central con nucléolo único y prominente. Su citoplasma alrededor del núcleo se denomina pericarión y tiene las siguientes estructuras:

- ✓ **Retículo endoplasmático granular.** Es muy abundante y forma conglomerados denominados corpúsculos de Nissl. Responsable de la elevada síntesis de proteínas.
- ✓ **Mitocondrias.** Escasas en el soma y abundantes en los botones terminales del teledendrón.
- ✓ **Neurofibrillas.** Formados por neurofilamentos y brindan sostén interno a manera de armazón o esqueleto para la neurona. Intervienen en el flujo axoplásmico que transporta hacia el axón las sustancias sintetizadas en el soma.
- ✓ **Inclusiones.** Presentan gran cantidad de gotitas lipídicas y gránulos con pigmentos, como la lipofucsina.

b. Prolongaciones

- ✓ **Dendritas.** Prolongaciones generalmente múltiples, cortas y muy ramificadas. Se encargan de conducir los impulsos nerviosos aferentes (centrípetos), desde la periferie hacia el soma.
- ✓ **Axón (cilindro eje).** Prolongación única, cilíndrica y generalmente larga de diámetro variable. Se origina en el soma y termina en una arborización denominada teledendrón que presenta unas dilataciones llamadas botones terminales. Su citoplasma se denomina axoplasma y contiene abundantes neurofibrillas para el transporte de vesículas.

Se encarga de la conducción de impulsos nerviosos eferentes (centrífugos), es decir, del soma hacia la periferie.

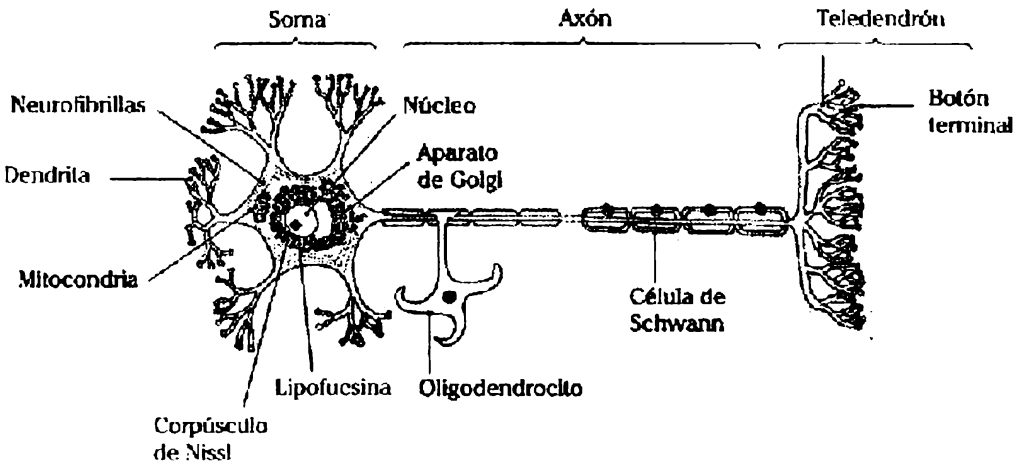
Fibra nerviosa

Está constituida por el axón y sus envolturas. Puede ser de dos tipos:

a. **Fibras mielínicas**
Las células que envuelven el axón, oligodendrocito en el sistema nervioso central y célula de Schwann en el sistema nervioso periférico, enrrollan sus membranas formando una estructura lipoproteica denominada vaina de mielina, interrumpida a intervalos regulares formando los nodos de Ranvier. La mielina aumenta la velocidad del impulso nervioso hasta 120 m/s.

b. **Fibras amielínicas**
Las células que envuelven el axón forman una vaina continua sin enrrollamiento. Conduce el impulso nervioso a menor velocidad que las fibras mielínicas.

Estructura de la neurona



Fisiología nerviosa

Generalmente las zonas receptoras de estímulos de una neurona son el soma y las dendritas, y el potencial de acción es conducido del soma hacia las terminaciones del axón.

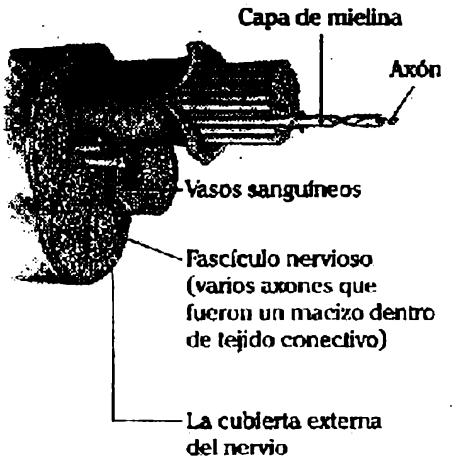
Potencial de reposo. Todas las células poseen una diferencia de potencial eléctrico a ambos lados de la membrana, al que llamamos potencial de reposo. El medio extracelular está cargado positivamente debido al exceso de iones positivos fundamentalmente el Na^+, mientras el medio intracelular está cargado negativamente debido al exceso de iones negativos, fundamentalmente de naturaleza proteica.

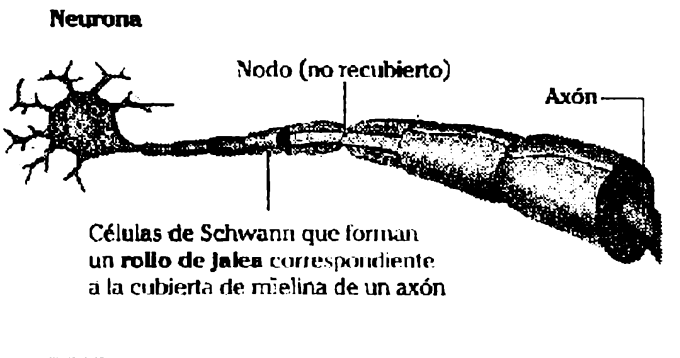
a. **Transducción nerviosa**
Generación de impulso nervioso (potencial de acción) como respuesta a estímulos físicos, químicos o eléctricos. Cuando las neuronas reciben un estímulo intenso son capaces de invertir su potencial de reposo al abrir los canales de Na^+ que permiten su ingreso haciendo positivo el interior neuronal; este proceso denominado **despolarización de la membrana**, va seguida inmediatamente de un proceso de **repolarización de la membrana** por salida de iones K+, restableciendo el potencial de reposo inicial. Ambas fases, despolarización y repolarización, constituyen un potencial de acción.

b. Conducción

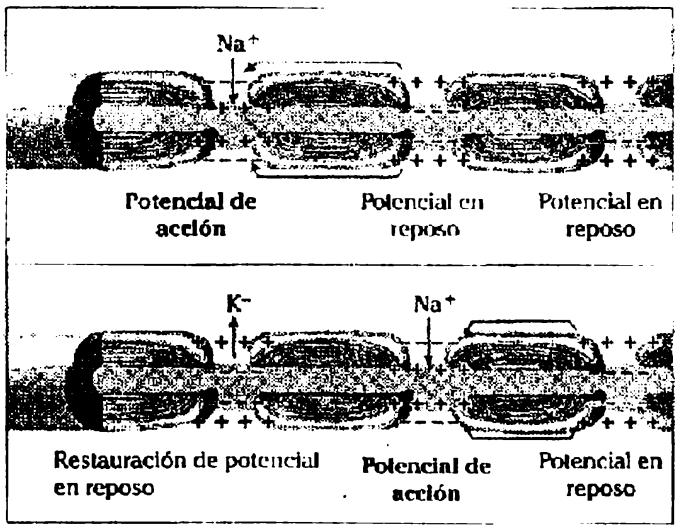
Producido un potencial de acción en un punto de la membrana de una neurona, esta se propaga a lo largo de la neurona por despolarización y repolarización progresiva. En fibras mielínicas, la vaina de mielina cumple una función aislante haciendo que la conducción sea de tipo saltatoria, llegando hasta velocidades de 120 m/s.

Estructura de un nervio





Proceso de despolarización y repolarización de la membrana neuronal

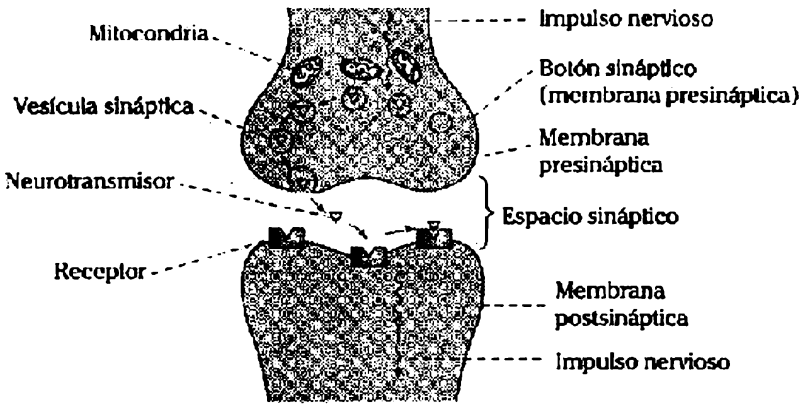


c. Transmisión nerviosa

Es el paso del potencial de acción de una neurona a otra a nivel de la sinapsis. La sinapsis es la comunicación funcional mediada por neurotransmisores que existe entre el botón terminal de una neurona y otra célula (neurona, célula muscular o glandular).

La llegada del impulso nervioso al botón terminal moviliza las vesículas descargando neurotransmisores a la hendidura sináptica. Cuando los neurotransmisores son recepcionados por la siguiente célula, desencadena la formación de un nuevo potencial de acción que continuará su propagación.

Sinapsis química



Neurotransmisores. Son sustancias químicas que median la transmisión nerviosa, destacan:

- ✓ Acetilcolina: tiene un rol excitador en la unión neuromuscular pero a nivel del corazón tiene un efecto inhibidor (disminuye la frecuencia cardiaca).
- ✓ Catecolaminas (adrenalina, noradrenalina y dopamina), resultan ser excitadores en algunas sinapsis e inhibidores en otras.
- ✓ Otros: glutamato y aspartato (excitatorios del SNC), GABA (inhibitorio), serotonina, endorfinas, sustancia P, histamina, vasopresina, péptido intestinal vasoactivo, neurotensina, entre otros.

Neuroglias (glías)

Células cuya función es nutrir, proteger y sostener a las neuronas. No son células excitables y conservan su capacidad reproductora. Son las células más numerosas del tejido nervioso (por cada neurona existen aproximadamente 10 neuroglias), destacan:

Astrocitos

Son las células más grandes de las neuroglias. Tienen forma estrellada con abundantes ramificaciones, algunas de las cuales se dirigen a los vasos sanguíneos formando los llamados pies chupadores, proporcionando nutrición a la neurona. Forman parte de la barrera hematoencefálica, cuya finalidad es proteger a las neuronas del SNC contra algunos fármacos tóxicos, toxinas bacterianas y otras sustancias nocivas que pueden estar en la sangre.

Oligodendrocitos

Células pequeñas, que sostienen a las neuronas y forman la vaina de mielina en el SNC.

Microglias

Son muy pequeñas, presentan prolongaciones muy ramificadas. Se originan a partir de los monocitos de la sangre y se hallan en el SNC. Fagocitan microorganismos y restos de las células muertas.

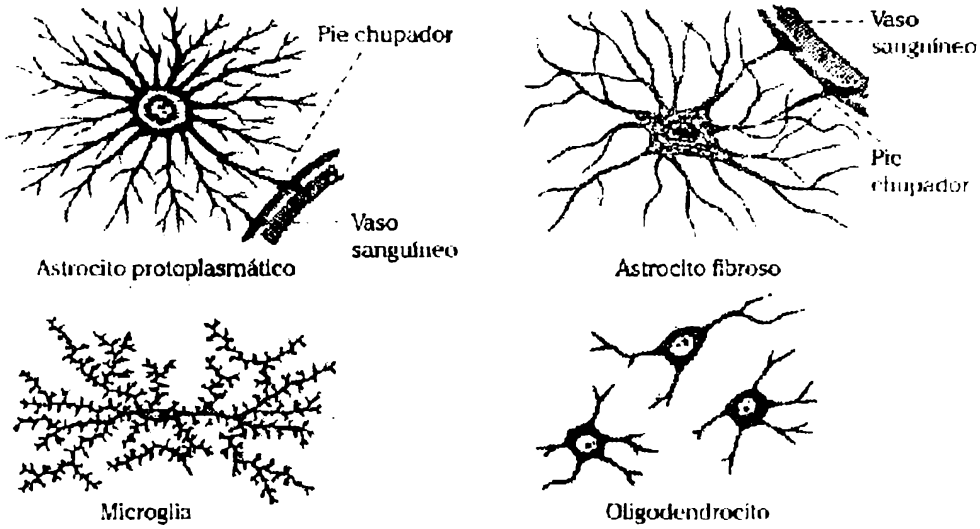
Células de Schwann

Se localiza en el SNP, formando la vaina de mielina en las fibras nerviosas.

Células ependimarias

Se encuentran revistiendo los ventrículos cerebrales y el canal ependimario de la médula espinal. Están en relación con el líquido cefalorraquídeo (LCR).

Tipos de neuroglias



Tejido muscular

Es el tejido más abundante del cuerpo, constituye el 40 a 50% del peso corporal total. Es un tejido altamente especializado en la contracción para los movimientos del organismo. También es una importante fuente de calor del organismo.

Los miocitos, células o fibras musculares son células excitables, es decir, tienen la capacidad de responder a estímulos (eléctricos, químicos y mecánicos) e iniciar un proceso de contracción para luego recobrar su forma inicial. Poseen una elevada cantidad de filamentos citoplasmáticos responsables de la contracción muscular.

Clasificación

Tejido muscular estriado

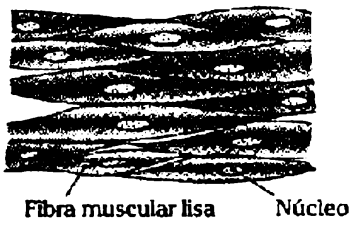
a. **Esquelético**
   Es el más abundante de los tejidos musculares, conforman los músculos que se insertan a los huesos mediante los tendones. Su aspecto estriado se debe a la presencia de sarcómeras. Poseen contracción rápida y voluntaria, y están bajo el control del sistema nervioso de relación.

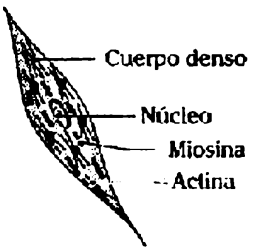
b. **Cardiaco**
   Conforma las paredes de las cámaras del corazón, están conformadas por células más pequeñas que las esqueléticas, unidas entre sí mediante discos intercalares que constituyen zonas que permiten el pasaje del potencial de acción de una a otra célula. Su contracción es involuntaria y están bajo el control del sistema nervioso autónomo o vegetativo.

Tejido muscular liso

Constituido por células fusiformes que no poseen estriación transversal debido a que los microfilamentos no están alineados formando sarcómeros. Tiene contracción lenta e involuntaria y está bajo el control del sistema nervioso autónomo o vegetativo. Generalmente está dispuesto en capas, sobre todo en paredes de órganos huecos como tubo digestivo, vasos sanguíneos, útero y vías urinarias. También en tejidos subcutáneos de regiones como el escroto y los pezones.

Fibra muscular lisa





Características	Fibra muscular estriada esquelética	Fibra muscular estriada cardiaca	Fibra muscular lisa
Presencia de núcleos	Varios y son periféricos	De uno a dos y son centrales	Uno y es central
Longitud de la fibra	De 1 mm a 20 cm (o más)	De 15 µm a 60 µm	De 2 µm a 200 µm
Presenta sarcómeras	Sí	Sí	No
Presenta discos intercalares	No	Sí	No
Presenta miofilamentos (actina - miosina)	Sí	Sí	Sí
Contracción • Voluntad • Velocidad	Voluntaria rápida	Involuntaria intermedia	Involuntaria lenta
Control	Sistema nervioso de relación	Marcapaso y sistema nervioso vegetativo	Sistema nervioso vegetativo
Propagación del impulso eléctrico	Es independiente para cada célula	Se da entre fibras a través de los discos intercalares	Se da entre fibras a través de las uniones intercelulares
Morfología	Cilíndrica	Ramificada	Fusiforme
Localización	Relacionada al esqueleto	Corazón	Vísceras

Fibra muscular estriada

Célula muscular alargada, rodeada de una membrana denominada sarcolema con invaginaciones denominadas túbulos T. Son células con múltiples núcleos dispuestos periféricamente debajo del sarcolema. El citoplasma (sarcoplasma) presenta organelas celulares destacando:

Mitocondrias (sarcosomas)

Son abundantes y aportan la energía necesaria para la contracción muscular.

Retículo endoplásmico liso (retículo sarcoplásmico)

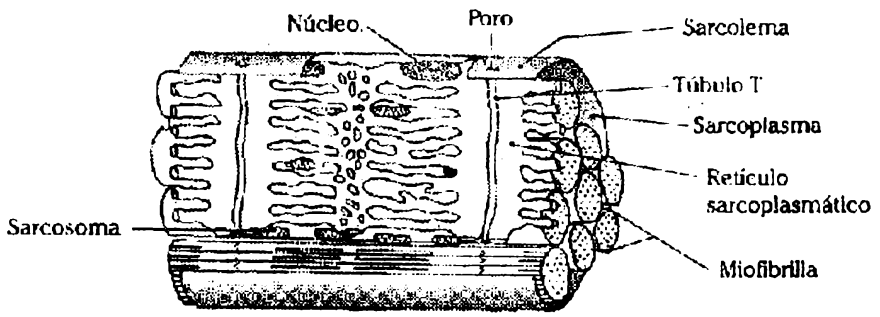
Es muy abundante y acumula Ca^{+2} mediante transporte activo a nivel de su membrana. Un túbulo T y dos vesículas del retículo endoplasmático liso forman una tríada.

Miofibrillas

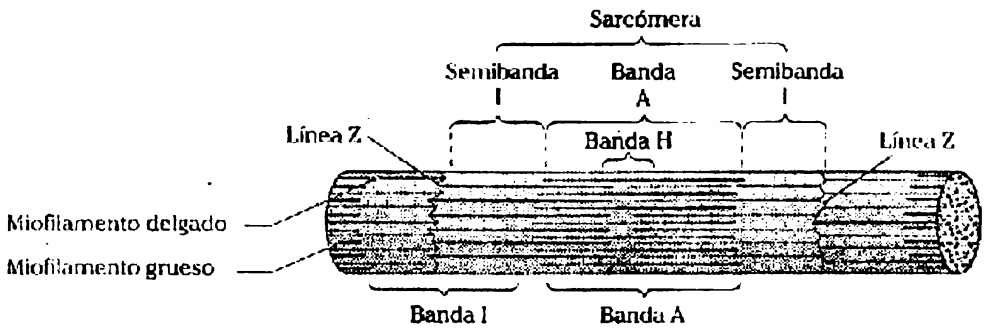
Responsables del aspecto estriado, cada una de las miofibrillas está conformada por un haz de miofilamentos gruesos de proteína miosina y miofilamentos delgados de actina. Su disposición forma alternadamente bandas claras y oscuras.

- ✓ Banda A (oscura). Contiene miofilamentos gruesos y delgados.
- ✓ Banda I (clara). Conformada por miofilamentos delgados.
- ✓ Banda H. Zona más clara de la banda A, es de ubicación central. Casi desaparece en la contracción muscular.
- ✓ Línea o Disco Z. Se presenta en forma de zig-zag y se ubica en el centro de la banda I. Une entre sí a las sarcómeras de una miofibrilla.

Fibra muscular



Miofibrilla



- ✓ También presenta mioglobina, pigmento rojizo que actúa como depósito de oxígeno, y glucógeno como reserva energética.

Contracción muscular

Para que la contracción muscular se lleve a cabo se requiere: estímulo nervioso, presencia de calcio y ATP en el citoplasma.

Placa neuromuscular

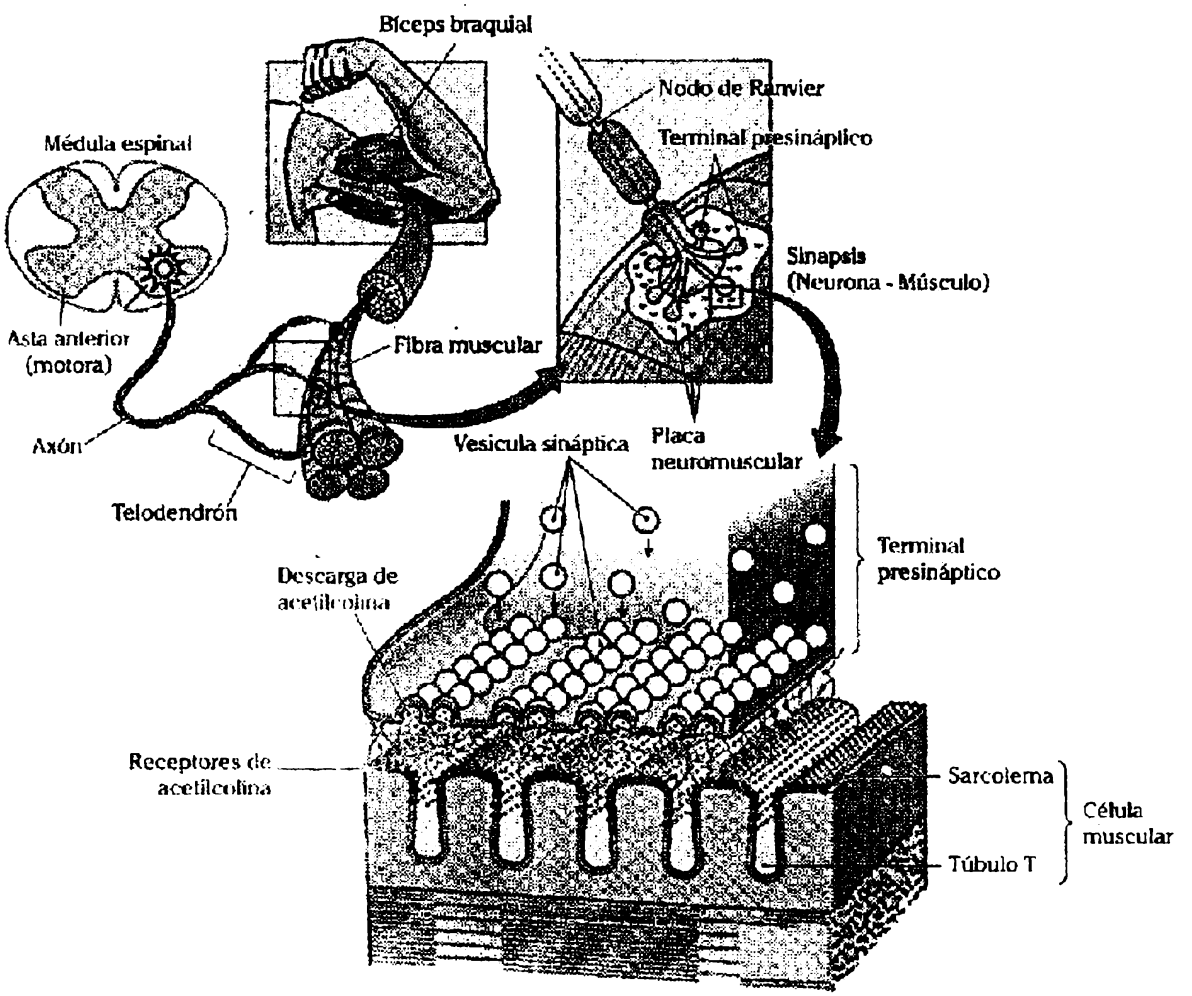
Complejo donde ocurre la sinapsis neuromuscular, establecida entre una terminación axónica con una fibra muscular. Es denominada placa mioneural y el neurotransmisor es la acetilcolina. Los elementos de una placa neuromuscular son:

- ✓ Terminal presináptico.
- ✓ Hendidura sináptica.
- ✓ Membrana postsináptica.

Sarcómera

Es la unidad anatómica y funcional de la fibra muscular estriada, se encuentran una a continuación de otra en la miofibrilla. Cada sarcómera está comprendida entre dos líneas Z, se distingue en ella una banda A y dos semibandas I.

Coordinación de la contracción muscular



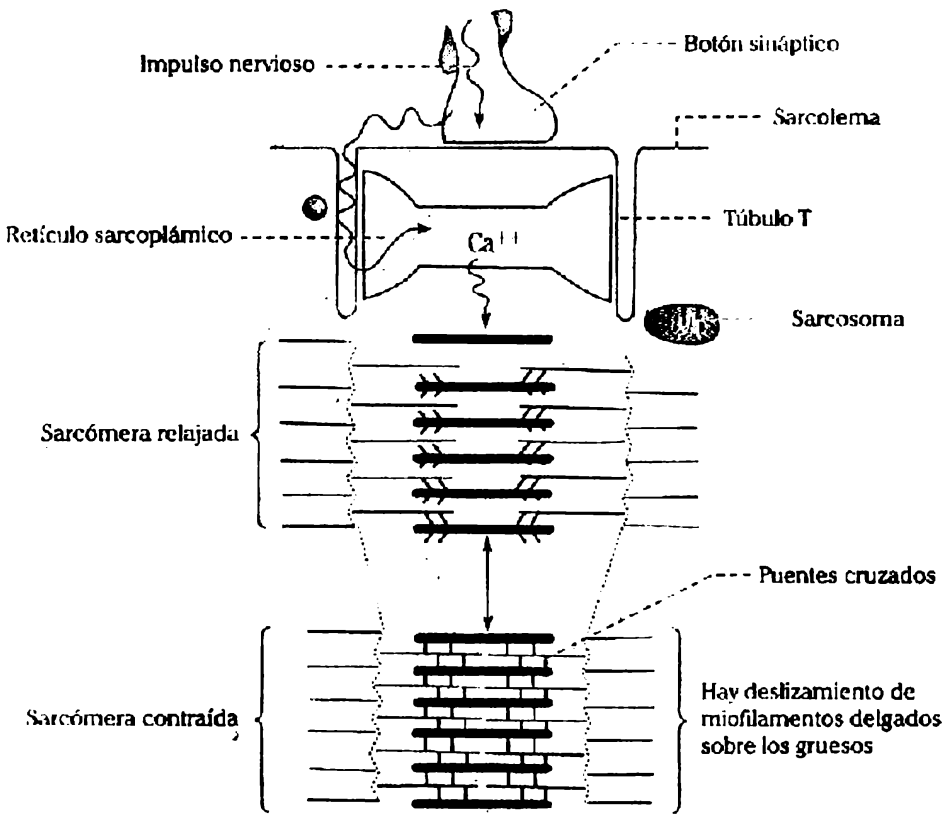
Fisiología de la contracción muscular

Se producen los siguientes fenómenos:

- ✓ Transmisión del potencial de acción de la neurona motora hacia la membrana celular muscular.
- ✓ La llegada del potencial de acción hacia el retículo sarcoplásmico desencadena la liberación del calcio almacenado hacia el citoplasma.
- ✓ Fijación del calcio por los filamentos delgados de actina, interacción con la miosina y contracción muscular por acortamiento de la sarcómera. Durante este proceso ocurre el acercamiento de las líneas Z y el acortamiento de la banda H. Este proceso requiere ATP aportado por las mitocondrias.

El retorno de calcio al retículo sarcoplásmico por transporte activo, cesa la interacción actina-miosina y promueve la relajación de la fibra muscular.

Fisiología de la contracción muscular



Sistema digestivo

Es el conjunto de órganos encargados, principalmente, del procesamiento de los alimentos para el aprovechamiento de los nutrientes presentes, necesarios para el desarrollo y mantenimiento del organismo, y eliminar todo aquello que no ha sido utilizado, en un proceso controlado por el sistema nervioso y las hormonas. Para que esto se lleve a cabo se necesitan las siguientes funciones controladas por él:

- ✓ **Ingestión.** Incorporación de los alimentos al tubo digestivo.
- ✓ **Motilidad.** Movimiento de las paredes del tubo digestivo o peristaltismo, que desplaza unidireccionalmente los alimentos a lo largo del tubo digestivo.
- ✓ **Secreción.** Elaboración e introducción de enzimas digestivas y mucus en el tubo digestivo.
- ✓ **Digestión.** Simplificación de moléculas de gran tamaño en moléculas pequeñas fácilmente absorbibles.
- ✓ **Absorción.** Pasaje de los productos de digestión, del interior del tubo (lumen intestinal) a la circulación sanguínea y linfática.
- ✓ **Egestión o defecación.** Eliminación de materiales no absorbidos.

El sistema digestivo está conformado por el tubo digestivo y las glándulas anexas.

Tubo digestivo

Está formado por la boca, faringe, esófago, estómago, intestinos delgado y grueso, recto y ano. Tiene una estructura histológica básica, encontrando de dentro hacia afuera las siguientes capas:

- ✓ **Mucosa.** Reviste internamente al tubo digestivo, posee epitelio poliestratificado plano no queratinizado desde la boca hasta el cardias y monoestratificado cilíndrico del cardias al ano, una lámina propia (corion) constituida por tejido conectivo laxo, y músculo liso llamado *muscularis mucosae*.

  En la capa mucosa estomacal se ubican las glándulas gástricas, y en la mucosa intestinal, las glándulas de Lieber Kühn.

- ✓ **Submucosa.** Constituida por tejido conectivo laxo, presenta glándulas, vasos sanguíneos, tejido linfoide y el plexo nervioso submucoso o de Meissner (controla la secreción gastrointestinal).

  En la capa submucosa del duodeno se ubican las glándulas de Brunner.

- ✓ **Muscular.** Generalmente presenta dos capas de músculo liso, una circular que es interna (CI) y otra longitudinal que es externa (LE). Entre ambas capas se localiza el plexo nervioso mientérico o de Auerbach (controla los movimientos gastrointestinales).

- ✓ **Serosa o adventicia.** Esto varía de acuerdo a la ubicación del tubo digestivo. La porción del tubo digestivo ubicada por encima del diafragma presenta capa adventicia (tejido conectivo), mientras la porción ubicada por debajo presenta capa serosa (tejido conectivo más mesotelio).

Sistema digestivo humano

a. Tubo digestivo

Boca (cavidad oral)

Entrada al sistema; los alimentos son humedecidos y masticados, comienza la digestión de los polisacáridos.

Faringe

Entrada a la parte tubular del sistema (y al sistema respiratorio); el alimento avanza mediante contracciones secuenciales.

Esófago

Un conducto muscular humedecido con saliva que lleva los alimentos de la faringe al estómago.

Intestino delgado

La primera parte, el duodeno, recibe las secreciones del hígado, la vesícula biliar y el páncreas.
En la segunda parte, el yeyuno íleon, absorbe algunos nutrientes; transfiere la materia no absorbida al intestino grueso.

Intestino grueso (colon)

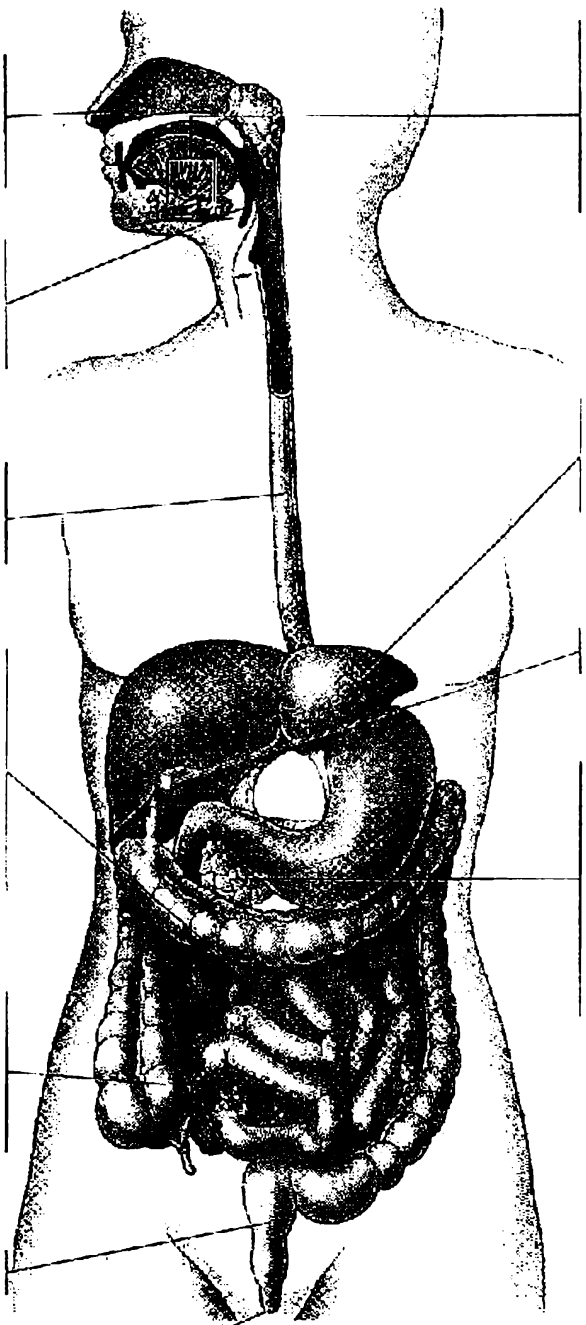
Concentra y almacena la materia no digerida al absorber iones minerales y agua. Se devide en porciones ascendente, transversa y descendente.

Recto

Su distensión estimula la expulsión de las heces.

Ano

Final del sistema; abertura terminal a través de la que se expulsan las heces.



b. Glándulas anexas

Glándulas salivales

Secretan la saliva, un fluido con enzimas que digiere los polisacáridos y moco que humedece los alimentos y los lubrica.

Hígado

Secreta bilis (para emulsificar grasas); metaboliza carbohidratos, grasas y proteínas.

Vesícula biliar

Almacena y concentra la bilis que secreta el hígado.

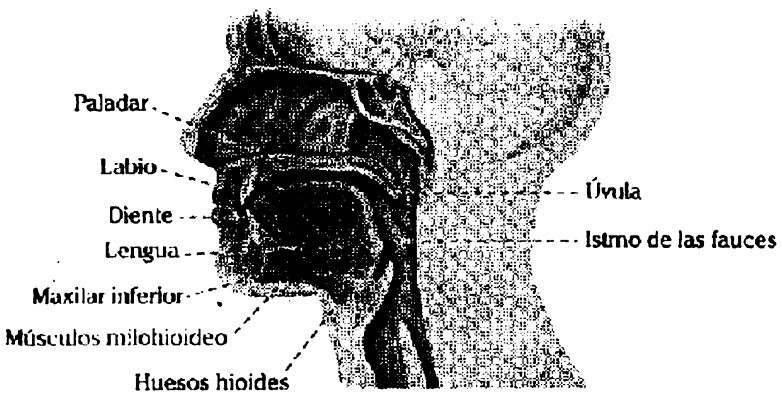
Páncreas

Secreta enzimas que descomponen todas las moléculas principales de los alimentos; secreta amortiguadores contra el HCl del estómago. Secreta insulina, un control hormonal del metabolismo de la glucosa.

	Esófago	Estómago	Intestino delgado	Intestino grueso
Mucosa	Epitelio poliestratificado plano no queratinizado	Epitelio simple cilíndrico presenta glándulas gástricas	Epitelio simple cilíndrico con microvellosidades presenta glándulas de Lieberkühn	Epitelio simple cilíndrico
Submucosa	Glándulas esofágicas	Tejido conectivo laxo	Glándulas de Brunner (duodeno) placas de Peyer (íleon)	Tejido conectivo laxo
Muscular	CILE (1)	OICMLE (2)	CILE	CILE
Capa externa	Adventicia	Serosa	Serosa	Serosa

Boca

Participa en la ingestión, insalivación y digestión mecánica por masticación para la formación del bolo alimenticio. También participa en la deglución voluntaria del bolo.



La boca posee dos regiones: la región vestibular, comprendida entre los labios, mejillas y los arcos dentarios; además la cavidad oral, comprendida entre la parte posterior de las arcadas dentarias y el itsmo bucofaríngeo (de las fauces).

a. Lengua

Es un órgano constituido por músculos estriados esqueléticos (voluntarios). Está revestida por epitelio poliestratificado plano no queratinizado. La cara inferior de la lengua está unida al piso de la boca por un pliegue medio de mucosa, denominado frenillo de la lengua (favorece los movimientos de la lengua). Participa en la deglución de los alimentos, articulación de las palabras y en la degustación de alimentos.

b. Dientes

Son órganos blanquecinos, duros y lisos los cuales están insertados en los huesos maxilares por medio de una articulación denominada gonfosis. El ligamento periodontal fija el diente al alvéolo del hueso. Todo diente presenta tres partes: corona, cuello y raíz.

Fisiología vegetal

LA RESPIRACIÓN DE LAS PLANTAS

La respiración permite el consumo de oxígeno (O_2) por todas las células del cuerpo y con ello cada célula puede obtener mayor cantidad de energía para sus funciones vitales. Por ello, la falta de oxígeno o los ambientes contaminados pobres en oxígeno, dificultan la vida, el desarrollo de los órganos y hasta causan la muerte de las plantas.

En las plantas, el intercambio gaseoso se realiza principalmente a través de los estomas y/o las lenticelas.

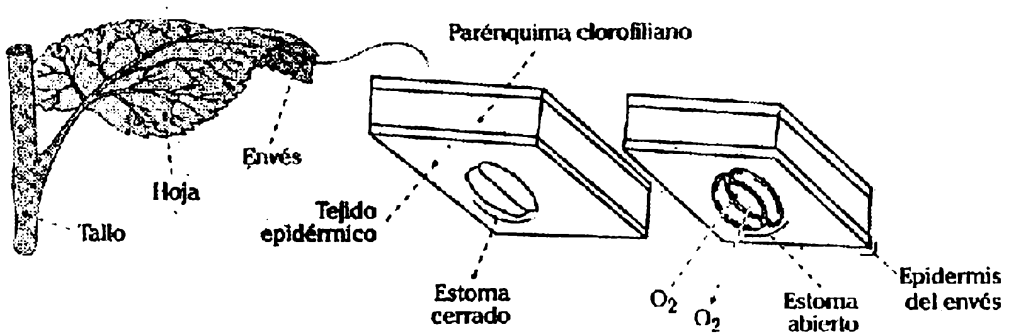
a. Estomas aeríferos

Llamados también pneumátodos. Están formados por un par de células epidérmicas modificadas (células estomáticas o células oclusivas) de forma arriñonada.

Para el intercambio gaseoso forman un orificio denominado ostíolo que se cierra automáticamente en los casos de exceso de CO_2 o de falta de agua.

Los estomas suelen abundar en el envés (parte inferior) de las hojas, en el que no reciben la luz solar directa. También se encuentran en el haz y en los tallos herbáceos, aunque ahí son escasos.

Estomas



b. Lenticelas

Se encuentran diseminadas en la corteza muerta de tallos y raíces. De modo típico, las lenticelas son de forma lenticular (como una lente biconvexa) en su contorno externo, de donde deriva su nombre.

De ordinario están orientadas vertical u horizontalmente sobre el tallo, según la especie, y varían en tamaño, desde apenas visibles hasta 2,5 centímetros de largo. En los árboles con corteza las lenticelas se encuentran en el fondo de las fisuras.

La función de las lenticelas es permitir el intercambio neto de gases entre los tejidos parenquimáticos internos y la atmósfera.

Características	Tipos de dientes			
	Incisivos (I)	Caninos (C)	Premolares (PM)	Molares (M)
Función	Cortar	Desgarrar	Triturar y moler	Triturar y moler
Número de dientes temporales	8	4	-	8
Número de dientes permanentes	8	4	8	12

c. Masticación

Conjunto de movimientos voluntarios realizados con la finalidad de formar el bolo alimenticio. Tienen participación activa los dientes. Los incisivos cortan, los caninos desgarran y los molares y premolares trituran, todo ello se produce gracias a la acción conjunta de los músculos de la masticación: maseteros, pterigoideos y temporales.

Faringe

Órgano tubular ubicado por detrás de las fosas nasales, cavidad bucal y laringe y por delante de las vértebras cervicales. Si bien posee tres porciones: rinofaringe (nasofaringe), orofaringe (bucofaringe) e hipofaringe (laringofaringe), solo las dos últimas participan en la deglución voluntaria de los alimentos.

Esófago

Es un conducto que ocupa el cuello y el tórax, y atraviesa el diafragma ingresando en el abdomen, donde se continúa con el estómago. El tejido muscular forma los esfínteres esofágicos superior e inferior en ambos extremos del conducto, los cuales regulan el ingreso del bolo alimenticio al esófago (deglución voluntaria) y su pasaje involuntario hacia el estómago, respectivamente.

Estómago

Porción más dilatada del tubo digestivo, limita en la parte superior con el cardias y en la parte inferior con el píloro. Tiene forma de J y se localiza en el epigastrio. Posee tres regiones: fondo, cuerpo y antro. Tiene una capacidad de 1500 mL y su función principal es la transformación del bolo alimenticio en quimo ácido (pasta semilíquida) por acción del jugo gástrico. En ella se inicia la digestión de proteínas por acción de las pepsinas, también ocurre la absorción de alcohol y salicilatos.

a. Glándula fúndica

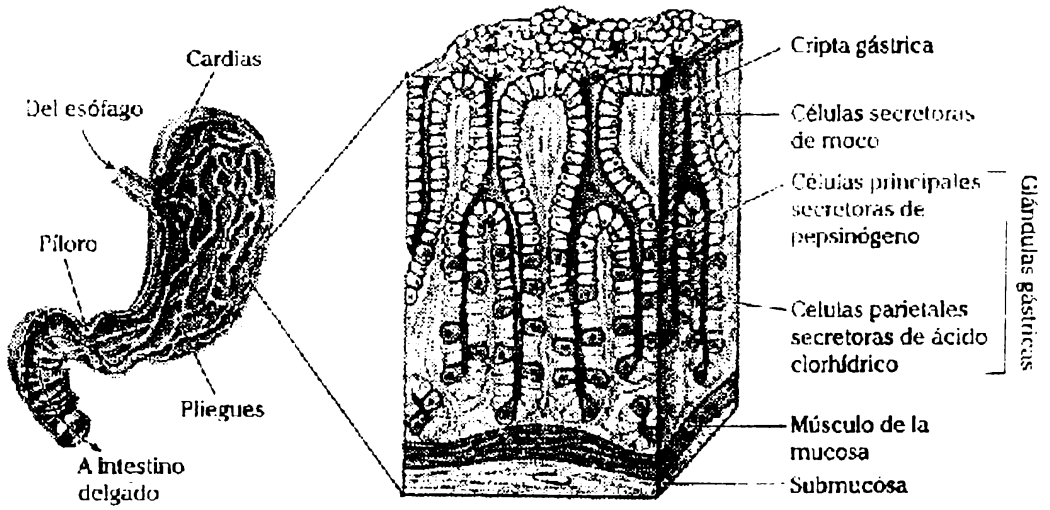
Además de las células mucosas secretoras de moco protector, entre los pliegues de la mucosa del fondo gástrico existen glándulas formadas por células, que en conjunto secretan el jugo gástrico hacia la luz del estómago.

- ✓ **Células parietales u oxínticas.** Producen HCl responsable de la acidez gástrica, puesto que bombea protones hacia la luz del estómago. La acidez gástrica (pH=2) impide la proliferación de microorganismos patógenos. También tiene función antianémica debido a la secreción del factor intrínseco (de Castlé) que permite la absorción de la vitamina B12 (su ausencia genera la anemia perniciosa).
- ✓ **Células principales o zimógenas.** Producen pepsinógeno, que cuando se activa por acción del HCl es convertido en pepsina, una proteasa activa que inicia la digestión de proteínas en el tubo digestivo.

Las secreciones de estas células forman el jugo gástrico cuyo volumen es de 2-3 litros diarios.

b. Glándulas antrales

Presenta las células mucosas secretoras de moco y las células G secretoras de gastrina, hormona liberada en respuesta al llenado gástrico y cuya función es inducir la motilidad gástrica y la secreción de HCl por las glándulas fúndicas.



Intestino delgado

Es una porción del tubo digestivo que mide, aproximadamente, 7 m. Se extiende desde el píloro hasta la válvula ileocecal. Tiene como función la alcalinización del quimo y la culminación del 90% de la digestión de los alimentos ingeridos mediante el jugo intestinal, pancreático y biliar. El quilo formado se mezcla y avanza por movimientos peristálticos, para que los productos finales de la digestión sean absorbidos.

Se divide en dos partes: el duodeno y la porción yeyuno–íleon.

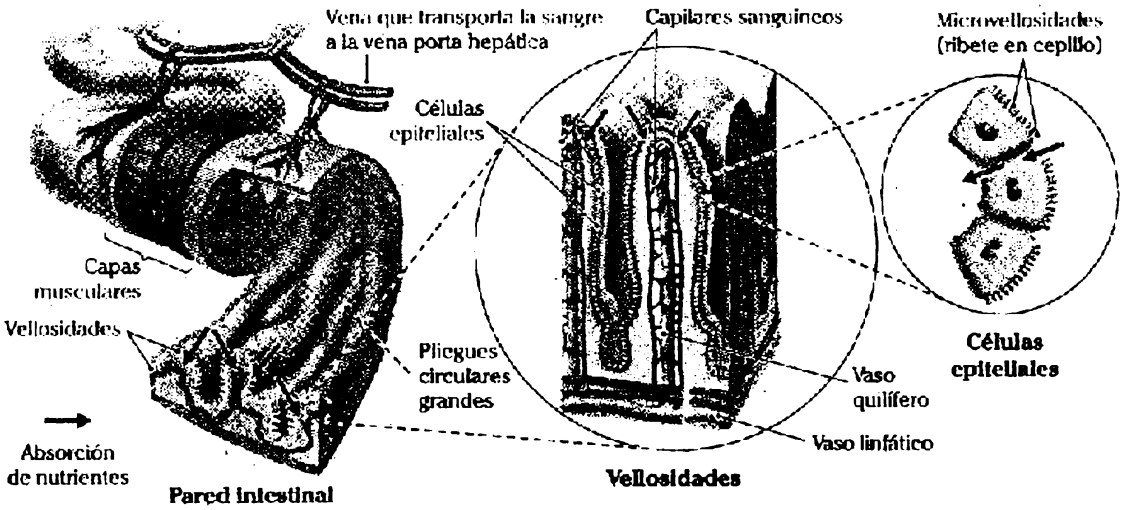
a. Duodeno

Porción inicial del intestino delgado, se extiende desde el píloro hasta el ángulo duodeno–yeyunal (ángulo de Treitz). Su longitud es de 25 cm. En la segunda porción se ubican dos formaciones: la carúncula mayor donde desemboca la ampolla de Vater y la carúncula menor donde desemboca el conducto de Santorini, útiles para la descarga de jugo biliar y pancreático para la digestión final.

- ✓ **Glándula de Bruner.** Secreta moco básico para la alcalinización del quimo y formación del quilo, proceso indispensable para el funcionamiento de las enzimas de los jugos digestivos.
- ✓ **Glándulas de Lieberkülun.** Invaginaciones de la capa mucosa que secretan el jugo intestinal, el cual está compuesto por agua e iones. Tiene un pH de 6.5 a 7.5 y diariamente se producen cerca de tres litros. La membrana de sus células posee enzimas disacaridasas (lactasa, maltasa y sacarasa) y aminopeptidasas.

b. Yeyuno-íleon

Se extiende desde el ángulo de Treitz y termina en la válvula ileocecal. En toda su longitud forma las asas intestinales. La superficie interna del intestino delgado presenta válvulas conniventes, la mucosa posee vellosidades tapizadas por células con microvellosidades que proporcionan el aspecto de borde en cepillo; incrementando su superficie de absorción de nutrientes hasta aproximadamente 250 m^2.



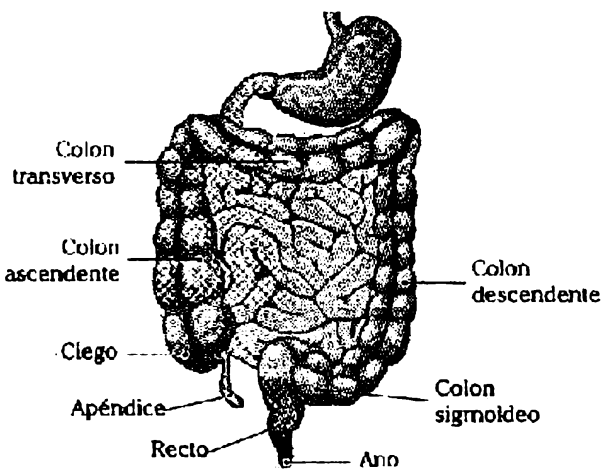
Intestino grueso

Última porción del tubo digestivo. Se extiende desde la válvula íleo–cecal hasta el ano. Tiene una longitud de 1,5 m y un diámetro de 5 - 8 cm aproximadamente. Comprende: ciego, colon (ascendente, transverso, descendente, sigmoides), recto y conducto anal.

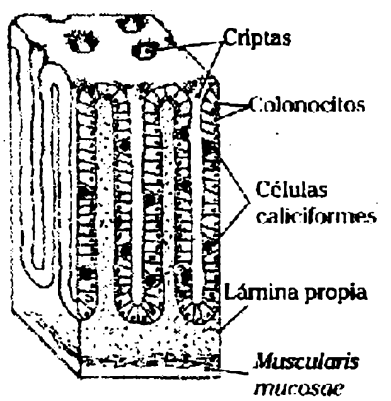
Realiza la absorción del agua y electrolitos; además la formación y almacenamiento de los restos fecales para su posterior expulsión.

Presenta una flora normal bacteriana donde destaca la bacteria mutualista *Escherichia coli* que sintetiza las vitaminas K (antihemorrágica) y B12 (antianémica) útil para nuestro organismo.

Partes del intestino grueso



Mucosa del intestino grueso



GLÁNDULAS ANEXAS

Son órganos que sintetizan y secretan sustancias que favorecen la digestión de los alimentos. Comprenden las glándulas salivales, el páncreas y el hígado.

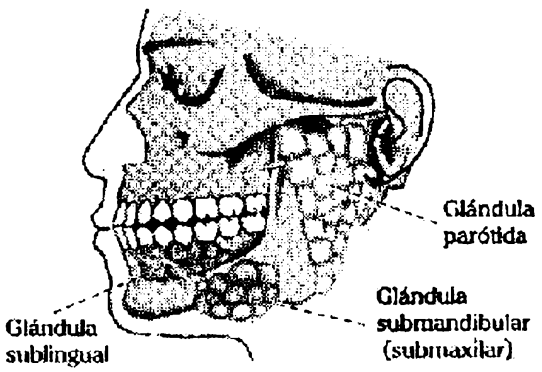
Glándulas salivales

Son glándulas de tipo exocrina que se localizan alrededor de la cavidad oral y cuya función es elaborar y secretar saliva. Pueden ser de dos tipos:

a. **Glándulas salivales menores**
Elaboran el 5% del volumen salival. Están distribuidas en la mucosa y submucosa de la cavidad oral. Son numerosas y vierten su secreción a la boca mediante conductos cortos.

b. **Glándulas salivales mayores**
Elaboran el 95% del volumen salival. Son tres pares de glándulas voluminosas localizadas fuera de la boca, las cuales vierten su secreción a la cavidad oral por medio de conductos largos. Las glándulas salivales mayores son:

Localización de las glándulas salivales



Características	Parótidas	Submaxilares	Sublinguales
Localización	Cerca al pabellón auricular, entre los músculos masetero y esternocleidomastoideo.	En el piso de la boca. Se relaciona con la rama horizontal del maxilar inferior.	En el piso de la boca hacia la parte anterior, por dentro, del cuerpo del maxilar inferior.
Peso	25 - 30 g	7 - 8 g	3 g
Porcentaje de secreción salival diaria	20%	70%	5%
Conducto excretor	Stenon (2)	Wharton (2)	Rivinus (varios)

✓ **Saliva.** Su composición química comprende agua, electrolitos (Na^+, K^+, Cl^- y HCO^-), glucoproteínas como la mucina lubricante, la enzima alfa-amilasa (ptialina) y la lisozima bactericida. La saliva inicia la digestión del almidón (mediante la ptialina) en la boca, humedece la mucosa oral y sirve de solvente para las moléculas que estimulan las papilas gustativas.

Páncreas

Es una glándula mixta, cuya porción exocrina (acinos pancreáticos) elabora el jugo pancreático. Posee dos conductos que drenan el jugo pancreático hacia el duodeno: el conducto de Wirsung, es el principal, y el conducto de Santorini, es el accesorio.

a. **Jugo pancreático**

Secretado en un volumen de 1,4 litros por día. Presenta principalmente agua, iones o electrolitos (HCO^-_3, Cl^-, SO_4, Na^+, K^+, Ca^{-+}) y una gran diversidad de enzimas para la digestión de los alimentos ingeridos. Su pH=8 (alcalino).

Presenta enzimas activadas como la alfa amilasa pancreática para la digestión de carbohidratos y la lipasa pancreática para la digestión de lípidos. También contiene enzimas no activadas como la procarboxipeptidasa, tripsinógeno y quimotripsinógeno, las que se activan por acción de la enteroquinasa en carboxipeptidasa, tripsina y quimotripsina, respectivamente. Ya activadas realizan la digestión de proteínas.

La secreción de jugo pancreático está estimulada por las hormonas **secretina** (que estimula el aumento del jugo pancreático rico en HCO^-_3 (bicarbonato)) y **colecistoquinina** (que estimula la secreción de jugo pancreático rico en enzima :).

Hígado

Es la glándula más voluminosa del organismo, pesa cerca de 1,400 gr en el adulto. Su función digestiva comprende la secreción de bilis. El hígado almacena nutrientes recién absorbidos en el intestino delgado y traídos por la vena porta, de ahí su gran rol metabólico. Entre sus funciones destacan:

- ✓ Regula el metabolismo de los carbohidratos. Produce glucógeno cuando se eleva la concentración de glucosa en la sangre, y lo desdobla a glucosa cuando las concentraciones sanguíneas de glucosa son bajas. Este proceso es mediado por hormonas pancreáticas.
- ✓ Síntesis de proteínas plasmáticas como la albúmina , los factores de coagulación y otras proteínas a partir de los aminoácidos absorbidos en el tubo digestivo.
- ✓ Síntesis de urea producto del catabolismo protéico, enviado a la sangre para su expulsión por el riñón.
- ✓ Detoxificación o neutralización de sustancias tóxicas y diversos fármacos mediante procesos de oxidación, acetilación, metilación y conjugación.
- ✓ Almacenamiento de hierro (en forma de ferritina) y vitaminas liposolubles (A, D, E, K) y la vitamina B12.
- ✓ Hemocatéresis. Las células de Küpffer (macrófagos fijos) fagocitan y destruyen a los eritrocitos viejos o deformes.

La unidad funcional del hígado es el lobulillo hepático conformado por columnas de hepatocitos (columnas de Remak) alrededor de una vena centrolobulillar. Presenta células de Küpffer (macrófagos fijos), que fagocitan los eritrocitos viejos o deformes, bacterias y sustancias tóxicas.

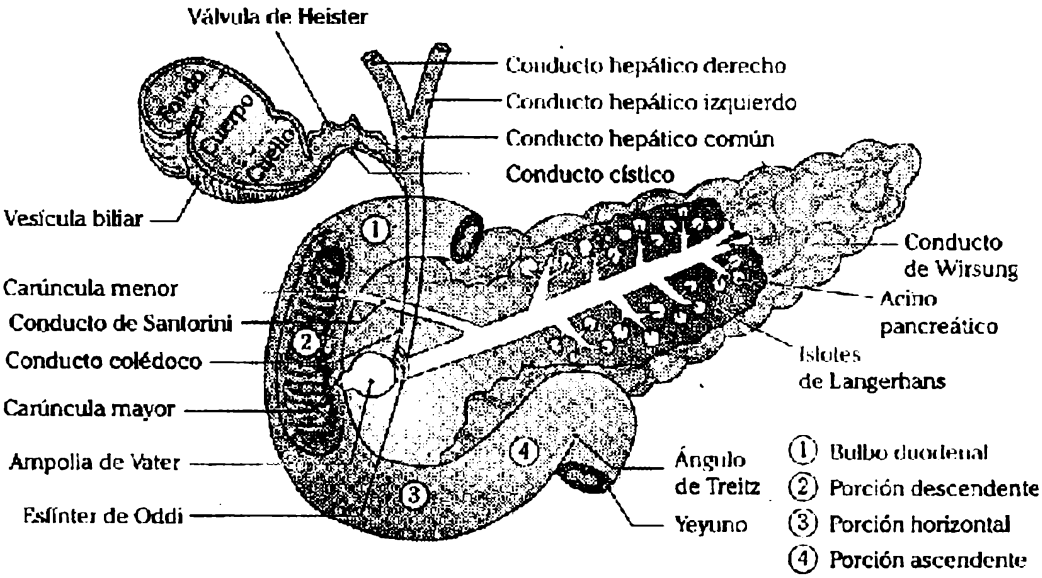
Vías biliares

Es el conjunto de conductos que transportan la bilis desde el hepatocito hasta el conducto colédoco que desemboca en el duodeno junto con el conducto de Wirsung. En su desembocadura el colédoco conforma el esfínter de Oddi.

Vesícula biliar

La función de la vesícula biliar es almacenar y concentrar la bilis proveniente del hígado. Para ello, su mucosa está formada por epitelio monoestratificado cilíndrico con microvellosidades.

Vías biliares y pancreáticas



Bilis

Agente emulsificante conformado por ácidos y sales biliares (colatos, desoxicolatos y taurocolatos) y bilirrubina (producto de la degradación de la hemoglobina) que facilitan la degradación de los lípidos por la lipasa pancreática. Es secretada por los hepatocitos a razón de 600 – 1 200 mL/día. Su liberación de la vesícula hacia el duodeno es inducida por la colecistocinina.

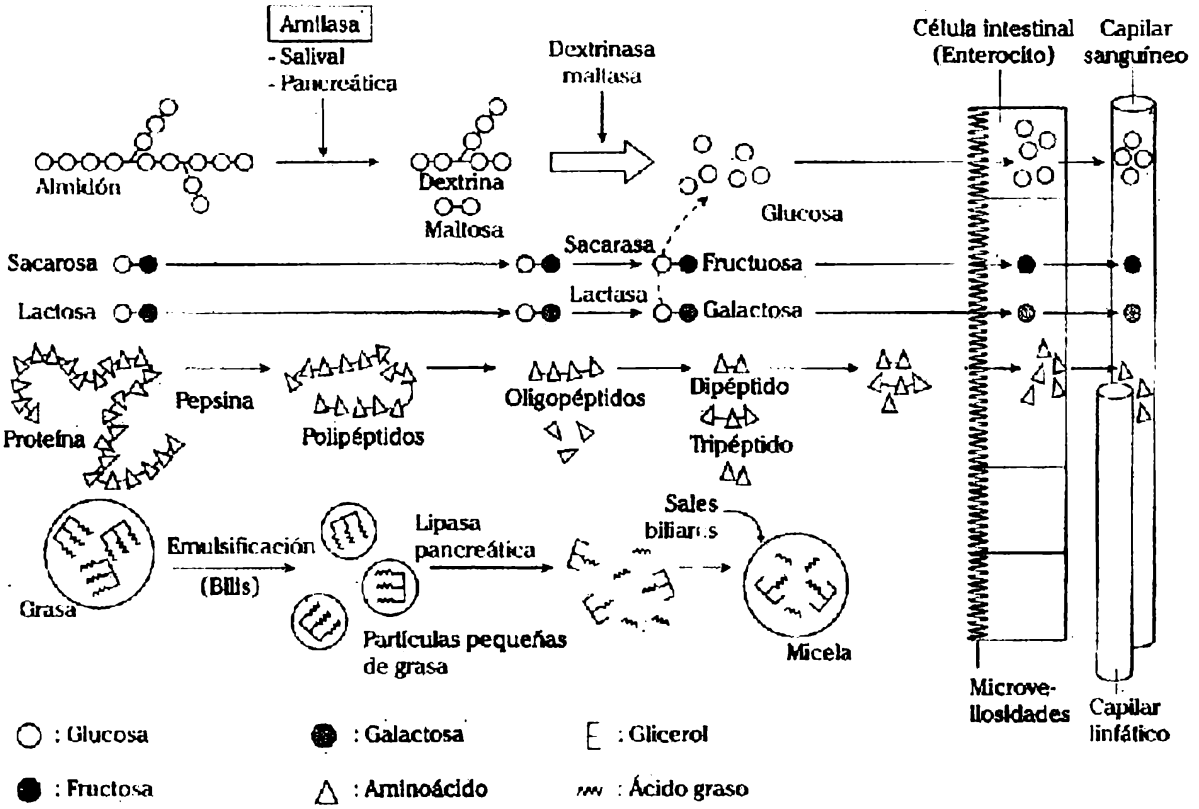
Digestión química

Es el proceso por el cual los alimentos son degradados hasta moléculas pequeñas absorbibles.

Secreciones	Enzimas digestivas
Saliva	• α - amilasa salival (ptialina)
Jugo gástrico	• pepsina • lipasa gástrica
Jugo pancreático	• tripsina • quimotripsina • carboxipeptidasas • α - amilasa pancreática • lipasa pancreática
Jugo intestinal	• aminopeptidasa • dipeptidasa • maltasa • lactasa • sacarasa

Sustrato	Enzimas que actúan
Carbohidratos	• α - amilasa salival (ptialina) • α - amilasa pancreática • maltasa • lactasa • sacarasa
Proteínas	• pepsina • tripsina • quimotripsina • carboxipeptidasas • aminopeptidasa • dipeptidasa
Lípidos	• lipasa gástrica • lipasa pancreática

Proceso de digestión química



Absorción

Consiste en el paso de nutrientes existentes en la luz intestinal a través de las células epiteliales del intestino (enterocito) hacia la sangre y linfa. El 90% de la absorción se lleva a cabo en el intestino delgado y un 10% en el estómago e intestino grueso.

Absorción de carbohidratos

Casi todos los carbohidratos se absorben en forma de monosacáridos, la glucosa y galactosa son absorbidas mediante transporte activo secundario y la fructuosa es absorbida por difusión facilitada.

Absorción de aminoácidos y péptidos

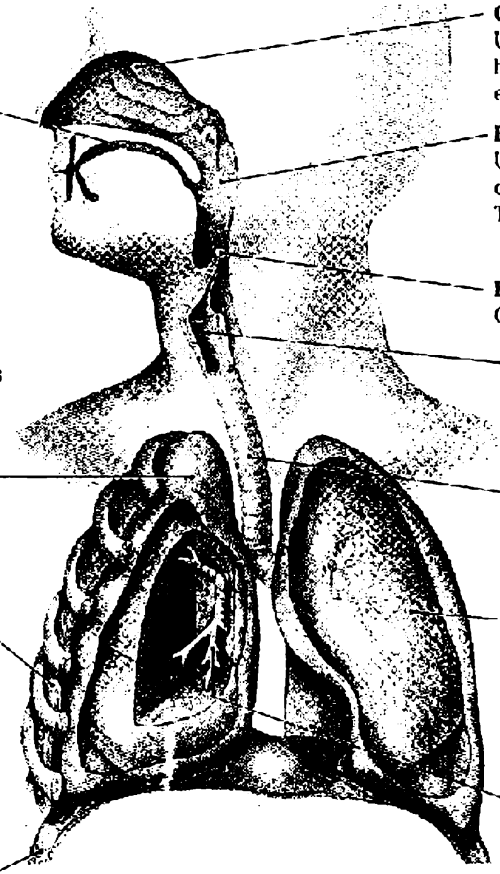
La mayor parte de las proteínas se absorben en la membrana luminal de los enterocitos en forma de dipéptidos, tripéptidos y algunos aminoácidos libres. La absorción se da por transporte activo, luego pasan a la sangre bajo la forma de aminoácidos.

Absorción de grasas

La mayor parte de los ácidos grasos libres y monoglicéridos se mezclan con las micelas, en esta forma se transporta hacia la superficie de las microvellosidades del enterocito, en donde los ácidos grasos y monoglicéridos ingresan por difusión. Luego pasan a la linfa bajo la forma de quilomicrones.

Sistema respiratorio

Es el conjunto de órganos que se encargan de conducir el aire desde el exterior o medio ambiente a los alveolos y realizar el intercambio de O_2 por CO_2 entre el aire y la sangre. Está compuesto por vías respiratorias y pulmones.



Cavidad nasal
Una cámara donde el aire se humedece, calienta y filtra, y en la cual resuenan los sonidos.

Cavidad oral (boca)
Vía respiratoria complementaria cuando cuesta trabajo respirar.

Faringe (garganta)
Una vía respiratoria que conecta la cavidad nasal y la boca con la laringe. También se conecta con el esófago.

Epiglotis
Cierra la laringe durante la deglución.

Membrana pleural
Una membrana con dos capas que separa los pulmones de otros órganos; el estrecho espacio lleno de fluido entre sus dos capas desempeña funciones en la respiración.

Laringe (caja vocal)
La vía respiratoria donde se produce el sonido; se cierra durante la deglución.

Tráquea
La vía respiratoria que conecta la laringe con dos bronquios que conducen a los pulmones.

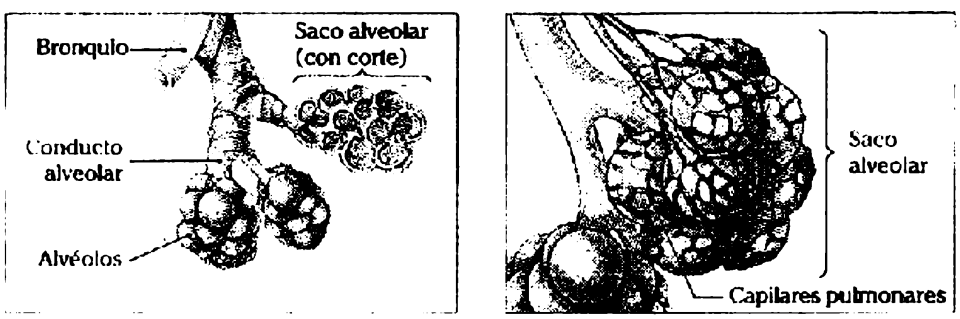
Músculos intercostales
En la caja torácica, músculos esqueléticos con funciones en la respiración. Existen dos grupos de músculos intercostales (externos e internos).

Pulmón (uno de un par)
Órgano de la respiración elástico y con compartimientos; realiza el intercambio de gases entre el ambiente interno y el aire exterior.

Diafragma
Una hoja muscular entre la cavidad torácica y la cavidad abdominal con funciones en la respiración.

Tronco bronquial
Vías respiratorias muy ramificadas que comienzan con dos bronquios y terminan en sacos de aire (alveolos) del tejido pulmonar.

El sistema respiratorio humano: sus componentes y sus funciones. Los músculos, entre ellos el diafragma, y ciertos huesos del esqueleto axial tienen funciones secundarias en la respiración.



La ubicación de los alvéolos en relación con los bronquiolos y los capilares pulmonares.

VÍAS RESPIRATORIAS

Participan en el proceso de ventilación (inspiración y espiración). Están constituidas por las fosas nasales, faringe, laringe, tráquea, bronquios y bronquiolos. La mucosa de las vías respiratorias se encuentran mayormente revestida por epitelio respiratorio, de tipo seudoestratificado, cilíndrico ciliado, con células caliciformes secretoras de moco.

Fosas nasales

Son dos cavidades que se encuentran divididas entre sí por el tabique nasal, formado por la lámina perpendicular del hueso etmoides, hueso vómer y cartílago del tabique nasal. Se comunican con el medio externo a través de las narinas y con la faringe a través de las coanas. Se ubica en la parte media de la cara, debajo del cráneo y en la parte superior de la cavidad oral.

Las fosas nasales acondicionan (filtran, calientan y humedecen) el aire inspirado. También participan en la olfacción y actúan como cámara de resonancia para la voz. En ellas se distinguen tres regiones:

a. **Vestíbulo nasal**
   Es la porción más anterior y dilatada de las fosas nasales, está sostenida por el tabique nasal cartilaginoso. Se encuentra revestida por epitelio poliestratificado plano no queratinizado y posee pelos llamados vibrisas para la filtración inicial del aire inspirado.

b. **Región respiratoria**
   Comprende la mayor parte de las fosas nasales y su mucosa está revestida por epitelio respiratorio llamada pituitaria roja por su alta vascularización. En su pared lateral se encuentran tres pares de cornetes (superior, medio e inferior) con base ósea.

c. **Región olfatoria**
   Presente en la parte superior de las fosas nasales. Está revestida por la mucosa olfatoria o pituitaria amarilla con neuronas bipolares quimiosensibles, cuyos axones constituyen el nervio olfatorio y atraviesan la lámina cribosa del hueso etmoides.

Los senos paranasales son cavidades óseas neumáticas que se encuentran localizadas en los huesos: frontal, esfenoides, etmoides y maxilares superiores; están revestidos por la mucosa respiratoria, cuyo moco producido es drenado hacia los meatos debajo de los cornetes nasales. La inflamación de los senos paranasales se denomina sinusitis.

Faringe

Órgano musculoso y membranoso de forma tubular que se comunica con las fosas nasales, la cavidad oral y la laringe. Participa como vía respiratoria. Las regiones con función respiratoria son:

- ✓ **Nasofaringe (rinofaringe).** Localizada detrás de las fosas nasales y se comunica con esta a través de las coanas, se encuentra revestida por epitelio respiratorio.
- ✓ **Bucofaringe (orofaringe).** Localizada detrás de la cavidad bucal y se comunica con esta a través del istmo de las fauces. Está revestida por epitelio poliestratificado plano no queratinizado. También participa en la deglución.

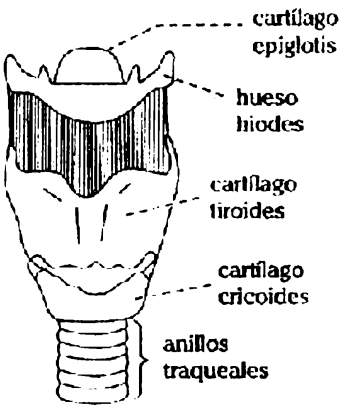
Laringe

Órgano cilíndrico cartilaginoso que comunica la faringe con la tráquea. Además de ser vía respiratoria es considerada el órgano fonador, la emisión de sonidos se debe a la vibración de las cuerdas vocales por las corrientes de aire.

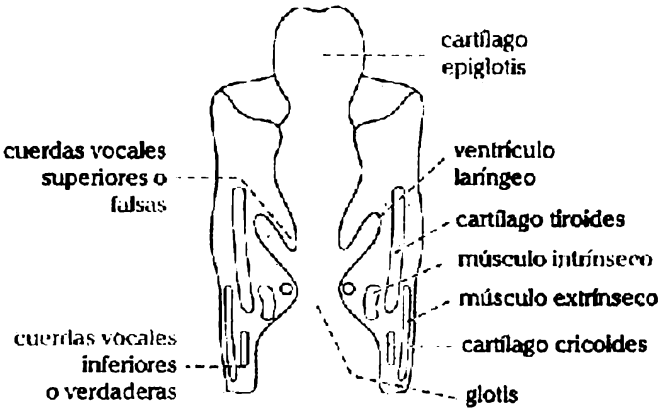
El esqueleto de la laringe está conformado por cartílagos hialinos como el cartílago tiroides que conforma la manzana de Adán en varones, y el cartílago cricoides en la base de la laringe. El único cartílago elástico es la **epiglotis** que cierra la laringe durante la deglución del bolo alimenticio.

Interiormente está tapizada por epitelio respiratorio y sus paredes laterales poseen dos pares de pliegues denominados **cuerdas vocales**: las cuerdas vocales superiores o falsas y las cuerdas vocales inferiores o verdaderas, que son funcionales para la formación de la voz.

El espacio comprendido entre las cuerdas vocales inferiores o verdaderas se denomina glotis, y entre la cuerda vocal superior e inferior es el ventrículo de Morgagni o ventrículo laríngeo.



Vista anterior



Vista posterior

Tráquea

Es una vía aérea tubular de naturaleza fibrocartilaginosa, que permite el paso del aire desde la laringe hacia los bronquios. Está ubicada en el mediastino superior del tórax, por delante del esófago y por detrás del esternón. Tiene una longitud de 12 cm y un diámetro de 2.5 cm.

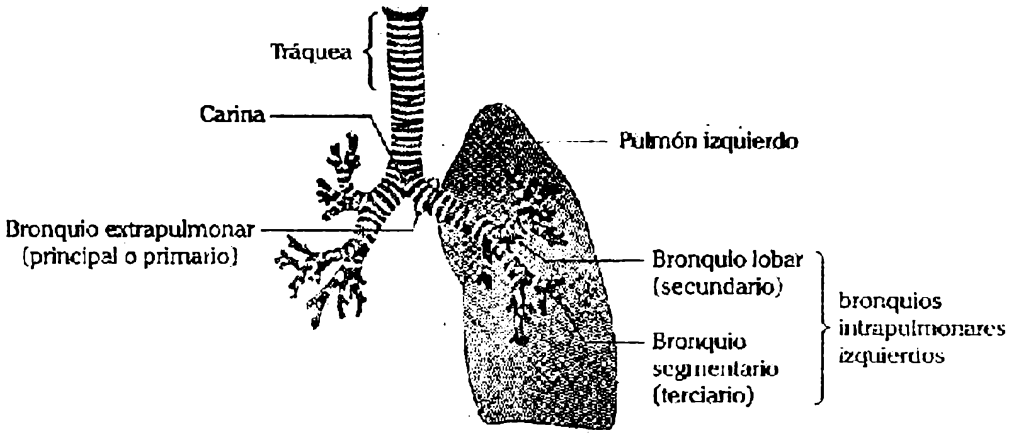
Su estructura está conformada por 16 a 20 anillos traqueales incompletos de cartílago hialino en forma de "C", uno debajo del otro y abiertos posteriormente. Interiormente la mucosa traqueal está revestida por epitelio respiratorio.

Árbol bronquial

Porción de la vía respiratoria conformada por bronquios y bronquiolos. Los **bronquios** son vías aéreas que se forman por bifurcación de la tráquea y que ingresan a los pulmones generando un gran árbol bronquial. Cada uno de los bronquios pulmonares se ramifican en bronquios lobares para cada uno de los lóbulos pulmonares, y se vuelve a ramificar en bronquios segmentarios para cada uno de los segmentos en los lóbulos.

Finalmente las ramas más finas son los **bronquiolos**, tubos pequeños de 1 mm de diámetro desprovistos de cartílagos y glándulas, presentan un revestimiento de epitelio simple cilíndrico ciliado. Cada bronquiolo ingresa a un lobulillo pulmonar en cuyo interior se ramifica en bronquiolos terminales, donde terminan las vías respiratorias.

Árbol bronquial



Pulmones

Son órganos pares localizados en la caja torácica por encima del diafragma, cuya función es permitir el intercambio gaseoso entre el aire y la sangre, en un proceso denominado **hematosis**.

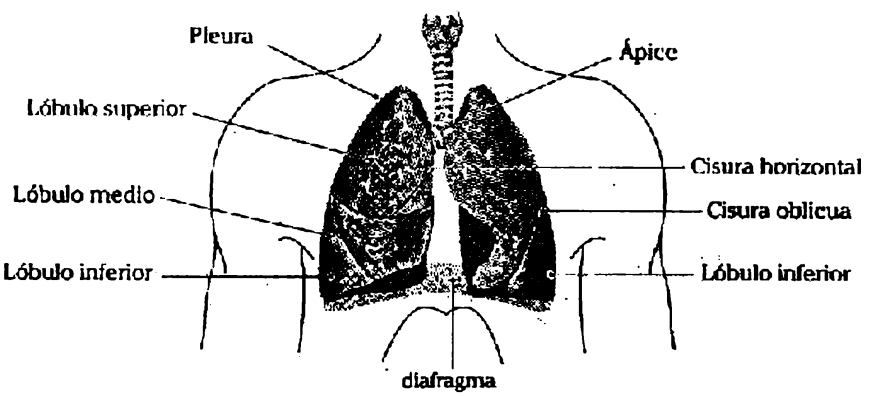
Los pulmones tienen forma de conos y están ubicados en la caja torácica, con su base apoyada sobre el diafragma y separados por un espacio denominado mediastino.

La estructura del pulmón consta de lóbulos divididos por depresiones profundas denominados cisuras. En el pulmón derecho se distinguen dos cisuras, una horizontal y otra oblicua; que la dividen en tres lóbulos: superior, medio e inferior. El pulmón izquierdo tiene una cisura oblicua que la divide en dos lóbulos: superior e inferior. Cada lóbulo a su vez se divide en segmentos, teniendo el pulmón derecho diez segmentos y el pulmón izquierdo ocho segmentos.

Pleura

Los pulmones se encuentran cubiertos por una serosa de doble hoja conocida con el nombre de pleura pulmonar. Entre ambas hojas existe una cierta cantidad del líquido pleural, que actúa como lubricante.

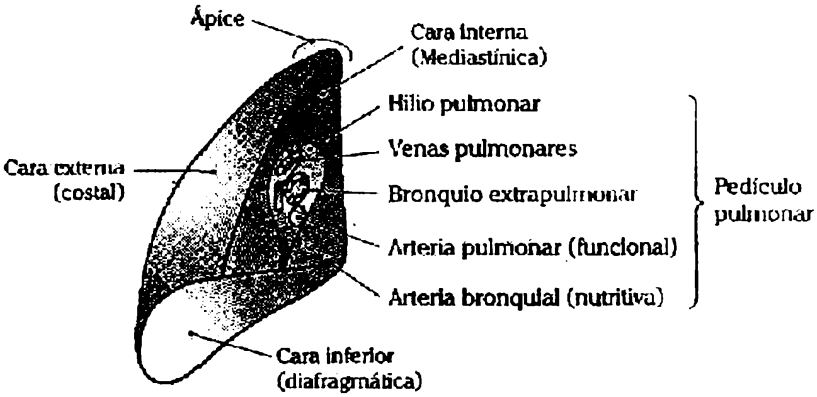
Anatomía externa de los pulmones



Hilio pulmonar

La cara interna o mediastínica de cada uno de los pulmones presenta el hilio pulmonar por donde pasa el pedículo pulmonar, conformado por bronquios (que conducen aire), arteria pulmonar (que conduce sangre con abundante CO_2) y venas pulmonares (que recogen sangre con abundante O_2). También está la arteria bronquial que nutre a los pulmones.

Caras del pulmón derecho



Lobulillo pulmonar

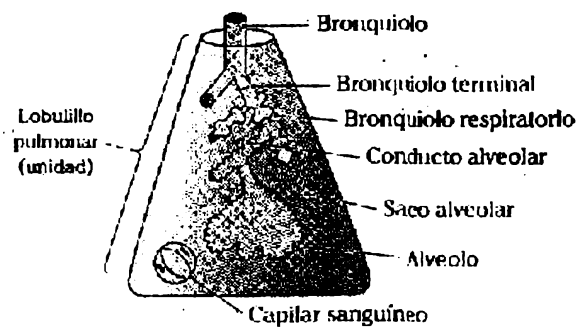
Representan la unidad anatómica y funcional del pulmón. En cada uno de los lobulillos pulmonares un bronquiolo terminal se ramifica formando progresivamente conductos y sacos alveolares.

Alveolos pulmonares

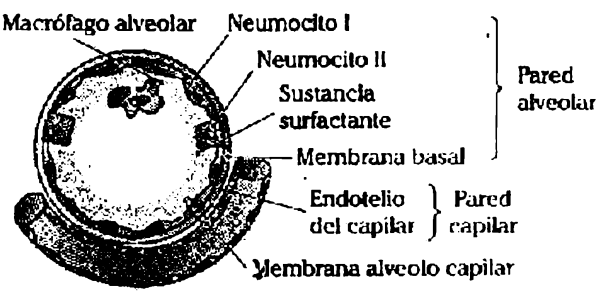
Cada uno de los alveolos está conformado por células epiteliales planas llamadas neumocitos I, a través de los cuales ocurre el intercambio gaseoso por hematosis, también poseen neumocitos II que son células secretoras que se encargan de sintetizar fosfolípidos (sustancia surfactante) que evita que el alveolo colapse durante la respiración. La pared del alveolo también posee macrófagos alveolares, que eliminan cuerpos extraños del alvéolo.

Se calcula que los pulmones poseen alrededor de 300 millones de alveolos, los que aumentan considerablemente su superficie interna, que es calculada en 70 m^2.

Lobulillo pulmonar



Membrana alveolo capilar



Fisiología respiratoria

En el funcionamiento respiratorio se distinguen dos procesos: ventilación pulmonar e intercambio gaseoso.

Ventilación pulmonar

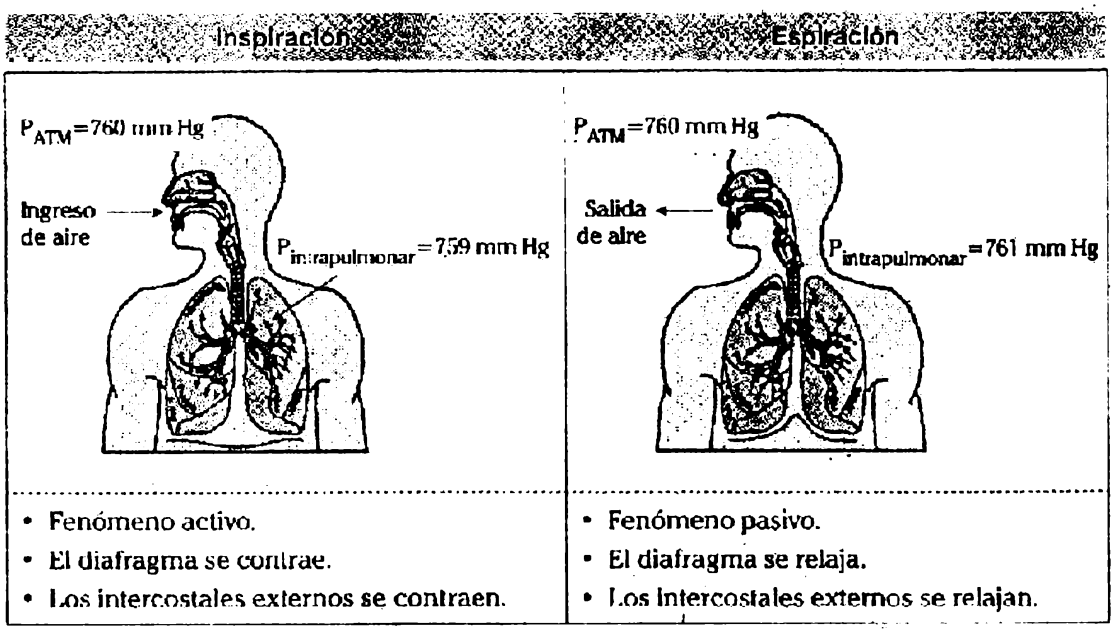
Es el ingreso y salida del aire de los pulmones, lo cual requiere una diferencia de presiones que se logra modificando el volumen pulmonar, por acción del músculo diafragma y los músculos de la caja torácica. La ventilación comprende dos mecanismos:

a. Inspiración

Proceso activo que consiste en el ingreso del aire hacia los pulmones, por contracción del músculo diafragma, aumentando el volumen y reduciendo la presión intrapulmonar. En una inspiración forzada intervienen otros músculos como el esternocleidomastoideo, los escalenos, los pectorales mayores y menores.

b. Espiración

Proceso pasivo que consiste en la expulsión de aire hacia la atmósfera, a consecuencia de la relajación del músculo diafragma, reduciendo el volumen y aumentando la presión intrapulmonar. Durante una espiración forzada intervienen los músculos de la prensa abdominal y los intercostales internos.



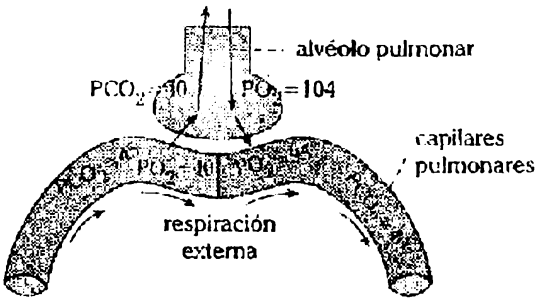
El volumen de aire inspirado o espirado en una ventilación normal es denominado volumen ventilatorio, tidal o de aire corriente, y tiene como valor promedio 500 mL.

✓ **Frecuencia respiratoria.** Es el número de ciclos respiratorios (inspiración + espiración) que ocurre en un minuto. En el neonato es de 30 a 60, en el niño es de 20 a 40 y en el adulto es de 14 a 18 respiraciones por minuto.

Hematosis

Intercambio de gases respiratorios entre el aire y la sangre, ocurre por difusión a través de la barrera alvéolo-capilar conformada por la pared alveolar y de capilares sanguíneos, como resultado la sangre venosa (con abundante CO_2) se transforma en sangre arterial (con abundante O_2). Los gases respiratorios presentes en el alvéolo y el capilar sanguíneo fluyen de la zona donde se encuentran a mayor presión parcial hacia la zona donde se encuentra a menor presión parcial.

Respiración externa	PO_2	PCO_2
Presión alveolar	104 mmHg	40 mmHg
Presión capilar pulmonar	40 mmHg	45 mmHg



El 97% del O_2 es transportado principalmente en combinación con la hemoglobina formando oxihemoglobina y el 3% restante se transporta disuelto en el plasma. El 70% del CO_2 se transporta en forma de ión bicarbonato, el 23% unido a la hemoglobina formando carbaminohemoglobina y el 7% restante es transportado disuelto en el plasma.

Regulación de la función respiratoria

La regulación de la función respiratoria se da a través de mecanismos químicos y nerviosos.

Control nervioso

El centro respiratorio del bulbo raquídeo regula la frecuencia respiratoria mientras los centros apneústico y neumotáxico de la protuberancia anular regulan la profundidad respiratoria.

Control químico

El aumento de PCO_2 por encima de 40 mmHg. (hipercápnea), disminuye el pH sanguíneo, los receptores de los cuerpos carotídeos (aórticos) envían señales al bulbo raquídeo desencadenando un aumento de la velocidad de la respiración (hiperventilación), eliminando más CO_2 hasta que este alcance valores normales.

La caída de O_2 por debajo de 70 mmHg, estimula los receptores de oxígeno y se activa el centro respiratorio.

Sistema circulatorio

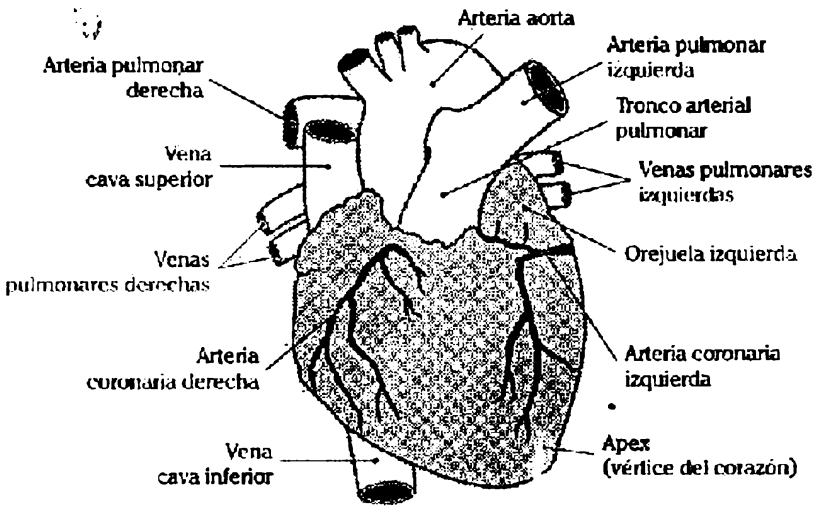
Es un conjunto de órganos constituido por una vasta red de tubos denominados vasos sanguíneos a través de los cuales circula la sangre, la cual es impulsada por el corazón.

Corazón

Es un órgano muscular hueco que se comporta como una bomba aspirante e impelente de la sangre, permitiendo de esta manera su circulación a través de los vasos sanguíneos. Se localiza en el tórax, específicamente en el mediastino (espacio comprendido entre ambos pulmones) inferior y medio.

Tiene una forma de pirámide triangular invertida con un peso promedio de 250 g a 300 g. El eje del corazón se orienta de arriba hacia abajo, de atrás hacia adelante y de derecha a izquierda.

Anatomía externa del corazón



Se observan los grandes vasos que llegan (venas) y salen (arterias) del corazón; además de las arterias coronarias que nutren al propio corazón.

Morfología interna

a. **Cámaras del corazón**

El corazón posee cuatro cámaras: dos aurículas y dos ventrículos.

- ✓ **Aurículas.** Cavidades superiores del corazón que recepcionan la sangre traída por las venas, poseen paredes musculares delgadas. La aurícula derecha e izquierda están separadas por el septum o tabique interauricular. En la vida fetal las aurículas se comunican entre sí mediante el agujero de Botal (foramen oval), el cual se cierra en el momento del nacimiento dejando un rezago denominado fosa oval.
- ✓ **Ventrículos.** Cavidades inferiores del corazón con paredes musculares gruesas, que impulsan la sangre hacia las arterias. Ambos ventrículos están separados por el tabique o septum interventricular y sus paredes musculares poseen columnas carnosas.

Por las cámaras del lado derecho circula sangre venosa (poco oxigenada) y por las cámaras del lado izquierdo circula sangre arterial (altamente oxigenada).

b. **Grandes vasos**

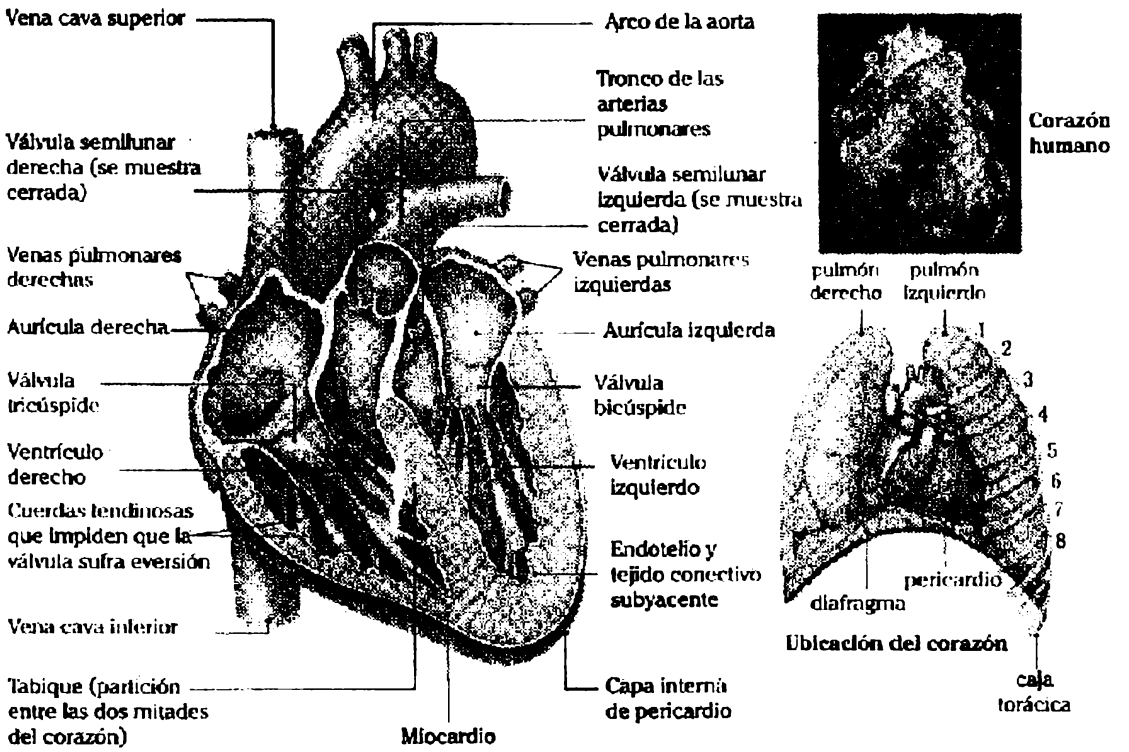
- ✓ Conducen sangre venosa

Venas cavas	Conducen sangre venosa desde los tejidos del organismo hacia la aurícula derecha, la vena cava superior conduce sangre proveniente de la cabeza y extremidades superiores, mientras la vena cava inferior lo trae desde el abdomen y extremidades inferiores, atravesando el diafragma.
Tronco arterial pulmonar	Conducen sangre desde el ventrículo derecho en dirección hacia los pulmones para su oxigenación y conversión a sangre arterial.

✓ Conducen sangre arterial

Venas pulmonares	Conduce la sangre arterial desde los pulmones hacia la aurícula izquierda.
Arteria aorta	Conduce sangre arterial fuera del corazón para su distribución hacia todo el organismo, posee tres porciones: una porción ascendente con el origen de las arterias coronarias, un cayado aórtico del cual surgen arterias carótidas hacia la cabeza y subclavias hacia las extremidades superiores; y la aorta descendente por detrás del corazón, atraviesa el diafragma y se ramifica en el abdomen.

Anatomía interna del corazón



Histología del corazón

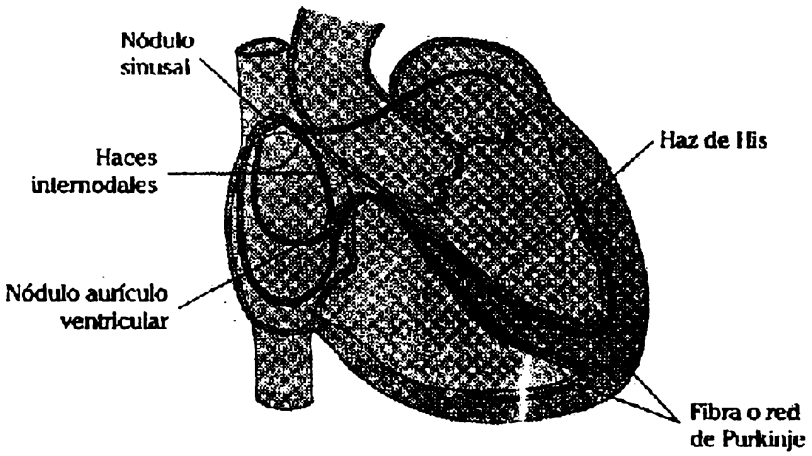
La pared del corazón presenta las siguientes capas que de adentro hacia afuera son:

- ✓ **Endocardio.** Es la capa interna, está constituido por endotelio y tejido conectivo laxo.
- ✓ **Miocardio.** Es la capa media, constituido por tejido muscular cardiaco. Es la más gruesa, siendo mayor en el ventrículo izquierdo. Es la capa funcional del corazón, puesto que su contracción impulsa la sangre hacia los pulmones y los demás tejidos.
- ✓ **Epicardio.** Es la capa externa y está constituido por mesotelio y tejido conectivo.

El pericardio es una envoltura que rodea al corazón, contiene el líquido pericárdico que lubrica y facilita los movimientos.

Sistema nodal (autónomo) del corazón

Es un sistema propio y exclusivo del corazón. Está constituido por fibras musculares cardíacas especializadas en la generación y propagación de impulsos eléctricos, los cuales excitan al miocardio en forma rítmica provocando su contracción. Presenta los siguientes elementos o componentes:



Componente	Localización	Función
Nodo sinusal o marcapaso cardiaco (Keith - Flack)	Aurícula derecha, cerca a la desembocadura de la vena cava superior.	Genera estímulos eléctricos. Es regulado por el sistema nervioso vegetativo (SNV).
Haces internodales	Aurícula derecha.	Conducen el impulso eléctrico del nodo sinusal al nodo aurículo-ventricular.
Nodo auriculoventricular (Aschoff-Tawara)	Aurícula derecha.	Retrasa el impulso eléctrico, permitiendo que se contraigan primero las aurículas y luego los ventrículos.
Haz de His	Tabique interventricular.	Conducción del impulso eléctrico.
Fibra o red de Purkinje	Subendocardio de los ventrículos.	Trasmiten los impulsos eléctricos a las fibras musculares ventriculares, para su contracción.

Regulación cardiaca

La frecuencia cardiaca se encuentra regulada por el sistema nervioso vegetativo, conformado a su vez por los sistemas simpático y parasimpático, quienes influyen sobre el nódulo sinusal. Ante una estimulación simpática el corazón incrementa su frecuencia cardiaca (taquicardia), en cambio, ante una estimulación parasimpática, el corazón disminuye su frecuencia cardiaca (bradicardia).

Vasos sanguíneos

Constituyen un extenso circuito cerrado de tubos a lo largo de los cuales fluye la sangre. Hay tres tipos de vasos sanguíneos: arterias, venas y capilares.

Arterias y venas

Las arterias son vasos sanguíneos que conducen sangre desde los ventrículos hacia fuera del corazón y las venas conducen sangre hacia las aurículas del corazón.

De modo general, un vaso sanguíneo presenta tres capas concéntricas que de adentro hacia afuera son:

a. Túnica íntima (interna)

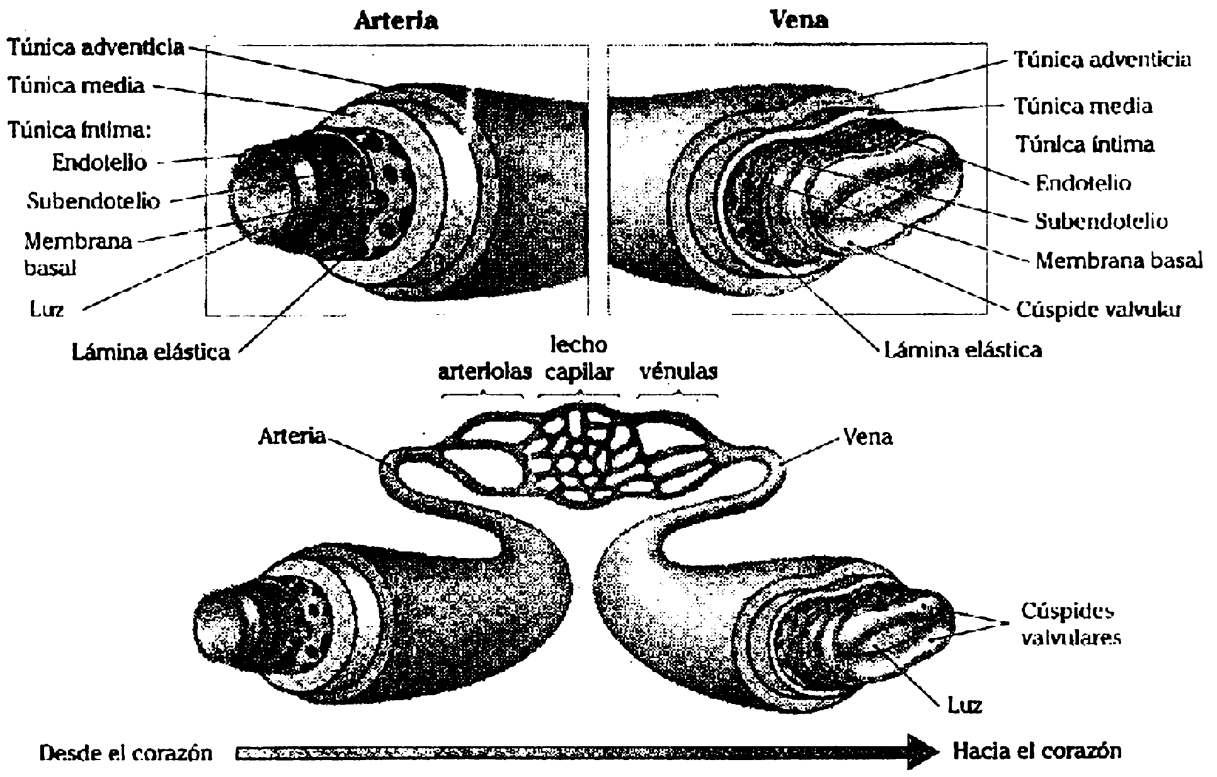
Presenta una capa de células endoteliales que revisten la superficie interna del vaso. Este endotelio se apoya en la capa subendotelial de tejido conectivo laxo.

b. Túnica media

Formada principalmente por células musculares lisas, dispuestas circularmente, a las que se agregan cantidades de elastina, colágeno y proteoglicanos. Las células musculares lisas son responsables del calibre del vaso sanguíneo. En las arterias esta capa está más desarrollada.

c. Túnica externa (adventicia)

Consta principalmente de fibras colágenas y elásticas. Esta túnica se continúa gradualmente con el tejido conectivo que envuelve los órganos próximos. Los vasos de gran calibre por lo general presentan *vasa vasorum* (vasos de los vasos) que desempeñan una función nutricia de las túnicas adventicia y media. Esta capa está más desarrollada en las venas.



	Arterias	Venas
Inician en	ventrículos	capilares
Culminan en	capilares	aurículas
Contenido	sangre arterial (excepto arterias pulmonares)	sangre venosa (excepto venas pulmonares)
Recorrido	divergente	convergente
Localización	generalmente profundas	superficiales y profundas
Válvulas	solo en su origen	en todo su recorrido, sobre todo en extremidades inferiores
Presión sanguínea	alta	baja
Volumen sanguíneo	bajo	alto
Flujo	intermitente	continuo
Dilatación anormal	aneurisma	várice

El retorno de sangre hacia el corazón mediante las venas se ve favorecido por la diferencia de presión sanguínea y la contracción de músculos adyacentes como en los miembros inferiores. Las válvulas venosas evitan el retorno sanguíneo por las venas.

Capilares

Son los vasos sanguíneos de calibre muy reducido (7– 9 nm) localizados entre las metarteriolas y las vénulas, su pared está formada por endotelio vascular (epitelio simple plano) y presentan poros que sirven para intercambiar sustancias (agua, iones, gases, desechos, hormonas, etc.) entre la sangre y los tejidos. El flujo de sangre en ellos es lento y continuo.

Circulación sanguínea

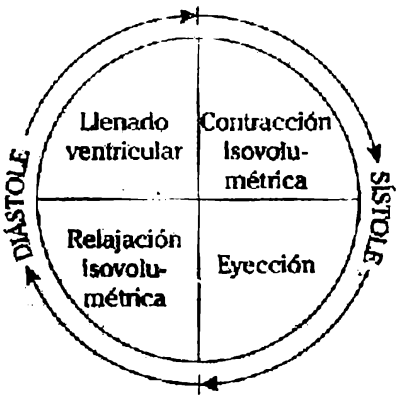
La circulación sanguínea humana es de tipo **cerrada**, porque la sangre es impulsada unidireccionalmente por el corazón y circula dentro de los vasos sanguíneos; es de tipo **completa**, porque la sangre arterial y la sangre venosa no se mezclan; y, **doble**, porque la sangre fluye por dos circuitos.

Circulación pulmonar (menor)	Circulación sistémica (mayor)
Se inicia en el ventrículo derecho por medio del tronco arterial pulmonar, luego recorre los pulmones y finaliza en la aurícula izquierda por medio de las venas pulmonares. Su función es oxigenar la sangre.	Se inicia en el ventrículo izquierdo por medio de la arteria aorta, luego la sangre fluye por todo los sistemas y finaliza en la aurícula derecha por medio de las venas cavas. Su función es aportar O_2 y nutrientes a los tejidos y extraer el CO_2 y sustancias de desecho de los tejidos. El flujo de sangre va de las zonas de mayor presión a las de menor presión.

Fisiología circulatoria

Ciclo cardíaco

Es el periodo durante el cual se dan en el corazón una serie de eventos rítmicos con la finalidad de impulsar la sangre hacia la circulación. Entre los eventos tenemos fenómenos eléctricos, mecánicos, hemodinámicos y sonoros. El ciclo cardíaco dura 0,9 segundos.



Comprende dos fases: una de contracción (sístole) y otra de relajación (diástole). Sin embargo, también se divide en cuatro etapas

a. Llenado ventricular

Comprende el pasaje de sangre de las aurículas hacia los ventrículos, el cual ocurre en tres subfases:

- ✓ **Llenado rápido.** Se inicia con la apertura de las válvulas aurículo -ventriculares, producto de una presión auricular mayor que la presión ventricular.
- ✓ **Llenado lento (diástasis).** La sangre pasa directamente de las aurículas hacia los ventrículos.
- ✓ **Contracción auricular (sísto e auricular).** Se contraen las aurículas y la sangre pasa hacia los ventrículos. El volumen de sangre en los ventrículos después del llenado es de 120 mL en cada uno de ellos.

b. Contracción isovolumétrica

En esta fase los ventrículos se contraen aumentando su presión y cerrando las válvulas aurículo-ventriculares. Durante esta fase el volumen de sangre en los ventrículos permanece constante.

c. Eyección

Cuando la presión ventricular supera a la presión arterial, las válvulas sigmoideas se abren y la sangre sale hacia las arterias, lo cual hace que se dilaten sus paredes. El volumen de sangre que se expulsa en cada ventrículo es de aproximadamente 70 mL (volumen sistólico).

d. Relajación isovolumétrica

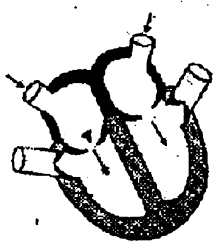
Se inicia con el cierre de las válvulas sigmoideas a causa de una mayor presión en las arterias con respecto a la presión ventricular. Durante esta fase los ventrículos se relajan disminuyendo su presión hasta llegar a un momento en que su presión es menor a la presión auricular, reiniciándose un nuevo ciclo.

La sístole comprende las fases de contracción isovolumétrica y eyección, mientras que la diástole comprende las fases de llenado ventricular y relajación isovolumétrica.

FASES DEL CICLO CARDIACO

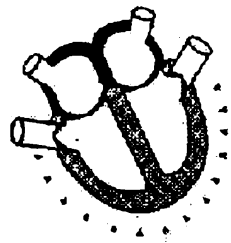
1. Llenado

Duración: 0,5 segundos
Presiones: P. aurícula > P. ventrículo
Válvulas A-V: abiertas
Válvulas sigmoideas: cerradas



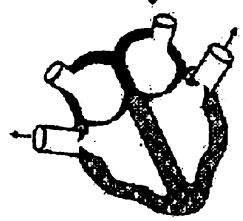
2. Contracción isovolumétrica

Duración: 0,1 segundos
Presiones: P. ventrículo > P. aurícula
Válvulas A-V: cerradas
Válvulas sigmoideas: cerradas



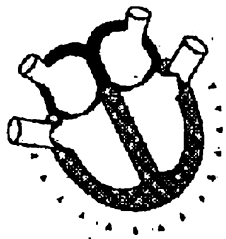
3. Eyección

Duración: 0,2 segundos
Presiones: P. ventrículo > P. arteria
Válvulas A-V: cerradas
Válvulas sigmoideas: abiertas



4. Relajación isovolumétrica

Duración: 0,1 segundos
Presiones: P. arteria > P. ventrículo
Válvulas A-V: cerradas
Válvulas sigmoideas: cerradas



Ruidos cardiacos

Eventos sonoros rítmicos durante el ciclo cardiaco. Son dos los ruidos cardiacos (fisiológicos) que siempre deben percibir (el 1.º y el 2.º).

- 1.º ruido: se produce por el cierre y vibración de las válvulas aurículo-ventriculares en el inicio de la contracción isovolumétrica.
- 2.º ruido: se produce por el cierre y vibración de las válvulas sigmoideas en el inicio de la relajación isovolumétrica.

En patologías y condiciones especiales se pueden percibir dos ruidos cardiacos adicionales:

- 3.º ruido: se produce por la vibración de las paredes ventriculares durante la sublase de llenado rápido, se puede auscultar en niños nacidos sanos, personas delgadas y en personas enfermas.
- 4.º ruido: se produce por la vibración de las aurículas durante la sublase de la contracción auricular. Es un ruido anormal (patológico).

Parámetros del funcionamiento del corazón

a. Volumen sistólico

Es el volumen de sangre que expulsa cada ventrículo en la fase de eyección. Su valor aproximado es de 70 mL.

b. Frecuencia cardiaca

Es el número de latidos cardiacos que se producen durante un minuto. Su valor oscila entre los 60 a 80 latidos /min. en el adulto. Un aumento por encima de los 100 latidos /min. se llama taquicardia, y una disminución por debajo de 40 latidos/min. se llama bradicardia.

c. Débito cardiaco (gasto cardiaco)

Es el volumen de sangre que expulsa el corazón en un minuto. En un adulto es aproximadamente 5 lt/min. El débito cardiaco depende de la frecuencia cardiaca y volumen sistólico.

Donde $DC = FC \times VS$

- *DC*: débito cardíaco (5 lt/min) aprox.
- *FC*: frecuencia cardiaca. Normal 70 latidos / minuto
- *VS*: volumen sistólico. Normal 70 mL /latido
- DC=70 lat/min × 70 mL/latido ≅ 5 lt/minuto

d. Presión arterial (PA)

Es la fuerza ejercida por la sangre sobre las paredes de las arterias, y su valor varía con las fases del ciclo cardiaco. Su valor más alto coincide con la fase de eyección ventricular, a este valor se le llama presión sistólica. Después de la eyección la sangre fluye hacia las arterias más pequeñas y la presión arterial cae hasta su valor mínimo llamado presión diastólica. Cuando el valor de la PA aumenta se denomina hipertensión arterial, cuando está por debajo, se denomina hipotensión. Se toma como valores normales:

Presiones	Aorta	Pulmones
Sistólica	120 mmHg	12 mmHg
Diastólica	80 mmHg	8 mmHg

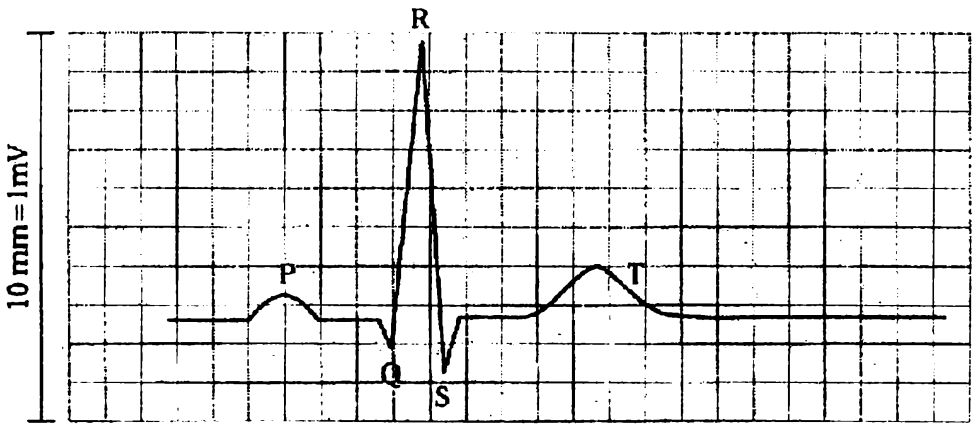
e. Pulso arterial

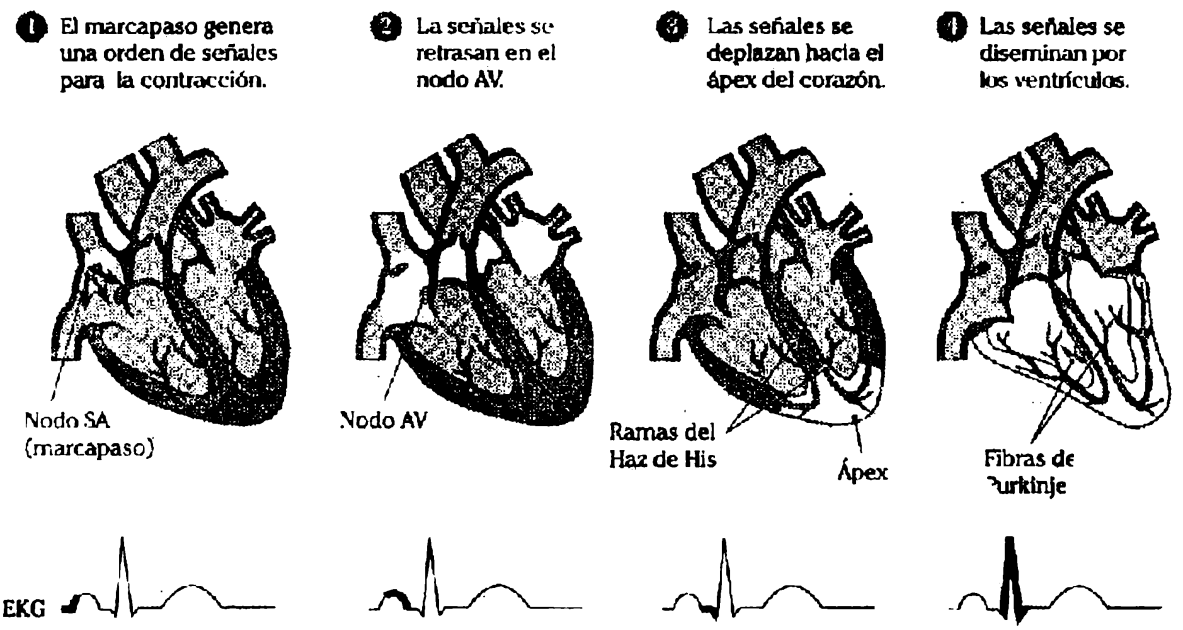
Las variaciones del flujo y presión de la sangre en las arterias pulmonares producen vibraciones en la pared, las cuales son palpables en las arterias como la radial, femoral, etc. y constituyen el pulso arterial. Sus valores deben coincidir con la frecuencia cardiaca. Cuando aumenta por encima de los valores normales se denomina taquifigmia, cuando disminuye bradifigmia.

f. Electrocardiograma (EKG)

Es el registro del impulso eléctrico en el corazón. El EKG está constituido por tres componentes:

- Onda P. Corresponde a la despolarización auricular.
- Complejo QRS. Corresponde a la despolarización ventricular.
- Onda T. Corresponde a la repolarización ventricular.



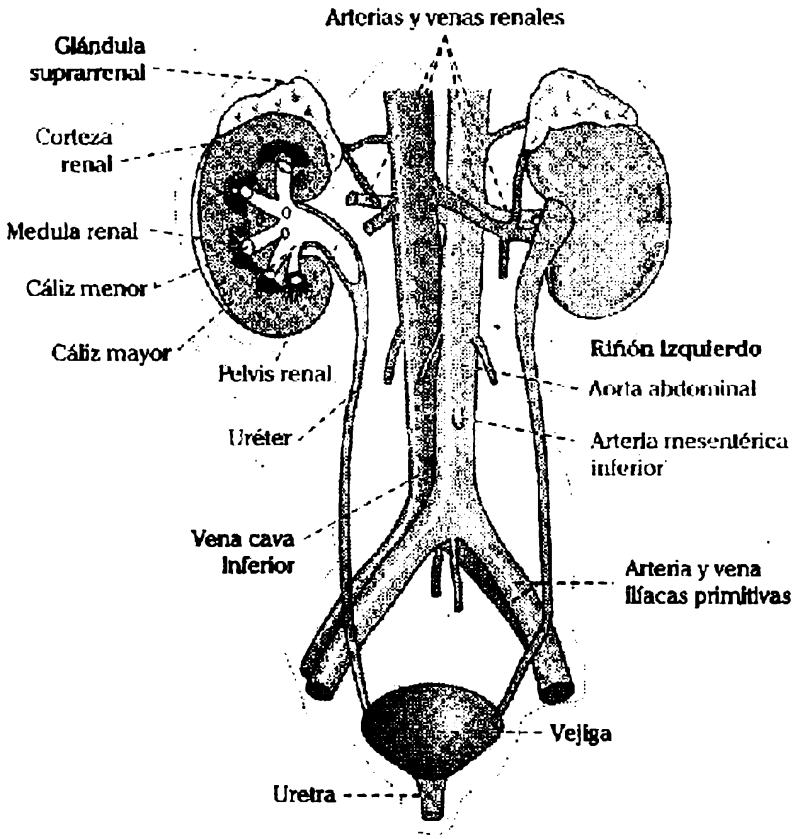


La repolarización auricular no es registrada, debido a que en ese momento se está despolarizando el ventrículo, el cual se superpone. La despolarización es considerada como una onda de cargas positivas dentro de la célula, mientras que la repolarización permite la recuperación de las cargas negativas dentro de la célula muscular cardiaca.

Sistema excretor

Es el conjunto de órganos encargados de formar la orina y eliminarla hacia el exterior, con lo cual se regula la composición del medio interno y el volumen del líquido corporal. A través de este sistema se logra eliminar las sustancias de desecho que se han producido en el metabolismo celular. El sistema excretor está conformado por riñones y vías urinarias.

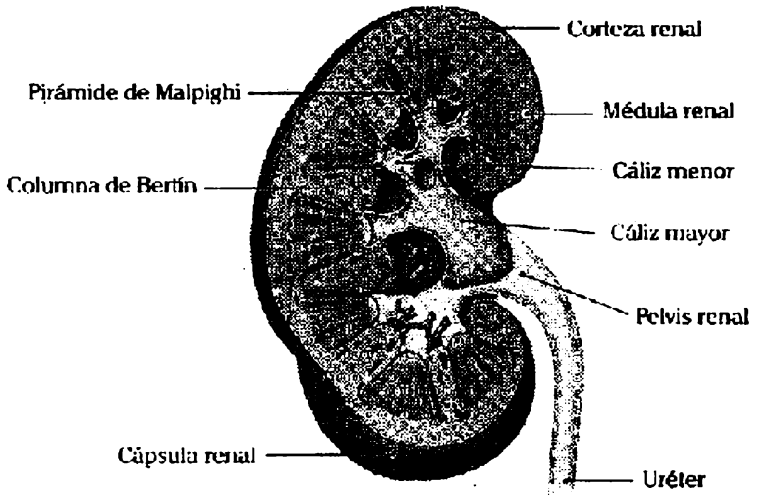
Estructura general del sistema urinario



Riñones

Son dos órganos ubicados en la pared posterior del abdomen en posición retroperitoneal, tienen entre sus funciones la regulación del medio interno, cuya consecuencia es la formación de orina; la regulación de la presión arterial, mediante la enzima **renina**; y la regulación de la eritropoyesis (formación de glóbulos rojos), a través de una hormona denominada **eritropoyetina**.

El riñón derecho se halla más abajo con relación al izquierdo debido a la presencia del hígado en el lado derecho. Su forma típica es la de un frijol. Cada riñón está envuelto por una cápsula denominada cápsula renal.



El borde interno presenta al hilio renal, por el cual ingresa el pedículo renal conformado por la arteria renal, vena renal, pelvis renal, vasos linfáticos y nervios.

Estructura interna

a. Corteza

Es externa, pálida y granulosa. El aspecto granuloso lo dan los corpúsculos de Malpighi. Así mismo la corteza envía prolongaciones hacia la médula llamadas columnas de Bertín.

b. Médula

Es interna, oscura y estriada. El aspecto estriado lo proporciona la presencia de las pirámides renales o de Malpighi, las cuales se hallan conformadas por los túbulos del nefrón y los tubos colectores. En la médula encontramos de 10 a 18 pirámides de Malpighi, las estriaciones de este se prolongan hacia la corteza formando los rayos medulares. Cada pirámide renal con su corteza subyacente forman un lóbulo renal.

Nefrón

Unidad anátomo funcional del riñón. Cada riñón posee 1 200 000 nefrones, los que constan de las siguientes partes:

a. Corpúsculo renal o de Malpighi

Constituido por el glomérulo renal y la cápsula de Bowman.

- ✓ **Glomérulo renal.** Es una red de capilares sanguíneos fenestrados. Entre ellos encontramos a las células mesangiales cuya función es la de soporte y fagocitosis.
- ✓ **Cápsula de Bowman.** Presenta una hoja parietal y otra visceral, entre las cuales se halla el espacio capsular. La hoja visceral presenta células denominadas podocitos.

b. Tubo contorneado proximal

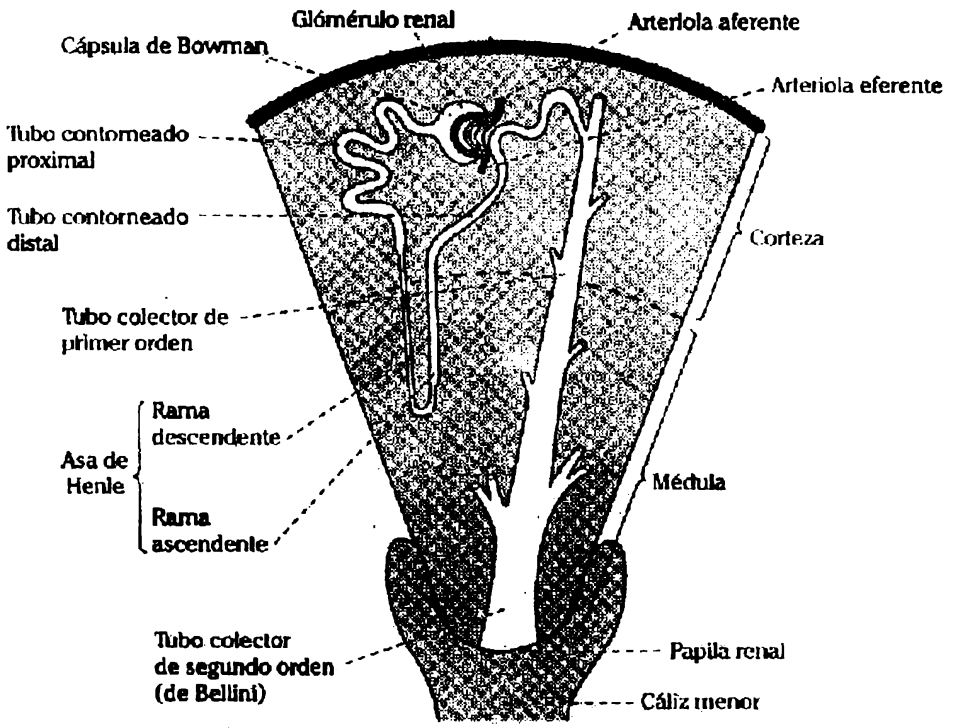
Revestido por epitelio monoestratificado cúbico con microvellosidades.

Asa de Henle
Presenta una rama descendente (delgada) revestida por epitelio monoestratificado plano y otra ascendente (gruesa), revestido por epitelio monoestratificado cúbico.

Tubo contorneado distal
Revestido por epitelio monoestratificado cúbico.

Tubos colectores
Pueden ser de primer orden si en ellos desembocan los tubos contorneados distales, y de segundo orden (de Bellini) formados por la unión de los tubos colectores de primer orden. Desemboca en la papila renal.

El nefrón y sus componentes



Se observa, además, el tubo colector a nivel de la corteza (1.^{er} orden) y médula (2.^{o} orden)

VÍAS URINARIAS

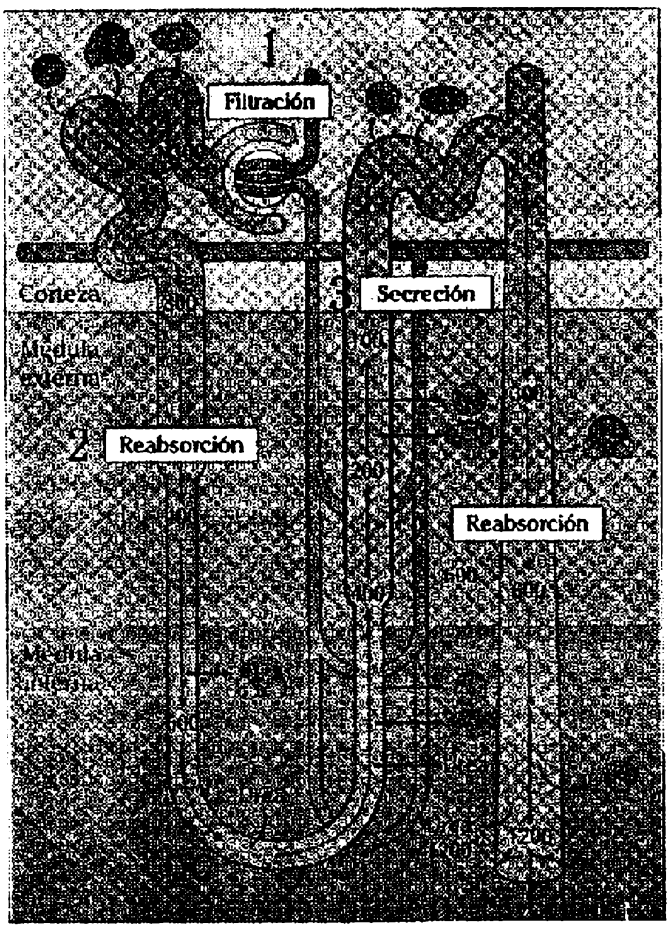
Son estructuras tubulares o huecas encargadas de conducir la orina formada para ser evacuada al exterior. Poseen músculo liso con peristaltismo y mucosa con epitelio polimorfo. Entre sus componentes destacan:

- ✓ **Cálices menores.** Son estructuras en forma de copa que rodean a la papila renal, hacia las cuales llega la orina recién formada; son en número de 8 a 12.
- ✓ **Cálices mayores.** Se forman por la unión de los cálices menores. Son en número de 3 a 4, estos a su vez se unen y forman la pelvis renal.
- ✓ **Pelvis renal.** Es una estructura hueca en forma de embudo, resulta de la unión de los cálices mayores. Sale por el hilio renal y se continúa con el uréter.

- ✓ **Uréteres.** Son conductos que se extienden desde la pelvis renal hasta la vejiga, tienen una longitud de 26 a 28 cm.
- ✓ **Vejiga.** Órgano muscular hueco que almacena orina, para su posterior evacuación. Se localiza a la altura de la sínfisis del pubis. El reflejo de la micción se inicia con un volumen de orina de 400 mL (capacidad fisiológica), pudiendo la vejiga almacenar hasta 800 mL de orina (capacidad total). En el interior de la vejiga encontramos una superficie triangular que tiene como vértices la desembocadura de los uréteres y el nacimiento de la uretra denominado triángulo de Lietaud o trígono vesical.
- ✓ **Uretra.** Conduce la orina desde la vejiga hacia el exterior. Presenta dos esfínteres: el interno (involuntario) y el externo (voluntario). La uretra masculina posee tres segmentos: prostático (3 cm), membranoso (1 cm) y esponjoso o peneano (12 cm). Y también actúa como vía de salida para el semen. La uretra femenina mide 4 cm, solo es vía urinaria.

Formación de la orina

Los nefrones, considerados como la unidad anatómica y funcional del riñón, se encargan de formar a la orina con el fin de mantener en equilibrio el volumen, composición y concentración de los componentes de la sangre. De esta manera ayudan a mantener la homeostasis (equilibrio interno) del organismo. La formación de la orina se da en tres etapas:

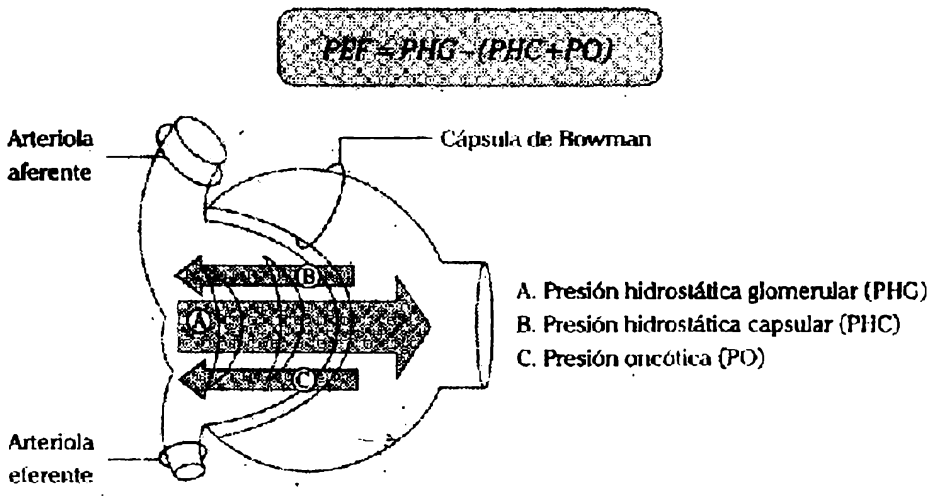


El nefrón se encarga de formar la orina.

Filtración glomerular

Filtración de plasma desde la sangre del interior del glomérulo, hacia la cápsula de Bowman. El ultrafiltrado tiene componentes similares a los del plasma, excepto que no contiene proteínas.

La presión efectiva de filtrado (10 mmHg) es resultado de presiones que favorecen la filtración como la presión hidrostática glomerular (60 mmHg), y aquellas que se oponen a la filtración como la presión hidrostática de la cápsula (18 mmHg) y la presión oncótica de la sangre (30 mmHg).



Tasa de filtración glomerular es la cantidad de filtrado que se forma en todos los corpúsculos renales de ambos riñones cada minuto. En un adulto sano su valor es de unos 125 mL/min que equivale a 180 L/día.

Reabsorción tubular

Cuando el ultrafiltrado recorre los túbulos renales, cerca del 99% se reabsorbe (vuelve a la sangre). Por consiguiente, solo el 1% del ultrafiltrado es eliminado como orina. Se lleva a cabo en la porción tubular del nefrón y el tubo colector.

El agua se reabsorbe por transporte pasivo, es decir, sin gasto de energía. La reabsorción de sales, aminoácidos y glucosa generalmente se lleva a cabo por transporte activo, con gasto de energía.

- ✓ Tubo contorneado proximal: se reabsorbe el 65% de H_2O y el 100 % de glucosa y aminoácidos, también Na^+, K^+, Cl^-, HCO_3^-, etc.
- ✓ Asa de Henle. Se reabsorbe 15 % de H_2O, también Na^+, K^+, Cl^-, HCO_3^-, etc.
- ✓ Tubo contorneado distal. Se reabsorbe 10% de agua, también Na^+, K^+, etc. A este nivel actúa la hormona aldosterona secretada por la glándula suprarrenal, que incrementa la reabsorción de Na^+ y la secreción de K^+; al aumentar la reabsorción de Na^+ de un modo indirecto aumenta la reabsorción de agua, esto aumenta el volumen sanguíneo y, por lo tanto, la presión arterial.
- ✓ Tubo colector. Se reabsorbe el 9,3 % de agua, también Na^+, Cl^-, etc. En la porción final del tubo contorneado distal y fundamentalmente en el tubo colector, actúa la hormona antidiurética (ADH), la cual incrementa la reabsorción de agua, por lo cual se produce una orina más concentrada.

Secreción tubular

Además de las sustancias que no han sido reabsorbidas, la secreción tubular adiciona sustancias para ser eliminadas, desde los capilares peritubulares hacia el tubo contorneado distal y el tubo colector.

Esta secreción de sustancias incluye principalmente al K^+, además de H^+, creatinina, ácido úrico, amonio (NH_4^+), bicarbonato (HCO_3^-), etc. La secreción tubular tiene dos efectos principales: libera al cuerpo de ciertas sustancias y participa en el control del pH sanguíneo.

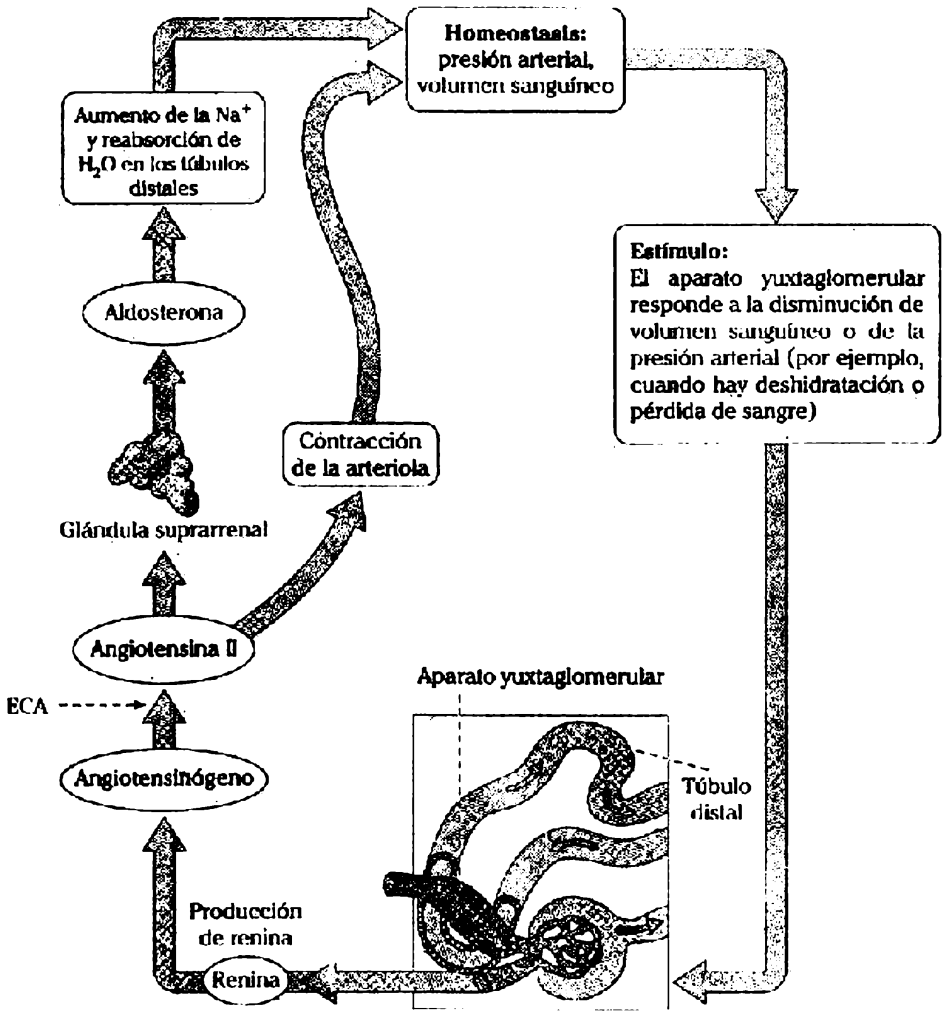
Características físicas de la orina normal

Características	Descripción
Densidad	1001 - 1035 g/cm^3
Volumen	800 mL - 1500 mL/24 h
Aspecto	transparente
Olor	sui géneris (pero puede adquirir olor a amonio conforme pasa el tiempo)
Color	amarillo ámbar
pH	puede ser de 4 a 8, promedio ph=6
Composición química	H_2O, Na^+, K^+, Cl^-, HCO_3^-, urea, creatinina, ácido úrico, etc.

Regulación de la presión arterial

Cuando disminuye la presión arterial (por hemorragia, deshidratación, etc.), se activa el sistema renina - angiotensina - aldosterona para restablecerlo en los siguientes pasos:

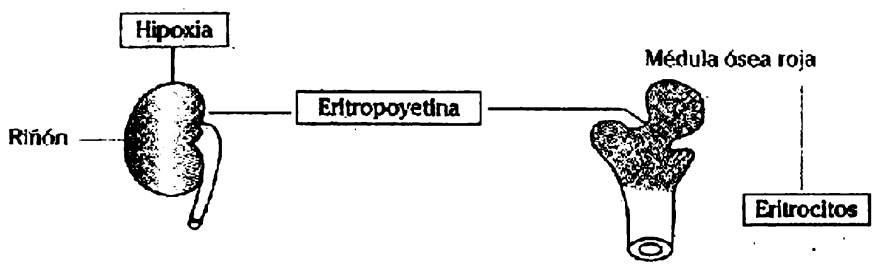
- ✓ Las células yuxtaglomerulares liberan una enzima denominada **renina**, la cual una vez en la sangre convierte al angiotensinógeno en angiotensina I.
- ✓ La angiotensina I es convertida en angiotensina II por acción de la enzima convertidora de angiostensina (ECA).
- ✓ La angiotensina II provoca la contracción de las arteriolas, elevando de esta manera la presión arterial.
- ✓ La angiotensina II también estimula a la corteza suprarrenal, la cual secreta aldosterona que aumenta la reabsorción de Na^+ y H_2O, aumenta el volumen plasmático y restablece la presión arterial.



Sistema renina - angiotensina - aldosterona

Regulación de la eritropoyesis

Cuando disminuye el O_2 en la célula (hipoxia), los riñones liberan la hormona **eritropoyetina** la cual estimula a la médula ósea roja y provoca una mayor producción de glóbulos rojos a fin de compensar la hipoxia.



Eritropoyesis

Sistema nervioso

Es un conjunto de órganos constituidos por tejido nervioso y que embriológicamente derivan del ectodermo. Se encarga de recibir y procesar información del medio (externo o interno) para luego elaborar y emitir respuestas.

Componentes

Sistema nervioso central (SNC)

Es hueco y se encuentra en posición dorsal, su principal función es integrar y relacionar la información sensitiva con una respuesta adecuada. También está rodeado por las meninges que contienen un líquido cefalorraquídeo circulante. Está conformado por:

- ✓ Encéfalo, protegido por los huesos del cráneo, está conformado por cerebro, cerebelo y tronco encefálico.
- ✓ Médula espinal, protegido por los huesos de la columna vertebral.

Sistema nervioso periférico (SNP)

Formado por nervios que llevan información sensitiva desde el ambiente externo e interno hacia el sistema nervioso central, y desde este conducen información motora a los efectores musculares y glandulares. Desde el punto de vista funcional, en el sistema nervioso periférico se pueden reconocer dos subsistemas:

- ✓ SNP somático que controla voluntariamente los músculos esqueléticos a excepción de las respuestas reflejas que son involuntarias. Este subsistema permite la relación y la interacción del animal con el ambiente externo.
- ✓ SNP autónomo, el cual se relaciona fundamentalmente con la actividad visceral y la regulación homeostática del medio interno, mediante el control del movimiento involuntario del músculo liso (peristaltismo, contracción uterina), el músculo cardiaco (latidos del corazón) y la secreción glandular. Posee una división simpática que prepara para la acción y una división parasimpática que interviene en la restauración corporal.

- **Sistema nervioso**
  - **Sistema nervioso central (SNC)**
    - Encéfalo
      - Cerebro
      - Cerebelo
      - Tronco encefálico
        - Mesencéfalo
        - Protuberancia anular
        - Bulbo raquídeo
    - Médula espinal
  - **Sistema nervioso periférico (SNP)**
    - Nervios
      - Craneales (12 pares)
      - Espinales (31 pares)
    - Ganglios nerviosos
    - Sistema nervioso autónomo (SNA) o vegetativo (SNV)
      - Sistema nervioso simpático
      - Sistema nervioso parasimpático

Histología

La unidad funcional del sistema nervioso es la neurona. En el SN central la sustancia blanca está conformada principalmente por fibras nerviosas mielínicas. En el SN periférico las fibras nerviosas conforman los nervios y los somas los ganglios nerviosos.

Constitución / Ubicación	Somas (cuerpos neuronales)	Fibras nerviosas
SNC	sustancia gris	sustancia blanca
SNP	ganglio nervioso	nervio

Médula espinal

Localizado en la región superior y media del conducto raquídeo de la columna vertebral. Es de forma cilíndrica con un grosor aproximado del dedo meñique y una longitud entre 42- 45 cm.

En su morfología externa se distinguen dos engrosamientos (cervical y lumbar) que son el origen de los nervios para los miembros superiores e inferiores. También se distinguen un surco medio anterior, un surco medio posterior y dos pares de surcos colaterales.

En un corte transversal, su morfología interna presenta un área central de sustancia gris alrededor del conducto ependimario y un área periférica de sustancia blanca. La sustancia gris conformada por somas neuronales, tiene una disposición similar a una letra H, destacando las siguientes regiones: astas anteriores (motoras), astas posteriores (sensitivas) y astas laterales (vegetativas) La sustancia blanca está conformada por fibras mielínicas dispuestas formando cordones anteriores, laterales y posteriores.

La médula espinal actúa como vía nerviosa ascendente para señales sensitivas y descendente para señales motoras; pero sobre todo es el centro de los actos reflejos.

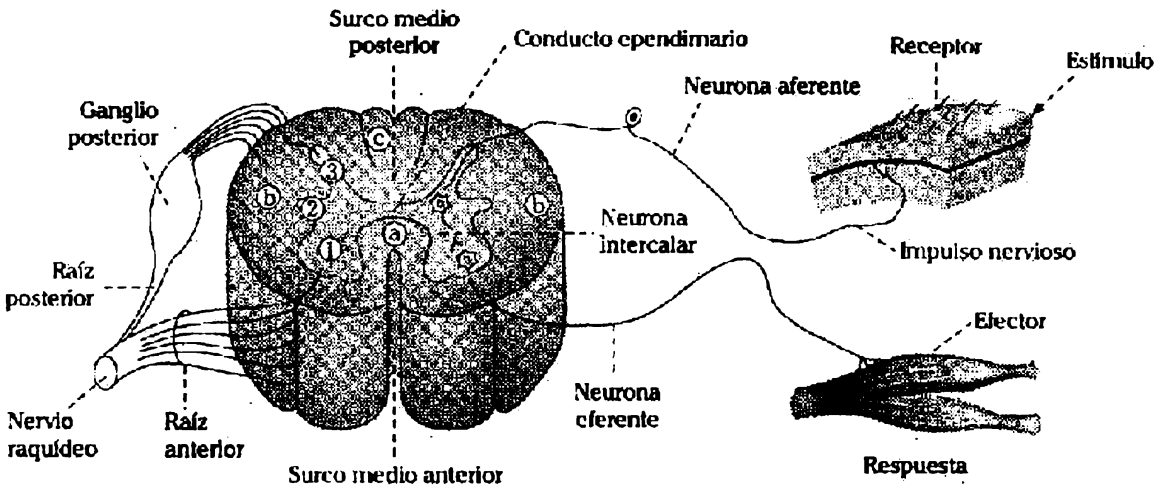
Acto reflejo

Es una respuesta básica, involuntaria, innatas (no aprendidas, que tienen una base genética) del SN central, son respuestas estereotipadas, es decir siempre operan del mismo modo ante determinado estímulo sensorial.

La información nerviosa del acto reflejo viaja por un circuito nervioso denominado arco reflejo, que es un circuito nervioso formado por:

- ✓ **Receptor.** Célula o terminación nerviosa especializada en generar un impulso nervioso como respuesta a la captación de un estímulo.
- ✓ **Neurona aferente o sensitiva.** Conduce la señal sensitiva hacia las astas posteriores de la médula espinal.
- ✓ **Neurona intercalar o asociativa.** Neurona de la médula espinal que se encarga del procesamiento de las señales nerviosas.
- ✓ **Neurona eferente o motora.** Conduce las respuestas motoras hacia el órgano efector.
- ✓ **Efector.** Célula muscular esquelética responsable de ejecutar la respuesta refleja.

Estructura de la médula espinal



Sustancia gris	Sustancia blanca
1. Asta anterior	a. Cordón anterior
2. Asta lateral	b. Cordón lateral
3. Asta posterior	c. Cordón posterior

Tronco encefálico (tallo cerebral)

Localizado en la fosa posterior del cráneo, por debajo del cerebro, por delante del cerebelo y sobre la médula espinal. Está formado por tres estructuras: bulbo raquídeo, protuberancia anular y mesencéfalo.

El tronco encefálico actúa como vía nerviosa (sensitiva y motora) que conecta la médula con el encéfalo y entre los diversos elementos del encéfalo. Posee la formación reticular de gran importancia ya que intervienen en el control de las funciones superiores, como el estado de atención, los estados de conciencia y el ritmo de sueño y vigilia.

Bulbo raquídeo (médula oblonga)

Tiene aspecto de cono truncado de 3 cm de longitud. Presenta núcleos importantes que regulan las funciones viscerales como:

- ✓ El centro cardiorespiratorio que regula la frecuencia cardiaca y respiratoria. También regula el diámetro de los vasos sanguíneos.
- ✓ Centro de reflejos viscerales como el núcleo del vómito, tos, deglución, estornudo, hipo, etc.

En su límite inferior, externamente se aprecia la decusación piramidal que representa el entrecruzamiento del 90% de las fibras piramidales (motoras voluntarias), provenientes de la corteza motora y que se dirigen hacia la médula espinal. Posee núcleos de sustancia gris donde se originan el IX, X, XI y XII, también la rama coclear del VIII par craneal.

Protuberancia anular (puente de Varolio)

Ubicado entre el bulbo y el mesencéfalo, conecta el tronco encefálico con el cerebelo a través de los pedúnculos cerebelosos. Presenta las áreas neumotáxicas y apnéustica, que regulan la frecuencia respiratoria, limitando o aumentando la inspiración.

Posee núcleos de sustancia gris que originan el V, VI, VII y la rama vestibular del VIII par craneal.

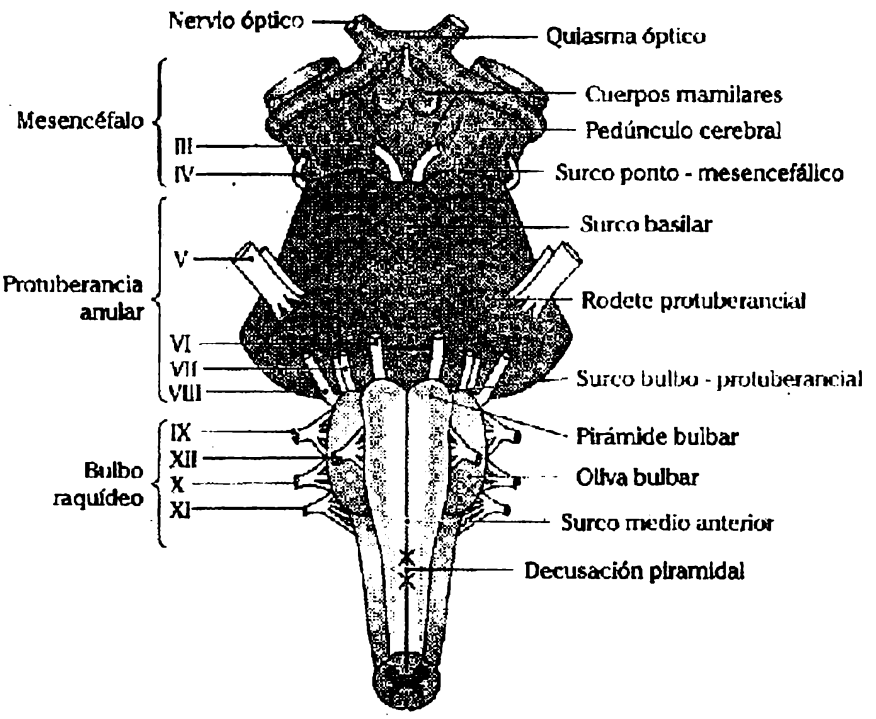
Mesencéfalo

Es la parte superior del tronco encefálico, se une con el cerebro mediante cordones nerviosos cilíndricos denominados **pedúnculos cerebrales**. En su cara posterior se encuentran dos pares de eminencias redondas llamadas tubérculos cuadrigéminos (colículos). El par superior coordina los movimientos de los globos oculares en respuesta a los estímulos visuales (reflejo visual) y el par inferior coordina los movimientos de la cabeza y del tronco en respuesta a los estímulos auditivos (reflejo auditivo).

El mesencéfalo posee núcleos de sustancia gris que originan el III y IV par craneal; además de núcleos funcionales como:

- ✓ Locus Níger que es la sustancia negra (contiene melanina) secretor de dopamina, está relacionado con el control de los movimientos involuntarios y el tono muscular.
- ✓ El núcleo rojo (contiene hierro y está muy vascularizado) es el punto terminal de fibras del cerebelo y de la corteza cerebral.

Anatomía del tronco encefálico



Cerebelo

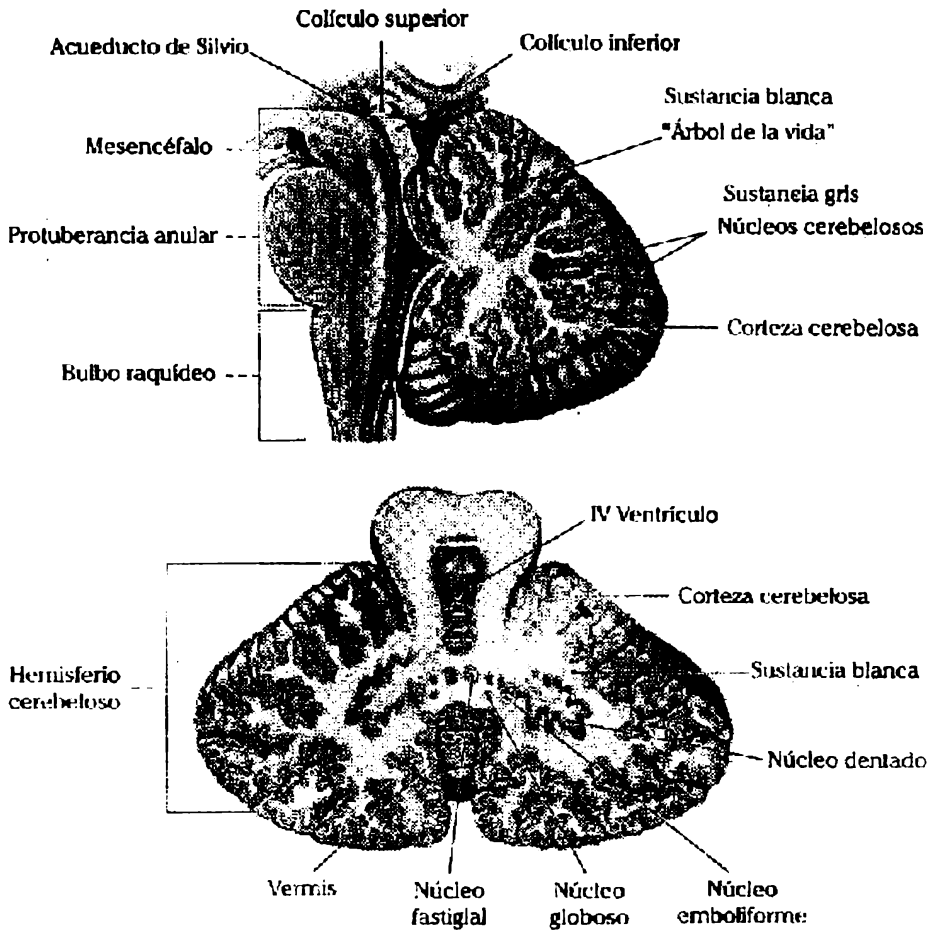
Coordina el movimiento voluntario de los músculos, regula el tono muscular y realiza un ajuste fino del equilibrio del cuerpo. Recibe información sensorial visual y auditiva y de las articulaciones y los músculos, así como de las vías motoras. Mediante la integración de esta información, el cerebelo realiza su función de coordinación motora.

Externamente se distingue un vermis central y dos hemisferios cerebelosos laterales, separados por surcos. En su morfología interna se distingue:

- ✓ **Sustancia gris.** Ubicada en la periferia constituyendo la corteza cerebelosa, y en el centro conforma los núcleos cerebelosos (dentado, emboliforme, fastigial, globoso). En la corteza cerebelosa destacan las células de Purkinje.
- ✓ **Sustancia blanca.** En posición central, tiene una disposición arborescente por lo que se le ha llamado "árbol de la vida".

Una lesión cerebelosa puede ocasionar: Ataxia cerebelosa (movimientos vacilantes, incoordinados y alterados con temblores), hipotonicidad y astenia (debilidad) muscular, dismetría cerebelosa (falta de medida en los movimientos).

Anatomía del cerebelo

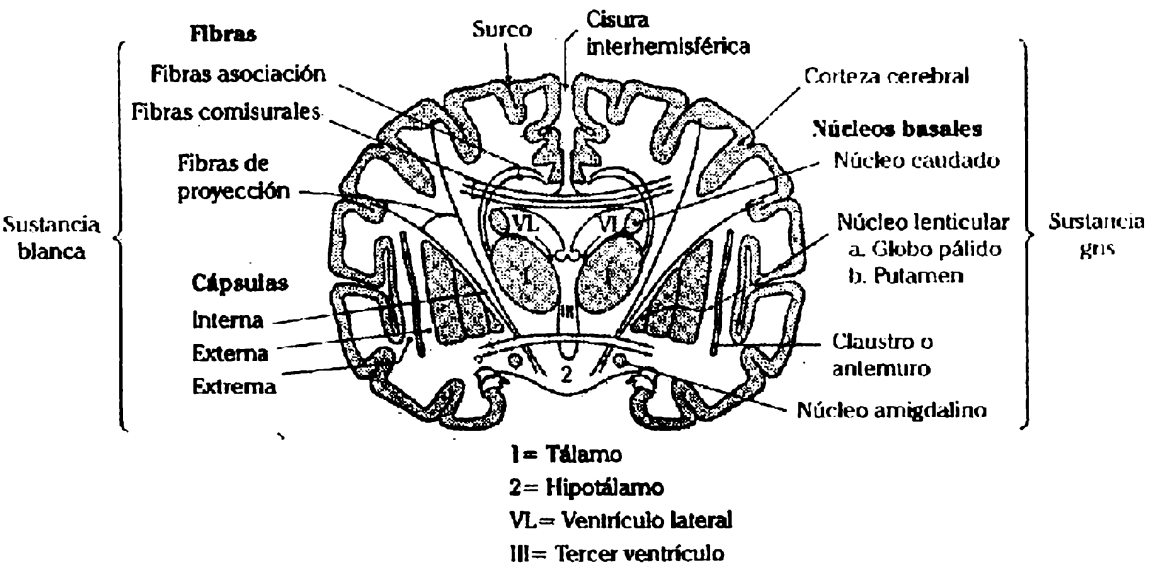


Cerebro

Es la porción más voluminosa del sistema nervioso, de gran complejidad y que le da ciertas características al ser humano de superioridad sobre otras especies de mamíferos, puesto que es el centro de la capacidad creativa, memoria, pensamiento, lenguaje, inteligencia, razonamiento, etc.

El cerebro ocupa el 80% del volumen craneano y tiene un peso aproximado de 1200 g en una persona adulta. Está conformado por dos hemisferios cerebrales y el diencéfalo.

Anatomía de los hemisferios cerebrales



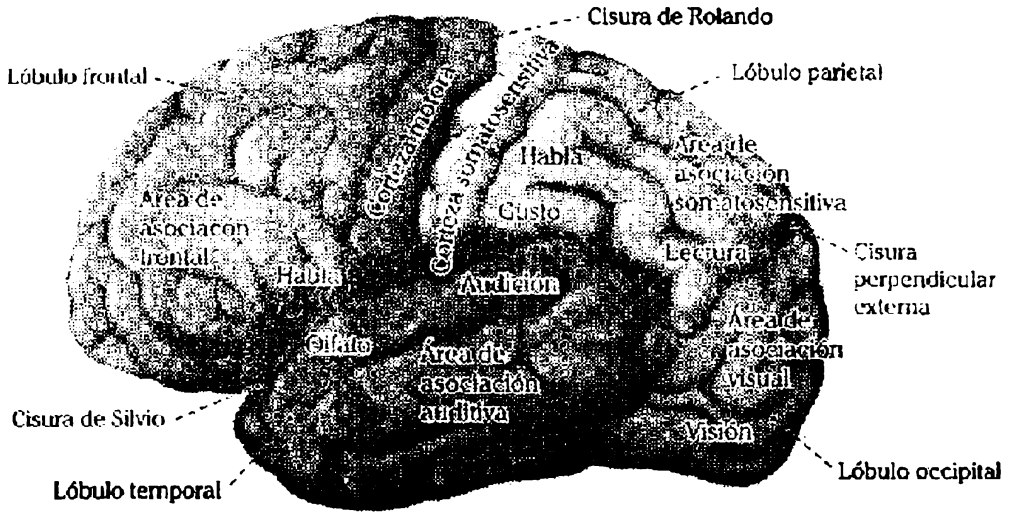
Hemisferios cerebrales

Son las porciones más voluminosas del cerebro, se caracterizan por ser estructuras simétricas separadas entre sí por una gran cisura interhemisférica, a su vez estos se comunican a través del cuerpo calloso. Generalmente el hemisferio izquierdo es el dominante en el 90% de la población mundial, esto debido a la dominancia contralateral, es decir, el hemisferio izquierdo controla al hemicuerpo derecho.

La superficie de los hemisferios cerebrales tiene gran número de repliegues llamadas circunvoluciones o giros, los cuales están separados por surcos (superficiales) y cisuras (profundas). Las cisuras separan entre sí a los lóbulos. Las principales cisuras de cada hemisferio que separan los lóbulos (frontal, parietal, temporal y occipital) son:

- ✓ Cisura de Silvio (lateral). Limita los lóbulos parietal y temporal.
- ✓ Cisura de Rolando (central). Limita los lóbulos frontal y parietal, está relacionado con las áreas motora (prerolándica) y sensitiva (postrolándica).
- ✓ Cisura perpendicular externa. Limita al lóbulo occipital, se encuentra en la parte posterior del hemisferio, también llamada simiana por ser muy manifiesta en los simios.

Lóbulos cerebrales



En su morfología interna se distingue una sustancia gris dispuesta en la corteza cerebral y en los núcleos basales.

a. Corteza cerebral

Recubre la superficie de ambos hemisferios y posee un espesor de 1,5 a 4 mm, presenta seis capas en las cuales están distribuidas aproximadamente 14 mil millones de neuronas. En el área motora de la corteza (área prerolándica) encontramos a las células piramidales gigantes o células de Betz, que son las neuronas que han de originar en parte el haz corticoespinal (piramidal), que se proyecta hacia la parte inferior del cuerpo, terminando en los nervios raquídeos.

La corteza cerebral posee áreas corticales que pueden ser clasificadas como:

Área	Localización	Función
Sensorial	visual primaria	occipital	percepción de imágenes
	auditiva primaria	temporal	percepción de sonidos
	olfatoria primaria	temporal	percepción de olores
	gustativa primaria	parietal	percepción de sabores
	somatosensorial	parietal	percepción de frío, presión, dolor
Motora	somatomotor	frontal	movimientos conscientes
De asociación	de Wernicke	temporal	comprensión del lenguaje
	de Brocca	frontal	lenguaje motor

Las áreas sensoriales reciben impulsos nerviosos generados en los órganos de los sentidos, las áreas somatosensoriales de los receptores sensoriales cutáneo–viscerales. Las áreas motoras controlan los movimientos corporales. Las áreas de asociación reciben y analizan señales procedentes de múltiples regiones de la corteza y estructuras subcorticales. Estas áreas están relacionadas con la inteligencia, la memoria, el razonamiento, etc.

b. Núcleos basales (ganglios basales)

Se encuentran en el interior de los hemisferios cerebrales, están constituidos por los siguientes núcleos: caudado, lenticular (formado por el globo pálido y el putamen), núcleo amigdalino y el claustro o antemuro. Su función es controlar movimientos complejos e involuntarios, formando parte del sistema extrapiramidal.

La sustancia blanca está conformada por fibras de asociación que conectan dos zonas de la corteza cerebral de un mismo hemisferio; fibras comisurales que conectan un hemisferio con el otro (ejemplo: cuerpo calloso) y fibras de proyección que nacen o terminan en la corteza y constituyen las vías ascendentes y descendentes en la conducción del impulso nervioso, como ejemplo tenemos al haz corticoespinal.

Diencéfalo

Ubicado en la parte central e inferior del cerebro, está formado por el tálamo y el hipotálamo.

a. Tálamo

Son dos masas ovoideas formadas por sustancia gris, localizadas a ambos lados del tercer ventrículo. Su función es la de servir de estación de relevo para todos los impulsos sensitivos o sensoriales.

b. Hipotálamo

Se encuentra ubicado por debajo del tálamo y del tercer ventrículo; está compuesto por núcleos cuyas funciones son el control del sistema endocrino, regular la temperatura corporal y la ingesta de los alimentos mediante los centros del hambre y la saciedad. También regula la ingesta de líquidos mediante el centro de la sed y las funciones vegetativas, por tanto, es un centro importante para mantener la homeostasis.

Núcleos hipotalámicos principales	Funciones
Lateral	Su activación ocasiona hambre, su lesión ocasiona hipofagia.
Supraóptico	Secreta hormona antidiurética principalmente.
Paraventricular	Secreta la hormona oxitocina principalmente.
Anterior	Su activación ocasiona sed, además regula la función cardiovascular y temperatura.
Ventromedial	Su activación ocasiona saciedad, su lesión ocasiona hiperfagia.

MENINGES

Las meninges son tres membranas conectivas que recubren el sistema nervioso central (encéfalo y médula espinal) que es de consistencia blanda y semigelatinosa. Comprende la duramadre, aracnoides y piamadre; entre las cuales circula el líquido cefalorraquídeo.

Duramadre

Es la túnica externa, de consistencia firme, está constituida por tejido conectivo denso. Se distinguen:

- ✓ **Duramadre raquídea.** Se extiende desde el agujero occipital hasta la segunda vértebra sacra. Entre ella y la pared del conducto raquídeo se encuentra el espacio epidural que contiene tejidos y vasos sanguíneos.
- ✓ **Duramadre craneal.** Está formada por dos capas, una externa y otra interna. La capa externa o capa perióstica reviste el interior del cráneo, la capa interna o capa meníngea envía tabiques de separación, como lo son la hoz del cerebro, la hoz del cerebelo y la tienda del cerebelo. Entre la capa perióstica y la capa meníngea se ubican los senos venosos de la duramadre.

Aracnoides

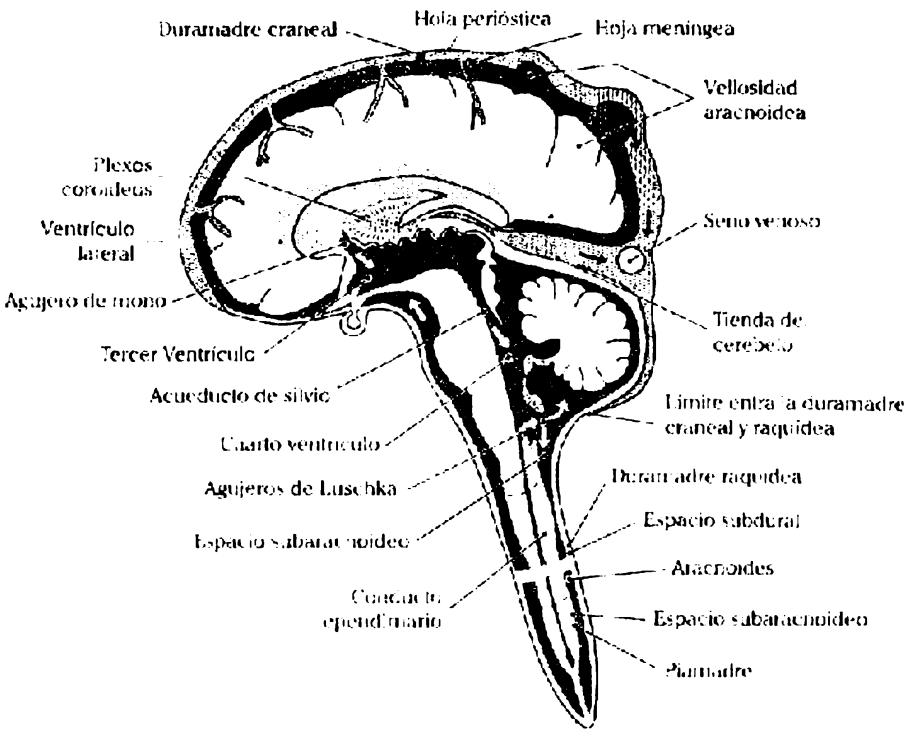
Es la túnica intermedia y está constituida por mesotelio y tejido conectivo, no contiene vasos sanguíneos. La aracnoides está unida a la piamadre por una red de trabéculas y entre ambas se ubica el espacio subaracnoideo, por el cual circula el líquido cefalorraquídeo.

En el trayecto de casi todos los senos venosos de la duramadre se observan proyecciones digitiformes llamadas vellosidades aracnoideas que permiten el drenaje de líquido cefalorraquídeo del espacio subaracnoideo al seno venoso.

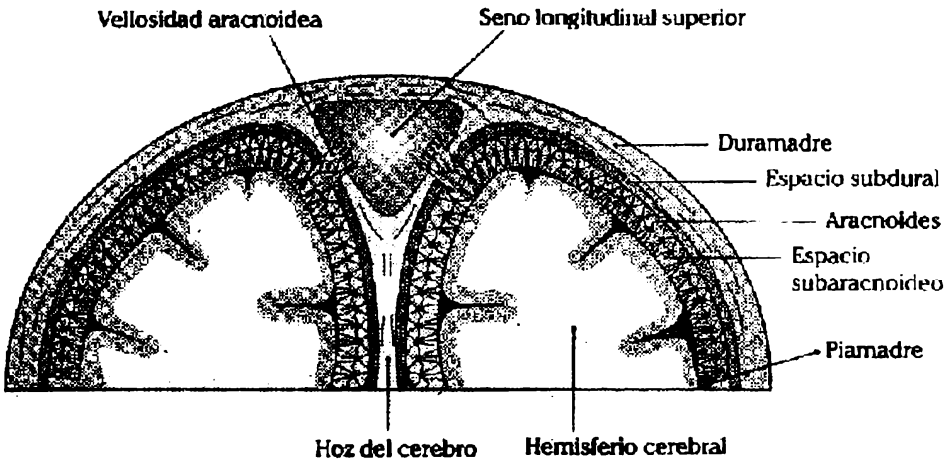
Piamadre

Es la túnica interna y está constituida por tejido conectivo. Presenta vasos sanguíneos que nutren al sistema nervioso central, ya que envuelven íntimamente a la médula espinal y al encéfalo. Está unida al tejido nervioso por prolongaciones de los astrocitos, formando la barrera hematoencefálica.

Circulación de líquido cefalorraquídeo



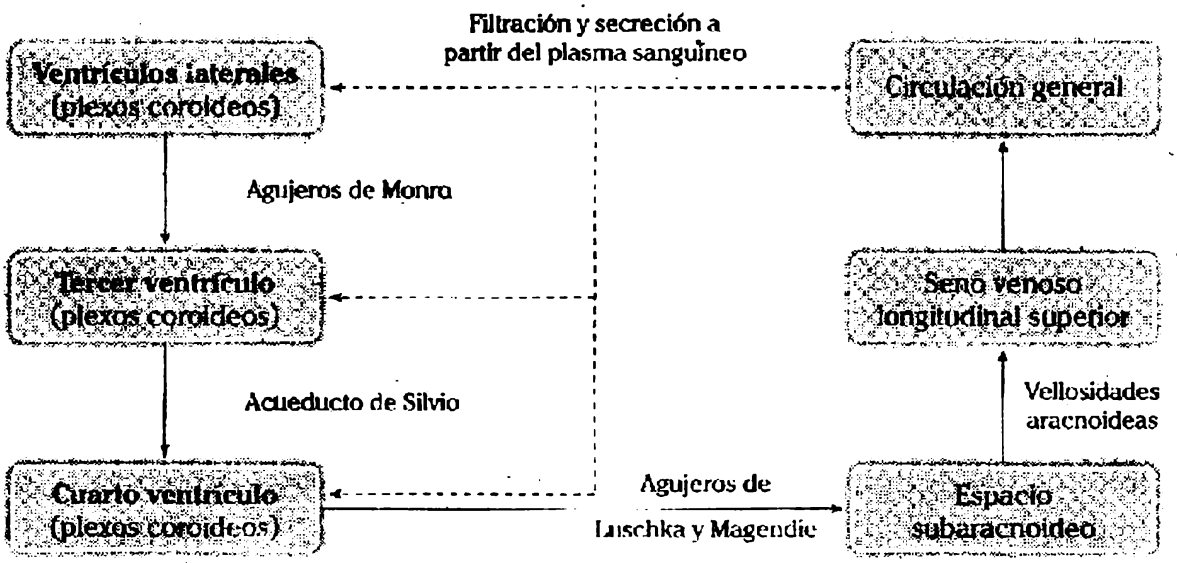
Capas de las meninges



Líquido cefalorraquídeo (LCR)

Es el líquido tisular que circula en las cavidades del sistema nervioso central y el espacio subaracnoideo, rodeando al SNC en toda su extensión, es importante porque disminuye o impide la transmisión de fuerzas de choque hacia el sistema nervioso central, otra función importante es la de transportar nutrientes y desechos. La cantidad total aproximada de LCR es de 150 mL, y está conformado por: agua, glucosa, proteínas, iones, linfocitos.

El LCR es formado por los plexos coroideos (redes de capilares revestidas por células ependimarias) que tapizan los ventrículos encefálicos; siendo los **ventrículos laterales** donde se forma la mayor cantidad de LCR. Diariamente se secretan 500 mL de LCR por lo que este se recambia aproximadamente tres veces al día.



Cuando se interfiere con la circulación y drenaje del LCR (tumor, malformación) desde los ventrículos hacia el espacio subaracnoideo, aumenta la presión a nivel de los ventrículos, cuadro conocido como **hidrocefalia**.

El retorno hacia la circulación sanguínea o absorción se da a nivel de las **vellosidades aracnoideas** ubicadas principalmente en el seno venoso longitudinal superior.

Nervios

Un nervio está constituido por haces de fibras nerviosas que tienen un destino común y un ganglio es una masa de cuerpos neuronales ubicados en el trayecto del nervio.

De acuerdo a su origen aparente	De acuerdo a su función
• Espinales o raquídeos: se originan en la médula espinal. Son 31 pares (todos mixtos). • Craneales: se originan del encéfalo. Son doce pares (tres sensitivos, cuatro mixtos y cinco motores).	• Sensitivos: posee neuronas aferentes que conducen información al SNC. • Motores: poseen neuronas eferentes que sacan información al SNC. • Mixtos: poseen neuronas sensitivas y motoras.

Nervios espinales (raquídeos)

Los nervios raquídeos se originan en la médula espinal, son 31 pares: ocho cervicales, doce dorsales, cinco lumbares, cinco sacros y un par coccígeo. Todos son nervios mixtos y están conectados a la médula mediante dos raíces.

- ✓ Raíz sensitiva (posterior). Formada por fibras aferentes que llegan a la médula espinal. Los cuerpos neuronales de estas fibras están en el ganglio de la raíz dorsal correspondiente.
- ✓ Raíz motora (anterior). Formada por fibras eferentes que emergen de la médula espinal y cuyos cuerpos están en el asta anterior de la médula.

Las raíces dorsal y ventral se unen antes de salir por el agujero intervertebral (dando origen al nervio espinal). Los nervios espinales llevan también fibras del sistema nervioso vegetativo.

Los nervios en su trayecto se van uniendo formando los llamados plexos (redes) que dan origen a otros nervios que continúan el recorrido. Entre los plexos y nuevos nervios destacan:

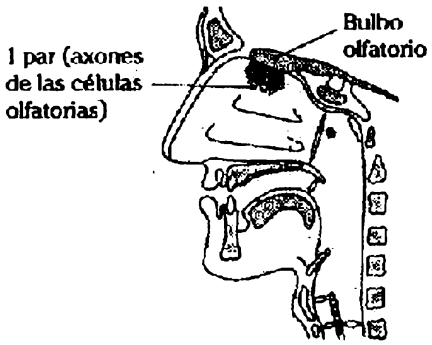
Plexo	Nervios raquídeos	Ejemplo
Cervical	C1-C4	Nervio frénico (inerva al diafragma).
Braquial	C5-D1	Nervio radial (inerva a los músculos extensores del brazo, antebrazo y mano, de sensibilidad a la región posterior del brazo, antebrazo y mano).
Lumbar	L1-L4	Nervio obturador (inerva a los músculos aductores y asegura la sensibilidad de la cara interna del muslo).
Sacro	L4-S4	Nervio ciático (inerva a los músculos flexores de la pierna y a la mayor parte de los músculos del pie. Su territorio sensitivo está relacionado a la pierna y al pie).

Nervios craneales

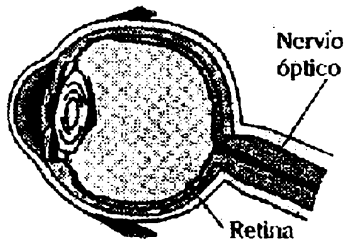
Son doce pares de nervios, de los cuales diez se originan o terminan en el tronco encefálico. Los nervios craneales salen o ingresan por los agujeros de la base del cráneo. Estos pares craneales son los siguientes:

Par craneal	Nombre	Tipo	Origen	Función
I	Olfatorio	sensorial	mucosa olfatoria	olfato
II	Óptico	sensorial	retina	visión
III	Motor ocular común	motor	mesencéfalo	motilidad del globo ocular
IV	Patético o troclear	motor	protuberancia (región posterior)	motilidad del globo ocular
V	Trigémino	mixto	protuberancia anular	rama motora: masticación rama sensitiva: sensibilidad de la cara
VI	Motor ocular externo	motor	surco bulboprotuberancial	motilidad del globo ocular
VII	Facial	mixto	surco bulboprotuberancial	rama motora: inerva a los músculos de la expresión facial rama sensorial: gustación
VIII	Vestíbulo - coclear	sensorial	oído interno	rama coclear: audición rama vestibular: equilibrio
IX	Glosofaríngeo	mixto	bulbo raquídeo	rama motora: deglución rama sensorial: gustación
X	Vago o neumogástrico	mixto	bulbo raquídeo	rama motora: deglución y fonación rama sensorial: gustación
XI	Espinal o accesorio	motor	bulbo raquídeo	rama bulbar: deglución rama espinal: movimiento de hombro y cabeza
XII	Hipogloso	motor	bulbo raquídeo	movimiento de la lengua

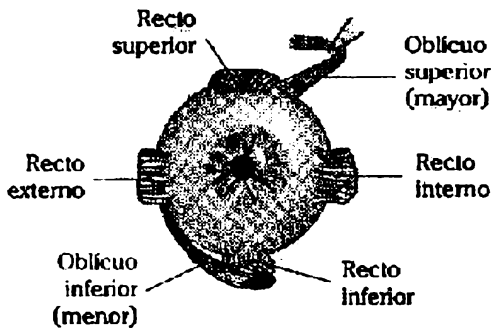
I par: olfatorio (sensorial)



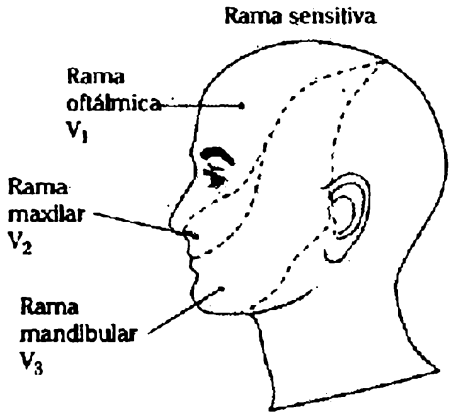
II par: óptico (sensorial)



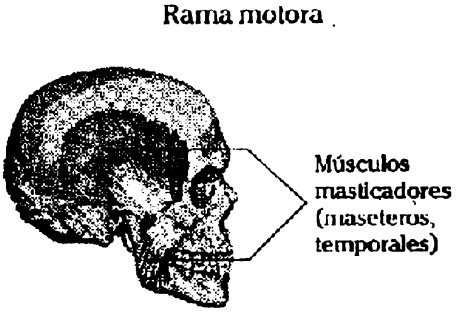
III, IV y VI pares: motores oculares (oculomotores)



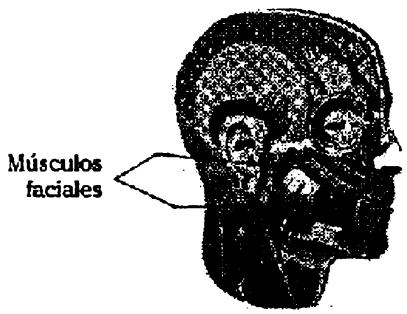
V par: trigémino



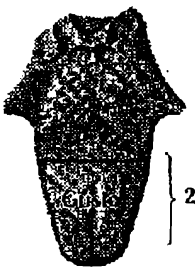
V par: trigémino



VII par: facial



VII par: facial

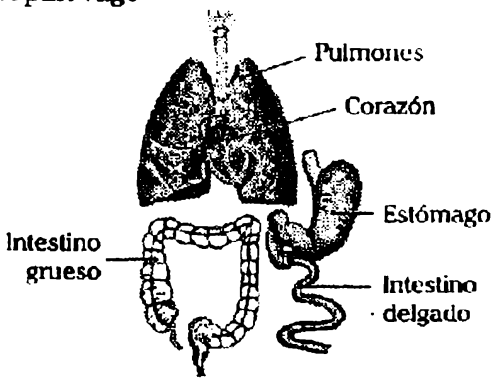


VIII par: cóclco - vestibular

IX par: glosofaríngeo

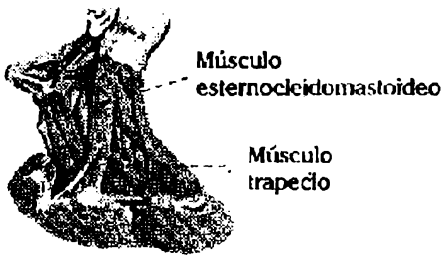
IX par: rama motora (deglución)

X par: vago

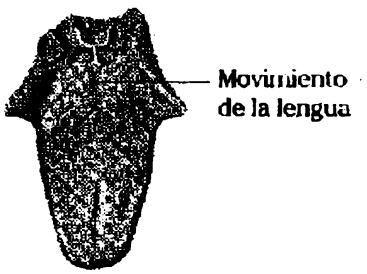


X par: rama sensorial (gusto)

XI par: espinal (motor)



XII par: hipogloso (motor)



Sistema nervioso vegetativo

Es aquella parte del sistema nervioso periférico que envía fibras eferentes para el control de los efectores viscerales (músculo liso, músculo cardiaco y glándulas). En el trayecto, las neuronas preganglionares que emergen del sistema nervioso central establecen sinapsis con otra neurona postganglionar a nivel de los ganglios autónomos. Las neuronas postganglionares establecen sinápsis con los órganos efectores viscerales.

De acuerdo a su estructura y función, el sistema nervioso vegetativo se divide en simpático y parasimpático; actúan en forma complementaria y muchas veces de manera antagónica regulando así la función visceral.

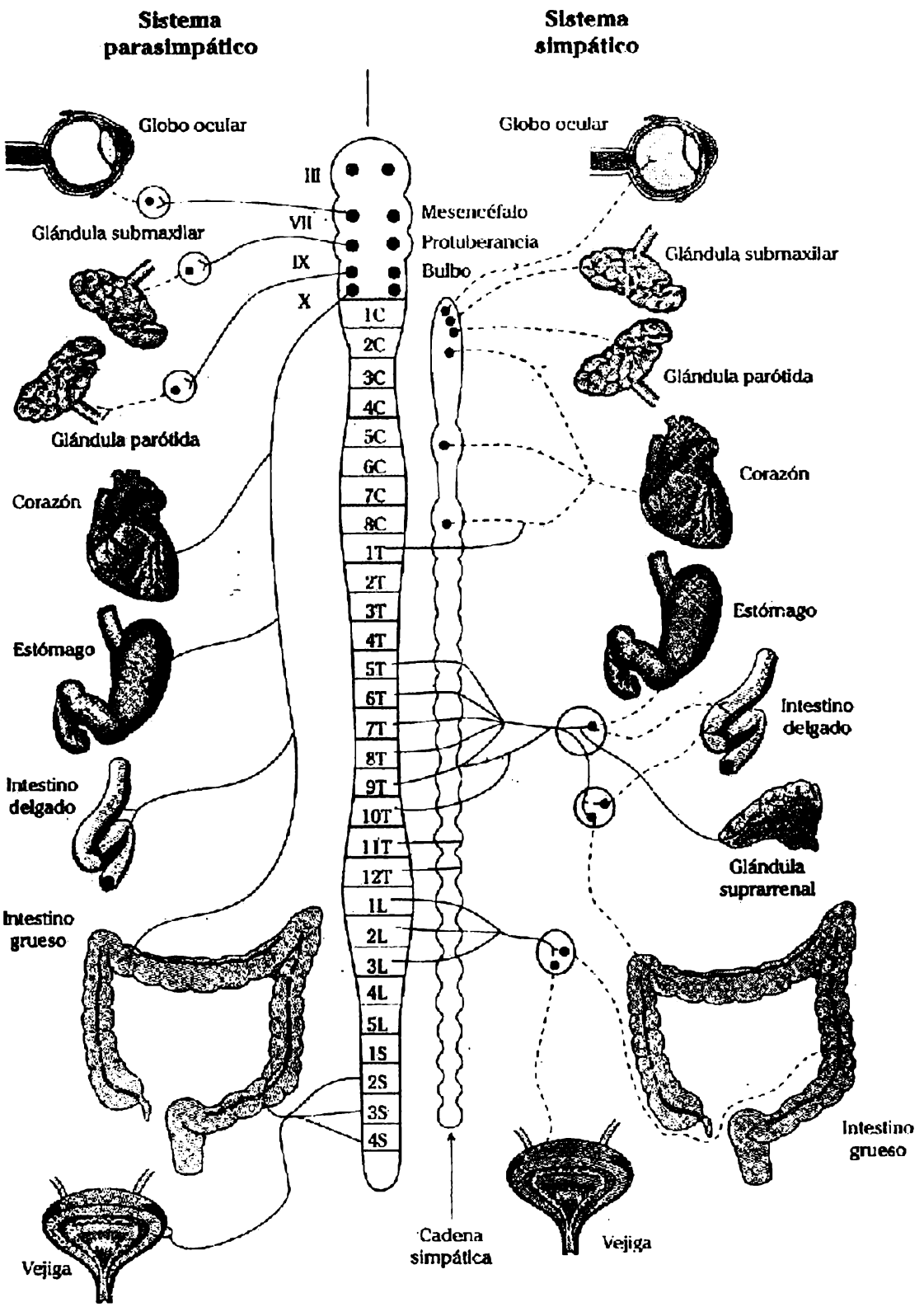
Sistema parasimpático (craneosacro)

Las neuronas preganglionares surgen desde el tronco encefálico y la porción sacra de la médula espinal; descargan acetilcolina al órgano efector.

Sistema simpático (toracolumbar)

Las neuronas preganglionares surgen desde la porción torácica y lumbar de la médula espinal; descargan adrenalina al órgano efector. Sus efectos son importantes para preparar al cuerpo ante situaciones extremas y emociones intensas.

Órgano efector	Efecto simpático	Efecto parasimpático
Globo ocular: pupila Esfínter de iris: (músculo ciliar)	Contracción (midriasis)	Contracción (miosis)
Glándulas salivales	Disminución de la secreción	Aumento de la secreción
Aparato cardiovascular	Aumento de la frecuencia cardiaca (taquicardia) Aumento de la presión arterial (hipertensión)	Disminución de la frecuencia cardiaca (bradicardia)
Aparato respiratorio	Broncodilatación Aumento de la frecuencia respiratoria	Broncoconstricción Disminución de la frecuencia respiratoria
Aparato digestivo • Tubo digestivo: motilidad • Esfínteres • Secreción • Vesícula biliar • Esfínter de Oddi	 Disminución Contracción Inhibición Relajación Contracción	 Aumento Relajación Estimulación Contracción (secreción de bilis) Relajación (secreción de jugo pancreático)
Vejiga urinaria • Músculo detrusor • Esfínteres	 Relajación Contracción	 Contracción Relajación
Médula suprarrenal	Secreción de adrenalina y noradrenalina	


Sistema parasimpático
Sistema simpático
Globo ocular
Glándula submaxilar
Glándula parótida
Corazón
Estómago
Intestino delgado
Intestino grueso
Vejiga
III
VII
IX
X
Mesencéfalo
Protuberancia
Bulbo
1C
2C
3C
4C
5C
6C
7C
8C
1T
2T
3T
4T
5T
6T
7T
8T
9T
10T
11T
12T
1L
2L
3L
4L
5L
1S
2S
3S
4S
Cadena simpática
Globo ocular
Glándula submaxilar
Glándula parótida
Corazón
Estómago
Intestino delgado
Glándula suprarrenal
Intestino grueso
Vejiga

Sistema sensorial

Es un conjunto de órganos cuya función es captar estímulos externos e internos y transformarlos en impulsos nerviosos, que serán conducidos a áreas específicas del cerebro para su interpretación. Las sensaciones son percepciones que nos permiten la comunicación con el medio externo. El sistema sensorial está conformado por:

Receptores sensoriales

Células o terminaciones nerviosas especializadas en captar estímulos (luz, sonidos, presión, etc.) y transformarlos en impulsos nerviosos, proceso conocido como transducción.

Es característico de los receptores sensoriales su **especificidad** a un tipo de estímulo y su **adaptación** o disminución de la respuesta del receptor cuando se mantiene el estímulo un tiempo prolongado.

Se denomina **estímulo** a todo cambio en el medio (energía) capaz de despertar una reacción en el sistema nervioso (ejemplo: luz, calor, sonido, etc.).

Los receptores sensoriales pueden ser:

Tipos		Ubicación	Captan
Según su ubicación	Exterorreceptores	Cerca de la superficie corporal.	Estímulos externos.
	Viscerorreceptores (interorreceptores)	Vísceras y vasos sanguíneos.	Presión arterial, concentración de glucosa, sales y gases en sangre, etc.
	Propioceptores	Músculos, tendones y articulaciones.	Posición y movimiento de las articulaciones y músculos.
Según el tipo de estímulo	Mecanorreceptores	Piel.	Deformaciones.
	Termorreceptores	Piel.	Variaciones térmicas (calor o frío).
	Fotorreceptores	Retina visual.	Radiación luminosa.
	Quimiorreceptores	Mucosa olfatoria y botones gustativos.	Sustancias químicas volátiles, líquidas o sólidas.
	Nocirreceptores		Daño de los tejidos.

Vías sensoriales aferentes

Conjunto de fibras nerviosas que conducen el impulso nervioso hacia el sistema nervioso central. Estas vías tienen las siguientes características:

- ✓ Algunas vías son cruzadas, conducen la información hacia el hemisferio contralateral (lado contrario a donde se captó el estímulo).
- ✓ Todas las vías sensoriales hacen sinapsis en el tálamo, excepto las sensaciones olfatorias.
- ✓ Toda sensación consciente termina en la corteza cerebral.
- ✓ Existe un vía específica para cada tipo de sensación.

Corteza sensorial

Región de la corteza cerebral encargada de interpretar los impulsos nerviosos en **sensaciones.** En las sensaciones generales los receptores no forman órganos especiales, sino que están dispersos en la piel, tejido conjuntivo, córnea, músculos, tendones, articulaciones y vísceras. En las sensaciones especiales sus receptores forman los órganos de los sentidos.

Sensaciones olfatorias

Son sensaciones cuyos receptores están ubicados en la mucosa olfatoria (parte superior de las fosas nasales). Es el sentido menos desarrollado en el ser humano.

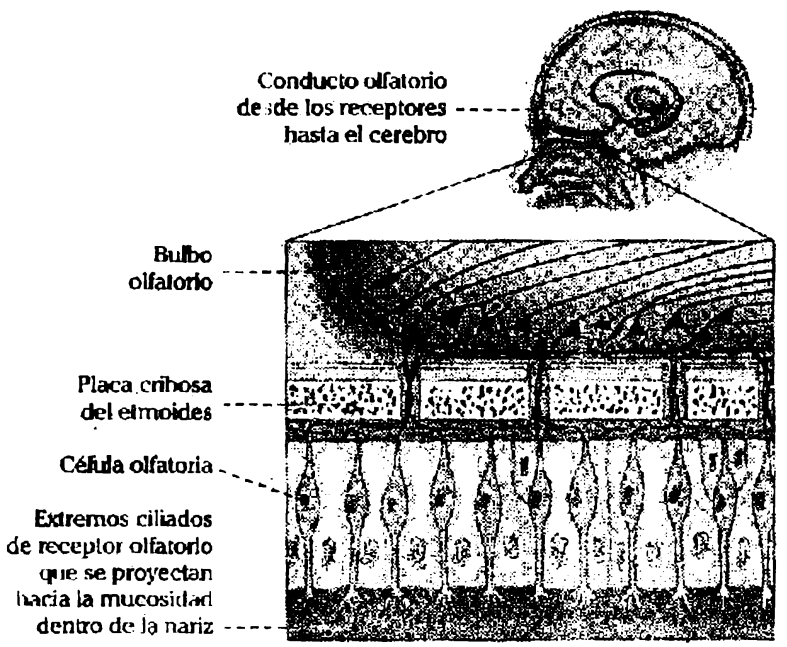
Receptores olfatorios

Están localizados en el epitelio de la mucosa olfatoria (pituitaria amarilla) de las fosas nasales, son neuronas bipolares (células olfatorias) quienes se encuentran acompañadas por células basales y sustentaculares.

Vía olfatoria

Conformada por los axones de las células olfatorias (I par craneal), atraviesan la lámina cribosa del hueso etmoides para hacer sinapsis con las **células mitrales** del bulbo olfatorio; a su vez los axones de estas últimas células forman la cintilla olfatoria que termina en la corteza olfatoria del lóbulo temporal.

Vía olfatoria



Desde las terminales sensoriales de receptores olfatorios en la nariz hasta la corteza en el sistema límbico. Los axones receptores atraviesan huecos en una placa ósea entre el recubrimiento de las cavidades nasales y el cerebro.

Fisiología olfatoria

Las sustancias volátiles se disuelven en la capa de moco que recubre la mucosa olfatoria y son captadas por quimiorreceptores de las células olfatorias, generando un impulso nervioso. El nervio olfatorio conduce la señal olfatoria hacia las células mitrales del bulbo olfatorio, donde es relevada hacia la corteza olfatoria del lóbulo temporal, donde es integrada e interpretada.

Sensaciones gustativas

Son sensaciones cuyos receptores sensoriales se encuentran en el dorso de la lengua.

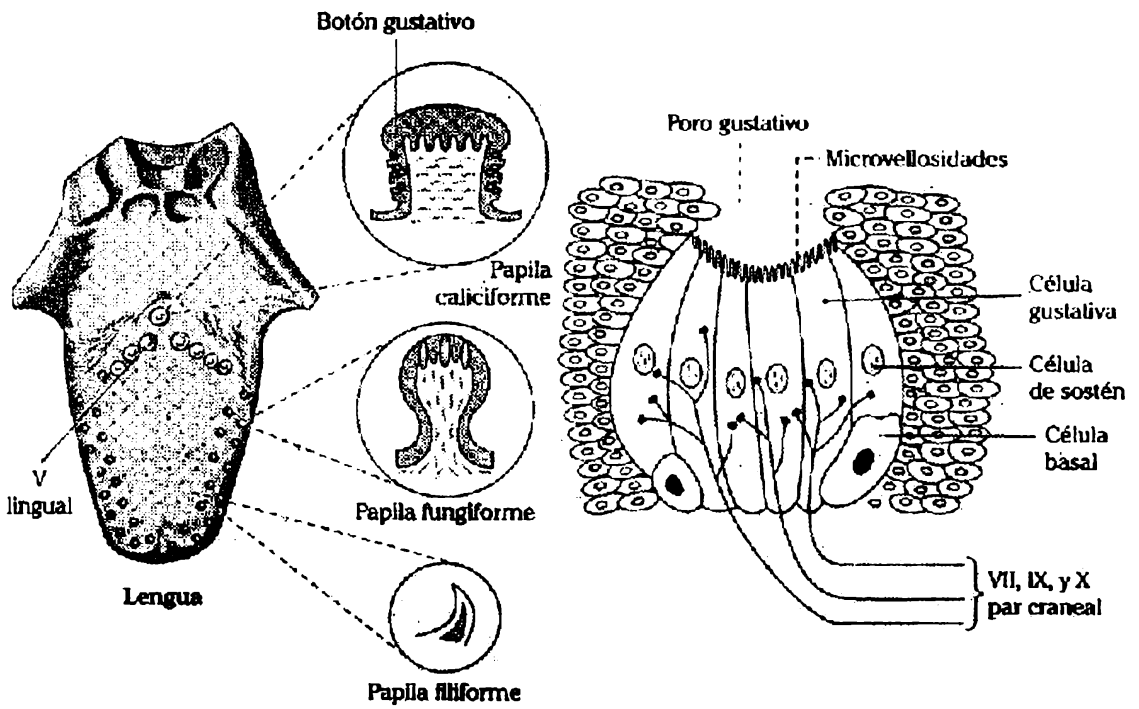
Receptores gustativos

Son células neuroepiteliales que presentan microvellosidades con quimiorreceptores. Estas células junto con las células basales y sustentaculares forman los botones gustativos.

Los botones gustativos son estructuras ovoideas que se ubican principalmente en las papilas linguales y en menor número en el paladar, faringe e inicio del esófago. Las papilas linguales pueden ser de tres tipos:

- ✓ **Papilas caliciformes (circunvaladas).** Se ubican en la base de la lengua, son de ocho a doce y forman la V lingual. Presentan aproximadamente cien botones gustativos cada una.
- ✓ **Papilas fungiformes.** Se ubican en la punta y bordes de la lengua. Presentan aproximadamente cinco botones gustativos cada una.
- ✓ **Papilas filiformes.** Se ubican en los dos tercios anteriores de la lengua. Son las más abundantes, sin embargo no presentan ningún botón gustativo y participan en el tacto.

Lengua y botones gustativos



Existen cuatro sabores básicos que pueden ser captados con mayor intensidad en ciertas partes de la lengua: dulce (punta); ácido-salado (bordes laterales); amargo (base de la lengua).

Vía gustativa

Conformada por fibras de los nervios craneales VII (facial), IX (glosofaríngeo) y X (neumogástrico o vago) del tronco cerebral, que son relevados en el tálamo hacia la corteza gustativa localizada en el lóbulo temporal.

Fisiología gustativa

Los quimiorreceptores de las células gustativas captan sustancias químicas disueltas en la saliva y generan impulsos nerviosos que son transmitidos a las terminaciones nerviosas de los pares craneales VII, IX y X del tronco cerebral, quienes conducen los impulsos hacia al tálamo, donde son relevados hacia el área gustativa del lóbulo parietal donde es integrada e interpretada la percepción gustativa.

Sensaciones visuales

Son un tipo de sensaciones especiales cuyos receptores sensoriales (fotorreceptores) se ubican en el globo ocular.

Globo ocular

Son dos órganos que se encuentran en las cavidades orbitarias del cráneo. El ojo se compone de tres túnicas concéntricas y los medios refringentes. Las túnicas nerviosas de afuera hacia adentro son:

a. Túnica fibrosa

Es la túnica externa del globo ocular, gruesa y resistente, conformada por una parte anterior llamada córnea y una parte posterior llamada esclerótica.

- ✓ **Córnea (ventana del ojo).** Membrana transparente y avascular, cubre parte de la región anterior del globo ocular. Se une a la esclerótica mediante el limbo.
- ✓ **Esclerótica (blanco del ojo).** Capa resistente, opaca y posterior, cubre la región posterior del globo ocular. Está en contacto con la cápsula de Tenon (TCD) que la envuelve por fuera y en la cual se insertan los músculos oculomotores.

b. Túnica vascular

Capa media del ojo, conformada por tres porciones:

- ✓ **Iris.** Diafragma muscular de forma circular, regula el paso de la luz a través de un agujero central denominado pupila. Está constituido por dos músculos: el esfínter de la pupila (inervado por fibras parasimpáticas) y el dilatador de la pupila (inervado por fibras simpáticas).

  Cuando la luz que incide sobre el ojo es muy intensa la pupila se contrae (miosis) para proteger a la retina de la sobreexcitación.
- ✓ **Cuerpo ciliar.** Constituido por el músculo ciliar y los procesos ciliares. El músculo ciliar es inervado por fibras parasimpáticas y actúa en la acomodación del cristalino. Los procesos ciliares (repliegues de tipo glandular) se encargan de producir el humor acuoso.
- ✓ **Coroides.** Situado entre la esclerótica y la retina, está constituido por tejido conectivo laxo, tiene abundantes vasos sanguíneos que nutren a la retina y a la esclerótica.

c. **Túnica nerviosa o retina**

Es la capa más interna, está conformada por diez capas celulares, destacando el epitelio pigmentario y las neuronas fotorreceptoras (conos y bastones) especializadas en captar estímulos luminosos y transformarlos en impulsos nerviosos.

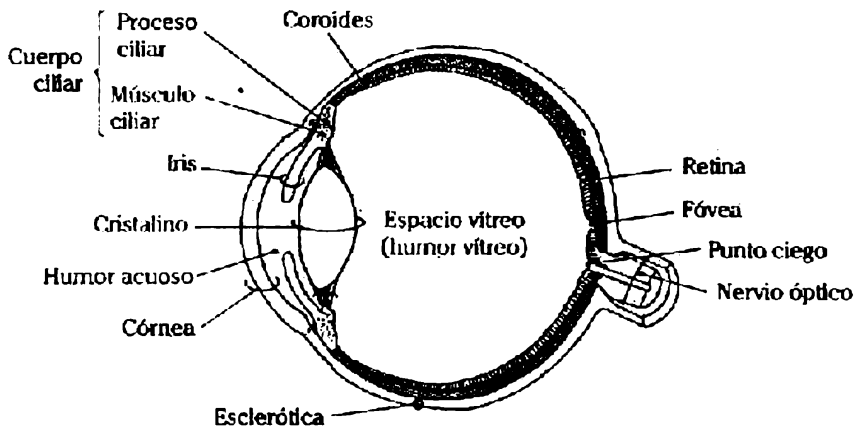
En la retina se aprecia la fóvea, porción más angosta de la retina constituida solo por conos y zona de mayor agudeza visual. También el punto ciego (mancha ciega o papila óptica), insensible a la luz debido a que no posee fotorreceptores, es la zona por la cual emerge el nervio óptico.

d. **Medios refrigentes**

Componentes traslucidos que permiten el paso de la luz hacia la retina, están conformados por: córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo.

- ✓ **Humor acuoso.** Ocupa el compartimiento anterior del ojo. Es un líquido de composición similar al plasma, formado por los procesos ciliares. Una vez formado pasa a la cámara posterior, luego atraviesa la pupila para dirigirse a la cámara anterior, donde es drenado por los conductos de Schlemm hacia la sangre.
- ✓ **Cristalino.** Lente biconvexa, transparente y avascular; fijado a los músculos ciliares por la zónula de Zinn. La acomodación de esta lente permite el enfoque visual de los objetos.
- ✓ **Humor vítreo.** Ocupa el compartimiento posterior del ojo, es un líquido de consistencia gelatinosa que contiene agua, ácido hialurónico y colágeno.

Estructura del ojo



Receptores visuales

Luego de atravesar los medios refrigentes, la luz llega a la retina y estimula a los conos y bastones.

a. **Los bastones**

Son neuronas con una dendrita cilíndrica, importantes para la visión en blanco y negro en condiciones de luz escasa (visión escotópica o en penumbra). El número total de bastones aproximado es de 100 a 125 millones.

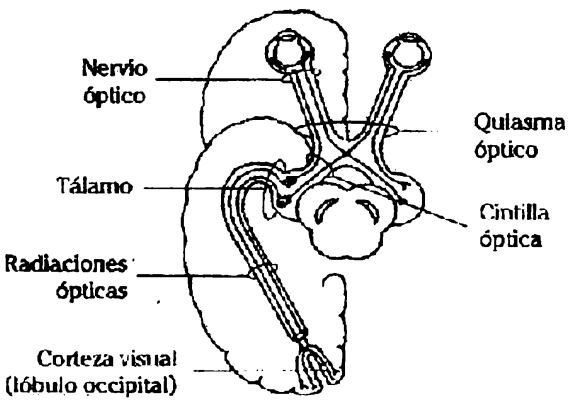
Posee un pigmento visual llamado rodopsina, constituida por escotopsina (proteína) y retineno (derivado de la vitamina A).

b. Los conos

En un número aproximado de 6 millones, proporciona la visión del color y la agudeza visual. En los conos hay pigmentos iodopsinas para la visión diurna, y están en relación con tres colores básicos del espectro: la eritropsina para la absorción del rojo, la cloropsina para la absorción para el verde y la cianopina para la absorción del azul.

Vías visuales

Retina → nervio óptico → quiasma óptico → cintilla óptica → tálamo → corteza visual (occipital)



Fisiología de la visión

a. Formación de la imagen en la retina

La luz reflejada por un objeto atraviesa los medios refringentes sufriendo desviación. La acomodación o modificación de la curvatura del cristalino permite que dicha luz refractada (desviada) llegue a la retina, especialmente en la fóvea. La imagen de un objeto en la retina es más pequeña e invertida en relación con el objeto.

b. Transducción visual

Los conos y bastones son los responsables de transformar los estímulos luminosos en impulsos nerviosos. La luz degrada los pigmentos visuales, estimulando la generación y conducción de impulsos nerviosos.

c. Conducción al SNC

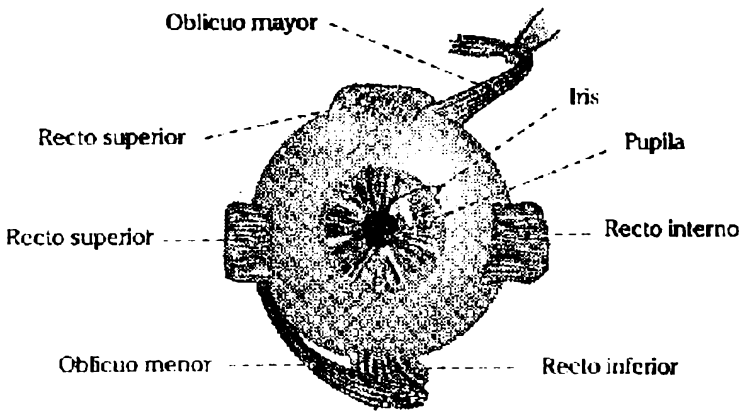
Los impulsos nerviosos son enviados por los nervios ópticos de ambos ojos y relevados a nivel del tálamo hacia el área visual de la corteza del lóbulo occipital, donde es integrado e interpretado originando la percepción visual.

A pesar de que la imagen se forma invertida en la retina, es la corteza la que permite distinguir la verdadera ubicación de los objetos en el espacio.

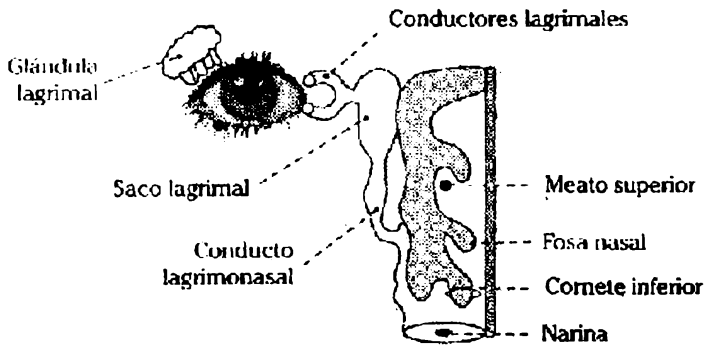
Anexos del globo ocular

- ✓ **Músculos extrínsecos.** Comprende a los músculos palpebrales que mueven los párpados y los músculos oculomotores: recto externo, recto interno, recto superior, recto inferior, oblicuo superior (mayor) y oblicuo inferior (menor).
- ✓ **Aparato lagrimal.** Conformado por: glándulas lagrimales, que elaboran las lágrimas para lubricar la parte anterior del globo ocular; y la vía lagrimal, que conduce las lágrimas hacia el meato inferior de la fosas nasales.
- ✓ **Párpados.** Son dos, superior e inferior. Cubre a los ojos durante el sueño y lo protegen de la luz excesiva.
- ✓ **Conjuntiva.** Es una fina membrana protectora que tapiza el polo anterior del globo ocular (excepto a nivel de la córnea) y la de la superficie interna de los párpados.
- ✓ **Pestañas.** Salen del borde de cada párpado y junto con las cejas protegen al ojo del ingreso de cuerpos extraños y sudor.

Músculos oculomotores



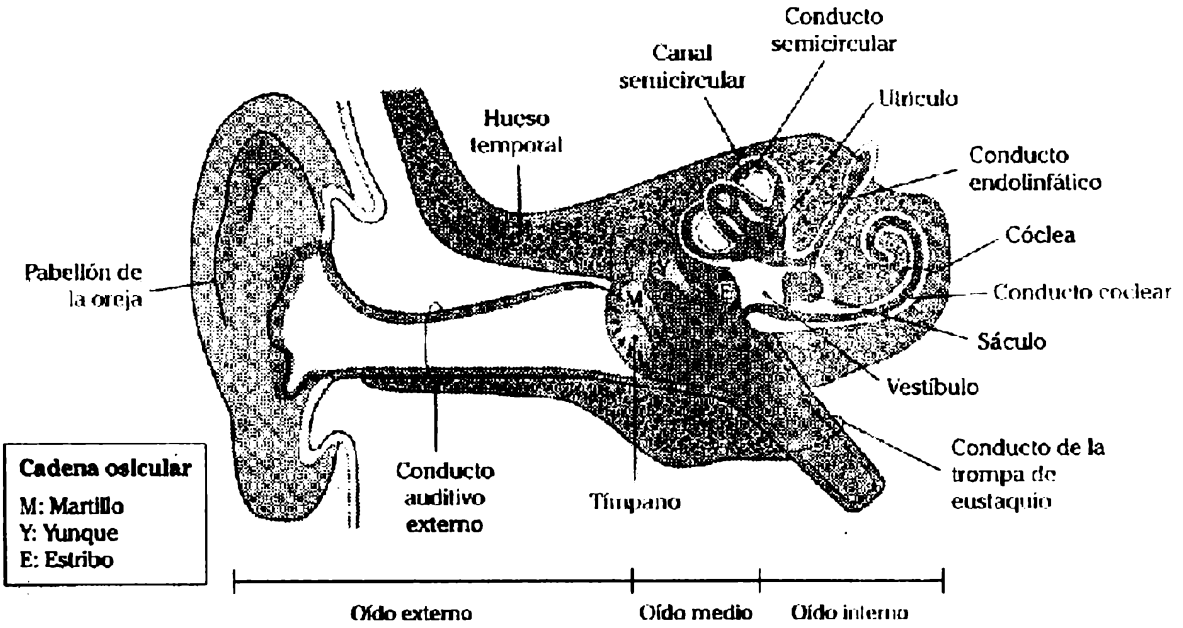
Aparato lagrimal



Sensaciones auditivas y del equilibrio

El oído va a compartir dos funciones sensoriales porque posee receptores tanto para las ondas sonoras como para el equilibrio. Desde el punto de vista anatómico, se divide al oído en tres regiones principales: oído externo, oído medio (caja timpánica) y oído interno.

Estructura del oído



Oído externo

Favorece la captación de las ondas sonoras y las dirige hacia el interior del oído, está constituido por:

- ✓ **Pabellón auricular (oreja).** Cartílago elástico en forma de trompeta recubierto por una gruesa capa de piel. Debido a su forma orienta las ondas sonoras hacia el interior del conducto auditivo externo.
- ✓ **Conducto auditivo externo.** Estructura tubular de unos 2.5 cm de longitud, alojados en el hueso temporal. Va desde el pabellón auricular hasta el tímpano. Cerca de la abertura exterior posee pelos delgados y glándulas ceruminosas (secretan el cerumen del oído) que evitan el ingreso de cuerpos extraños al interior del oído.

Oído medio (caja del tímpano)

Cavidad del hueso temporal, separado del oído externo por el tímpano, del oído interno por una lámina ósea delgada que incluye dos pequeñas aberturas: la ventana vestibular (ventana oval) y la ventana coclear (ventana redonda). El oído medio se comunica con la nasofaringe a través de la trompa de Eustaquio (tuba faríngea) de 3 a 4 cm, cuya función es equilibrar la presión de ambos lados de la membrana timpánica.

En su estructura destacan:

- ✓ **Membrana timpánica (timpano).** Es una membrana delgada, oval y transparente cuya función es trasmitir las vibraciones hacia la cadena de huesecillos.
- ✓ **Huesecillos auditivos (cadena osicular).** Son tres en cada oído medio: el martillo, el yunque y el estribo, que forman una cadena continua. El mango del martillo está adosado a la membrana timpánica, su cabeza se articula con el cuerpo del yunque, que a su vez hace lo propio con el estribo. La base del estribo encaja en la ventana oval, siendo el estribo el huesecillo más pequeño y que más movimiento realiza.

Oído interno (laberinto)

Ubicado al interior del peñasco del temporal, está formado por un laberinto óseo con líquido perilinfa, y en cuyo interior está suspendido un laberinto membranoso lleno de líquido endolinfa.

- ✓ **Laberinto óseo.** Formado por una cavidad central (vestíbulo) en el que desembocan los tres canales semicirculares y de él parte un tubo enrollado conocido como cóclea o caracol.
- ✓ **Laberinto membranoso.** Serie de sacos y tubos cerrados incluidos en el laberinto óseo donde se distinguen:
  - El utrículo y sáculo ocupando el vestíbulo y en cuyas paredes se encuentran unas manchas llamadas máculas, que constituyen los receptores del equilibrio estático.
  - Los conductos semicirculares que salen del utrículo y están contenidos en los canales semicirculares óseos. Presentan en uno de sus externos una dilatación llamada ampolla en cuyo interior está la cresta ampular o acústica, formado por el epitelio neurosensorial para el equilibrio dinámico.
  - El conducto coclear que emerge del sáculo y está localizado dentro del caracol óseo, posee el órgano de Corti (órgano espiral de Corti), conjunto de células neuroepiteliales especializadas en captar las vibraciones que llegan por la perilinfa y que son transmitidas a la endolinfa del conducto coclear por la membrana vestibular. Es el órgano sensorial de la audición.

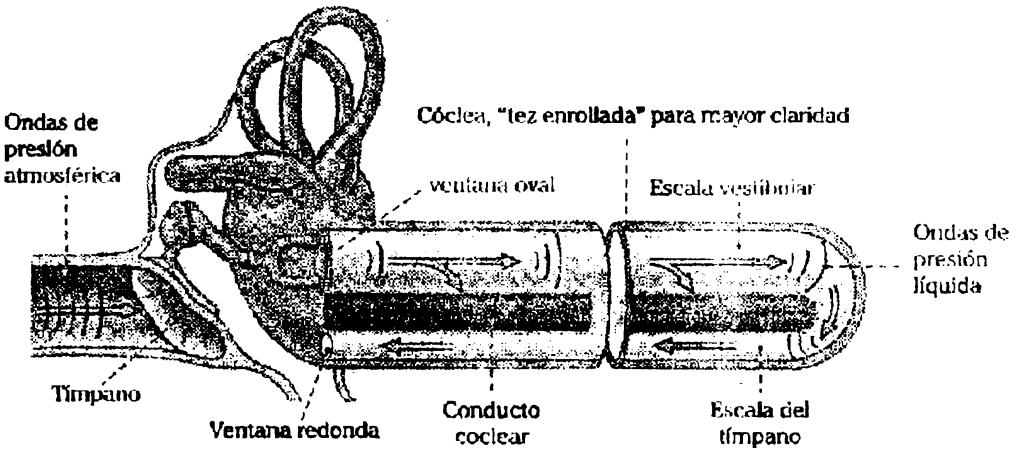
Funcionalmente el oído interno se divide en dos regiones: una región coclear o auditiva, constituida por la cóclea y el conducto coclear, y una región vestibular relacionada con el equilibrio, constituida por el vestíbulo y los canales semicirculares en su porción ósea y por el utrículo, el sáculo y los conductos semicirculares, en su porción membranosa.

Fisiología de la audición

Las ondas sonoras que llegan a la membrana timpánica hacen que esta comience a vibrar; esta vibración es transmitida a los huesecillos auditivos (martillo, yunque y estribo). La vibración del estribo hace que la ventana vestibular se mueva hacia adentro y afuera, originando movimientos ondulatorios de la perilinfa hacia el conducto coclear.

La presión ejercida por la perilinfa origina el aumento de la presión de la endolinfa dentro del conducto coclear haciendo que las células ciliadas del órgano de Corti se muevan hacia la membrana tectoria, generándose el impulso nervioso.

Los impulsos nerviosos viajan a continuación por la porción coclear del nervio vestíbulo-coclear (VIII par craneal) dirigiéndose hacia el tálamo para su relevo a la corteza auditiva del lóbulo temporal, donde es integrada e interpretada como percepción auditiva.



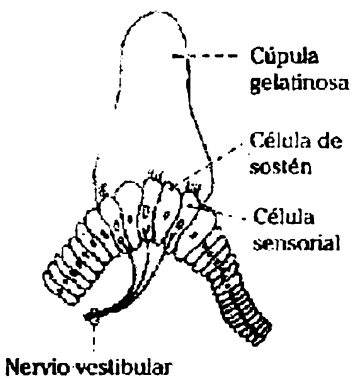
Fisiología del equilibrio

Los órganos receptores del equilibrio son el sáculo, el utrículo y los conductos semicirculares. Existen dos tipos de equilibrio:

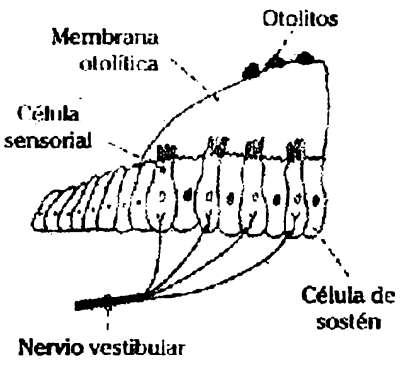
- ✓ **Equilibrio estático.** Genera la información concerniente a la orientación de la cabeza en el espacio y es esencial para la conservación de la postura. La mácula es el receptor del equilibrio estático, que a través de sus cilios capta los movimientos que ocurren en la membrana otolítica en respuesta a movimientos de la cabeza.
- ✓ **Equilibrio dinámico.** Es captado por las crestas ampulares. Se refiere a la conservación de la posición corporal como respuesta a movimientos súbitos.

Estos estímulos son transformados en impulsos nerviosos que luego son conducidos por la rama vestibular del VIII par craneal. La mayoría de estas fibras penetran en el tronco encefálico y terminan en la protuberancia, el resto de las fibras alcanza el cerebelo. Desde el cerebelo se envían continuos impulsos nerviosos hacia el área motora de la corteza cerebral. De ahí parten impulsos nerviosos que van a controlar determinados músculos con el fin de mantener el equilibrio.

Cresta ampular



Mácula



Sensaciones cutáneas

Son captadas por los receptores cutáneos, los que tienen una distribución variable en la piel que cubre las diferentes regiones del cuerpo. Solo se capta una sensación donde hay un receptor, por lo que se dice que las sensaciones cutáneas tienen una distribución punteada.

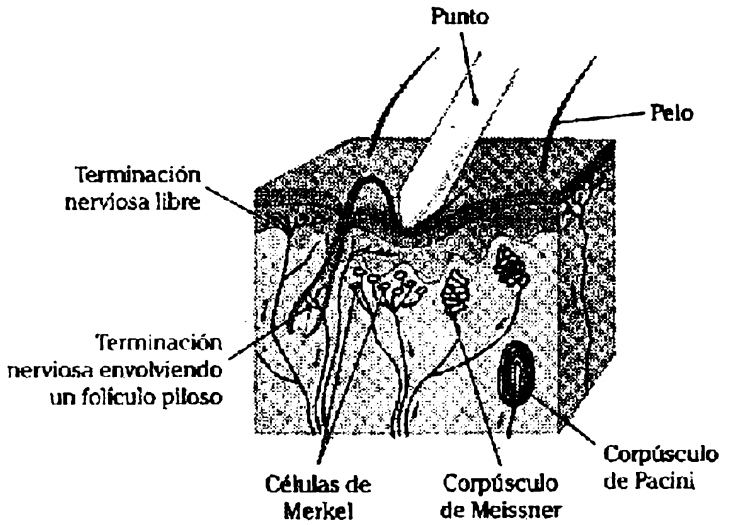
Receptores cutáneos

a. **Mecanorreceptores**
   Los receptores principales del **tacto** son los corpúsculos de Meissner (tacto fino) y discos de Merkel (en la piel sin pelos), estos receptores son más abundantes en las palmas de las manos, las yemas de los dedos y los plexos peritriquiales (en la piel con pelos).
   Los principales receptores de la **presión** son los corpúsculos de Vater Pacini que se encuentran en la hipodermis.

b. **Termorreceptores**
   Los principales receptores de variaciones de la temperatura son las terminaciones libres. Unos son receptores específicos para el calor (Ruffini) y otros para el frío (Krause).

c. **Nociceptores**
   Son terminaciones nerviosas libres especializadas en reaccionar ante el daño tisular (mecánico, químico o térmico).

Receptores de la piel



Sistema locomotor

Es un sistema formado por el esqueleto, músculos y articulaciones que permite la locomoción o desplazamiento del organismo.

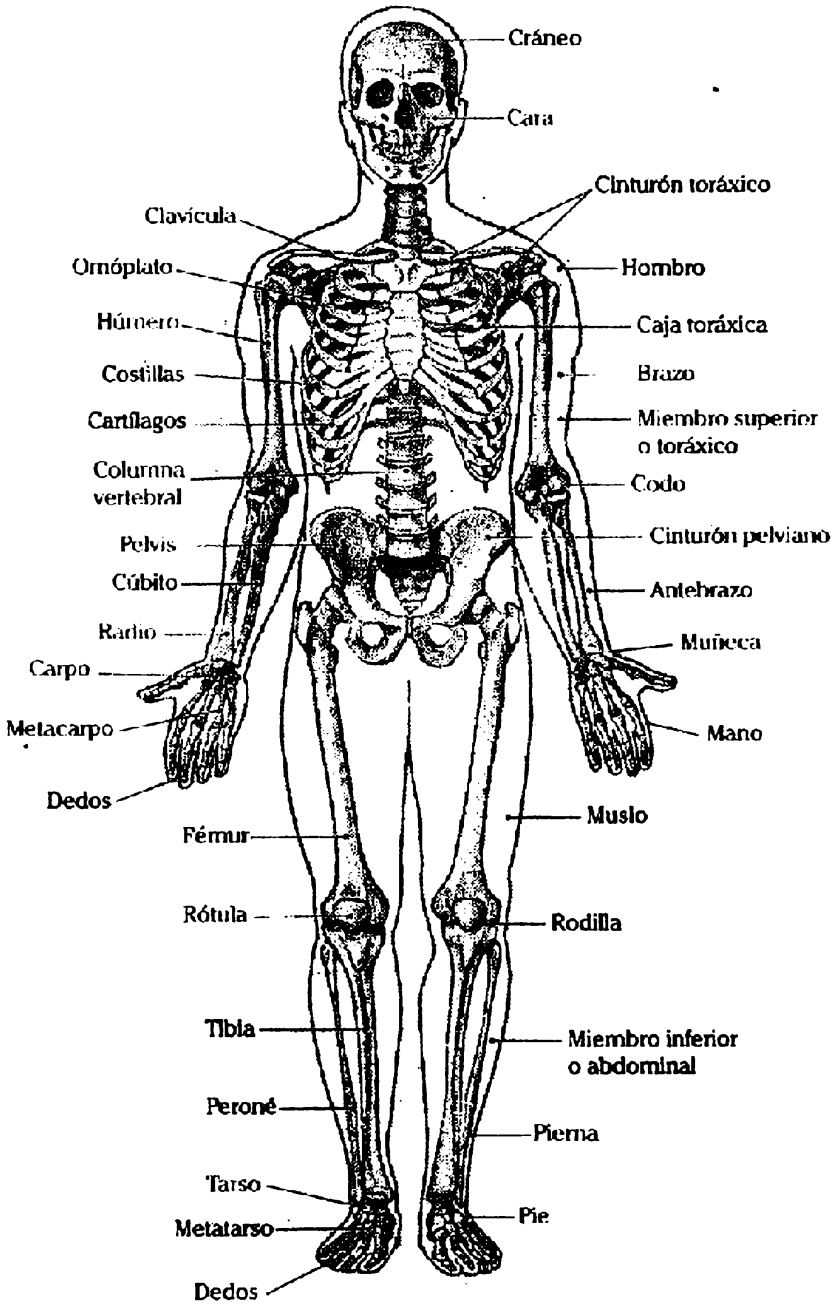
Esqueleto o sistema óseo

El esqueleto está formado por un conjunto de huesos que son órganos blanquecinos, duros y resistentes que sirven de sostén a los músculos. El esqueleto humano está formado por 206 huesos que se agrupan en esqueleto axial y esqueleto apendicular.

El esqueleto es el elemento pasivo de la locomoción, se trata del armazón estructural del cuerpo, almacena calcio y participa en la hematopoyesis.

	Regiones del esqueleto	Huesos	Cantidades	Total
Esqueleto axial	Cabeza	Cráneo	-	8
		Cara	-	14
	Hioides	-	-	1
	Huesecillos del oído medio	Martillo	2	6
		Yunque	2	
		Estribo	2	
	Columna vertebral	Cervicales	7	26
		Dorsales	12	
		Lumbares	5	
		Sacro (5 soldados)	1	
		Cóccix (4 soldados)	1	
	Tórax	Esternón	1	25
		Costillas	24	
Esqueleto apendicular	Cintura escapular	Clavícula	2	4
		Omóplato	2	
	Extremidades superiores	Húmero	2	60
		Cúbito	2	
		Radio	2	
		Carpo	16	
		Metacarpo	10	
		Falanges	28	
	Cintura pélvica	Coxal (ilíaco)	2	2
	Extremidades inferiores	Fémur	2	60
		Peroné	2	
		Tibia	2	
		Rótula	2	
		Tarso	14	
		Metatarso	10	
		Falanges	28	
TOTAL				206

Esqueleto humano



Huesos del cráneo

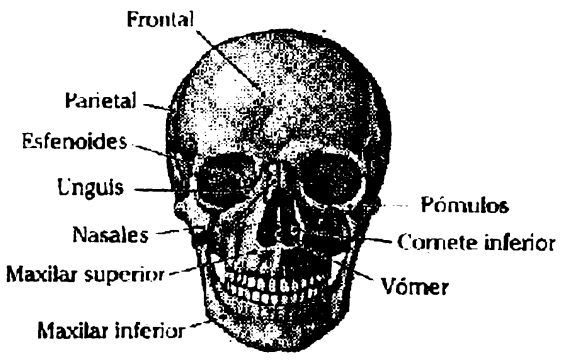
Protegen al encéfalo (cerebro, cerebelo y tronco encefálico), poseen articulaciones de tipo sinartrosis (suturas).

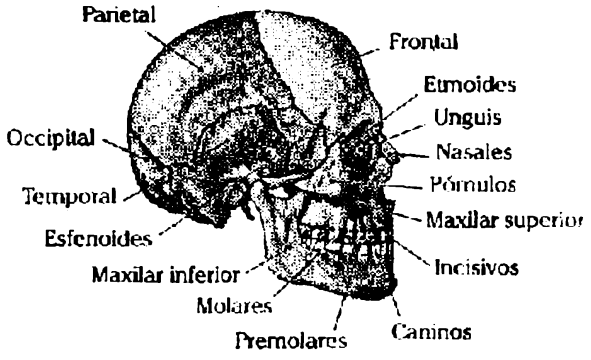
- ✓ Frontal (1): forma el arco orbicular de los ojos.
- ✓ Parietales (2): techo de la bóveda craneana.

- ✓ Occipital (1): posee el agujero magno por donde atraviesa la médula espinal. Se articula con el atlas.
- ✓ Temporales (2): hueso de la sien, Posee el conducto auditivo y alberga a los huesecillos auditivos: martillo, yunque y estribo.
- ✓ Etmoides (1): techo anterior de las fosas nasales. Es atravesado por el nervio olfatorio. Su lámina perpendicular forma el tabique nasal.
- ✓ Esfenoides (1): techo de la faringe y región posterior de las fosas nasales; protege al bulbo raquídeo. Posee la silla turca que aloja a la hipófisis y posee senos paranasales.

Huesos de la cara

- ✓ Malar o cigomático (2): hueso del pómulo.
- ✓ Lacrimales o unguis (2).
- ✓ Nasales (2): hueso de la nariz.
- ✓ Vómer (1): junto con la lámina perpendicular del etmoides forma el tabique nasal óseo.
- ✓ Cornetes inferiores (2): independientes del hueso etmoides.
- ✓ Maxilares superiores (2): contiene alveolos para la dentición superior, posee senos paranasales.
- ✓ Maxilar inferior o mandíbula (1): articulado al hueso malar, es el único hueso móvil de la cabeza. Posee alveolos para la dentición inferior.
- ✓ Palatinos (2): hueso del paladar duro, forma el techo de la boca y el piso de las fosas nasales.



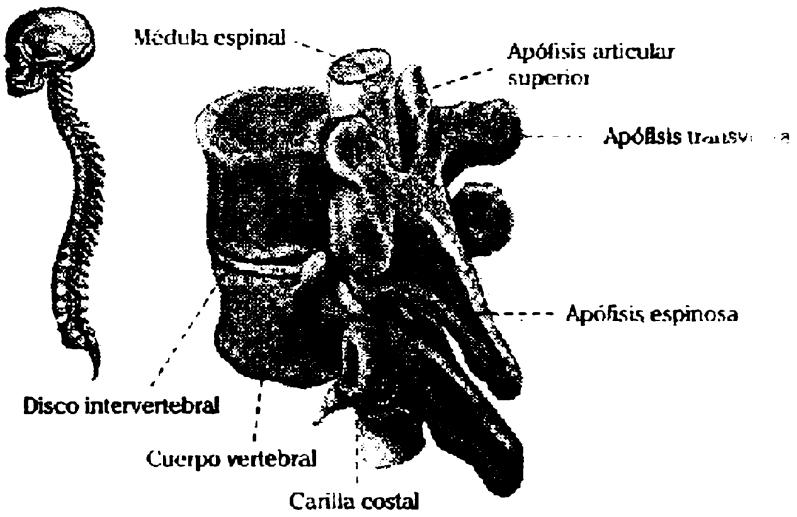


Huesos de la columna vertebral

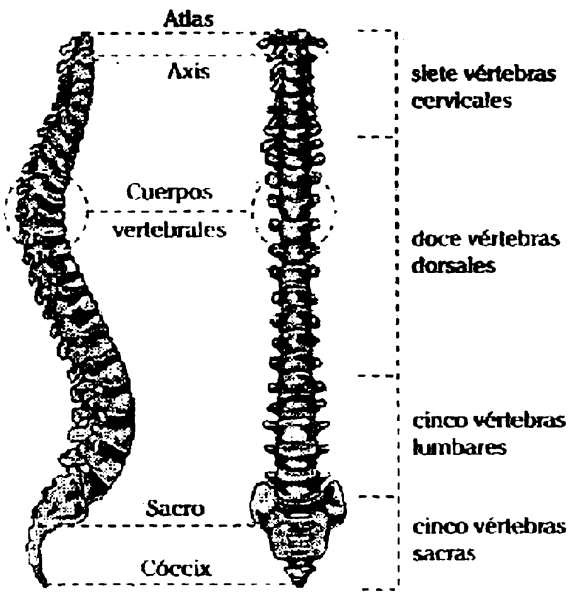
Forman el eje corporal, están en posición dorsal y formados por vértebras unidas por discos intervertebrales (de cartílago fibroso); protegen a la médula espinal y permiten la salida de nervios espinales o raquídeos.

- ✓ Cervicales (7): en cuello, C1: atlas (se articula con el occipital), C2: axis.
- ✓ Dorsales o torácicos (12): se articulan con las costillas.
- ✓ Lumbar (5): anchas, sometidas a gran esfuerzo.
- ✓ Sacro (1): cinco vértebras fusionadas, se articulan con el hueso de la cadera.
- ✓ Cóccix (1): tres o cuatro vértebras fusionadas.

Vértebra



Columna vertebral



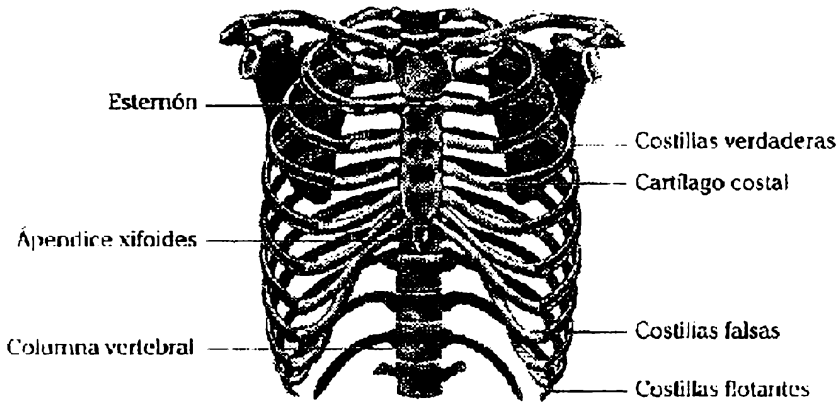
Huesos de la caja torácica

Formados por el esternón y la parrilla costal (doce pares de costillas) articulada en su extremo posterior a las vértebras dorsales de la columna vertebral, protegen a los pulmones y corazón; además, sirven de inserción a los músculos diafragma e intercostales.

Las costillas pueden ser:

- ✓ Verdaderas (siete pares): articuladas anteriormente al esternón.
- ✓ Falsas (tres pares): articuladas anteriormente al cartílago de la última costilla verdadera.
- ✓ Flotantes (dos pares): no articuladas anteriormente, solo posteriormente a la columna vertebral.

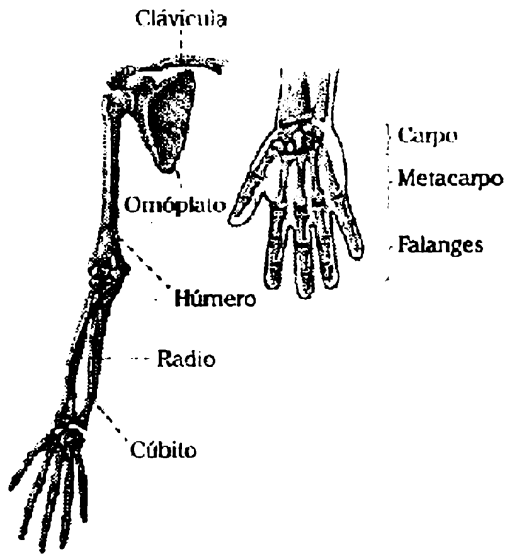
Caja toráccica



Huesos de las extremidades superiores

- ✓ Omóplato o escápula (2): hueso del hombro.
- ✓ Clavícula (2): en la cintura escapular.
- ✓ Húmero (2): hueso del brazo, articulado al omóplato.
- ✓ Cúbito (2): cara interna del antebrazo, forma el codo.
- ✓ Radio (2): cara externa del antebrazo.
- ✓ Carpo (16): huesos de la base palmar de la mano.
- ✓ Metacarpo (10): huesos de la región palmar media.
- ✓ Falanges (28): huesos de los dedos.

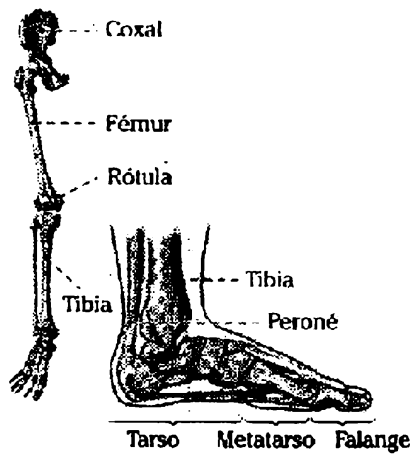
Las extremidades superiores se unen al tronco mediante la cintura escapular conformada por el omóplato y la clavícula.



Huesos de las extremidades inferiores

- ✓ Coxal (2): hueso de la cadera.
- ✓ Fémur (2): hueso del muslo, más largo.
- ✓ Rótula (2): hueso de la rodilla.
- ✓ Tibia (2): cara interna de la pierna, forma el tobillo.
- ✓ Peroné (2): cara externa de la pierna.
- ✓ Tarso (14): el astrágalo se articula con la tibia y el calcáneo forma el talón.
- ✓ Metatarso (10): huesos de la region plantar media.
- ✓ Falanges (28): huesos de los dedos.

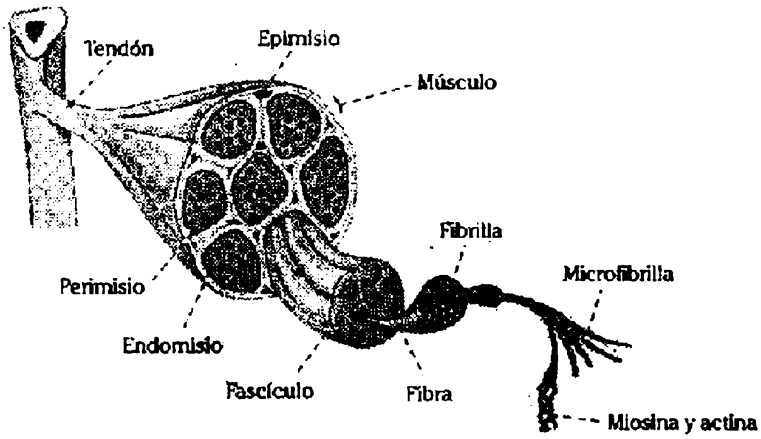
Las extremidades inferiores se unen al tronco mediante la cintura pélvica conformada por los huesos coxales.



Sistema muscular

Está formado por los músculos esqueléticos o voluntarios, los cuales dan movimiento al esqueleto. Dichos músculos se unen a los huesos a través de los tendones.

Estructura del músculo esquelético

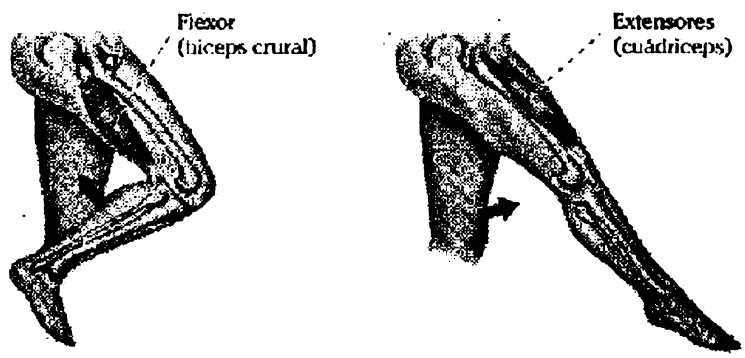


Existen en promedio 501 músculos estriados esqueléticos.

Al músculo que realiza la acción se le denomina **agonista**, a aquel que facilita y coopera para hacer eficiente la acción de este músculo agonista se denomina **sinergista**, y aquel que realiza una acción contraria se denomina **antagonista**. Ejemplo: el tríceps es antagonista del bíceps cuando flexionamos el antebrazo.

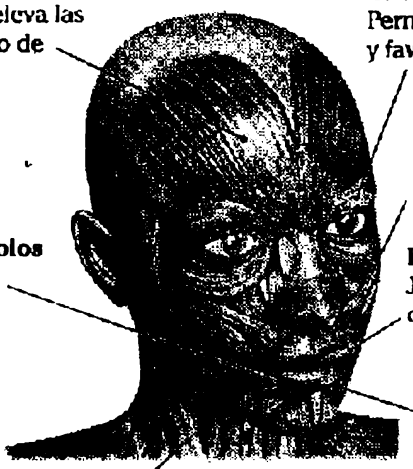
De acuerdo a las principales formas de movimiento realizados por los músculos estos se denominan

- ✓ Flexores: doblan los miembros.
- ✓ Extensores: enderezan los miembros y el cuerpo.
- ✓ Aductores: llevan los miembros hacia la línea media del cuerpo.
- ✓ Abductores: separan los miembros de la línea media del cuerpo.
- ✓ Rotadores: mueven un hueso alrededor de su eje longitudinal.
- ✓ Pronadores: rotan las palmas de la mano hacia abajo.
- ✓ Supinadores: rotan las palmas de la mano hacia arriba.



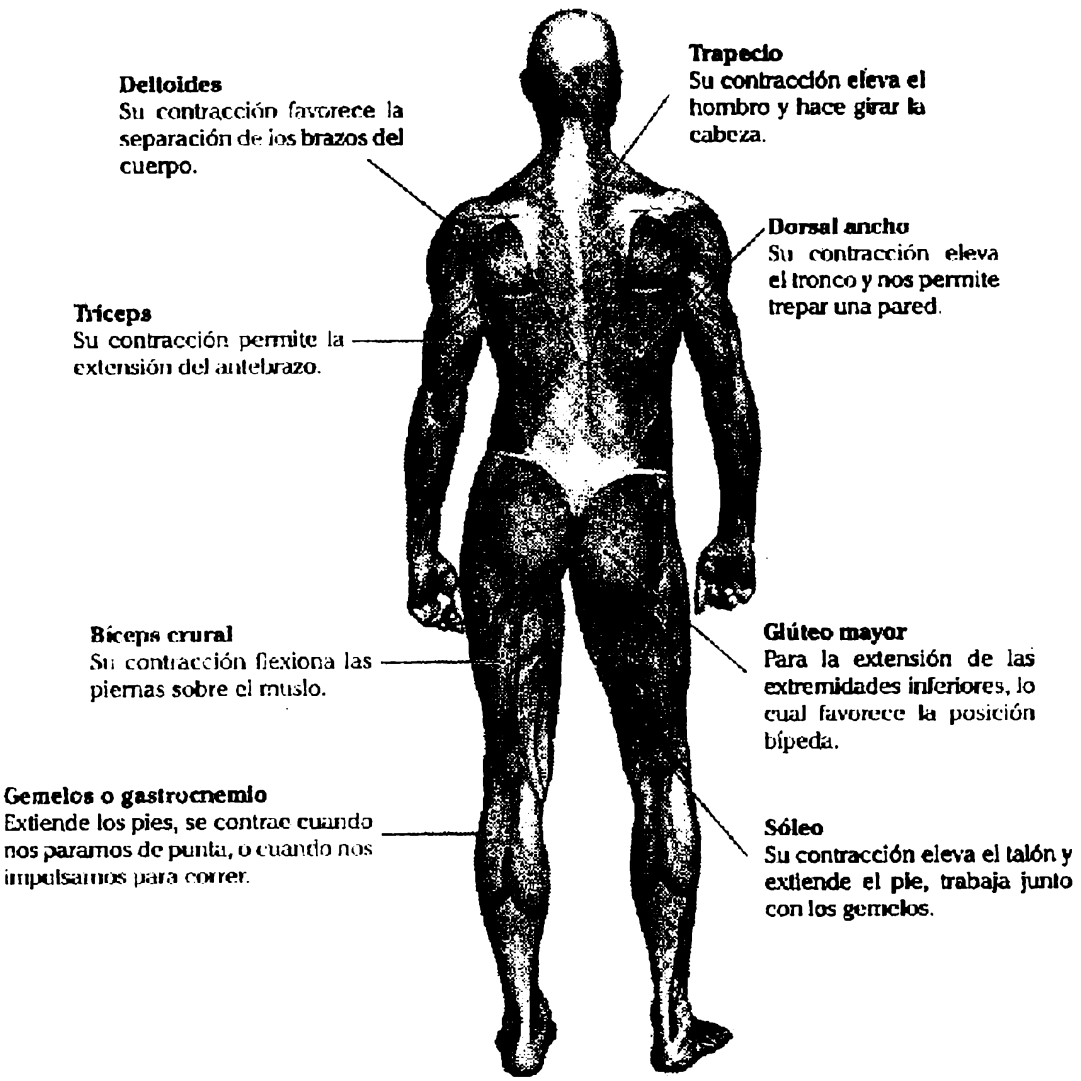
Los procesos destacables y los músculos que participan en ellos son:

- ✓ **Músculos de la expresión facial.** Son responsables de los gestos de emoción, sorpresa, miedo, alegría, ira, tristeza. Entre estos músculos se tiene a los temporales, occipital, buccinador, masetero, frontal, orbicular de los párpados, nasal, cigomático menor y mayor, orbicular de los labios, etc.
- ✓ **Músculos de la masticación.** Mueven la mandíbula y son: masetero, temporales, pterigoideos interno y externo.
- ✓ **Músculos que mueven la cabeza en rotación, flexión y extensión.** Esternocleidomastoideo, semiespinoso de la cabeza, esplenio de la cabeza, complexo menor.



- ✓ **Músculos de la pared abdominal.** Recto mayor, oblicuo menor, oblicuo interno, cuadrado, transverso del abdomen.
- ✓ **Músculos respiratorios.** Diafragma, intercostales externos, intercostales internos.
- ✓ **Músculos de la cintura escapular.** Subclavio, pectoral menor, serrato mayor, trapecio.
- ✓ **Músculos que mueven el brazo.** Pectoral mayor, dorsal ancho, deltoides, supraespinoso, infraespinoso, redondo mayor, redondo menor, coracobraquial.
- ✓ **Músculos que mueven en antebrazo.** Generan movimiento de flexión y extensión. Los músculos flexores son el bíceps, braquial anterior y supinador largo; el tríceps braquial y el ancóneo son extensores.
- ✓ **Músculos que mueven la mano.** Generan movimiento de flexión y extensión de la mano. Entre los flexores se tiene: palmar mayor, palmar menor, cubital anterior, flexor común superficial de los dedos, flexor común profundo de los dedos, flexor largo del pulgar. Entre los extensores se tiene: cubital posterior, abductor largo del pulgar, extensor corto del pulgar, etc.

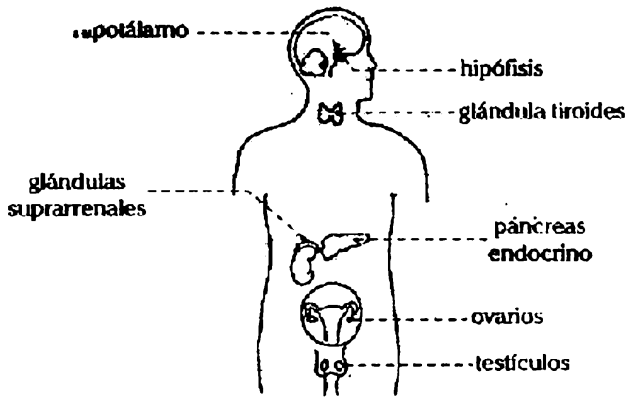
- ✓ **Músculos que mueven el muslo.** Son los músculos más largos y potentes: psoas mayor, ilíaco, glúteo mayor, glúteo mediano, glúteo menor, tensor de la fascia lata, piramidal de la pelvis, obturador interno, gémino superior e inferior, aductores mayor, mediano y menor del muslo, etc.
- ✓ **Músculos que mueven la pierna.** Aductor mayor, mediano y menor del muslo respectivamente, así como el pectíneo recto interno del muslo, cuadríceps crural (recto anterior del muslo, vasto externo, vasto interno, crural), sartorio, bíceps crural, semitendinoso, semimembranoso.
- ✓ **Músculos que mueven el pie.** Tibial anterior, extensor largo del dedo gordo, peroneo anterior, peroneo lateral largo, peroneo lateral corto, gemelos (gastrocnemio), sóleo, plantar del grado, poplíteo, flexor largo del dedo gordo, flexor largo común de los dedos del pie, tibial posterior.



Sistema endocrino

Regula la actividad celular del cuerpo mediante sustancias llamadas hormonas, las cuales pueden ser consideradas como mensajeras químicas que por lo general viajan por la sangre para actuar sobre células específicas. Los órganos cuyas células elaboran y secretan hormonas se denominan glándulas endocrinas.

Entre los órganos con función endocrina destacan: hipotálamo, hipófisis, glándula tiroides, glándulas paratiroides, glándulas suprarrenales, páncreas endocrino, ovarios y testículos endocrinos. También existen células dispersas en la mucosa gastrointestinal, el riñón, el corazón y en algunas arterias.



Hormonas

Son sustancias químicas orgánicas producidas por las glándulas endocrinas y secretadas por lo general a la sangre en cantidades pequeñas pero suficientes para producir efectos en células que posean receptores específicos para dicha hormona a las que se les denomina células blanco, donde modificará su función. Químicamente las hormonas pueden ser:

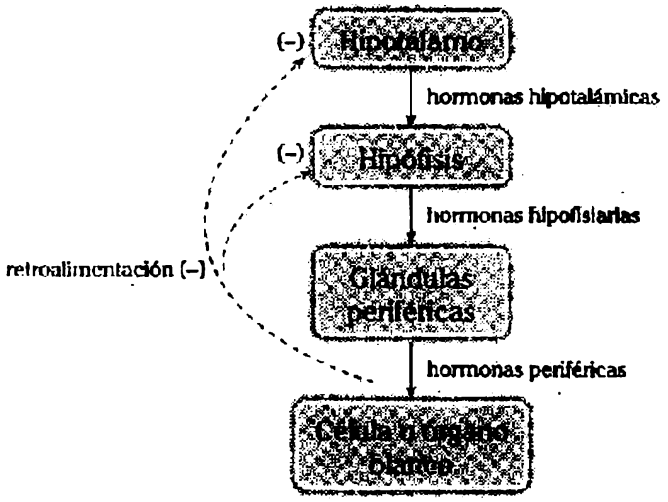
- ✓ **Hidrosolubles.** Solubles en agua, tales como los péptidos (ejemplos: ADH y oxitocina), proteínas (ejemplos: insulina, somatotropina) y algunas aminas derivadas del aminoácido, tales como la adrenalina y noradrenalina.
- ✓ **Liposolubles.** Poseen estructura esteroidea, en su mayoría derivan del colesterol (ejemplos: testosterona, estrógenos, progesterona, cortisol, aldosterona) y hormonas tiroideas (ejemplo: tiroxina).

Mecanismos de regulación

La secreción hormonal está en constante regulación gracias a dos mecanismos:

- ✓ **Eje hipotálamo - hipófisis - glándula periférica.** El hipotálamo gobierna la acción hipofisiaria y la hipófisis a las glándulas periféricas en la producción de las hormonas que actúan sobre las células blanco.
- ✓ **Retroalimentación negativa o *feedback* (–).** El aumento de una hormona periférica en la sangre produce la disminución de la secreción hormonal a nivel del hipotálamo y la hipófisis.

Mecanismos de regulación de la secreción hormonal



Hipotálamo

Es la estructura nerviosa ubicada en la base del diencéfalo, parte inferior del cerebro. Es la conexión integradora más importante entre los sistemas endocrino y nervioso. Una de sus funciones es producir hormonas en algunas regiones conocidas como núcleos, las cuales están formadas por agrupaciones de somas o cuerpos neuronales.

Hormonas hipotalámicas

El hipotálamo posee varios núcleos, uno de ellos es el núcleo paraventricular que produce principalmente la hormona oxitocina; otro núcleo es el supraóptico que produce la hormona antidiurética (ADH). Estas dos hormonas serán transportadas hacia la neurohipófisis para ser almacenadas y posteriormente liberadas a la sangre para producir sus efectos.

Otros núcleos del hipotálamo producen hormonas para controlar a la adenohipófisis, estas pueden ser hormonas liberadoras que hacen que la hipófisis secrete ciertas hormonas y hormonas inhibidoras que hacen lo opuesto.

- ✓ **Oxitocina.** Produce la contracción del útero durante el parto y facilita la eyección de la leche materna.
- ✓ **Hormona antidiurética (ADH).** Actúa a nivel del tubo contorneado distal y tubo colector, favoreciendo la reabsorción de agua. Es llamada también vasopresina.
- ✓ **Hormonas liberadoras.** Sintetizadas por núcleos diferentes al supraóptico y paraventricular. Son las siguientes:
  - Hormona liberadora de tirotropina (TRH).
  - Hormona liberadora de corticotropina (CRH).
  - Hormona liberadora de la hormona del crecimiento (GHRH).
  - Hormona liberadora de las hormonas gonadotropinas (GnRH).
- ✓ **Hormonas inhibidoras.** Son las siguientes:
  - Hormona inhibidora de la hormona del crecimiento (GHIH) o somatostatina.
  - Hormona inhibidora de la prolactina (PIH) o dopamina.

Hipófisis

Está unido al hipotálamo a través del infundíbulo. Se apoya en la base del cráneo, en una depresión llamada silla turca del hueso esfenoides y pesa 0.5 - 1 gr. Presentan dos partes: lóbulo anterior (adenohipófisis) y lóbulo posterior (neurohipófisis).

Neurohipófisis

Está formada por axones que provienen de las neuronas del hipotálamo, quienes producen oxitocina y hormona antidiurética, las cuales se almacenan y se secretan hacia la sangre cuando se necesitan sus efectos. Por lo tanto, la neurohipófisis solamente almacena y libera estas hormonas hipotalámicas. En esta parte de la hipófisis encontraremos también a los pituicitos que son una variedad de neuroglías.

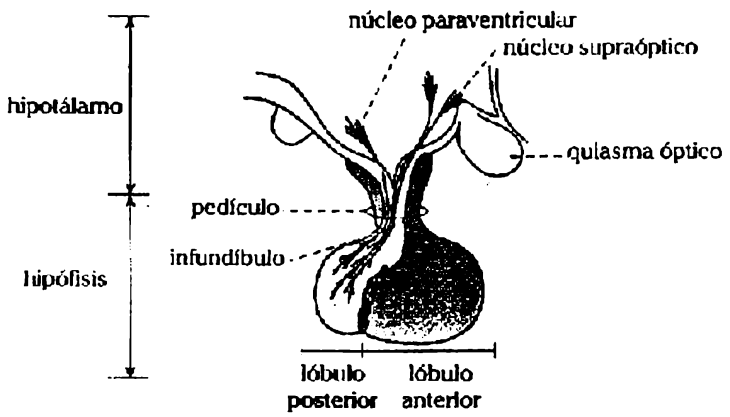
Adenohipófisis

Constituida por células epiteliales las cuales se encuentran dispuestas en cordones celulares. Representa el 75% de la glándula. Produce las siguientes hormonas:

- ✓ **Hormona del crecimiento (GH) o somatotropina (STH).** Estimula el crecimiento de los tejidos, en especial de los huesos y músculos. No actúa directamente, sino a través de la somatomedina C, que es producida en el hígado.
- ✓ **Hormona estimulante de la tiroides o tirotropina (TSH).** Estimula la liberación de hormonas tiroideas al actuar sobre la glándula tiroides.
- ✓ **Hormona adrenocorticotropa o corticotropina (ACTH).** Actúa sobre la corteza de la glándula suprarrenal estimulando la producción de glucorticoides y hormonas sexuales, pero no de aldosterona.
- ✓ **Hormona prolactina.** Estimula el desarrollo de la glándula mamaria y la producción de leche.
- ✓ **Hormona folículo estimulante (FSH).** Estimula el crecimiento y maduración de los folículos ováricos en la mujer. En el varón estimula la espermatogénesis (formación de espermatozoides).
- ✓ **Hormona luteinizante (LH).** Permite la ovulación así como la formación del cuerpo lúteo o amarillo y la producción de progesterona. En el varón se denomina ICSH (hormona estimulante de las células intersticiales de Leydig) que al actuar sobre las células de Leydig, liberan testosterona.

Tanto a la FSH como a la LH por actuar en las gónadas (testículos u ovarios) se les llama gonadotropinas.

Relación entre el hipotálamo y la hipófisis

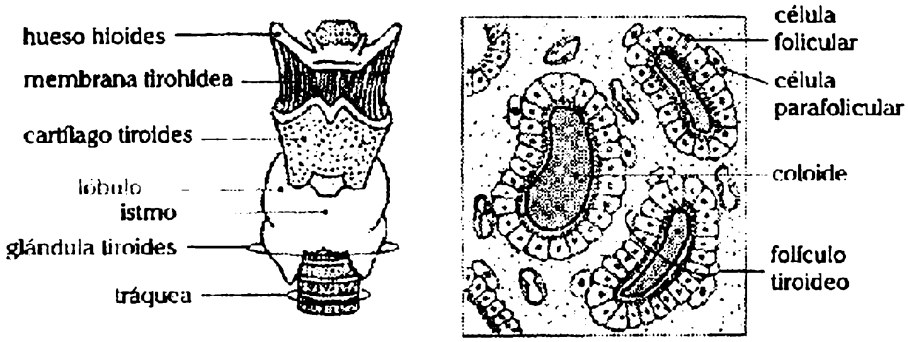


Glándula tiroides

Se ubica en la región anterior y media del cuello. Delante de la tráquea y la faringe. Tiene la forma de la letra H. Presenta dos lóbulos (derecho e izquierdo). Aumenta de tamaño en la mujer embarazada y durante la menstruación.

La glándula tiroides presenta folículos revestidos por epitelio monoestratificado cúbico con microvellosidades que delimitan una cavidad llena de una sustancia glucoproteica (coloide), cuyo principal constituyente es la tiroglobulina. Esta contiene a las hormonas tiroxina (T4) y triyodotironina (T3).

Histología de la tiroides



Entre las células foliculares y la membrana basal, se encuentran las **células parafoliculares** (células C) que producen calcitonina.

- ✓ **Triyodotironina (T3) y tetrayodotironina (T4).** La T4 periféricamente se transforma en la T3. La T3 es cuatro veces más potente que la T4. El yodo es necesario para la síntesis de hormonas tiroideas. Ambas hormonas realizan las siguientes funciones:
  - Aumentan el metabolismo celular, la síntesis proteica y la actividad de las enzimas. Esto trae como consecuencia una mayor producción de calor (efecto calorígeno) y una mayor actividad celular.
  - Gobierna la diferenciación celular, en especial del sistema nervioso, en donde estimula la mielinización durante el desarrollo fetal y los primeros años de vida.
  - Favorece la maduración de los cartílagos epifisiarios y, por lo tanto, determina el crecimiento.
  - Regula el metabolismo, es así que produce hiperglicemia, estimula la lipólisis (degradación de triglicéridos), el anabolismo y el catabolismo proteico.
- ✓ **Calcitonina.** Inhibe la reabsorción del Ca^{++} de los huesos, inactivando a los osteoclastos. Su función es disminuir el Ca^{++} en la sangre (hipocalcemiante).

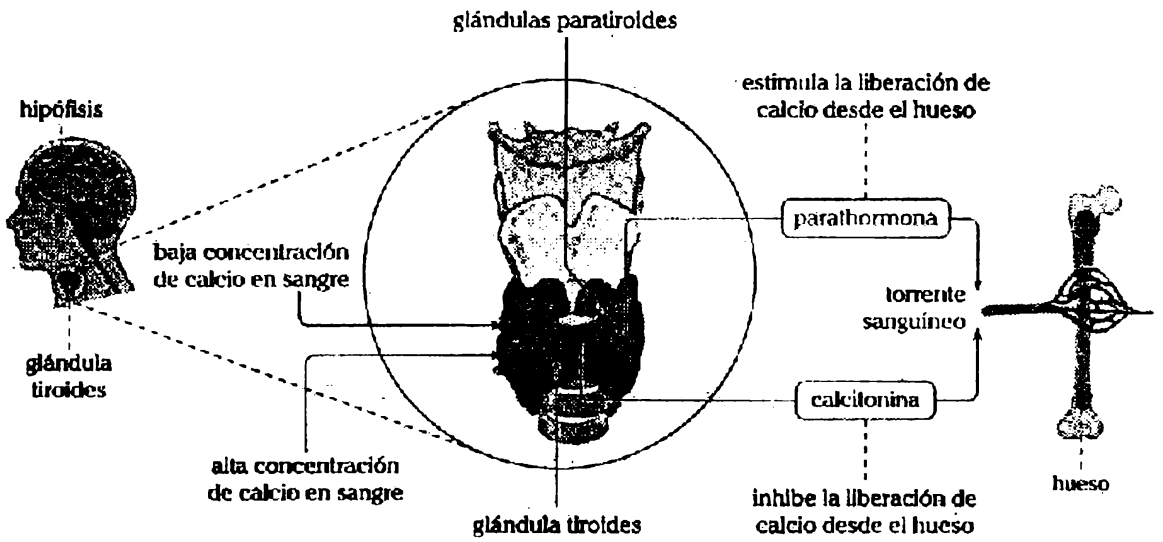
Glándulas paratiroides

Son cuatro glándulas ubicadas en la cara posterior de los cuatro polos de la glándula tiroides. Tienen un peso de 35 – 40 mg cada uno. Son de aspecto ovoide, lisas y blancas. Las inferiores son más voluminosas.

Formadas por cordones celulares irregulares y por células que se encargan de producir la hormona paratiroidea (PTH). Junto a estas se encuentran las células oxífilas de las cuales se desconoce su función.

✓ **Hormona paratiroidea (PTH) o parathormona.** Es una hormona proteica que es liberada en respuesta a niveles deficitarios del calcio sanguíneo (hipocalcemia). Entre sus acciones destacan:

- Es hipercalcemiante e hipofosfatémica. Aumenta los niveles sanguíneos de calcio, para ello aumenta la resorción ósea mediante la estimulación de los osteoclastos; estimula la absorción intestinal de calcio por activación de la vitamina D y la reabsorción renal de calcio. También estimula la secreción renal de fosfatos, reduciendo su nivel en la sangre (hipofosfatemia).



Cuando la concentración de calcio en la sangre es baja, las glándulas paratiroides secretan parathormona, que estimula la disolución de sales de calcio del hueso y de este modo aumenta el calcio en la sangre. La hormona paratiroidea también estimula la absorción de calcio por parte de las paredes intestinales (efecto mediado por una hormona derivada de la vitamina D) y reduce la excreción de calcio a través de los riñones. Cuando el nivel de calcio en la sangre es alto, la glándula tiroides secreta calcitonina, que inhibe la disolución de calcio del hueso, entre otros efectos.

Glándulas suprarrenales (glándula adrenal)

Se ubican en los polos superiores de los riñones, son retroperitoneales. Poseen dos porciones: corteza y médula suprarrenal.

Corteza suprarrenal

Ocupa la parte periférica de la glándula. Se divide en tres zonas histológicas. Cada zona presenta una disposición celular diferente y segrega diferentes grupos de hormonas esteroideas.

a. **Zona glomerular**

Sintetizan a un grupo de hormonas denominadas **mineralocorticoides**, siendo la más importante la aldosterona. Esta hormona actúa en el metabolismo de agua, Na^+, K^+, Cl^-, y por ende controla el 95% del metabolismo hidromineral. La aldosterona actúa sobre el tubo contorneado distal en donde estimula la reabsorción de Na^+ e indirectamente de agua. Así mismo estimula la secreción de K^+ e H^+.

b. Zona fasciculada

Sintetiza a una familia de hormonas llamadas **glucocorticoides** entre ellas tenemos al cortisol (hidrocortisona), corticosterona y cortisona. De los tres, el cortisol es el más abundante. El cortisol es una hormona hiperglicemiante, también estimula la lipólisis e inhibe a las células y las secreciones que participan en las respuestas inflamatorias (función antiinflamatoria).

c. Zona reticular

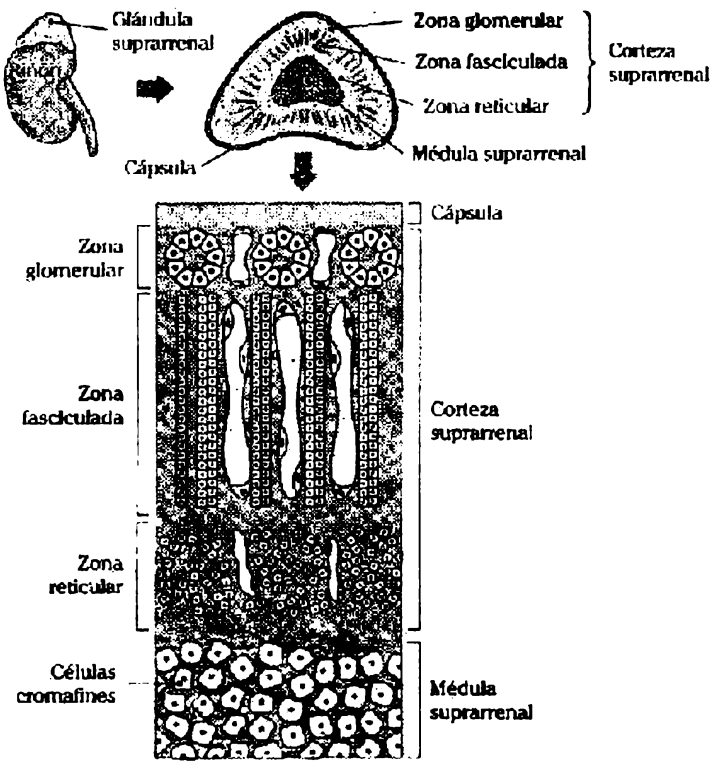
Sintetiza hormonas sexuales masculinas y femeninas: andrógenos y estrógenos. El más importante es el **andrógeno** adrenal. En las mujeres, los andrógenos adrenales contribuyen al impulso sexual (líbido). Los andrógenos también participan en el crecimiento al final del período prepuberal y en el desarrollo precoz del vello axilar y púbico en los adolescentes de ambos sexos.

Médula suprarrenal

Conformada por neuronas modificadas en cordones (células cromafines). Las células cromafines reciben inervación directa del sistema nervioso simpático. Elaboran catecolaminas (adrenalina y noradrenalina).

✓ **La adrenalina** es más abundante y potente que la noradrenalina. Ambas tienen las mismas acciones y producen efectos similares a los originados por el sistema nervioso simpático. Incrementa la presión arterial y la frecuencia cardiaca, producen midriasis (dilatación del diámetro de la pupila). También tiene efecto hiperglicemiante.

Histología de las glándulas suprarrenales



íncreas endocrino

ıtá formado por los islotes de Langerhans, que constituyen el 1% del peso total del páncreas. kisten tres tipos principales de células, que se diferencian por la función que poseen. Las células (alfa) secretoras de glucagón, las células B (beta) secretoras de insulina y las células D (delta) ecretoras de somatostatina, cuya función es regular la secreción de insulina y glucagón.

. **Glucagón**

Es de acción hiperglicemiante y glucogenolítica. Es liberada en respuesta a niveles bajos de glicemia, cumple las siguientes funciones:

- ✓ Activa la gluconeogénesis y la glucogenólisis (degradación de glucógeno) hepática, pero no la muscular.
- ✓ Tiene doble acción sobre las grasas, primero permite la oxidación de los ácidos en el hígado y por otra parte estimula el almacenamiento de ácidos grasos en forma de triglicéridos.

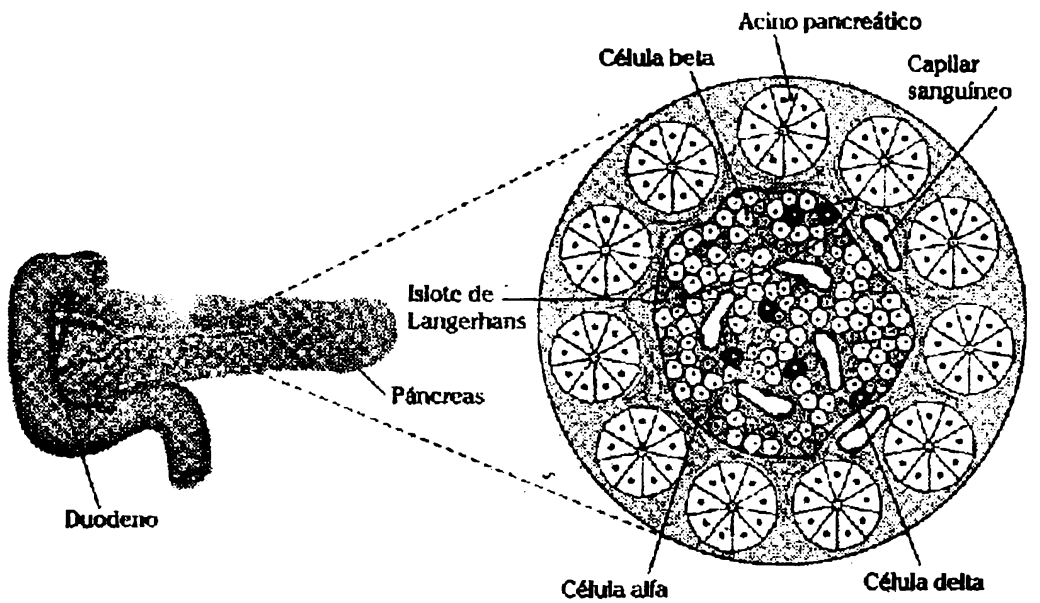
ı. **Insulina**

Es hipoglicemiante, para lo cual realiza lo siguiente:

- ✓ Promueve el ingreso de glucosa a las células del cuerpo.
- ✓ Favorece la síntesis de glucógeno a partir de la glucosa (glucogénesis), en el hígado y en el músculo esquelético.
- ✓ Disminuye la gluconeogénesis y la glucogenólisis.

Cuando existe una hiperglicemia permanente por una deficiente producción de insulina o una resistencia a la acción de este se origina la diabetes mellitus, que es en general un trastorno a nivel del metabolismo.

Histología del páncreas

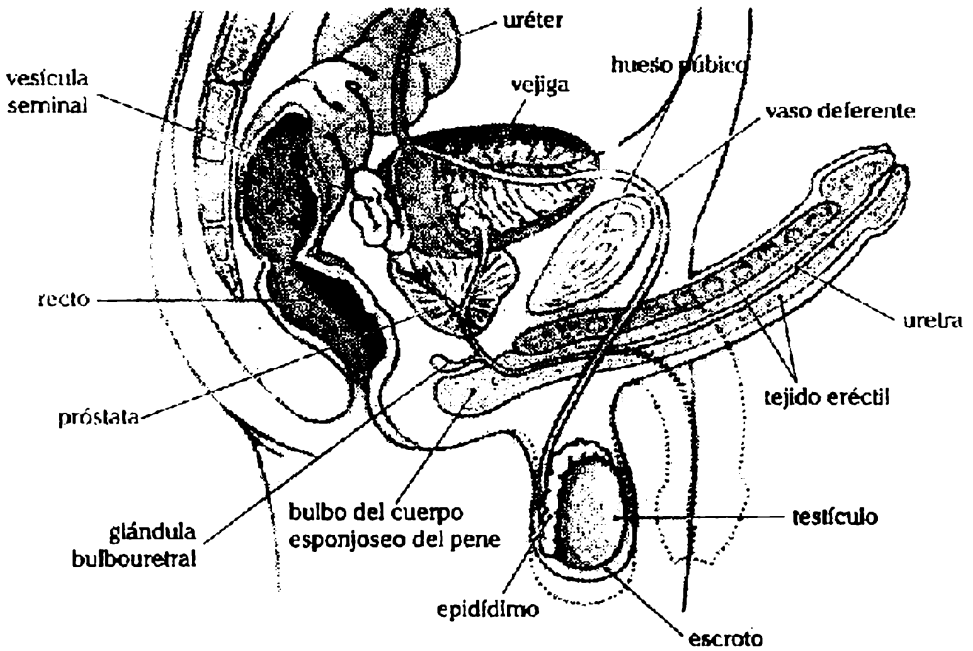


Sistema reproductor

El sistema reproductor a través de las gónadas (ovarios y testículos) elabora hormonas sexuales, las cuales proporcionan los caracteres sexuales secundarios tanto a la mujer como al varón. También producen el gameto femenino (ovocito II) y el masculino (espermatozoide).

Sistema reproductor masculino

Conjunto de órganos encargados de preservar la especie humana mediante la producción y eliminación de los gametos masculinos (espermatozoides), además regula las funciones sexuales masculinas por intermedio de hormonas. Está constituido por testículos, vías espermáticas, pene y glándulas anexas.



Testículos

Gónadas masculinas, se encuentran alojados en las bolsas escrotales. Cumplen una función exocrina al producir espermatozoides, además de una función endocrina al producir la hormona testosterona.

El **escroto** proporciona unos 2° C por debajo de la temperatura corporal, requisito indispensable para la producción de espermatozoides fértiles.

Cada testículo está recubierto por una capa de tejido conectivo denominada albugínea, la cual penetra formando tabiques que dividen al testículo en múltiples lobulillos testiculares (200 a 300), cada uno de los cuales albergan túbulos seminíferos y entre ellos a las células intersticiales.

PÁRIS
AMOR A SOFÍA

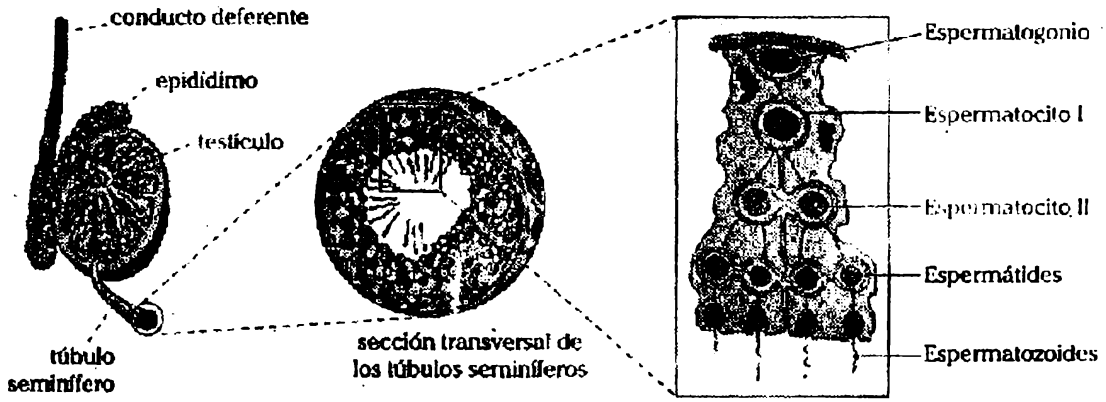
Túbulo seminífero

En él ocurre la espermatogénesis (proceso de formación de espermatozoides). Se distinguen dos tipos de células:

- ✓ **Células espermatógenas.** Células germinativas primitivas que darán origen a los espermatozoides.
- ✓ **Células de Sertoli.** Nutren y protegen a las células germinales favoreciendo la espermatogénesis. Forman la barrera hematotesticular, que provee una respuesta inmunológica contra los espermatozoides. Sintetizan la hormona **inhibina**, la cual participa en la regulación de la producción de espermatozoides mediante la inhibición de la secreción de FSH (hormona folículoestimulante).

Células intersticiales o de Leydig

Producen la hormona testosterona al ser estimuladas por la hormona LH (ICSH).



Vías espermáticas

Son conductos que transportan los espermatozoides desde los túbulos seminíferos al exterior. En estos conductos desembocan las glándulas anexas al aparato reproductor masculino. Está conformada por:

- ✓ **Túbulos rectos.** Son cortos, casi rectilíneos. Se originan en los vértices de los lobulillos. Comunican los túbulos seminíferos con la rete testis.
- ✓ **Rete testis (red de Haller).** Se forma por la confluencia de los túbulos rectos.
- ✓ **Conductos eferentes.** Comunican la rete testis con el conducto epididimario. Se dirigen hacia arriba atravesando la albugínea, salen del testículo y forman la cabeza del epidídimo.
- ✓ **Conducto epididimario.** Conducto largo y tortuoso el cual tiene unos 6 m de longitud (enrollado presenta solo 5 cm). Constituye el cuerpo y la cola del epidídimo. Permite la maduración de los espermatozoides (estos se vuelven móviles y fértiles).

- ✓ **Conducto deferente.** Conducto que es la continuación del conducto epididimario. Mide de 35 a 45 cm de longitud. Se dirige hacia la parte posterior de la vejiga, uniéndose a la vesícula seminal para así formar el conducto eyaculador.
- ✓ **Conducto eyaculador.** Mide aproximadamente de 1,5 a 2 cm de longitud. Penetra a la próstata y desemboca en la uretra prostática.

Pene

Es el órgano copulador masculino. Está formado por tres cuerpos cilíndricos constituidos por tejido eréctil, el cual está envuelto externamente por la piel. Su estructura está constituida por:

- ✓ **Cuerpos cavernosos.** Son dos, están situados en la parte dorsal. Contienen aréolas (senos venosos) los que al llenarse de sangre permiten que el pene de estado en reposo (10 cm de longitud) pase al estado de erección (16 cm de longitud), permitiendo así la cópula.
- ✓ **Cuerpo esponjoso.** Es único, pero es más largo que los anteriores. Está situado en la parte ventral. En toda su longitud contiene a la uretra esponjosa o peneana. Presenta una dilatación distal denominada glande.
- ✓ **El prepucio.** Es una doble capa de piel retráctil que cubre el glande.

Glándulas anexas

Característica \ Glándula	Vesícula seminal	Próstata	Glándula de Cowper (bulbouretral)
Número	2	1	2
Localización	Por delante del recto y encima de la próstata.	Debajo de la vejiga y por detrás de la sínfisis pública.	Por detrás de la uretra membranosa.
Desembocadura	Conducto eyaculador.	Uretra prostática.	Uretra esponjosa
Función	Secreta parte del líquido seminal, el cual contiene fructosa y prostaglandinas.	Secreta líquido alcalino aspecto lechoso que contiene principalmente ácido cítrico, Ca^{+2} y fosfatasa ácida.	Elaboran moco, el cual lubrica la uretra y reduce la fricción del acto copulatorio.

Semen

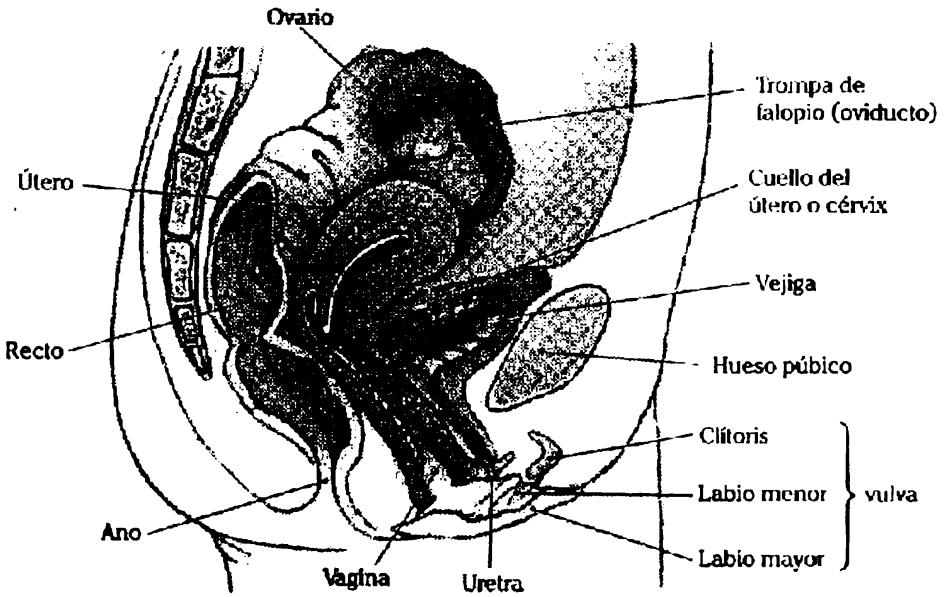
Líquido constituido por una mezcla de espermatozoides y de las secreciones de las glándulas anexas.

- ✓ Color: blanco opalescente
- ✓ Volumen por eyaculación: 2,5 - 4 mL
- ✓ pH: 7,35 – 7,50

El número normal de espermatozoides por mL es de 50 – 100 millones. Cuando este número es inferior (20 millones/mL) existe la probabilidad de que el varón sea estéril.

Sistema reproductor femenino

El sistema reproductor femenino está constituido por un conjunto de órganos, como los ovarios que producen ovocitos secundarios (células que se transforman en óvulos maduros solo después de la fecundación); las trompas de Falopio, que transportan el huevo o cigoto; el útero, donde tiene lugar el desarrollo embrionario y fetal; la vagina, que interviene en la cópula; y los genitales externos o vulva.



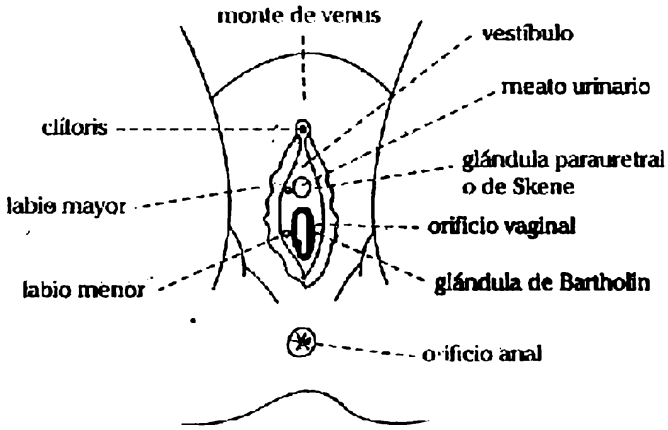
Vulva

Son los genitales externos femeninos, los cuales están constituidos por:

- ✓ **Monte de Venus.** Es una elevación de tejido adiposo recubierta de piel y de vello púbico grueso que amortigua la sínfisis púbica durante el acto sexual. El monte de Venus es anterior a las aberturas vaginales.
- ✓ **Labios mayores.** Son dos repliegues cutáneos agrandados que contienen tejido adiposo y glándulas sebáceas (grasas), están cubiertas por vellos. Son homólogos al escroto de los testículos en el varón Se extienden desde el monte de Venus en dirección inferior y posterior.
- ✓ **Labios menores.** Son dos repliegues cutáneos pequeños, delgados, rosáceos y sin pilosidad. Son estructuras mediales a los labios mayores. A diferencia de los labios mayores no contienen grasa.
- ✓ **Clítoris.** Órgano eréctil, se ubica en la unión superior de los labios menores. El clítoris es el órgano homólogo al pene, es decir, también es capaz de aumentar de tamaño ante la estimulación e interviene en la excitación sexual de la mujer.

✓ **Vestíbulo.** Es el espacio comprendido entre los labios menores en el que se encuentran el meato urinario, que interviene en la evacuación de la orina; el orificio vaginal, cubierto parcialmente por el himen; y los orificios de las glándulas de Bartholin y las glándulas de Skene, que producen una secreción mucosa que permite la lubricación durante el acto sexual.

Vulva



Vagina

La vagina sirve como vía de paso para el flujo menstrual y como canal del parto. Como órgano copulador recibe al semen durante el acto sexual. Es un órgano tubular fibromuscular, revestido por una membrana mucosa que presenta pliegues. Mide de 7 a 10 cm de longitud. Está situada entre la vejiga y el recto, en la parte superior se une al útero. Desde el punto de vista histológico, está formada por epitelio poliestratificado plano no queratinizado.

En el extremo inferior de la abertura vaginal, orificio vaginal, existe una membrana mucosa vascularizada, denominada himen, la cual se rasga y destruye fácilmente durante el primer acto sexual. La mucosa vaginal contiene grandes depósitos de glucógeno, que al descomponerse produce ácidos orgánicos mediados por las glándulas de Bartholin, creando un medio con un pH bajo (ácido) que inhibe el crecimiento de gérmenes contaminantes.

Útero

Es la fuente del flujo menstrual, la implantación del blastocisto y el desarrollo del feto durante el embarazo. Está situado entre la vejiga y el recto.

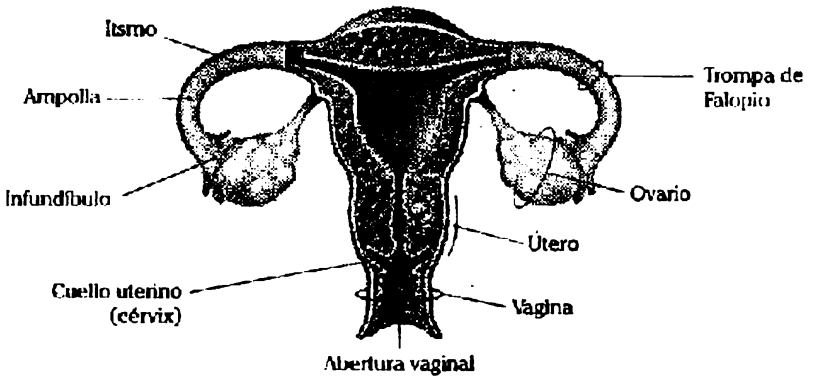
Las divisiones anatómicas son: el fondo, porción superior localizado por encima de las trompas uterinas; el cuerpo, porción más desarrollada; el istmo, porción más estrecha entre el cuerpo y el cuello; y el cuello (cérvix), porción inferior y móvil, en él se inserta la vagina.

El cuello uterino produce una secreción denominada moco cervical, el cual es más receptivo a los espermatozoides durante o cerca de la ovulación, debido a que es menos viscoso y más alcalino (pH=8,5). El moco también complementa la energía necesaria para los espermatozoides.

El epitelio cervical (escamoso) puede hacerse anómalo, originando el carcinoma cervical (cáncer de cuello uterino) caracterizado porque sus células aumentan su proporción núcleo-citoplasma.

Desde el punto de vista histológico, el útero está constituido por tres capas:

- ✓ **Endometrio.** Es una capa muy vascularizada, constituida por epitelio monoestratificado cilíndrico además de presentar glándulas endometriales. El endometrio se divide en dos capas: el endometrio funcional (se desprende durante la menstruación) y el endometrio basal (es permanente).
- ✓ **Miometrio.** Capa media y gruesa del útero, presenta tejido muscular liso dispuesto en tres capas: longitudinal interna, circular media y longitudinal externa.
- ✓ **Perimetrio.** Cubierto por serosa que corresponde al peritoneo.



Trompas uterinas (trompas de Falopio)

Localizadas en las fosas iliacas, se extienden lateralmente desde el útero, miden unos 10 cm de longitud. Es el lugar de la fecundación y transporta los óvulos desde los ovarios hasta el útero. Posee tres porciones:

- ✓ **Infundíbulo.** Extremo distal que se abre en forma de embudo cerca del ovario, termina en proyecciones llamadas fimbrias.
- ✓ **La ampolla.** Es la porción más ancha y larga de las trompas uterinas, es el lugar de la fecundación.
- ✓ **El istmo.** Es la porción corta, estrecha y de pared gruesa que se une al útero.

Se encuentra revestida internamente por una mucosa interna con epitelio cilíndrico ciliado que facilita el movimiento del ovocito secundario.

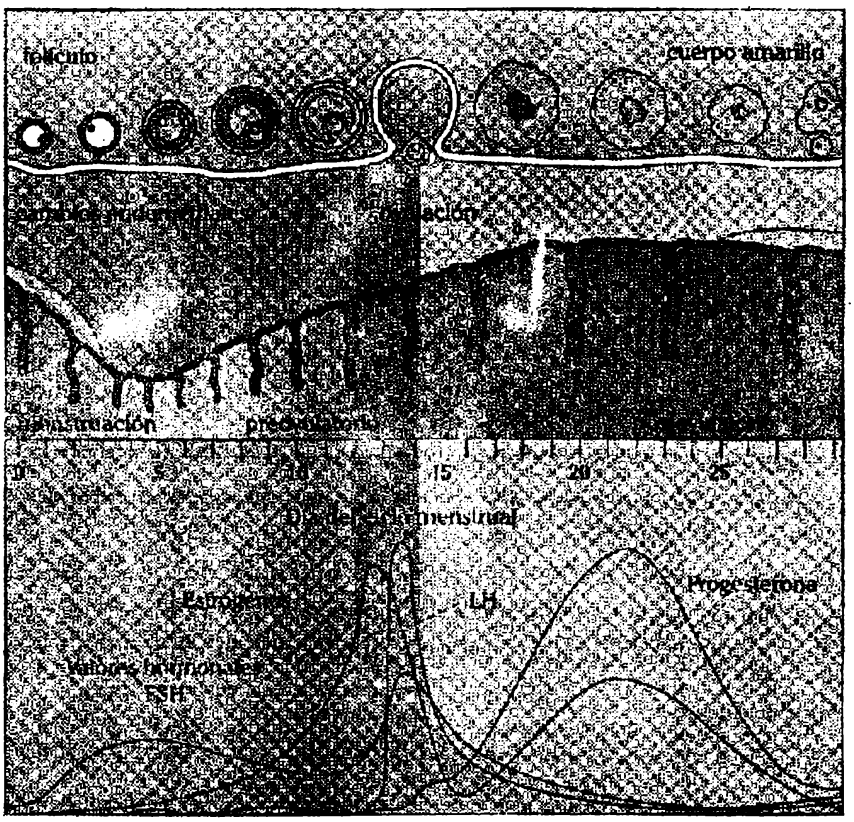
Ciclo uterino (endometrial o menstrual)

Se inicia con el primer día de sangrado menstrual, su duración es un promedio de 28 días, acabando cuando se inicia la siguiente pérdida menstrual. Comprende tres fases: menstruación, fase proliferativa y fase secretora.

- ✓ **Menstruación.** Representa la descamación de la capa funcional del endometrio, condicionado por la disminución brusca de las hormonas ováricas (estrógenos y progesterona). La duración del flujo sanguíneo menstrual es de tres a cinco días y la pérdida promedio de sangre desde un manchado ligero hasta 80 mL. La sangre perdida es predominantemente arterial (75%) y sin coágulos, debido a que la fibrinolisina lisa los coágulos. Contiene además detritos celulares, prostaglandinas. Después de la menstruación se generará la capa funcional a partir de la capa basal.

- ✓ **Fase proliferativa.** Bajo el estímulo de los estrógenos, provenientes del folículo en desarrollo, el endometrio aumenta rápidamente de espesor en el período comprendido entre el día 5 y 14 del ciclo. Conforme se incrementa el espesor de las glándulas uterinas estas se estiran.
- ✓ **Fase secretora.** Después de la ovulación el endometrio se vuelve más vascularizado y ligeramente edematoso bajo la influencia de progesterona y estrógenos provenientes del cuerpo lúteo. Las glándulas uterinas se enrollan y se vuelven tortuosas y empiezan a secretar un líquido claro, para la nutrición del óvulo fecundado.

Fenómenos en el ovario y en el útero



Ovarios

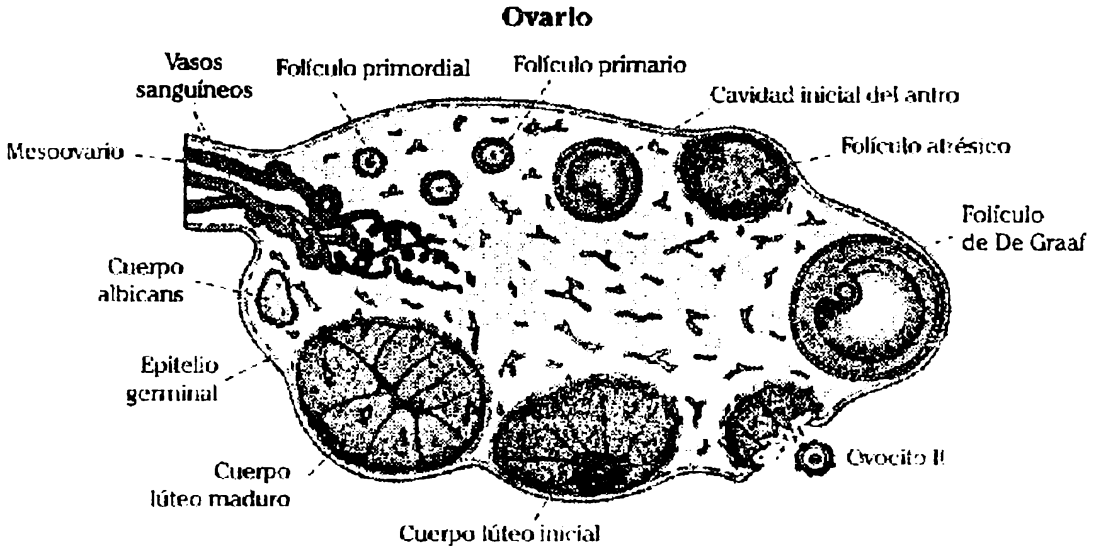
Gónadas femeninas de forma ovoidea, de superficie lisa en las niñas y con cicatrices en las mujeres adultas. Sus funciones principales corresponden a la formación de ovocitos y producción de hormonas: estrógenos y progesterona.

En cada uno de los ovarios destaca un epitelio de cubierta (simple cúbico), una corteza con folículos ováricos y una médula ovárica con vasos sanguíneos.

Folículo ováricos

Consta de ovocitos rodeados por tejido, los cuales varían en un ciclo menstrual de la mujer. Inicialmente se tienen a los folículos primordiales, los cuales se desarrollan hasta formar al folículo primario, este madura y forma al folículo secundario y, por último, al folículo de De Graaf.

Durante la ovulación el folículo de De Graaf expulsa al ovocito II. Dicho folículo maduro degenera y se transforma en el cuerpo lúteo o amarillo (elabora estrógenos y progesterona), finalmente si no hay fecundación el cuerpo lúteo se transforma en cuerpo albicans (cuerpo blanco).



Desarrollo embrionario

La embriología, etimológicamente, es el estudio y desarrollo del embrión. Estudia el periodo de vida que comprende desde la fecundación hasta el nacimiento, por lo que estudia al ser humano en su periodo prenatal e intrauterino. Consta de tres etapas:

- ✓ **Periodo preembrionario.** Comprendido desde la fecundación hasta la tercera semana.
- ✓ **Periodo embrionario.** Comprendido desde la cuarta hasta la octava semana.
- ✓ **Periodo fetal.** Comprendido desde la novena semana hasta el nacimiento (cuarenta semanas).

Periodo preembrionario

Es el periodo que antecede al embrión propiamente dicho y se le describirá por semanas:

1.ª semana	2.ª semana	3.ª semana
Ocurre la fecundación, segmentación e implantación.	Ocurre la formación del disco germinativo bilaminar, es decir, se forma el endodermo y ectodermo. Así mismo, se inicia la formación de la placenta.	Ocurre la formación de la tercera membrana, el mesodermo, con lo cual se constituye el disco germinativo trilaminar.

1.ª semana

a. Fecundación

Es el proceso de unión o fusión del gameto femenino (ovocito secundario) con el masculino (espermatozoide) para formar el huevo o cigote que es la primera célula del nuevo individuo. Sucede en el tercio externo (ampolla) de la trompa de Falopio. Cuando ocurre artificialmente en el laboratorio se denomina fecundación *in vitro*.

El espermatozoide debe atravesar la corona radiante y la zona pelúcida, para lo cual ocurre la **reacción acrosómica**, determinada por la liberación de las enzimas presentes en el acrosoma del espermatozoide.

Así, la fecundación permite en el hombre restablecer el número diploide de cromosomas (2n), formar el huevo o cigote, determinar el sexo cromosómico del nuevo ser (masculino o femenino) e iniciar la segmentación.

b. Segmentación

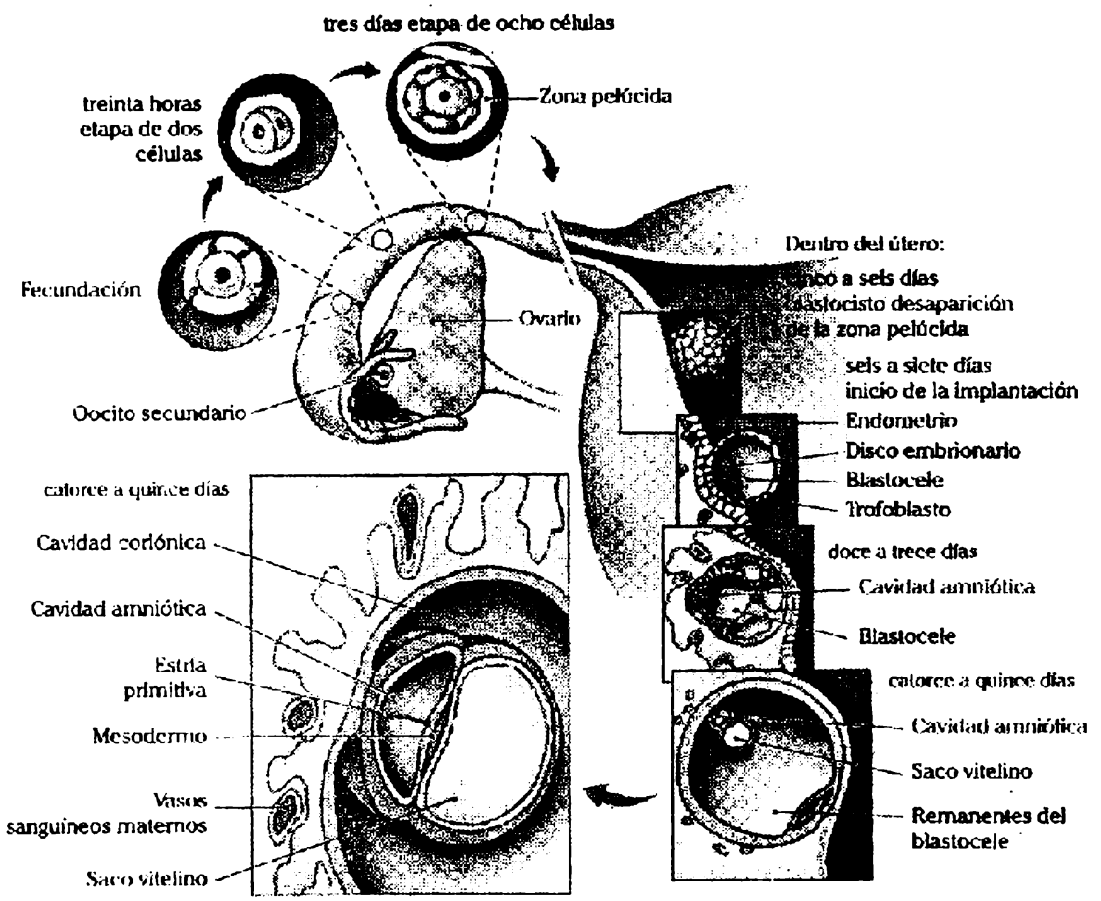
Es un proceso de divisiones sucesivas por mitosis que presenta el cigote. A cada célula que se forma se denomina **blastómera**. Cuando ya existe una masa sólida de blastómeras, a este conjunto se denomina **mórula**, que posee un volumen similar al del cigote original.

Al llegar al útero la mórula, la zona pelúcida comienza a desaparecer y las secreciones uterinas penetran entre los blastómeros formando pequeñas cavidades, que luego se convertirán en una sola gran cavidad, llamada blastocele, formándose así el **blastocisto**.

El blastocisto presenta dos poblaciones o masas celulares:

- ✓ **Trofoblasto** o masa celular externa, que dará origen a la cara fetal de la placenta.
- ✓ **Embrioblasto** o masa celular interna, que dará origen al embrión propiamente dicho.

Desarrollo embrionario



c. Implantación o anidación

Es el proceso por el cual el blastocisto se introduce o penetra la capa funcional del endometrio. Se realiza entre 6-7 días después de la fecundación o 20-21 días después del inicio de la fecha de la última menstruación (FUM) o regla (FUR).

La implantación se debe a la acción corrosiva o destructiva de las células del trofoblasto y la participación del endometrio. Esta implantación es de tipo intersticial, es decir, el blastocisto es cubierto totalmente por la capa funcional del endometrio.

La implantación se da usualmente en la cara posterior del fondo uterino (embarazo), sin embargo, se puede dar en otros lugares diferentes al útero (trompa de Falopio, ovario, abdomen, etc.), a ello se denomina **embarazo ectópico**.

2.ª semana

✓ El trofoblasto se diferencia en dos capas:

- Citotrofoblasto o capa interna.
- Sincitiotrofoblasto o capa externa, que presenta cavidades llamadas **lagunas** las cuales darán origen a la circulación útero-placentaria. Esta capa elabora la hormona gonadotrofina coriónica humana (hGC) que permite el diagnóstico del embarazo y que puede ser detectado a través de la orina o suero sanguíneo de la gestante.

✓ El embrioblasto dará origen inicialmente al hipoblasto y epiblasto, los cuales se diferenciarán en endodermo y ectodermo, respectivamente, con lo cual se tiene el disco germinativo bilaminar comprendido entre las cavidades amnióticas y saco vitelino. Así, el embrioblasto y el trofoblasto se mantienen unidos por el **pie de fijación**, el cual se diferenciará posteriormente en el cordón umbilical.

3.ª semana

Tomándose como referencia el surco o línea primitiva del ectodermo, se forma la tercera membrana germinativa, el mesodermo, el cual se origina a partir de la invaginación del ectodermo sobre el endodermo.

Periodo embrionario

Se caracteriza por la formación de órganos a partir de las tres membranas germinativas. Es el periodo de la organogénesis, por lo que es un periodo de alta sensibilidad a agentes extraños o teratógenos que son capaces de alterar el desarrollo del embrión y producir malformaciones congénitas como labio leporino, focomelia, espina bífida, fisura palatina, etc.

4.ª semana

El amnios transparente ya rodea al embrión dentro de una bolsa llena de líquido. Este líquido estéril, llamado líquido amniótico, protege al embrión evitando que se lastime.
Los principales derivados de las tres membranas germinativas son:

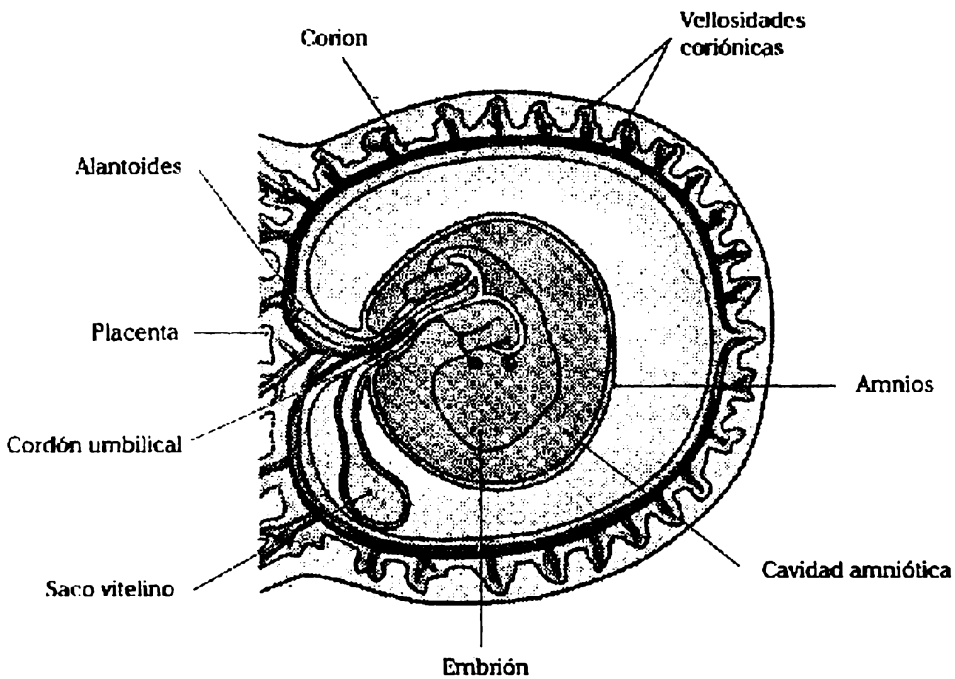
Ectodermo	SNC, SNP, epitelio sensorial del oído, ojos y fosas nasales, epidermis y anexos, cristalino y córnea, oído interno y externo, hipófisis, las glándulas mamarias, sudoríparas y sebáceas, esmalte de los dientes, médula suprarrenal, epitelio de la boca, fosas nasales, senos paranasales, conducto anal.
Mesodermo	Tejido conectivo, cartílagos, hueso, tejido muscular, la sangre, médula ósea y tejido linfoide, dientes, dermis, la esclerótica, oído medio, mesotelios, sistema cardiovascular, riñones, gónadas y conductos, bazo, corteza suprarrenal.
Endodermo	Revestimiento epitelial del tubo digestivo, vías respiratorias y de vejiga, tiroides, paratiroides, timo, vesícula biliar, hígado, páncreas.

8.ª semana

Se encuentran presentes todas las características generales externas del cuerpo y se reconoce al embrión como humano, ya que a su inicio el embrión es similar al de otras especies.

Al culminar este periodo la mayoría de órganos, aparatos o sistemas están ya presentes, sin embargo, la mayoría de ellos aún son no funcionales.

Membranas extraembrionarias



Periodo fetal

Se caracteriza por el crecimiento y la diferenciación celular de los tejidos y órganos formados en el periodo embrionario, los cuales se hacen maduros y funcionales. Es el periodo de la histogénesis.

9.ª semana

La cabeza mide la mitad del tamaño total del cuerpo, pero su crecimiento relativo va siendo cada vez menor, mientras se incrementa el crecimiento longitudinal del cuerpo.

12.ª semana

Los riñones comienzan a eliminar orina, se inicia la deglución del líquido amniótico y se puede distinguir el sexo por los genitales.

16.ª semana

El material expelido del colon del feto y del recién nacido se llama meconio y está compuesto por enzimas digestivas, proteínas y células muertas que se desprenden del tubo digestivo.

20.ª semana

Las glándulas sebáceas secretan el *vernix caseoso* que cubre y protege la piel del feto hasta el nacimiento de los efectos irritantes del líquido amniótico. También se forma la grasa parda, tejido que proporciona calor al feto.

28.ª semana

El sistema respiratorio y el SNC han alcanzado cierto desarrollo, lo que le permitirá al feto sobrevivir en caso se produzca el nacimiento pretérmino.

38.ª - 40.ª semana

El feto ha alcanzado su desarrollo total, pesa en promedio 3500 g y mide aprox 50 cm de longitud. El periodo de la gestación ha culminado.

En general, el periodo de la gestación tiene una duración de 266 días (38 semanas) desde la fecha de fecundación o 280 días (40 semanas) desde la fecha de última menstruación o regla (FUM o FUR).

Parto

Es la expulsión al exterior del feto, placenta y membranas fetales del sistema reproductor femenino. Se inicia con las contracciones rítmicas y fuertes del miometrio que con catalogados como los dolores del parto. Estas contracciones son estimuladas principalmente por la hormona oxitocina. En el parto se distinguen las siguientes etapas:

- ✓ Periodo de dilatación, que se caracteriza por una progresiva relajación y, por ende, dilatación del cuello uterino. Es estimulada por la **relaxina** liberada de los ovarios.
- ✓ Periodo de expulsión, que comprende desde la dilatación completa del cuello uterino hasta el nacimiento del feto.
- ✓ Periodo de alumbramiento, que corresponde a la expulsión de la placenta y membranas fetales anexas.

PLACENTA

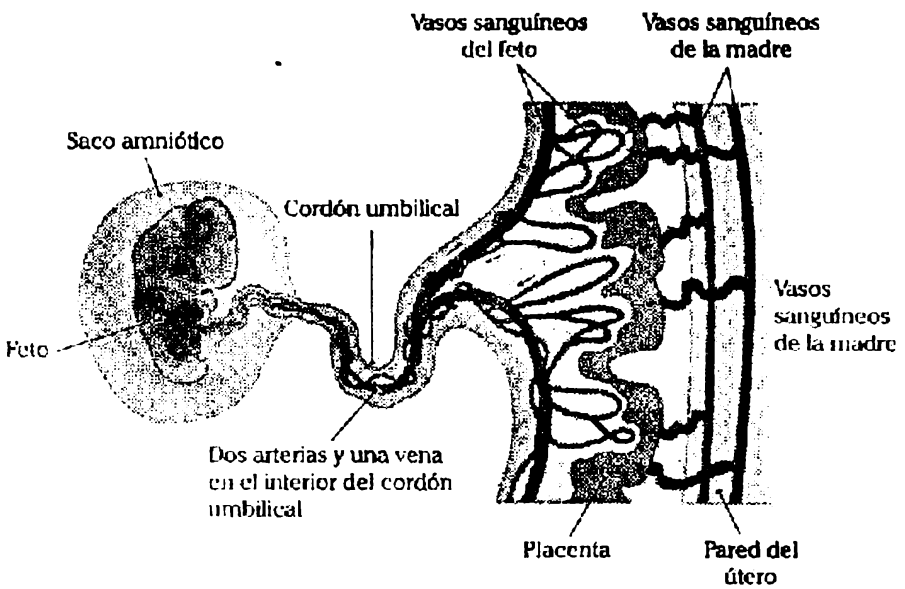
Es un órgano glandular transitorio de forma discoidal, con peso aproximado de 500 g que se encarga de proteger y albergar al feto durante su desarrollo. Es el interfaz entre los sistemas circulatorios de la madre y del embrión. Presenta dos caras:

- ✓ Cara fetal, que está en relación con el feto, presenta la inserción del cordón umbilical, formado por una vena (transporta sangre oxigenada de la placenta al feto) y dos arterias (transporta sangre poco oxigenada del feto a la placenta).
- ✓ Cara materna, que se relaciona con la capa funcional del endometrio llamada la decidua basal. Presenta formaciones nodulares llamadas cotiledones.

Entre sus funciones destacan:

- ✓ Intercambio de gases (O_2 y CO_2), nutrientes y desechos entre la sangre materna y la sangre fetal.
- ✓ Secreción de gonadotropina coriónica humana (GCH), lactógeno placentario, estrógeno, progesterona, etc.
- ✓ Protección del feto, a través de la barrera placentaria.
- ✓ Mantiene la temperatura corporal embrionaria o fetal ligeramente por encima de la temperatura de la madre.

Nutrición fetal



Desde la formación del cigote, el desarrollo humano es dinámico, continuo y complejo. Cada vez hay nuevos descubrimientos sobre este fascinante proceso y se observa cuán importante es el desarrollo embrionario y fetal en la salud de todas las personas.

Sistema inmunológico

Conjunto de células, tejidos y órganos ampliamente distribuidos por todo el cuerpo, que cumplen la función de defender al organismo de los microorganismos patógenos (factores externos), así como del crecimiento de células tumorales (factores internos).

Inmunidad inespecífica (innata)

Son mecanismos generales de defensa contra la invasión de agentes patógenos. Incluyen barreras naturales y células de defensa.

Barreras naturales. Evitan las infecciones, es decir, impiden el ingreso de agentes infecciosos al organismo. Tenemos los siguientes:

- **La piel.** Es una barrera resistente cuya capa externa está constituida principalmente de queratina, además presenta ácidos grasos que impiden la proliferación de microbios.
- **Las mucosas.** Están revistiendo superficies internas, por ejemplo, en las vías respiratorias la cubierta de moco actúa como una trampa para las partículas inhaladas y mediante el batido ciliar se barren las secreciones que contienen la partícula extraña.
- **Los líquidos naturales.** Las secreciones sebáceas, el sudor, las lágrimas y la saliva contienen ácidos grasos, bactericidas y fungicidas.
- **Las sustancias químicas.** Tienen acción bactericida. Por ejemplo, el ácido clorhídrico (HCl) del jugo gástrico, la espermina del semen, la lactoperoxidasa de la leche, la lisozima de las lágrimas, la saliva y las secreciones mucosas.
- **La flora microbiana.** La flora bacteriana normal de la piel produce sustancias que eliminan a sus competidores. Así mismo, la flora del intestino produce las colicinas y los bacilos de Doderlein mantienen el pH ácido en la vagina.

Células de defensa. Son leucocitos de la sangre: neutrófilos, basófilos, eosinófilos y linfocitos NK.

- **Neutrófilos.** Son los leucocitos mas abundantes (50% – 70%) su función es realizar la fagocitosis, constituye la primera línea de defensa. Sus gránulos contienen principalmente: **mieloperoxidasa**, enzima que genera ácido hipocloroso que es un potente bactericida; **lisozimas**, que hidrolizan la pared celular bacteriana, **lactoferrina** de acción bacteriostática, captura el hierro y con ello inhibe la multiplicación de las bacterias.
- **Eosinófilos.** Representan el 1% – 4% de los leucocitos, su función es destruir los parásitos, actúa también en las alergias fagocitando el complejo antígeno-anticuerpo. Sus gránulos contienen fundamentalmente la **proteína catiónica** que provoca la destrucción de los helmintos.
- **Basófilos.** Son los leucocitos más escasos (0 % – 1%). Participan en las alergias, sus gránulos contienen principalmente **histamina** que provocan contracción del músculo liso bronquial y dilatación de capilares; y la **heparina** que es una sustancia anticoagulante. Los **mastocitos** en los tejidos están muy relacionados con los basófilos, poseen en su membrana receptores para inmunoglobulinas E.

- **Monocitos.** Son los leucocitos más grandes, su función es realizar la fagocitosis, constituyendo la segunda línea de defensa. Al salir de la sangre se transforman en macrófagos que a su vez forman parte del **sistema reticuloendotelial** (mononuclear fagocítico).

  Según su ubicación en los tejidos u órganos reciben el nombre de macrófago alveolar (pulmones), células de Kupffer (hígado), células mesangiales (riñón), osteoclastos (huesos), microglias (tejido nervioso), células de Langerhans (piel), células de Hofbauer (placenta), sinoviocitos (articulaciones), histiocitos (tejido conjuntivo), células dendríticas (mucosas) y célula gigante a cuerpo extraño, que es la fusión de varios macrófagos.
- **Linfocitos NK.** Reconocen y destruyen a las células tumorales y células infectadas por virus. Estos linfocitos asesinos naturales utilizan también las perforinas.

Inmunidad específica (adquirida)

Se basa en el reconocimiento de los determinantes antigénicos (epítopes) localizados en la superficie del germen o en sus toxinas liberadas (antígenos). Un antígeno (Ag) es cualquier sustancia extraña que introducida en el interior de nuestro organismo provoca una respuesta inmunitaria dirigida de manera específica. Las células que forman parte de la inmunidad específica son los linfocitos T4, T8 y B.

Los linfocitos **Helper, T4 o auxiliares,** que poseen el receptor CD4 en su membrana celular, activan y dirigen la respuesta inmunitaria específica. Cuando se ponen en contacto con una célula presentadora de antígeno (CPA), que generalmente es una célula dendrítica, liberan interleukinas, los mensajeros químicos de la inmunidad, que amplifican la respuesta inmunitaria al activar a otros linfocitos: T8 y B.

La inmunidad celular. Mediada por los linfocitos Citotóxicos o $T8^+$ que poseen el receptor CD8, reconocen y destruyen células infectadas por un agente agresor, para ello utilizan las perforinas.

La inmunidad humoral. Mediada por los linfocitos B que se transforman en plasmocitos que sintetizan anticuerpos. Los **anticuerpos** (Ac) o **inunoglobulinas** (Ig), son glucoproteínas que circulan por la sangre y neutralizan al antígeno que induce su formación.

El IgG es el más abundante y el único que puede atravesar la barrera placentaria transmitiendo inmunidad de la madre al hijo. El IgM es la primera inmunoglobulina que sintetiza el neonato por sí mismo. El IgA se encuentra en las mucosas y fluidos como la leche, saliva, lágrimas y secreciones de las vías respiratorias, intestinal y urogenital. El IgE participa en la liberación de la histamina almacenada en los gránulos del mastocito, que conlleva una reacción de hipersensibilidad inmediata (las alergias).

Inmunidad activa

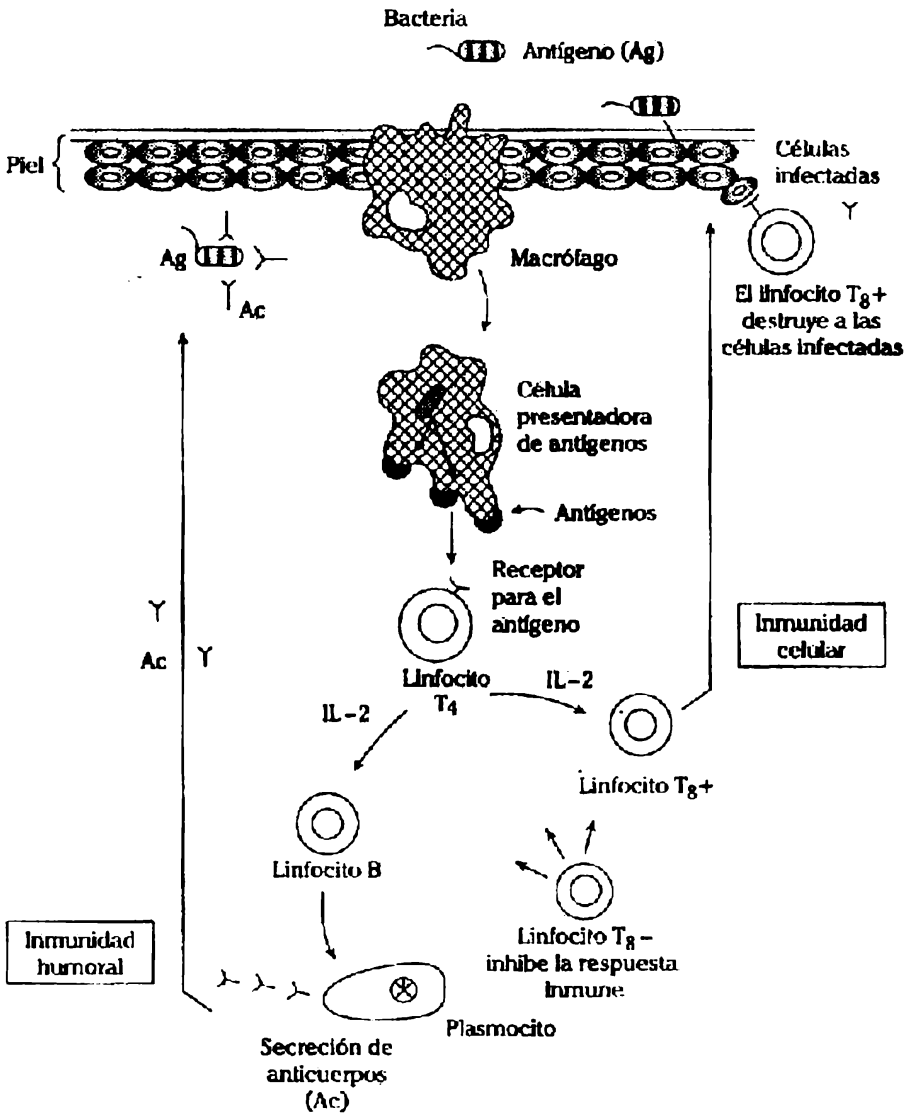
Una persona adquiere inmunidad **activa natural** luego de una enfermedad, debido a la formación de células de memoria inmunológica T8 memoria y B memoria, y **activa artificial**, cuando es vacunada. Las vacunas son preparados (suspensión de microorganismos vivos, atenuados, muertos o sustancias formadas por ellos) que se administran a las personas para desarrollar una respuesta inmunitaria con un mínimo de reacciones adversas; proporcionan inmunidad de aparición tardía, intensa y duradera.

Inmunidad pasiva

Una persona adquiere inmunidad en forma **pasiva natural** cuando la madre le transfiere anticuerpos al feto mediante la placenta, o algunas veces a través de la lactancia materna, y **pasiva artificial** cuando le administran por vía endovenosa anticuerpos que neutralizarán al veneno que ingresó cuando hemos sido mordidos por una serpiente o una araña venosa.

Los linfocitos supresores o $T8^-$. Controlan que la respuesta inmunitaria no se exceda, inhibiendo la acción de los linfocitos citotóxicos y de los linfocitos B.

Esquema general de la inmunidad



HISTOLOGÍA

1. Respecto a los tejidos corporales, seleccionar la alternativa incorrecta.

   A) Está conformado por células y productos celulares.
   B) Generalmente sus células tienen un origen embrionario común.
   C) La matriz extracelular brinda las propiedades fisicomecánicas a tejidos.
   D) El tejido nervioso deriva embriológicamente del mesodermo.
   E) El tejido epitelial deriva de las tres capas embrionarias.

2. Los tejidos altamente especializados en nuestro organismo son del tipo

   A) epitelial y conjuntivo.
   B) epitelial y nervioso.
   C) nervioso y muscular.
   D) muscular y conjuntivo.
   E) nervioso y conjuntivo.

3. La regeneración de epitelios tiene mucha relación con una de las siguientes vitaminas:

   A) calciferol.
   B) retinol.
   C) ácido ascórbico.
   D) tocoferol.
   E) niacina.

4. Cuando una glándula exocrina secreta sus productos por exocitosis, de modo que ni la membrana celular ni el citoplasma se convierten en parte de la secreción, se dice que es de tipo

   A) holocrina.
   B) merocrina.
   C) mixta.
   D) anficrina.
   E) apocrina.

5. Tejido animal que presenta abundante sustancia intercelular y células bien diferenciadas.

   A) nervioso
   B) epitelial
   C) conjuntivo
   D) muscular
   E) meristemático

UNMSM 2002

6. Las microvellosidades en células epiteliales aumentan la superficie de exposición, y las podemos encontrar en

   A) plexos coroideos.
   B) intestino delgado.
   C) conjuntiva ocular.
   D) intestino grueso.
   E) alveolos pulmonares.

7. El ..... es una célula del tejido conectivo que contiene gránulos de histamina en su citoplasma, la que es responsable de los diferentes cuadros alérgicos.

   A) histiocito
   B) macrófago
   C) plasmocito
   D) mastocito
   E) fibroblasto

8. La proteína más abundante en el plasma sanguíneo, responsable de mantener la presión oncótica de la sangre, se denomina

A) globulina.
B) albúmina.
C) plasmina.
D) fibrinógeno.
E) inmunoglobulinas.

9. Respecto al tejido sanguíneo, marque la alternativa incorrecta.

A) Las plaquetas se forman a partir de megacariocitos.
B) Se forma principalmente en médula ósea roja de huesos planos.
C) La sustancia extracelular se denomina plasma sanguíneo.
D) Los hematíes son anucleados.
E) Los leucocitos se forman en la médula ósea amarilla de huesos largos.

10. Estructura cuyo armazón está conformado por cartílago elástico.

A) epífisis
B) tiroides laríngea
C) tabique nasal
D) epiglotis
E) sínfisis

11. El esqueleto fetal, en sus primeras etapas, está conformado por

A) tejido óseo.
B) cartílago elástico.
C) cartílago hialino.
D) tejido conjuntivo laxo.
E) tejido conjuntivo denso.

12. La hormona paratiroidea estimula la resorción ósea, proceso en que participan

A) osteoclastos.
B) osteoblastos.
C) osteocitos.
D) osteona.
E) condroblasto.

13. Es un tipo de célula que forma parte del tejido conectivo y almacena histamina.

A) fibrocito
B) mastocito
C) plasmocito
D) adipocito
E) leucocito

UNMSM 2009-I

SISTEMA DIGESTIVO

14. Un importante estimulante endógeno de la secreción del ácido clorhídrico por las células parietales en el estómago, aparte de la acetilcolina y la gastrina, es la

A) prolactina.
B) pepsina.
C) cistina.
D) histamina.
E) adrenalina.

UNMSM 2005-I

15. Red nerviosa responsable del movimiento peristáltico.

A) plexo de Meissner
B) plexo submucoso
C) plexo coroideo
D) plexo de Auerbach
E) plexo cervical

16. La secreción de moco alcalino para la conformación de un medio adecuado para la acción de enzimas del intestino delgado, corre a cargo de las

A) células G.
B) glándulas de Brünner.
C) glándulas de Lieberkühn.
D) glándulas fúndicas.
E) células zimógenas.

17. El vaciado del contenido gástrico hacia el duodeno y la secreción de bilis y jugo pancreático rico en enzimas, es mediado por la hormona

A) gastrina.
B) colecistocinina.
C) lisozima.
D) secretina.
E) pepsina.

18. Los nutrientes asimilados en el intestino delgado son transportados hacia el hígado mediante la

A) arteria intestinal.
B) vena porta.
C) arteria aorta.
D) arteria hepática.
E) vena suprahepática.

19. La digestión de proteínas se inicia en el estómago por acción de la enzima

A) ptialina.
B) pepsina.
C) tripsina.
D) aminopeptidasa.
E) lipasa gástrica.

20. La bomba de protones responsable de la acidez gástrica está presente en las células

A) parietales.
B) principales.
C) mucosas.
D) de Paneth.
E) alfa.

21. El área de absorción del intestino delgado, principalmente, es aumentado por

A) las vellosidades intestinales.
B) las microvellosidades de los enterocitos.
C) las depresiones de la mucosa llamadas criptas de Lieberkühn.
D) las válvulas intestinales.
E) los pliegues de la submucosa del yeyuno e íleon.

22. Indique la afirmación más adecuada sobre emulsificación de las grasas.

A) Los lípidos se digieren por acción enzimática en partículas absorbibles.
B) Las grasas se desintegran por acción mecánica en partículas cada vez más pequeñas.
C) La bilis es responsable de esta función gracias a su actividad enzimática.
D) Las sales biliares son enzimas importantes de la digestión química de las grasas.
E) La lipasa pancreática rompe los enlaces tipo éster por lo cual la grasa se degrada.

SISTEMA RESPIRATORIO

23. La unidad anatómica funcional del pulmón es

A) el alvéolo.
B) la pleura.
C) el bronquiolo terminal.
D) el lobulillo pulmonar.
E) el bronquiolo respiratorio.

24. La principal forma de transporte del CO_2 por el torrente sanguíneo se da en forma

A) de carbaminohemoglobina.
B) de carboxihemoglobina.
C) de oxihemoglobina.
D) libre en el plasma.
E) de bicarbonato.

25. Sobre los alvéolos pulmonares indique la afirmación correcta.

A) Son responsables del intercambio gaseoso con el medio ambiente.
B) Contiene los neumocitos II responsables de la difusión gaseosa.
C) El neumocito I favorece el transporte activo de los gases.
D) En la hematosis se intercambia O_2 por CO_2 a nivel tisular.
E) Permiten el intercambio gaseoso entre el aire alveolar y la linfa.

26. La hematosis es

A) el ingreso de aire a los pulmones.
B) el intercambio gaseoso entre la sangre y los tejidos.
C) la frecuencia de ventilaciones en un minuto.
D) el volumen de aire que ingresa a los pulmones.
E) el intercambio de gases entre el alveolo y la sangre.

27. En los pulmones, la difusión del oxígeno a nivel alveolar se realiza porque

A) el diafragma se contrae durante la inspiración.
B) existe mayor presión atmosférica dentro del pulmón.
C) la presión parcial del oxígeno es mayor en el alveolo que en el capilar sanguíneo.
D) la cavidad torácica se expande.
E) la presión parcial del oxígeno es menor en el alveolo que en el capilar sanguíneo.

SISTEMA CIRCULATORIO

28. El nódulo ..... controla los latidos cardiacos, también denominado marcapaso natural.

A) auricular
B) ventricular
C) sinusal
D) auriculoventricular
E) de Purkinje

29. En la circulación sistémica o mayor, la sangre sale del corazón ....., para luego regresar e ingresar a .....

A) de la aurícula derecha - el seno venoso.
B) de la aurícula izquierda - las venas cavas.
C) del ventrículo derecho - la aurícula izquierda.
D) del ventrículo izquierdo - la aurícula derecha.
E) por la aorta – la vena cava superior.

30. Sobre el sistema circulatorio indique la afirmación incorrecta.

A) La dilatación anormal de una arteria se denomina aneurisma.
B) A través de la arteria aorta la sangre ingresa al corazón.
C) La sangre se expulsa del corazón por la contracción de los ventrículos.
D) La válvula mitral regula el flujo sanguíneo del lado izquierdo del corazón.
E) Las arterias coronarias irrigan al corazón.

SISTEMA NERVIOSO

31. Es la unidad funcional del sistema nervioso.

A) arco reflejo
B) neurona
C) neuroglias
D) corteza cerebral
E) arco consciente

32. Proceso nervioso asociado de forma directa a la captación de estímulo del medio.

A) transcripción
B) traducción
C) conducción
D) transducción
E) transmisión

33. La despolarización nerviosa se logra por

A) ingreso de Na.
B) salida de Na.
C) ingreso de K.
D) salida de K.
E) ingreso de Na y K.

34. La conducción saltatoria y la transmisión nerviosa ocurren respectivamente a nivel de

A) sinapsis.
B) sinapsis y axón.
C) axón y sinapsis.
D) dendritas y axón.
E) soma y axón.

35. La presencia de vaina de mielina favorece la

A) conducción saltatoria.
B) despolarización de membrana.
C) transmisión del impulso nervioso.
D) transducción nerviosa.
E) captación de estímulos.

36. El sistema nervioso central está formado por

A) todas las neuronas del organismo.
B) el encéfalo y la médula espinal.
C) los nervios sensitivos y nervios motores.
D) los arcos reflejos.
E) los ganglios.

37. De los siguientes enunciados respecto al arco reflejo, indicar las proposiciones verdaderas.

I. El procesamiento y modulación es realizado por las neuronas de asociación.
II. La respuesta es ejecutada por el órgano efector.
III. La señal nerviosa eferente es sensitiva.
IV. Los estímulos son captados en órganos receptores.
V. El órgano efector es el músculo liso.

A) I, II, III
B) I, II, V
C) I, II, IV
D) II, III, V
E) II, III, IV

38. Estructura nerviosa que sirve como estación de relevo para los impulsos nerviosos sensitivos.

A) hipotálamo
B) núcleo caudado
C) tálamo
D) corteza cerebral
E) médula espinal

39. El centro de control de los movimientos conscientes, reside en la siguiente región cerebral:

A) toda la corteza cerebral.
B) corteza frontal prerrolándica.
C) cuerpo calloso.
D) corteza frontal postrolándica.
E) núcleos basales.

40. Cuando se activa el núcleo ..... del hipotálamo, se activa el centro del hambre, es decir, la persona presenta deseos de ingerir alimentos.

A) lateral
B) supraóptico
C) paraventricular
D) ventromedial
E) anterior

41. La temperatura corporal es regulada por el ..... y las conductas instintivas por el .....

A) sistema límbico - hipotálamo
B) bulbo raquídeo - sistema límbico
C) hipotálamo - cerebro
D) tálamo - hipotálamo
E) hipotálamo - sistema límbico

42. La zona motora encargada del movimiento corporal se localiza a nivel del área

A) postrolándica de la corteza cerebral.
B) prerrolándica de la corteza cerebral.
C) del vermis de la corteza cerebelosa.
D) de los núcleos cerebelosos.
E) de Wernicke.

43. Elija la proposición falsa.

A) Las acciones simpática y parasimpática del sistema nervioso autónomo son antagónicas.
B) Los sistemas nerviosos simpático y parasimpático son anatómica y funcionalmente diferentes.
C) La acción simpática ocurre en condiciones de estrés.
D) La acción parasimpática ocurre en condiciones de relajación.
E) Las acciones simpática y parasimpática corresponden al sistema nervioso de relación.

44. El líquido cefalorraquídeo (LCR) se forma en los plexos coroideos presentes en los ventrículos encefálicos, en cuya circulación pasa del III ventrículo al IV a través de

A) acueducto de Silvio.
B) agujeros de Monro.
C) agujeros de Luschka y Magendie.
D) seno venoso.
E) espacio subaracnoideo.

SISTEMA SENSORIAL

45. La lente biconvexa ubicada en la parte anterior del ojo que permite la formación de imágenes en la retina se denomina

A) cómea.
B) coroides.
C) cristalino.
D) iris.
E) esclerótica.

46. Algunos fármacos antibióticos como la amikacina o gentamicina son ototóxicos, puesto que dañan tanto la cóclea como el vestíbulo. Si dañan el vestíbulo, se afectará primordialmente

A) la audición.
B) la amplificación del sonido.
C) la membrana timpánica.
D) el equilibrio.
E) los huesecillos del oído.

SISTEMA OSTEOMUSCULAR

47. La unidad anatómica y funcional del músculo estriado se denomina

A) miofibrilla.
B) sarcosoma.
C) sarcolema.
D) túbulo T.
E) sarcómera.

48. Relacione correctamente.

I. sarcómera
II. sarcosoma
III. sarcolema
IV. fibra muscular

( ) mitocondria
( ) miocito
( ) unidad del músculo
( ) membrana celular

A) III - II - IV - I
B) II - IV - I - III
C) IV - III - I - II
D) II - I - IV - III
E) III - IV - II - I

49. La participación del retículo sarcoplásmico durante la contracción muscular ocurre mediante

A) producción de ATP.
B) reorganización de los miofilamentos.
C) interacción actina-miosina.
D) liberación de calcio al citoplasma.
E) bombeo de calcio desde el citoplasma.

50. La actividad contráctil del músculo cardiaco se caracteriza por ser

A) lenta y voluntaria.
B) lenta e involuntaria.
C) rápida e involuntaria.
D) rápida y voluntaria.
E) lenta e involuntaria/voluntaria.

SISTEMA ENDOCRINO

51. La hormona responsable de la lactopoyesis recibe el nombre de

A) oxitocina.
B) estrógeno.
C) prolactina.
D) progesterona.
E) relaxina.

52. Relacione ambas columnas con respecto a las hormonas humanas y su función.

I. ACTH
II. TSH
III. LH
IV. FSH

( ) ovulación
( ) estimula la glándula suprarrenal
( ) espermatogénesis
( ) estimula la glándula tiroides

A) III, I, II, IV
B) I, III, IV, II
C) III, IV, I, II
D) II, I, IV, III
E) III, I, IV, II

53. Cuando la hipófisis de una persona adulta vuelve a secretar elevadas cantidades somatotropina, padecerá una enfermedad denominada

A) bocio.
B) Graves-Basedow.
C) gigantismo.
D) acromegalia.
E) diabetes.

54. Una mujer se somete a una extracción quirúrgica de la tiroides, ocasionándole un hipotiroidismo denominado

A) Graves-Basedow.
B) mixedema.
C) tetania.
D) Addison.
E) Cushing.

55. Las células ..... de los islotes de Langerhans del páncreas elaboran .....

A) alfa - la tiroxina.
B) beta - la insulina.
C) alfa - la somatostatina.
D) delta - el polipéptido pancreático.
E) F - la antidiurética.

56. Indique la afirmación correcta relacionada con la insulina.

A) Es un neurotransmisor hiperglicemiante.
B) Promueve la síntesis de glucosa en el hígado.
C) Favorece el ingreso de glucosa a la célula.
D) Es una hormona que aumenta la gluconeogénesis.
E) Su secreción se incrementa en situaciones de hipoglicemia.

REPRODUCCIÓN

57. Las células intersticiales o de Leydig tienen la función de secretar

A) estrógeno.
B) testosterona.
C) inhibina.
D) espermatozoides.
E) semen.

58. Con relación a la menstruación marque la opción verdadera.

A) Se presenta cada 30 días de forma regular.
B) Es la descamación de la capa basal y funcional del endometrio.
C) Se presenta debido a la disminución brusca de las hormonas ováricas.
D) Se relaciona con el periodo fértil de la mujer.
E) Se presenta por lo general en la mitad del ciclo menstrual.

59. La hormona indicadora de embarazo es la subunidad beta de la hormona ....., secretada por la placenta, la que se puede determinar en la orina o en el suero sanguíneo.

A) oxitocina
B) progesterona
C) gonadotrofina coriónica humana
D) foliculoestimulante
E) prolactina

Salud y enfermedad

Capítulo XI

Objetivos

- Comprender las causas de las enfermedades y sus efectos sobre nuestra salud.
- Conocer las distintas formas de transmisión de las enfermedades y conocer las medidas para prevenirlas.
- Relacionar la incidencia de las enfermedades con nuestra realidad social.

Definiciones

Salud

La organización mundial de salud (OMS) define a la salud como: "El estado de perfecto bienestar físico, psíquico y social, y no solo la ausencia de lesión o enfermedad". Entre los factores determinantes de la salud, tenemos: el estilo de vida y las características genéticas del individuo; las condiciones ambientales y del sistema sanitario.

Enfermedad

Es la perturbación de la salud en una persona. Cada una de las enfermedades alteran las estructuras y funciones corporales en forma característica, manifestando un cuadro clínico con signos y síntomas reconocibles.

- ✓ **Síntomas.** Cambios subjetivos en las funciones corporales y que no resultan perceptibles para el observador, por ejemplo: dolor de cabeza y náuseas.
- ✓ **Signos.** Cambios objetivos que el médico puede observar y medir, por ejemplo: la fiebre, un hematoma. Son muy útiles para el diagnóstico de la enfermedad.

La disciplina científica que estudia por qué, cuándo y dónde ocurren las enfermedades y sus mecanismos de transmisión se conoce como **epidemiología.**

Tipos de enfermedades

Según su incidencia

Esporádicas

Solamente se producen algunos casos en la población. Ejemplo: derrames cerebrales (accidentes cerebro vasculares).

Endémicas

Exclusivas de una región concreta, donde se registran casos de manera habitual. Ejemplo: paludismo en zonas tropicales.

Epidémicas

Atacan a gran número de personas en un período corto de tiempo. Si la epidemia afecta a muchos países, o incluso a todo el planeta, se denomina **pandemia.**

Por la rapidez con la que aparecen y su duración

Agudas

Se manifiestan rápidamente, pero son de corta duración. Ejemplo: resfriado común.

Crónicas

Se desarrollan con lentitud y duran mucho tiempo, en ocasiones toda la vida. Ejemplo: artritis.

Según su origen

Infecciosas

Contagiosas o transmisibles, son causadas por partículas infecciosas, como partículas subcelulares (virus, priones), o seres vivos como bacterias, hongos, protozoos, helmintos y artrópodos.

No infecciosas

No contagiosas o no transmisibles:

a. **Carenciales**
   Se produce cuando en nuestra dieta falta algún principio nutritivo, por ejemplo: el escorbuto se presenta por carencia de vitamina C, la anemia ferropénica se debe a la deficiencia de hierro.

b. **Funcionales**
   Se debe al mal funcionamiento de algún tejido, órgano o sistema de nuestro cuerpo. Por ejemplo: Alteraciones de la secreción hormonal como las hiposecreciones (cretinismo, enanismo, diabetes mellitus) e hipersecreciones (gigantismo, síndrome de Cushing), insuficiencias renal, hepática, cardiaca y pulmonar. También enfermedades autoinmunes (artritis reumatoide) y de hipersensibilidad (alergias).

c. **Degenerativas**
   Afección generalmente crónica, en la cual la función o la estructura de los tejidos u órganos afectados empeoran con el transcurso del tiempo. Destacan enfermedades neurodegenerativas como el mal de Alzheimer y el mal de Parkinson y miodegenerativas como algunas distrofias musculares.

d. Ocupacionales

Son ocasionados por la actividad laboral que realiza un individuo. La exposición al plomo en aquellas personas que laboran en minería, soldadura y pintura con aerosol ocasiona saturnismo, toxicidad renal, anemia y neuropatía periférica.

e. Congénitas

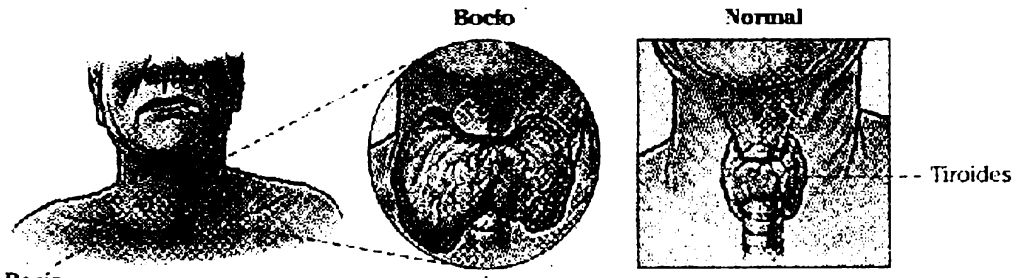
Una enfermedad congénita es aquella que se manifiesta desde el nacimiento, ya sea producida por un trastorno durante el **desarrollo embrionario**, durante el parto, o como consecuencia de un defecto **hereditario**. Ejemplos: hidrocefalia, labio leporino, síndrome de Down, sirenomelia, hemofilia, daltonismo.

Muchas enfermedades congénitas, funcionales y degenerativas pueden ser hereditarias.

Enfermedades nutricionales			Características
Sobrenutrición		Obesidad mórbida	La obesidad mórbida es la forma más grave del exceso de peso, disminuye la expectativa de vida, causa discapacidad, minusvalía. Sus efectos a nivel colectivo se han ido incrementando como efecto de los cambios en las costumbres sociales y alimentarias.
Deficiencia mineral	Iodo	Bocio endémico	La glándula tiroides agrandada se previene mediante el consumo de sal yodada y la yodación del agua potable.
	Calcio	Raquitismo mineral	Enfermedad relacionada con la malformación de los huesos en niños, debido a una mineralización deficiente de la matriz orgánica. Los huesos raquíticos no pueden sostener el peso y tensión ordinaria, que resultan en un aspecto de piernas arqueadas, rodillas confluentes, tórax en quilla y protuberancia frontal del cráneo.
	Hierro	Anemia ferropénica	Asintomática en su forma leve. En formas moderadas se manifiesta palidez, debilidad o cansancio, dolores de cabeza, mareos.
Desnutrición proteica	Proteínas	Kwashiorkor	Abombamiento abdominal, debido a retención de líquidos en la cavidad abdominal por ausencia de proteínas en la sangre. La mortalidad puede ser alta y puede haber secuelas a largo plazo como niños con talla corta y, en casos severos, de retraso mental.

Desnutrición calórica	Carbohidratos y proteínas	Marasmo	Un niño con marasmo aparece escuálido, con el abdomen inflamado y su peso corporal puede reducirse hasta menos del 80% de su peso normal para su altura.
Hipovitaminosis	Vit A	Xeroftalmia y Nictalopía	Debilidad de la regeneración de los epitelios, ceguera nocturna (falta de pigmentos visuales de la retina), también manifiesta xeroftalmia (conjuntivitis seca), alteración de la respuesta inmunológica y queratinización gingival.
	Vit C	Escorbuto	Hinchazón en las encías, hemorragias y caída de los dientes, así como alteraciones óseas y sensibilidad a las infecciones. En estados avanzados las hemorragias se extienden a otros órganos y sobreviene la muerte.
	Vit D	Raquitismo vitamínico	Calcificación insuficiente del esqueleto y dientes por una escasa absorción intestinal de calcio y también de fósforo. Un signo claro de raquitismo es arqueamiento de las piernas en los niños.
	Vit K	Trastornos hemorrágicos	Disminución de la formación de protrombina, una proteína indispensable para la coagulación de la sangre.
	Vit B_1	Beri-beri	Los síntomas son: fatiga, pérdida de apetito, náuseas, vómitos, palpitaciones, taquicardias, hipotensión arterial, mareos, etc. En graves deficiencias puede sobrevenir la muerte.
	Vit B_3	Pelagra o enfermedad de las "3 D"	Caracterizada principalmente por "dermatitis" eritema rosado de la piel, trastornos digestivos "diarreas", debilidad general y alteraciones del sistema nervioso central con parálisis y "demencia".
	Vit B_9	Trastornos congénitos y anemia megaloblástica	Defectos de nacimiento en el cerebro (anencefalia) y la columna vertebral (espina bífida) del bebé por mal cierre del tubo neural en los extremos cefálico y caudal, respectivamente. Si el feto sufre déficit de ácido fólico durante la gestación también puede padecer anemia megaloblástica.

Bocio simple



Enfermedades infecciosas

Causadas por la presencias y multiplicación de un agente patógeno (virus, bacterias, hongos y parásitos) en el organismo animal y por la reacción en contra de este, en unas condiciones ambientales determinadas.

Triada epidemiológica

Está formado por el **medio ambiente**, los **agentes** y el **huésped**. Un cambio en cualquiera de estos tres componentes alterará el equilibrio existente para aumentar o disminuir la frecuencia de la enfermedad, por lo tanto, se pueden llamar factores causales o determinantes de la enfermedad.

Agentes infecciosos

La **infectividad** de un microorganismo puede definirse como la capacidad que posee para adaptarse a vivir dentro del hospedador. Por otro lado, la **patogenicidad** se define como la capacidad del microorganismo de producir enfermedad en el organismo infectado. La **virulencia**, en cambio, es un término cuantitativo, que indica grado de patogenicidad.

Dentro de una especie patógena existen cepas más o menos virulentas, y los determinantes de la virulencia vienen definidos por el conjunto de caracteres genéticos, bioquímicos y componentes estructurales del agente infeccioso.

Hospedero

Organismo en que habita el agente causal. Las personas tienen distintos grados de receptividad de un agente infeccioso, depende de factores como su estado nutricional, su inmunidad, entre otros.

Se denomina **portadora** aquella persona enferma, convalesciente o aparentemente sana que lleva en su cuerpo el germen de una enfermedad y actúa como propagador de esta.

Se denomina **reservorio** de infección a los hombres, animales, plantas, suelo, materia orgánica inanimada, en que el agente infeccioso vive y se multiplica; y de ellos depende su vida para poder transmitirse y desarrollarse en el organismo del hombre y producir enfermedad.

Medio ambiente

Condiciones climáticas, instalaciones, alimentación, etc. que influyen directamente en el desarrollo de la enfermedad, puesto que estos factores van a actuar sobre el agente y sobre el organismo sensible.

Teoría microbiana de la enfermedad

Robert Koch enunció sus ya famosos postulados en el curso de sus investigaciones sobre el carbunco, una enfermedad que se transmitía de forma frecuente al hombre desde el ganado lanar y vacuno. Los postulados tratan acerca de los principios que rigen la etiología de las enfermedades infecciosas.

- ✓ La bacteria patógena debe aislarse siempre de animales enfermos y nunca de animales sanos.
- ✓ La bacteria aislada debe ser cultivable en condiciones de laboratorio.
- ✓ Si la bacteria se inocula a otro individuo sano, debe reproducirse la enfermedad.
- ✓ La bacteria debe ser aislada y cultivada a partir de los animales enfermos.

Robert Koch publicó sus postulados por primera vez en el año 1882, en un artículo sobre la etiología de la tuberculosis. La publicación de estos postulados, junto con otros descubrimientos de sus contemporáneos, supuso una auténtica revolución para la comunidad científica y sobre todo para la nueva ciencia microbiológica.

Vías de infección

Los agentes infecciosos ingresan al organismo a través de diversas vías tales como:

Vía oral o digestiva

Mediante alimentos o bebidas contaminadas, tal es el caso de enfermedades gastrointestinales como tifoidea, cólera, disentería, también hepatitis A, poliomielitis y parasitosis intestinales como teniosis, amebiosis, oxiuriosis.

Vía nasal o respiratoria

A través de aerosoles con microbios producto de la tos y los estornudos e inclusive al hablar. De esta forma se transmiten enfermedades respiratorias como gripe, resfriado, tos convulsiva, tuberculosis, también sarampión, varicela.

Vía cutánea

Por contacto directo, a través de heridas o picaduras de insectos vectores. De esta forma se transmiten enfermedades como las micosis superficiales, sarna, tétano, ántrax, malaria, uta, dengue, rabia.

Vía sexual

Los agentes infecciosos ingresan al organismo mediante el acto sexual, tal es el caso de la hepatitis B, sida, o de enfermedades venéreas como herpes, gonorrea, sífilis, trichomoniosis.

Formas de transmisión

Directa

Se produce por contacto físico con un hospedero infectado o con las secreciones o excreciones emitidas por él (aerosoles, semen, orina, heces). Requiere un contacto estrecho entre individuos. A su vez este contagio puede ser por vía oral, respiratoria, venérea o genital, cutánea o conjuntival.

Indirecta

Implica una separación en el espacio y en el tiempo, entre la fuente de infección y el hospedador susceptible, requiriendo pues la intervención de un intermediario físico (vehículos), vivo (vector) o inanimado (fómite).

a. Mediante vectores

Animales que sin padecer la enfermedad, introducen el microorganismo patógeno en un organismo sano.

✓ **Vectores biológicos**

Cuando el agente patógeno realiza parte de su ciclo de vida al interior del vector.

Principales vectores biológicos:

Zancudo	*Anopheles sp*	Paludismo o malaria
Titira	*Lutzomyia sp*	Uta y mal de la Oroya
Aedes	*Aedes aegypti*	Dengue, fiebre amarilla
Chinche	*Triatoma infestans*	mal de chagas

Zancudo

Chinche

✓ **Vectores mecánicos**

Cuando el agente patógeno solo es transportado mecánicamente por el vector. Ejemplo: La mosca (*Musca domestica*), y la cucaracha (*Periplaneta americana*) son vectores de la fiebre tifoidea.

b. Mediante vehículos

Alimentos y bebidas: contaminados con virus, bacterias, quistes o huevos del agente patógeno.

c. Mediante fómites

Objetos inanimados que contaminados con agentes patógenos viables, pueden transmitir el patógeno al hospedero.

Zoonosis

Son las enfermedades que se transmiten de animales vertebrados al hombre. Actualmente se reconoce como zoonosis a los procesos contagiosos en cuyo ciclo biológico existe alguna relación hombre-animal, sea de forma directa o indirecta. Puede ser:

a. Ortozoonosis

Enfermedad transmitida directa o indirectamente desde el animal infectado al hombre. Ejemplo: rabia, tuberculosis, brucelosis.

b. Saprozoonosis

El agente causal no solo está presente en el hospedero, sino que también cumple parte de su ciclo vital en un reservorio extraanimal (materia orgánica, suelo, plantas). Ejemplo: botulismo, tétanos, micosis.

c. Ciclozoonosis

El agente causal necesita más de una especie animal (vertebrado) para completar su ciclo biológico. Como ejemplo las helmintosis (equinococosis).

d. Metazoonosis

En este caso el agente necesita además de una especie de animal vertebrado, un vector invertebrado específico, donde se multiplica y desarrolla. Ejemplo: Rickettsiosis, leishmaniosis.

Fases de una enfermedad infecciosa

El desarrollo de una enfermedad infecciosa es un proceso que se realiza en las siguientes etapas:

Fase de incubación

Es el intervalo de tiempo que transcurre entre el momento que los agentes patógenos invaden a un organismo y la manifestación de los primeros síntomas de la enfermedad.

Fase de enfermedad manifiesta

Aparecen síntomas y signos claros de la enfermedad. Denominado período agudo de la enfermedad.

Fase de declive

Los síntomas de la enfermedad van cediendo, empezando a notarse una sensación de bienestar.

Fase de convalecencia

Una vez eliminados los agentes patógenos, el organismo debe recobrar la salud perdida. Requiere reposo y nutrirse adecuadamente para evitar recaídas o nuevas infecciones. En este período el paciente recobra vigor y vuelve a la normalidad.

Profilaxis de enfermedades infecciosas

La prevención y control de las enfermedades transmisibles es una prioridad en salud pública. El control se basa en la adopción de medidas para lograr la disminución de la transmisión de enfermedades y conseguir una reducción de su incidencia. Las medidas van dirigidas a todos los eslabones de la cadena epidemiológica.

Sobre la fuente de infección

Si la fuente de infección es una persona enferma se toman las siguientes medidas:

a. Diagnóstico precoz

Consiste en descubrir la enfermedad antes de su manifestación o en sus comienzos. Del diagnóstico precoz depende la integridad física del individuo y, en muchos casos, su vida. La educación sanitaria, que informa sobre los síntomas iniciales de las enfermedades, y los lugares de diagnóstico y tratamiento, contribuyen enormemente con esta medida preventiva.

b. Denuncia obligatoria

Algunas enfermedades infectocontagiosas son de denuncia o notificación obligatoria, internacional o nacional. La notificación debe ser efectuada por médicos o autoridades de instituciones, a la autoridad sanitaria más próxima.

c. Aislamiento y tratamiento

Según la contagiosidad del enfermo, se recomienda el aislamiento domiciliario u hospitalario. Este se debe cumplir hasta pasado el peligro de contagio. El tratamiento consiste en la aplicación de medidas curativas que disminuyen el peligro de contagio.

Sobre los reservorios de los agentes infecciosos se desarrollan campañas como la desratización y la precaución en el trato con animales domésticos.

Sobre los mecanismos de transmisión

Destacan los procesos de desinfección, la potabilización de las aguas, eliminación de aguas residuales, el aseo personal y la higiene en el manejo y consumo de los alimentos. También requiere un control de vectores transmisores de enfermedad mediante procesos de fumigación.

Sobre la población susceptible

a. Vacunación

Inducción de una respuesta inmune mediante la administración de microorganismos muertos o atenuados, o de algunas moléculas de su estructura, que actúan como antígenos.

b. Uso de antisépticos

En el caso de que se hayan roto las barreras externas para impedir la entrada de patógenos, se usan antisépticos comunes como el alcohol y el agua oxigenada. Se trata de sustancias que destruyen microorganismos.

PRINCIPALES ENFERMEDADES INFECCIOSAS COMO CAUSAS DE MUERTE A NIVEL MUNDIAL

Causa	Número estimado de muertes por año (millones)
Infecciones agudas del tracto respiratorio inferior	3,96
VIH/Sida	2,77
Enfermedades diarreicas	1,80
Tuberculosis	1,56
Malaria	1,27
Enfermedades en niños prevenibles por vacunación	1,12
Enfermedades de transmisión sexual (excluyendo VIH/Sida)	0,18
Meningitis	0,17
Hepatitis B y C	0,16
Enfermedades parasitarias tropicales	0,13
Dengue	0,02
Otras enfermedades infecciosas	1,76

PRINCIPALES ENFERMEDADES INFECCIOSAS VIRALES

Enfermedad	Modo de transmisión	Manifestaciones
Dengue	Vector biológico *Aedes aegypti*	Se caracteriza por fiebre de aparición súbita que dura de tres a siete días acompañada de dolor de cabeza, articulaciones y músculos. El **dengue hemorrágico** se manifiesta con la pérdida de sangre o daño grave de órganos, que puede desencadenar en la muerte. Es endémica de regiones tropicales y subtropicales.
Fiebre amarilla	Vector biológico *Aedes aegypti*	Comienza bruscamente con fiebre elevada, escalofríos y cefalea. Las hemorragias conllevan vómitos con sangre procedente del tubo digestivo alto. Lo **amarillo** de la enfermedad se refiere a los signos de ictericia que afectan a algunos pacientes. Es endémica de regiones tropicales a pesar de la existencia de una vacuna efectiva.
Gripe	Directamente presentes en aerosoles producto de tos y estornudo (gotitas de Flügge)	Fiebre, astenia, anorexia, cefalea, malestar general, tos seca, dolor de garganta, gastroenteritis, vómitos, diarrea.
Resfriado común		Estornudos, secreción, congestión y picor nasal, dolor de garganta, tos, cefalea, malestar general.
Rubéola		Fiebre, cefalea, erupciones en la piel, malestar general, enrojecimiento de los ojos, faringitis, inflamación dolorosa de ganglios alrededor de la nuca.
Sarampión		Fiebre, erupciones en la piel, tos, rinitis, diarrea, neumonía, encefalitis.
Varicela		Fiebre, cefalea, malestar general, adelgazamiento, erupción cutánea en forma de ampollas.
Parotiditis (paperas)	Consumo de alimentos contaminados	Fiebre, cefalea, dolor e inflamación de las glándulas salivales.
Poliomielitis		Inflamación en las neuronas motoras de la columna vertebral y del cerebro que ocasiona parálisis y atrofia muscular.
Hepatitis A	Vía sexual y transplacentaria Transfusiones sanguíneas	Inflamación del hígado, fiebre, cansancio, náuseas, diarrea.
Hepatitis B		
Hepatitis C		
HIV/Sida	Vía sexual y transplacentaria	Inmunodeficiencia e infecciones oportunistas.
Herpes		Ampollas cutáneas en la boca (herpes labial), en los genitales (herpes genital) o en la piel (herpes zóster).
Rabia	Mordedura de animal infectado	Fiebre, vómitos, confusión, agresividad, alucinaciones, convulsiones, parálisis, diplopía, hidrofobia, coma y muerte.

PRINCIPALES ENFERMEDADES INFECCIOSAS BACTERIANAS

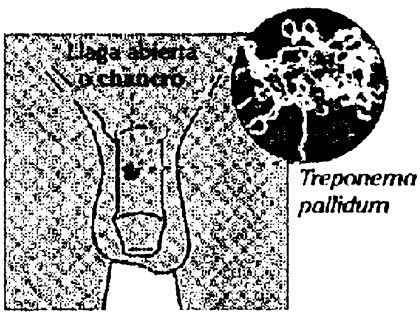
Enfermedad y agente causal	Modo de transmisión	Manifestaciones
Tuberculosis pulmonar *Mycobacterium tuberculosis* (bacilo de Koch)	Vía aérea. Microbios presentes en aerosoles producto de la tos y el estornudo (gotitas de Flügge).	La bacteria se multiplica dentro de unas **lesiones pulmonares llamadas tubérculos**. Al romperse el tubérculo, las bacterias se descargan a un **bronquio**, dispersando la enfermedad en otras partes del pulmón. A veces las bacterias son diseminadas por la **sangre**, causando lesiones secundarias (**metástasis**) en otros órganos. Manifiesta tos seca, adelgazamiento inexplicable, palidez, ojos brillantes y elevación de la temperatura por las tardes seguida de transpiración nocturna (diaforesis).
Neumonía *Streptococcus pneumoniae* (neumococos)		Gran parte de la población lleva **neumococos** en la faringe, quienes llegan a los pulmones cuando bajan las defensas durante infecciones respiratorias como la gripe.
Tos convulsiva *Bordetella pertussis* (bacilo de Bordette)		Ataca a las **vías respiratorias** y se caracteriza por graves episodios de **tos** que dificultan la ventilación y el intercambio de **gases**.
Difteria *Corynebacterium diphteriae* (bacilo de Löeffler)		La bacteria se establece en el tracto respiratorio superior, produce una **toxina que al llegar a la sangre se disemina** a todo el cuerpo. La **inflamación local de la garganta** causa un exudado que forma una **pseudomembrana diftérica**, que bloquea el paso de aire.
Tifoidea *Salmonella tiphy* (bacilo de Eberth)	Consumo de alimentos contaminados con bacterias, no lavados, cocidos o preservados adecuadamente.	La bacteria se multiplica en el tracto gastrointestinal, luego puede invadir la sangre y diseminarse a todo el cuerpo. Genera fiebre.
Disentería *Shiguella disenteriae* (bacilo de Shiga)		Se forman lesiones en la parte terminal del íleon y colon. También se producen cólicos intestinales.
Cólera *Vibrio cholerae*		Esta bacteria se multiplica extensivamente en el intestino delgado, produciendo una toxina que actúa sobre las células epiteliales inhibiendo la absorción de sodio. La pérdida de agua y sales minerales es una consecuencia grave de las fuertes diarreas y vómitos.
Tétanos *Chlostridium tetani* (bacilo de Nicolaier)	Heridas expuestas a esta bacteria presente en el suelo y restos fecales de vacunos.	El microbio llega a las heridas mediante la tierra o cuerpos extraños, liberando la toxina **tetanospasmina** causante de espasmos y convulsiones que pueden ser mortales cuando afectan a los músculos de la respiración.
Mal de Carrión *Bartonella bacilliformis* (bacilo de Barton)	Picadura de mosquito *Phlebotomus sp.* (titira)	Presenta una **fase hemolítica** denominada fiebre de la Oroya y una **fase dérmica** denominada verruga peruana.

Peste bubónica *Yersinia pestis* (bacilo de Yersin)	Picadura de la pulga de la rata.	Los ganglios linfáticos aumentan su tamaño, formando **bubones.** En los casos graves, el bacilo de la peste es diseminado a otros órganos. Cuando se infectan los pulmones, la enfermedad se hace directamente transmisible al hombre por infección de gotitas, hablándose entonces de peste neumónica.
Sífilis *Treponema pallidum*	Contacto sexual y transplacentaria (madre-hijo).	El microorganismo penetra en los tejidos epiteliales del órgano reproductor formando una lesión primaria local o chancro. Las lesiones secundarias se desarrollan varias semanas más tarde en los ojos, huesos, articulaciones o en el sistema nervioso central. Si no se trata, la enfermedad puede progresar y producir trastorno mental y la muerte.
Gonorrea *Neisseria gonorrhoeae* (gonococo)	Contacto sexual. Neonatos pueden adquirir una infección ocular grave al pasar por la vagina de su madre con gonorrea.	Después del contacto sexual, el gonococo penetra en el tracto genitourinario; la infección está generalmente restringida a los órganos reproductores, pero puede producir septicemia (multiplicación de bacterias en el torrente sanguíneo).

Sífilis

Infección causada por una bacteria que se disemina fácilmente a tráves de la piel lesionada o las mucosas.

Se manifiesta con llagas abiertas pequeñas e indoloras.

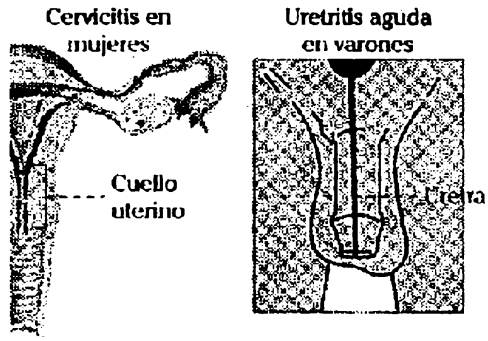


En las personas no tratadas se producen transtornos mentales y finalmente la muerte.

Gonorrea

Afecta habitualmente a la uretra y vagina, pero puede afectar a las glándulas uretrales, trompas, faringe, epidídimo, recto y conjuntiva.

Suele presentarse como:



Asintomática en el 5% de los varones y en el 50% de las mujeres.

PRINCIPALES ENFERMEDADES MICÓTICAS

Enfermedades	Agente causal	Forma de transmisión	Características
Pie de atleta	*Candida albicans y trichophyton*	Fómites. Calzado infectado.	Picazón, agrietamiento de la piel.
Tiña del cabello	*Microsporum o trichophyton*	Fómites. Peines infectados.	Caída del cabello y caspa.

PRINCIPALES ENFERMEDADES PARASITARIAS

Protozoos

Enfermedad	Agente causal	Forma de transmisión		Características
Disentería amebiana	*Entamoeba hystolitica*	Consumo de alimentos o bebidas contaminados con quistes de estos protozoarios.		Evacuaciones mucosanguinolentas, dolor abdominal, falta de apetito, pérdida de peso y malestar general.
Malabsorción intestinal por giardiosis	*Giardia lamblia*			En niños con giardiasis crónica se percibe retardo en el crecimiento y síndrome de malabsorción con pérdida considerable de peso.
Vulvo vaginitis por tricomoniosis	*Trichomona vaginalis*	E.T.S. (enfermedad de transmisión sexual).		Picazón, ardor, enrojecimiento o dolor en los genitales, molestia al orinar, o una secreción clara con un olor inusual que puede ser transparente, blanca, amarillenta o verdosa.
Espundia	*Leishmania braziliensis*	Vector biológico	*Phlebotomus sp.* "manta blanca" y *Lutzomyia sp.* "titira".	La forma cutánea genera lesiones ulcerosas en la piel, sin embargo la forma mucosa es mutilante de la nariz, labios, mejillas, etc.
Uta	*Leishmania peruviana*		*Triatoma infestans* "Chirimacha"	Edema de párpados (signo de Romagna), hepatomegalia e insuficiencia cardiaca. El parásito tiene como reservorio: cuy, rata, perro.
Paludismo o malaria	*Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium falciparum*		*Anopheles sp.* "Zancudo" hembra.	Escalofríos, fiebre y abundante sudoración, que dura entre ocho y doce horas, a intervalos de dos días (fiebre terciana) o de tres días (fiebre cuartana). Destrucción progresiva de eritrocitos. Para su tratamiento se usan medicamentos antipalúdicos derivados de la quinina.
Toxoplasmosis	*Toxoplasma gondi*	Inhalación de quistes presentes en pelaje con restos fecales de gato.		Comunmente asintomática puede causar malformaciones congénitas en fetos de mujeres embarazadas.

Helmintos	Teniosis	*Taenia solium* "tenia del cerdo"	Consumo de carne de cerdo con larva cisticerco.	Las tenias adultas se localizan en el intestino delgado humano. Entre los síntomas tenemos aumento de apetito, baja de peso, diarreas.
		Taenia saginata "tenia de la res"	Consumo de carne de res con larva cisticerco.	Las tenias adultas se localizan en el intestino delgado humano. Entre los síntomas tenemos aumento de apetito, baja de peso, diarreas.
	Cisticercosis	*Taenia solium* "Tenia de cerdo"	Autoinfección debido a malos hábitos de higiene. Destrucción de proglótides en el intestino.	Los embriones liberados atraviesan el intestino y por vía sanguínea o linfática se depositan en el músculo, sistema nervioso y ojos. En el cerebro ocasionan la neurocisticercosis con alteraciones motoras epileptoides.
	Oxiuriosis	*Enterobius vermicularis* "oxiuro"	Consumo o inhalación de huevos embrionados de estos parásitos.	Se localiza en el ciego y porciones adyacentes al intestino grueso.
	Ascariosis	*Ascaris lumbricoides* "lombriz intestinal"	Llevarse los dedos a la boca o comerse las uñas, luego de rascarse el borde perianal donde la hembra pone sus huevos.	Además de fuerte escosor, los pacientes presentan insomnio e irritabilidad, anorexia, pérdida de peso, rechinar de dientes.
	Fasciolosis	*Fasciola hepatica* "Alicuya"	Consumo de agua y verduras contaminadas con larvas metacercarias.	Atraviesa el intestino delgado y llega al duodeno y vías biliares. Manifiesta náuseas, vómitos.
Artrópodos	Pediculosis Ptiriasis	*Pediculus humanus* "piojo" *Ptirius pubi* "ladilla"	Infestación por contacto directo con el pelo de una persona parasitada, uso de peines, toallas.	Su presencia se manifiesta por escozor intenso que da lugar al rascado. Los huevos o liendres son fijados al pelo. Los piojos son vectores de enfermedades como el tifus.
	Sarna o rasca rasca	*Sarcoptes scabiei* "Arador de la sarna"	Contacto directo con una persona parasitada o por uso de pijamas o sábanas contaminadas.	Se localiza en brazos, axilas, vientre, genitales externos, etc. donde los ácaros construyen galerías en la piel. Las lesiones cutáneas provocan intensa picazón.

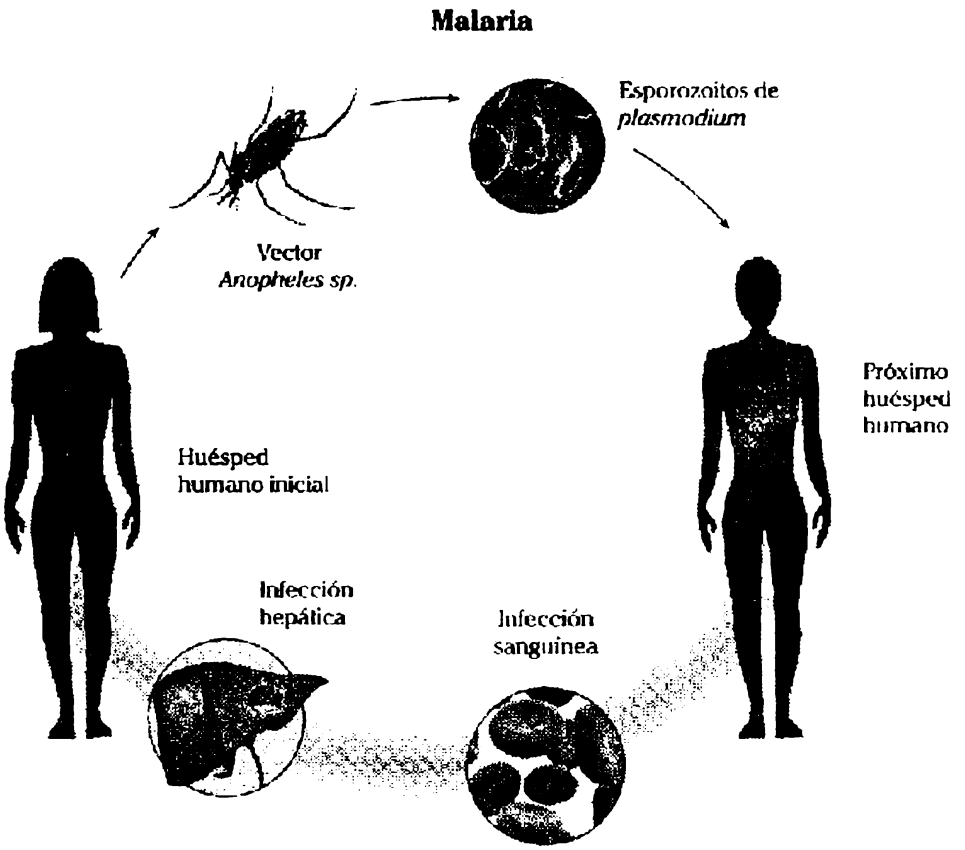
Ciclos biológicos de algunas enfermedades parasitarias

Malaria o paludismo

Causada por el protozoario llamado *Plasmodium vivax*; transmitido por el mosquito *Anopheles*. Infecta entre 300 a 500 millones de personas cada año, matando a más de un millón de ellas.

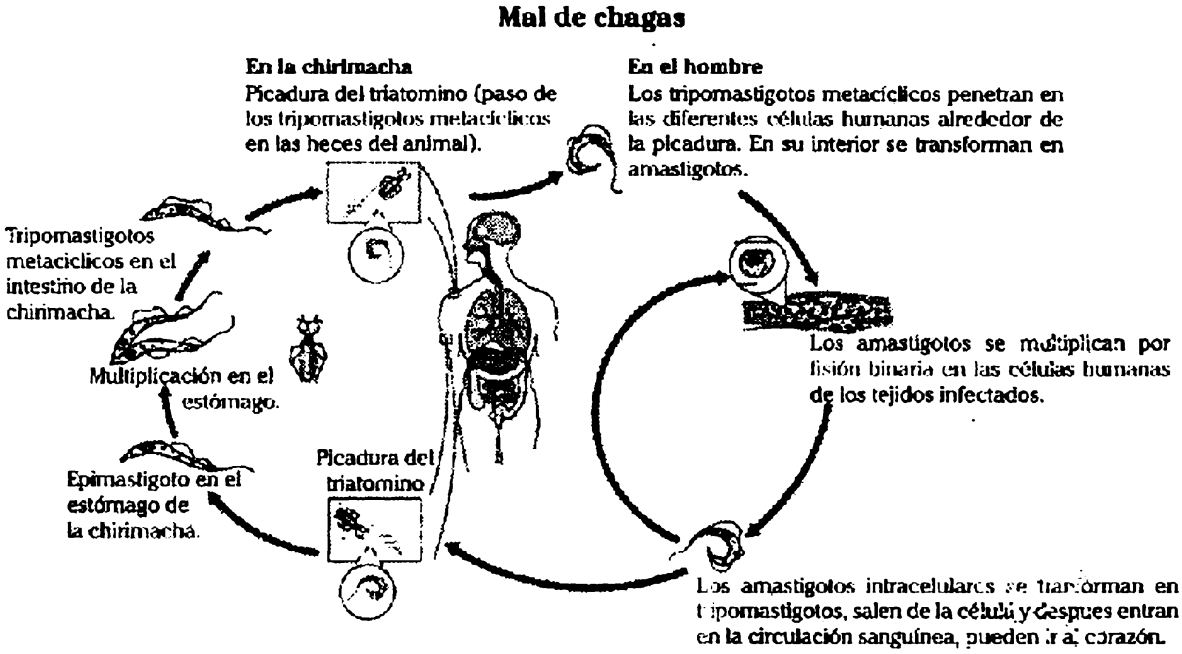
Dentro del huésped, el *Plasmodium vivax* se desarrolla en dos fases: la **fase hepática** en la cual infecta y destruye células del hígado; y la **fase eritrocítica**, en la que infecta y mata glóbulos rojos generando anemia y fiebre recurrente por efecto de las toxinas.

Dentro del vector (el zancudo) se lleva a cabo la fase sexual del *Plasmodium vivax*. En esta fase el gametocito masculino se une al femenino para formar un oocisto que originará esporozoitos que migran a las glándulas salivales del zancudo.



Mal de chagas

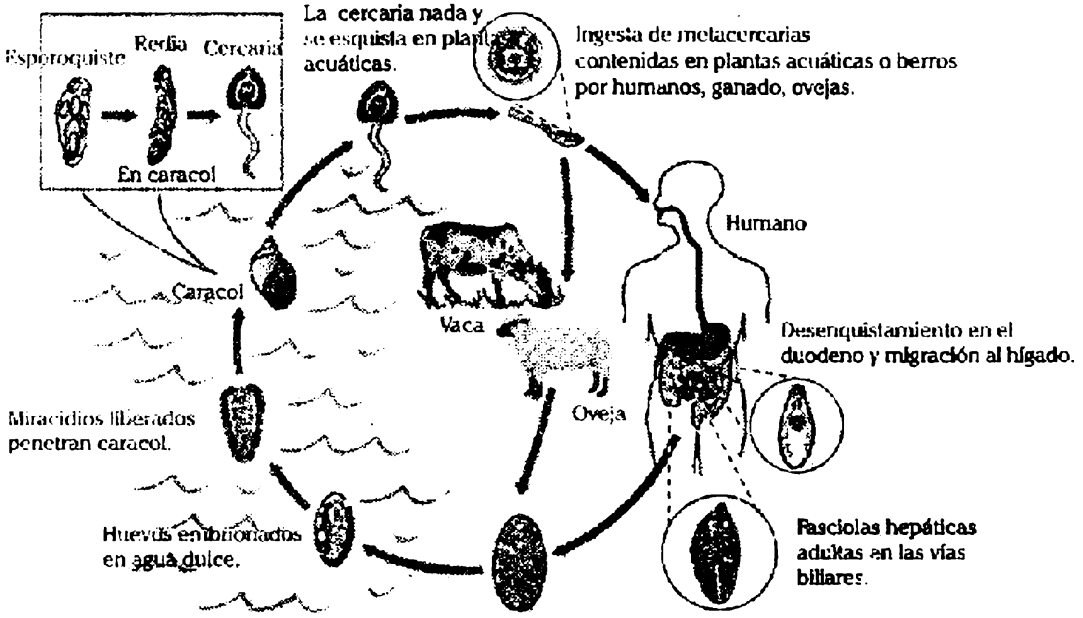
También llamada *Tripanosomiasis americana*, es una enfermedad parasitaria que se presenta en el continente americano, en particular en América del Sur. Su agente patógeno es un protozoario flagelado denominado *Trypanosoma cruzi* que es transmitido mayormente por **chinches o chirimachas *Triatoma infestans*** chupa sangre; sin embargo, son posibles otros métodos de transmisión, como la ingestión de comida contaminada con parasitos, transfusiones de sangre y transmisión al feto. Entre 16 y 18 millones de personas se encuentran actualmente infectadas en el mundo.



Fasciolosis

Enfermedad parasitaria (helmintiosis) causada por el trematodo *Fasciola hepatica*, conocida vulgarmente como **duela del hígado**. Los adultos se localizan en la vesícula biliar o en los conductos biliares del hígado. Se trata de una zoonosis porque afecta primariamente a otros mamíferos, pero puede transmitirse al hombre.

El ciclo biológico de los parásitos involucra a dos hospedadores, uno intermediario y otro definitivo. El hospedador intermediario es un caracol de agua dulce; el hospedador definitivo puede ser un mamífero herbívoro (principalmente ovejas y vacas) e incluso el ser humano.

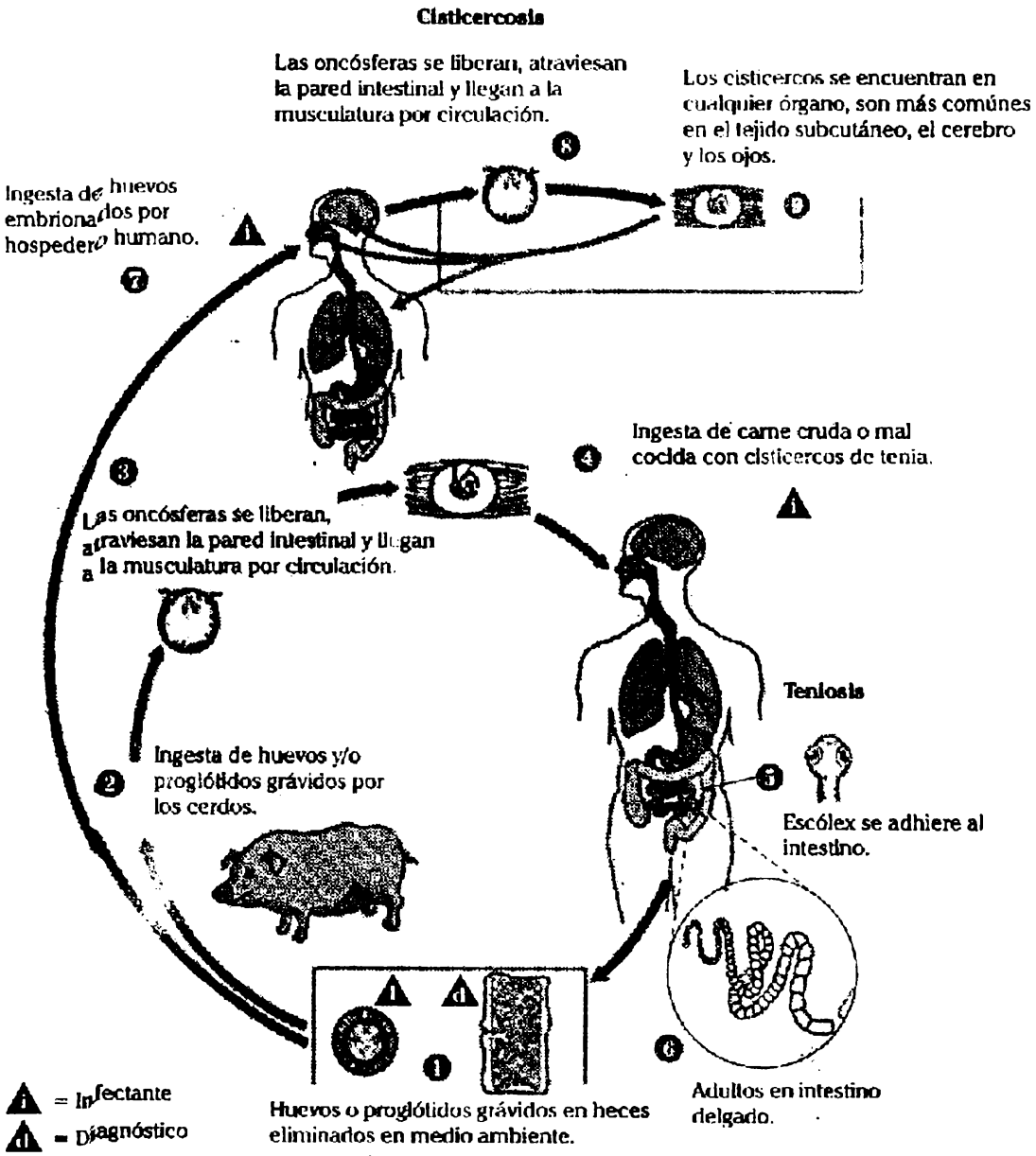


Teniosis y cisticercosis

La teniosis es causada por la *Taenia sollum* "tenia del cerdo" y la *Taenia saginata* "tenia de la vaca" adultas ubicadas en el intestino delgado.

El hombre se parasita con esta tenias por el consumo de carne infectada con las larvas llamadas cisticercos. Como síntomas de la enfermedad destacan la pérdida de peso, el aumento de apetito y la diarrea.

La cisticercosis, caracterizada por la proliferación de larvas de la Taenia solium en los tejidos musculares y nerviosos, principalmente, depende de la ingestión de huevos de los parásitos generado por autoinfección ano-mano-boca.



Nota

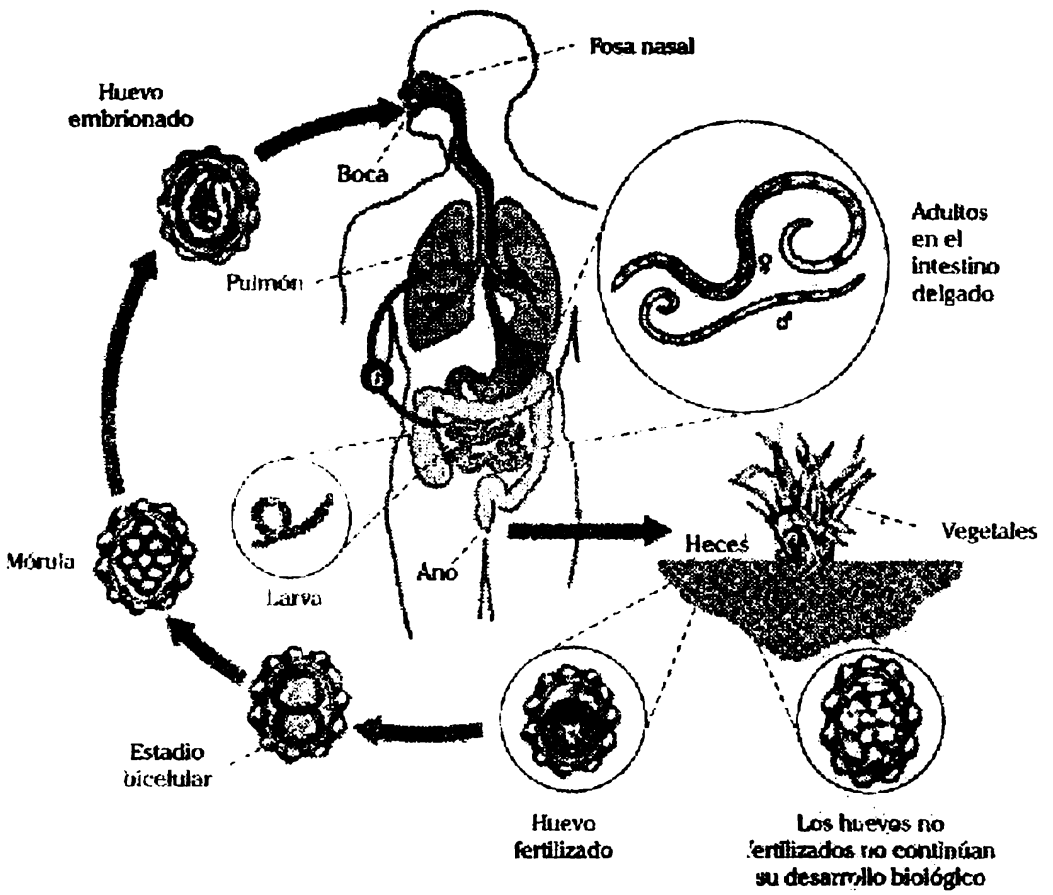
En las parasitosis por helmintos, se denomina hospedero definitivo a aquel que alberga al parásito adulto, y hospedero intermediario al que alberga a las formas larvarias. Algunos parásitos tienen dos o más hospederos intermediarios, tal es el caso de la tenia y de la fasciola.

Ascariosis

Es una infestación parasitaria provocada por la lombriz intestinal *Ascaris lumbricoides*. La ascariosis es la infección humana provocada por lombrices más frecuente en el mundo.

El hombre se infecta con el consumo de alimentos contaminados con huesos embrionados del gusano, cuyas larvas salen a la luz del intestino delgado, atraviesan el epitelio intestinal, llegan a la vena porta que los conduce al hígado, de ahí van al corazón, los pulmones, e inclusive pueden salir por las narinas (aberturas de la nariz). Se manifiesta con fiebre elevada, tos, ataques asmáticos, edema labial; en parasitosis masiva genera oclusión intestinal, apendicitis, abscesos hepáticos, entre otros.

La ascariosis tiene gran importancia epidemiológica, pues se presenta en zonas donde la gente defeca a ras del suelo por no contar con servicios de desagüe.



1. Una enfermedad es endémica cuando

   A) aparece de repente y se propaga rápidamente.
   B) causa una mortalidad elevada.
   C) existe habitualmente en una zona o región.
   D) produce una anemia intensa.
   E) existe en todo el mundo.

2. Cuando el número de casos de una enfermedad se incrementa en una región, se denomina

   A) pandemia.
   B) endemia.
   C) epidemia.
   D) cuarentena.
   E) virulencia.

3. La enfermedad de Pompe es ..... por que los lisosomas de las células musculares no poseen enzimas que degradan el glucógeno y crecen de forma anormal, provocando alteraciones de los músculos cardiacos, corporales y respiratorios.

   A) ocupacional
   B) nutricional
   C) funcional
   D) carencial
   E) infecciosa

   UNMSM 2011-I

4. El hecho de que un agente infeccioso debe encontrarse siempre en el paciente constituye

   A) una forma de transmisión.
   B) un requisito para la inmunidad.
   C) una causa de cualquier enfermedad.
   D) un postulado de Koch.
   E) una etapa de una enfermedad.

5. Robert Koch estableció que para afirmar que un microorganismo sea la causa de una enfermedad, se necesita confirmar, en primer lugar, que este sea

   A) capaz de producir la infección original.
   B) causante de la enfermedad después de varias generaciones de cultivo.
   C) preparado y mantenido en cultivo puro.
   D) encontrado en todos los afectados.
   E) recuperado de un inóculo animal y cultivado de nuevo.

6. En una enfermedad infecciosa, el tiempo comprendido entre el ingreso del patógeno al organismo y la aparición de los primeros síntomas, se denomina periodo

   A) de inicio.
   B) de convalescencia.
   C) de desarrollo.
   D) de incubación.
   E) asintomática.

   UNMSM 2005-II

7. Forma indirecta de transmisión de patógenos.

   A) coito
   B) estornudo
   C) contacto físico
   D) gotitas de saliva por tos
   E) picadura de mosquitos

8. Es una enfermedad de transmisión indirecta y de ingreso por vía oral.

   A) tos ferina
   B) sarampión
   C) sarna
   D) rabia
   E) fiebre tifoidea

9. Un ejemplo de enfermedad parasitaria que emplea la vía cutánea como vía de infección es

A) mal de chagas.
B) rabia.
C) sífilis.
D) amibiosis.
E) tisis.

10. La vía de entrada del virus de la poliomielitis es

A) sanguínea.
B) cutánea.
C) digestiva.
D) sexual.
E) respiratoria.

11. Las siguientes enfermedades son transmitidas por vía respiratoria.

A) sarampión, malaria
B) tuberculosis, sarampión
C) cólera, poliomielitis
D) tuberculosis, poliomielitis
E) sarampión, poliomielitis

12. La poliomielitis es una enfermedad viral que se transmite al hombre por vía

A) digestiva.
B) respiratoria.
C) cutánea.
D) reproductora.
E) nerviosa.

UNMSM 2005-II

13. El control y erradicación de la poliomielitis puede lograrse por medio de

A) la eliminación de zancudos.
B) la eliminación adecuada de desechos.
C) el mejoramiento de la nutrición.
D) la eliminación de los ectoparásitos.
E) la aplicación de vacunas específicas.

14. La vacunación es la mejor prevención para enfermedades como ..... y .....

A) la verruga - la rabia.
B) la ascariosis - la hidatidosis.
C) el sarampión - la tos ferina.
D) la sífilis - la tos ferina.
E) la malaria - la sarna.

15. Es una infección bacteriana grave y potencialmente mortal de la infancia si no se inmuniza a tiempo al niño, afecta las vías respiratorias causando una tos incontrolable.

A) tuberculosis
B) sarampión
C) coqueluche
D) brucelosis
E) difteria

16. Durante la enfermedad del cólera, a nivel del intestino delgado, la toxina del *Vibrium cholerae* provoca la

A) destrucción de células epiteliales.
B) estimulación de la secreción de potasio.
C) inhibición de la secreción de agua.
D) inhibición de la absorción de sodio.
E) estimulación de la absorción de sodio.

UNMSM 2011-II

17. Es considerada una intoxicación alimentaria.

A) oxiuriosis
B) disentería
C) tifoidea
D) botulismo
E) tétanos

18. ¿Cuál de las siguientes medidas no evita la fiebre tifoidea?

A) lavarse las manos antes de manipular alimentos y/o comer.
B) evitar el consumo de alimentos crudos regados con aguas servidas.
C) hervir el agua.
D) pernoctar al aire libre, en zonas de elevada virulencia.
E) mantener los servicios higiénicos limpios y aseados.

19. De la relación de enfermedades que se listan a continuación, señale aquellas donde la medida preventiva fundamental es el control de vectores.

A) amebiosis, hidatidosis, ascariosis
B) sífilis, lepra, sarampión
C) gripe, tos convulsiva, sarampión
D) paludismo, verruga, tripanosomiosis
E) rabia, sífilis, malaria

20. Correlacione las enfermedades con la medida profiláctica.

1. Malaria
2. Fasciolasis
3. Micosis
4. Teniasis
5. Poliomielitis

( ) Hervir las prendas de vestir.
( ) La vacunación es la mejor prevención.
( ) Eliminación de vectores.
( ) Tomar medidas de control de los caracoles.
( ) Comer carnes que pasaron el control de calidad.

A) 4 - 5 - 2 - 1 - 3
B) 3 - 5 - 2 - 1 - 4
C) 5 - 3 - 1 - 2 - 4
D) 5 - 4 - 2 - 1 - 3
E) 3 - 5 - 1 - 2 - 4

21. El agente causal de la malaria ingresa a la sangre del individuo y se multiplica primero en el ....., pasando luego a invadir

A) eritrocitos - el bazo.
B) hígado - el bazo.
C) hígado - los glóbulos rojos.
D) páncreas - el bazo.
E) bazo - la sangre.

22. Enfermedad zoonótica causada por un virus que se encuentra en la saliva de ciertos animales transmitiéndose por vía cutánea.

A) rabia
B) gripe
C) sarampión
D) pollo
E) hepatitis

23. Seleccione dos características que correspondan a la enfermedad de Chagas.
I. pandémica
II. infecciosa
III. degenerativa
IV. endémica

A) I y II
B) I y III
C) II y III
D) III y IV
E) II y IV

UNMSM 2010-I

24. La cisticercosis es una enfermedad parasitaria, causada por la larva cisticerco del cestodo

A) *Fasciola hepatica*
B) *Echinococcus granulosus*
C) *Ascaris lumbricoides*
D) *Enterobius vermicularis*
E) *Taenia solium*

UNMSM 2003

25. Los insectos son los vectores más comunes de muchas enfermedades en el hombre. Indique cuál de los siguientes insectos no es un agente de transmisión.

A) *Phlebotomus verrucarum*
B) *Aedes aegypti*
C) *Anopheles clavijes*
D) *Triatoma infestans*
E) *Drosophila melanogaster*

UNMSM 2004-I

26. La toxoplasmosis es una enfermedad causada por el *Toxoplasma gondii*, un protozoario que parasita a los gatos y puede ser transmitido al hombre; por lo que se le denomina

A) zoonosis.
B) parasitosis.
C) toxoplasmosis.
D) infecciosa.
E) endémica.

27. La cisticercosis es una enfermedad causada por el consumo de alimentos contaminados con ..... de tenia, y afectan al .....

A) larvas - intestino delgado.
B) huevos - intestino gureso.
C) huevos - cerebro y músculos.
D) larvas - cerebro y músculos.
E) adultos - intestino delgado.

Ecología

Capítulo XII

Objetivos

- Conocer la composición y el funcionamiento de los ecosistemas.
- Comprender la diversidad de adaptaciones de los organismos a los recursos y condiciones del medio.
- Valorar la importancia de un manejo sostenible de los recursos naturales.

En 1869 el zoólogo alemán Ernest Haeckel acuñó por primera vez el término ecología del griego *oikos* = casa, morada y *logos* = tratado, estudio. La ecología es el estudio de las interacciones de los organismos entre sí y con su ambiente no vivo de materia y energía.

De dicho análisis se determinan los vínculos entre los seres vivos y la naturaleza, en el cual el hombre participa de los procesos que ocurren en la naturaleza y se plantea la necesidad de buscar las raíces de los problemas actuales de los ecosistemas y de la tierra en su conjunto (contaminación ambiental, destrucción de la capa de ozono, elevada tasa de mortalidad, miseria, desempleo), cuya causa se encuentra sin duda en el afán de acumulación de algunos países quienes, en la práctica, sobreexplotan los recursos de la Tierra, aumentando la miseria y desnutrición de otros países (subdesarrollados).

Definiciones

Ecosistema

Unidad básica de estudio de la ecología, Es un sistema complejo en el que interactúan los seres vivos entre sí y con el conjunto de factores no vivos que forman el ambiente. El componente biótico o viviente se denomina biocenosis y el componente no vivo o abiótico se denomina biotopo.

Los límites pueden ser naturales (orilla de un lago por ejemplo) o arbitrarios. Debe existir una entrada y una salida continua de energía.

Biotopo

Componente abiótico (no vivo) del ecosistema que comprende los distintos aspectos climáticos (atmosféricos), edáficos (suelo), hídricos (agua) y de relieve, presentes en el ecosistema.

Biocenosis

Componente biótico (vivo) del ecosistema. Se encuentra organizada jerárquicamente según:

- ✓ **Individuo ecológico.** Es el nivel ecológico básico, comprende a cada una de las distintas "formas de vida" adaptadas evolutivamente a las condiciones ambientales.
- ✓ **Población.** Asociación de individuos de una misma especie que habitan el mismo ecosistema en el mismo tiempo.
- ✓ **Comunidad biótica.** Es el nivel más alto de organización de la biocenosis de un ecosistema. Está conformada por la totalidad de poblaciones que habitan un mismo ecosistema en un momento concreto.

Bioma

Ecosistema de gran tamaño con una comunidad biótica, caracterizado por una vegetación dominante adaptada a condiciones climáticas (temperatura, humedad), edáficas (suelo) y topográficas (relieve) relativamente uniformes. Ejemplo: bosque tropical lluvioso en la Selva baja y el desierto costero de nuestro país.

Los ecosistemas de la ecósfera se dividen en dos grandes clases: los terrestres y los acuáticos.

Ecósfera

Sistema ecológico más grande y prácticamente autosuficiente, abarca a todas las comunidades vivientes del planeta y el ambiente físico global con quien interactúa.

Biósfera

Comprende a todas las comunidades vivientes del planeta. También se entiende como la biocenosis de la ecósfera.

Hábitat

Región o espacio geográfico donde las especies pueden encontrar las condiciones y los recursos para sobrevivir y desplegar sus poblaciones. El hábitat es la "dirección de la especie".

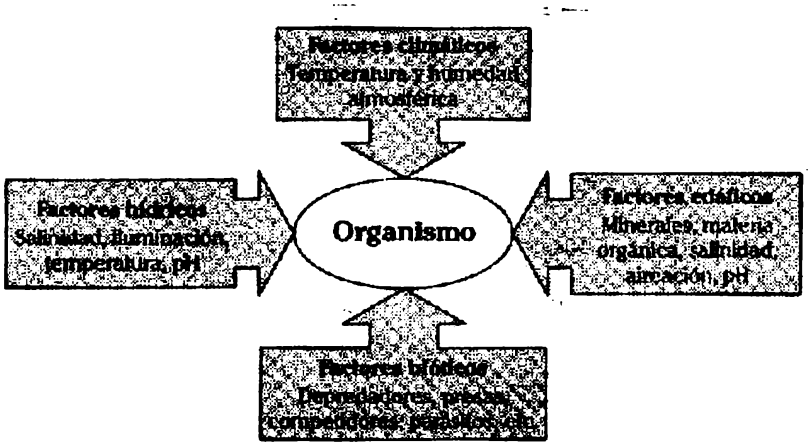
Nicho ecológico

Es la "profesión de la especie", es decir, la función y el modo de vida de una especie resultado de las adaptaciones a las condiciones ambientales y la forma en que usa los recursos. Por ejemplo: el nicho ecológico de una pulga no es el perro, sino el tipo especial de vida de la pulga, adaptado como un parásito.

Dos especies pueden ocupar el mismo hábitat pero tienen nichos ecológicos distintos.

Ambiente de un organismo

Está conformado por el conjunto de elementos bióticos y abióticos que lo rodean y que afectan directamente su supervivencia, distribución y abundancia. A cada uno de estos elementos se les denomina factores ambientales.



Factores ambientales bióticos

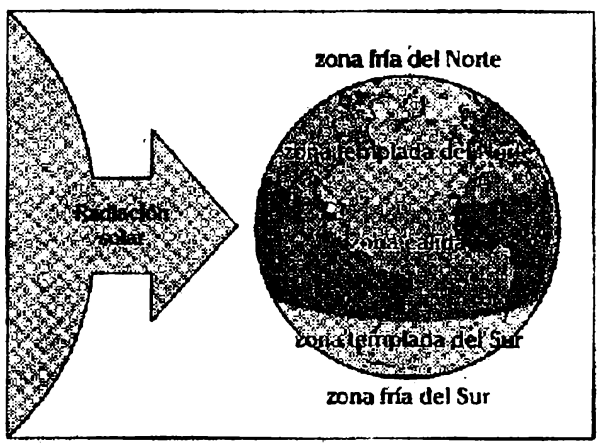
Corresponden a las acciones o influencias positivas y negativas de otros organismos que habitan en el mismo lugar, como depredadores, presas, competidores, parásitos y demás.

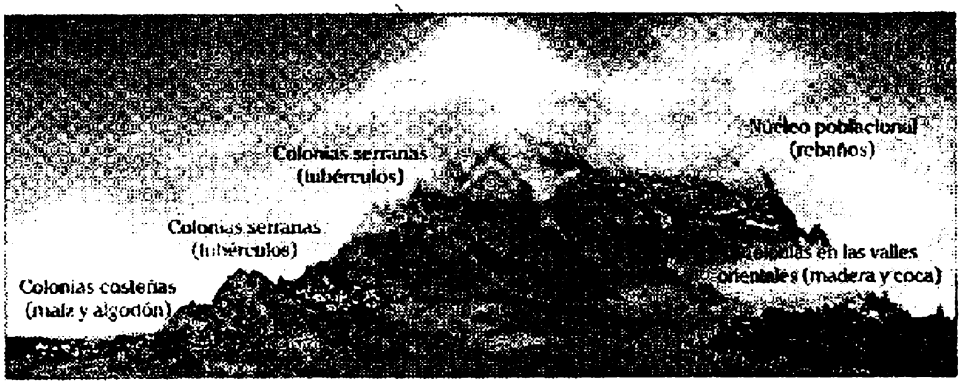
Factores ambientales abióticos

Derivan del clima, el suelo y el agua; tales como la luz, la temperatura, el agua disponible, la salinidad, el pH, el espacio para la nidificación, entre otros.

Clima

Se denomina así a las condiciones medias del tiempo en una localidad durante un periodo largo. Los elementos tomados en cuenta para la clasificación climática son la temperatura y la precipitación promedio anual. En nuestro planeta se distinguen las siguientes regiones climáticas: una zona tropical con alta intensidad solar, dos zonas templadas con intensidad solar intermedia y dos zonas polares con baja intensidad solar.





El clima de una región puede variar debido a características locales como la altitud (distancia sobre el nivel del mar) que genera diversos microclimas, y la cercanía a ambientes acuáticos como océanos y lagos (oceanidad) que moderan el clima de ambientes terrestres cercanos. Además de la disponibilidad de la luz, otros elementos climáticos que influyen sobre los seres vivos son: la temperatura, la precipitación y la humedad atmosférica.

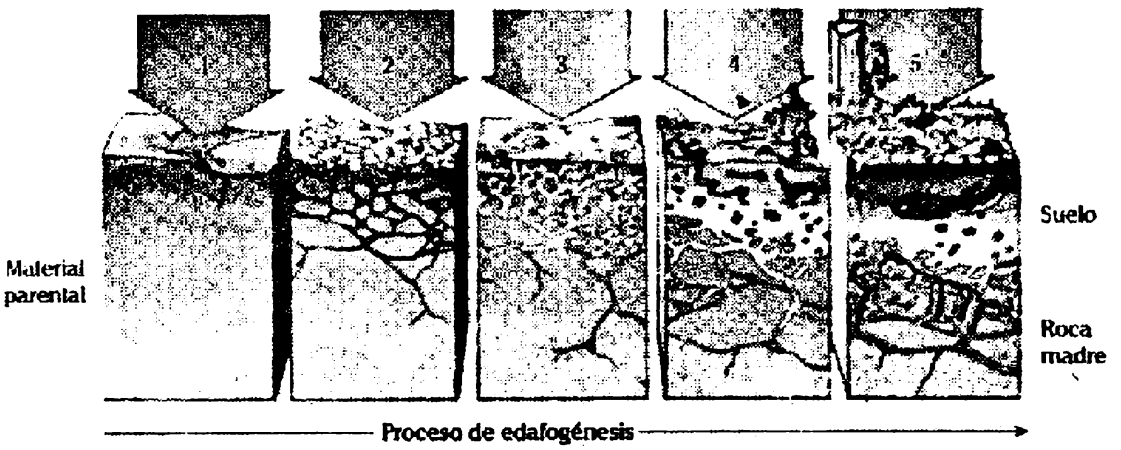
Suelo

Presente en la superficie terrestre, actúa como soporte físico y sustento nutritivo para el crecimiento vegetal, por lo tanto, es base de todos los ecosistemas terrestres. Está compuesto por:

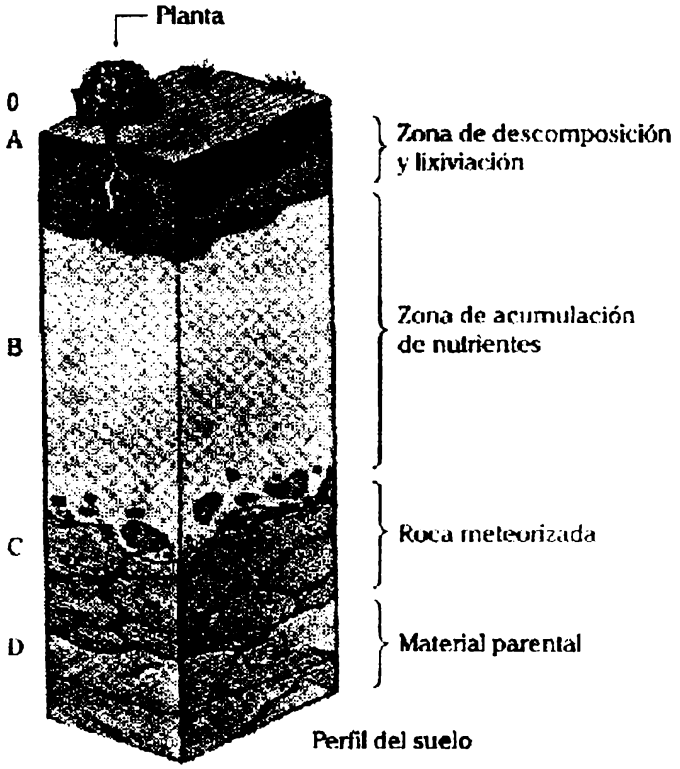
- ✓ Partículas de material inorgánico (grava, arena, limo, arcilla) que son fuente de minerales para la nutrición vegetal. También contiene materia orgánica en distinto grado de descomposición (detritos o restos de tejidos, y humus).
- ✓ Poros con agua e iones disueltos para la nutrición vegetal, aire con oxígeno (O_2) para la respiración de raíces vegetales y nitrógeno (N_2) para su fijación por bacterias.
- ✓ Organismos del suelo como bacterias y hongos desintegradores de restos orgánicos, y una microfauna conformada por insectos (escarabajos) y gusanos detritívoros (lombriz terrestre).

La región de suelo ocupada por las raíces de las plantas se denomina **rizósfera.**

Durante la formación del suelo o **edafogénesis**, este se estructura en niveles u horizontes que dan a cada tipo de suelo un perfil característico.



Se reconocen cinco tipos de horizontes, aunque no siempre se presentan todos juntos en un mismo suelo:

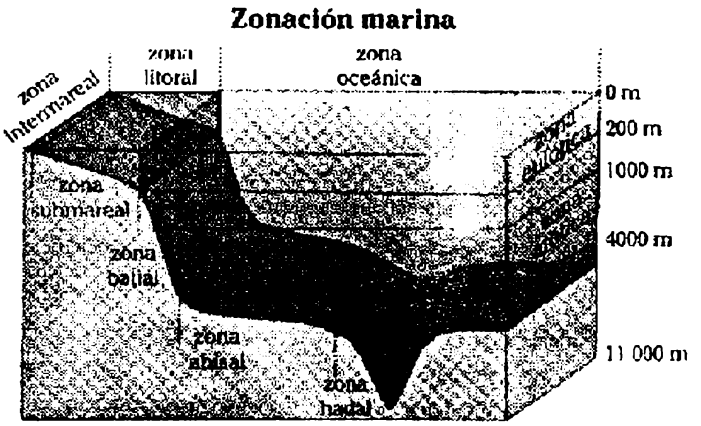


Perfil del suelo

Horizonte	Características
0 (capa orgánica)	Conformado por mantillo de hojas y detritos o restos orgánicos, a veces no es bien visible.
A_1 (de descomposición)	Alto contenido de materia orgánica parcialmente desintegrada llamada humus, es de color muy oscuro.
A_2 (de lixiviación, lavado o percolación)	El agua de lluvia o de riego transporta minerales disueltos producto de la descomposición de restos orgánicos, a niveles inferiores.
B (de acumulación)	En este horizonte ocurre el mayor despliegue de las raíces vegetales para la absorción de minerales provenientes del lavado en el horizonte A.
C (de alteración)	Conformado por regolita o fragmentos de roca madre.
D (roca madre)	Denominado material parental, a partir del cual se formarán las partículas del suelo.

Entre las características del suelo que influyen sobre los seres vivos, destacan: composición mineral, contenido de materia orgánica, humedad, salinidad, pH y aireación.

Agua



En una etapa muy reducida de su ciclo, forma parte temporalmente de los organismos vivos. Si bien en los ecosistemas terrestres, el agua es un recurso limitante para el desarrollo de diversas formas de vida; en los ecosistemas acuáticos conforma el ambiente físico que rodea a los organismos, y algunas de sus características como la iluminación, salinidad, pH, presión y oxígeno disponible, son factores que influyen sobre las diversas formas de vida presentes.

Los ambientes de agua no son homogéneos, en ellos encontramos regiones con diversas condiciones de salinidad, pH, presión, oxígeno disponible, las cuales generan una diversidad de hábitats.

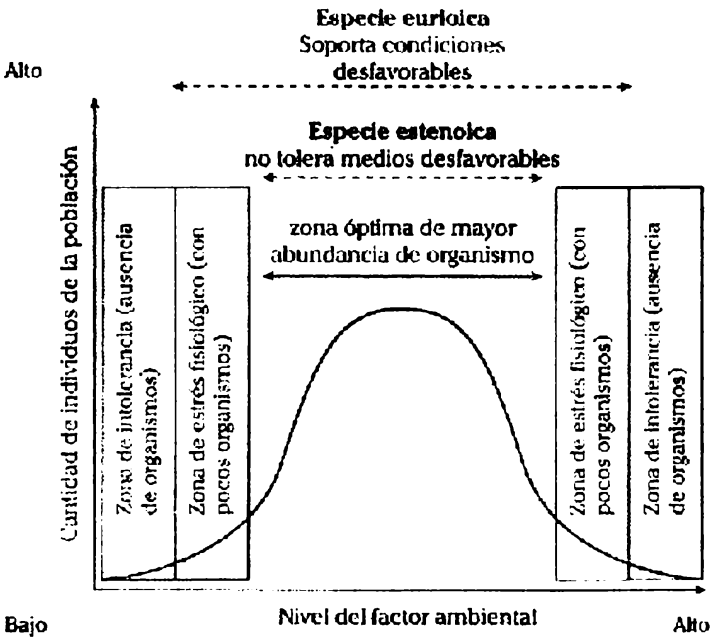
Interacciones entre el organismo y su ambiente

El hábitat de un organismo es un espacio geográfico donde puede encontrar las condiciones y los recursos para sobrevivir y desplegar sus acciones.

Tolerancia ambiental

Factores limitantes

Factor ambiental cuyo defecto o exceso, afecta la supervivencia de los individuos, aunque los demás se encuentren dentro del óptimo requerido. Ejemplo: la baja disponibilidad de agua en el desierto es un factor limitante para la vida.



Rango de tolerancia ambiental

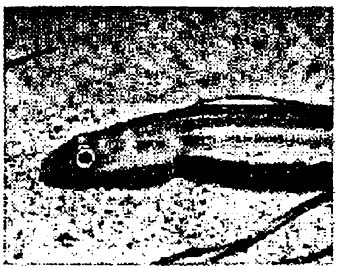
Los organismos de una especie tienen un **rango de tolerancia** para cada uno de los factores ambientales. En este rango se distinguen tres zonas: **rango óptimo** donde las poblaciones superviven y la reproducción es máxima; **rango de estrés fisiológico** donde superviven individuos pero la reproducción es mínima; y un **rango de intolerancia**, donde los organismos no sobreviven.

Amplitud del rango de tolerancia

El rango de tolerancia para un factor ambiental es muy variable. Se usa el prefijo esteno- para referirse a un estrecho rango de tolerancia y euri- para indicar un amplio rango de tolerancia.

a. **Estenohalinos y eurihalinos**

La mayoría de peces tienen un rango de tolerancia a la salinidad muy estrecho y son denominados **estenohalinos**. Otros son llamados **eurihalinos** porque toleran un amplio rango de variaciones.



El salmón y la anguila son peces **eurihalinos**. El salmón es **anádromo** porque migra del mar al río a reproducirse. La anguila es **catádroma** porque hace lo contrario.

b. **Estenotermos y euritermos**

Hay animales que no resisten más que pequeñas variaciones de temperatura, llamados **estenotermos**, y el de los que soportan bien amplias diferencias, llamados **euritermos**.

Los estenotermos se encuentran en zonas muy estables climatológicamente. Existe un pez antártico que solo tolera temperaturas entre los 2 °C negativos y los 2 °C positivos. La trucha vive solo en aguas frías. La reproducción y supervivencia de los camarones se ven afectadas por las aguas frías sobre los 2000 m s.n.m.

c. **Euricicas y estenoicas**

Considerando la tolerancia a las variaciones globales de su hábitat, las especies pueden ser clasificadas como euricicas y estenoicas.

Las especies **cosmopolitas** o **euricicas** poseen rangos de tolerancia muy amplios para cada uno de los factores ambientales de su hábitat. Tienen mayor oportunidad de distribuirse extensamente y habitar diversos ecosistemas. Ejemplo: cucaracha, ratones, líquenes, musgos y llantén, etc.

Las especies **endémicas** o **estenoicas** poseen un rango muy estrecho de tolerancia a los factores ambientales de su hábitat, por lo cual este se restringe a un ecosistema en particular. Ejemplo: pingüino emperador, orquídeas, auquénidos. Son más vulnerables a la extinción pues sus poblaciones suelen ser reducidas en número de individuos y, por lo tanto, su respuesta genética ante el cambio de las condiciones naturales es menor.

Adaptaciones vegetales a condiciones extremas en el biotopo

Algunos organismos para su supervivencia y reproducción requieren valores extremos de algunos factores ambientales. El siguiente cuadro lo resume:

	Alto requerimiento	Bajo requerimiento
Agua	**Hidrofitas** Plantas acuáticas, ejemplo: totora, lirio de gua, lenteja de agua, junco y otras. **Higrofitas** Plantas de suelos o superficies permanentemente húmedos. Ejemplos: plantas de selvas lluviosas como helechos y musgos; palmera aguaje de zonas pantanosas amazónicas.	**Tropofitas** Crecen en la época más húmeda y producen estructuras de resistencia a periodos secos, como esporas, semillas, estructuras vegetativas como: tubérculos, bulbos y rizomas. **Xerófitas** Recubren sus hojas con cutículas gruesas e impermeables, reducen la evaporación, disminuyen la superficie de la hoja en forma de espinas, almacenan agua. Comprenden las cactáceas y las crasuláceas.
Salinidad	**Halófitas** Algunas plantas viven cerca a los bordes de humedales en la costa, acumulando agua en sus tejidos para evitar un aumento en la concentración de sal (ejemplo: salicornia) o aislando sales en sus vacuolas (ejemplo: grama salada).	**Glucófitas** La gran mayoría de plantas, sin embargo, requieren baja salinidad para permitir la absorción de agua en sus raíces. Cabe indicar que todas las plantas se caracterizan por tener potasio (K^+).
Iluminación	**Heliófilas** Viven en zonas con gran intensidad de luz, son las plantas de luz, son las más abundantes. Comprenden a plantas arbóreas, trepadoras y epífitas.	**Esciófilas** Plantas habituadas a una baja intensidad, son llamadas plantas de sombra, tienen una mayor cantidad de clorofila para compensar la falta de luz (son más verdes).

La **presión atmosférica** disminuye con la altitud y con ella también la disponibilidad de oxígeno; animales como la llama, vicuña y aves de los andes se han adaptado aumentando el número de sus glóbulos rojos y su concentración de hemoglobina.

La **presión hidrostática** aumenta a razón de una atmósfera por cada 10 metros de profundidad en el agua. Los organismos que viven por debajo de los 5000 metros suelen se planos por la elevada presión, por ejemplo los peces abisales. Los organismos que toleran grandes presiones se denominan **barófilos**.

Fotoperiodo y ritmo circadiano

El flujo de luz en un ecosistema influye sobre el comportamiento adaptativo de animales y plantas, determinando la fotoperiodicidad y el ritmo circadiano.

La fotoperiodicidad es el control de los procesos fisiológicos debido a la duración del día y la noche en las distintas estaciones del año. Las plantas de "día largo" florecen en verano cuando proliferan los insectos polinizadores y las plantas de "día corto" florecen en invierno.

El ritmo circadiano es la variación de las actividades de un organismo dependiendo de la intensidad luminosa, así algunos organismos como la lechuza, el búho, el murciélago tienen hábitos nocturnos. Otros tienen hábitos diurnos.

Regulación de la temperatura corporal: termorregulación

Para evitar variaciones de su temperatura corporal, los animales poseen distintas estrategias adaptativas, tales como:

Endotermia

Poseen un centro termorregulador para un control interno de su temperatura, pueden ser homeotermos y heterotermos.

a. **Homeotermos**
   Llamados animales de sangre caliente, presentan una temperatura corporal constante de forma permanente. Comprenden mamíferos y aves. Poseen mecanismos para reducir la temperatura como la sudoración, jadeo, tiritar, erizar el pelo, capas aislantes bajo la piel, proliferación o disminución del pelaje, cámaras de aire entre la piel y las plumas o el pelo y otros.

b. **Heterotermos**
   Cuando los mecanismos son insuficientes, algunos animales optan por el letargo periódico, donde reducen su metabolismo para ahorrar energía, y su temperatura corporal se reduce por cierto periodo. Ocurre por hibernación.

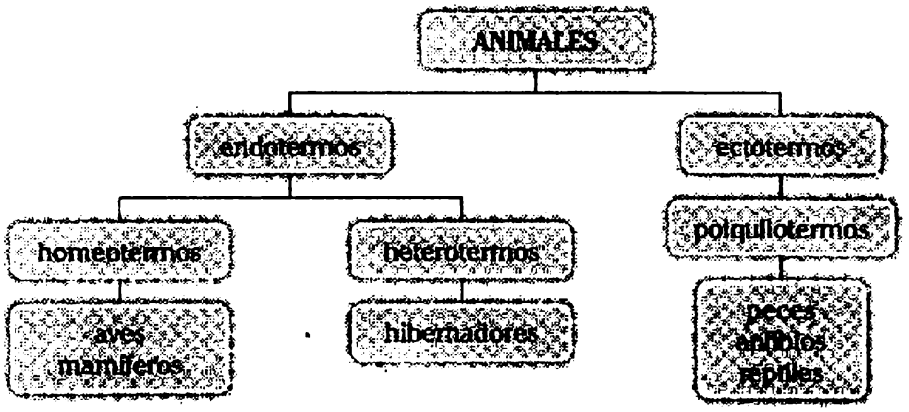
   - ✓ **Hibernación.** Ingreso durante algunos días, semanas o meses a un estado de hipotermia que les permite conservar su energía durante el invierno, usando gradualmente las reservas energéticas almacenadas en los periodos más cálidos. Ejemplo: el lirón y la marmota. La temperatura corporal puede descender próximo a los 0 grados C°, ejemplo: los murciélagos.

Ectotermia

En algunos animales carentes de un mecanismo de termorregulación, su temperatura corporal tiende a variar de acuerdo a la temperatura ambiental, por eso se denominan ectotermos.

Pertenecen a este grupo los **poiquilotermos** o antiguamente llamados "animales de sangre fría", como un gran número de anfibios y reptiles quienes son más activos cuando la temperatura ambiental disminuye y poco activos cuando ella sube, ocultándose bajo la sombra de rocas o en madrigueras.

La estivación es el enterramiento en madrigueras de barro húmedo en respuesta a la estación seca, sea por aumento de la temperatura o reducción de la humedad. Está presente en algunos caracoles, anfibios, reptiles y peces pulmonados.



Patrones morfológicos de adaptación

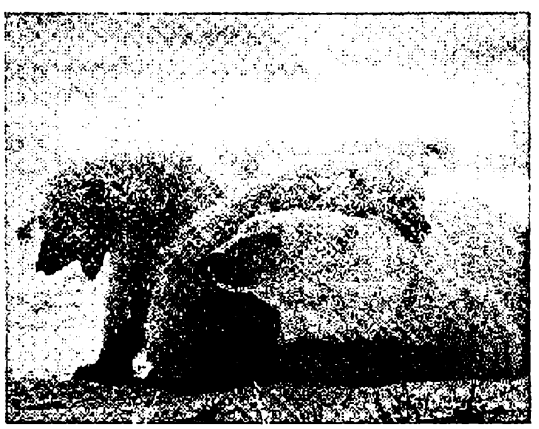
Adaptaciones morfológicas a la temperatura ambiental

Las adaptaciones morfológicas a largo plazo y las aclimataciones en corto plazo, frente a condiciones de extrema temperatura, han sido generalizadas mediante algunas reglas ecológicas.

a. **Regla de Bergmann**
Establece que dentro de una especie o especies muy afines dentro de un género, las que habitan en regiones más frías presentan las tallas más grandes. Se justifica en que el calor que se disipa mediante la piel es proporcional a su superficie (más pérdida de calor cuanto más pequeño sea el animal). En anfibios y reptiles se da la regla inversa, es decir, formas más pequeñas en climas más fríos.

b. **Regla de Allen**
Establece que en climas fríos, las extremidades y apéndices como la cola, las patas y las orejas son más pequeñas y el cuerpo más compacto. Ejemplo: las orejas, patas y hocico cortas y chatas en el zorro ártico y de tamaño medio en el zorro desértico.

c. **Regla de Gloger**
Un organismo oscuro absorbe más radiación que uno claro. Sin embargo, el color blanco es una adaptación defensiva en la nieve y reduce las pérdidas por radiación.


Los osos blancos del polo norte tienen coloración críptica.

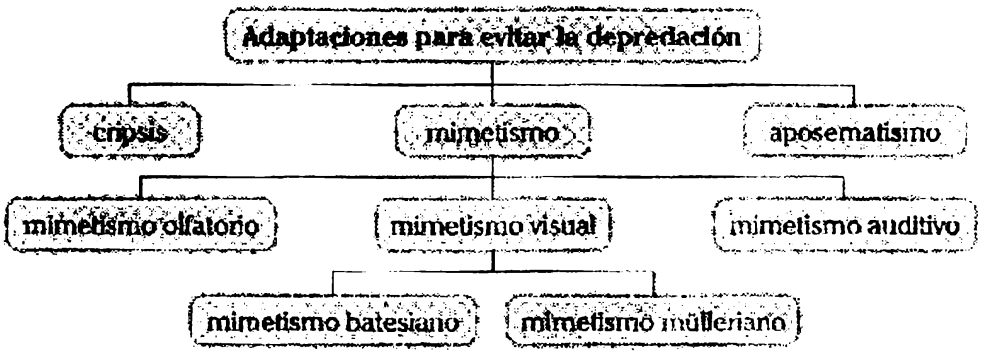
Adaptaciones para evitar la depredación

a. Adaptaciones en plantas

Las plantas presentan defensas morfológicas como pelos, espinas o ganchos y acumulación o secreción de sustancias químicas defensivas con sabor amargo, ácido o alucinante, las cuales son rechazadas por los herbívoros, evitando su depredación.

b. Adaptaciones especiales en animales

Además de adaptaciones defensivas como caparazones, púas, secreciones tóxicas y vida en grupo, algunos animales presas han desarrollado diversos mecanismos para evitar ser depredados.



Cripsis: "ocultamiento"

El organismo se asemeja al propio entorno donde vive para pasar desapercibido a los sentidos de otros animales, asegurando su supervivencia. Ejemplos: el camaleón en follaje, el pulpo en el fondo marino, cambian rápidamente de color a medida que se desplazan en su medio, la rana "hojarasca" en el suelo del bosque tropical, el pez "lenguado" en el bentos arenoso e insecto "hoja" en el follaje vegetal.

Aposematismo: "coloración de advertencia"

Fenómeno contrario a la cripsis, donde el animal presenta rasgos que destacan su presencia. Es el caso de la coloración llamativa de ranitas amazónicas muy venenosas.

Mimetismo

El organismo se asemeja a otros de su entorno, con el que no guarda relación, para engañar a los sentidos de los depredadores, induciendo en ellos una determinada conducta.

- ✓ **Mimetismo batesiano**
  Animales inofensivos adoptan la apariencia de especies peligrosas o repugnantes para confundir o ahuyentar a sus depredadores. Ejemplo: mariposa "búho" en cuyas alas presentan un par de manchas concéntricas que imitan a un par de ojos abiertos. Serpientes de coral, muy venenosas, imitadas en la composición de sus colores por una falsa coral totalmente inofensiva.
- ✓ **Mimetismo mülleriano**
  Varias especies comparten su toxicidad o mal sabor, cuando una de ellas es consumida por un depredador joven, este aprende a rechazarlas a todas durante el resto de su vida, de esta manera las dos especies resultan beneficiadas.

Ecología de poblaciones

Una población es un conjunto de individuos de la misma especie que habitan el mismo ecosistema al mismo tiempo. Poseen un alto grado de cohesión reproductiva con intercambio de material genético entre sus individuos y un alto grado de cohesión ecológica, debido a la presencia de interacciones entre ellos.

Atributos de una población

Las propiedades que permiten definir a cada una de las poblaciones en un ecosistema son: densidad poblacional, patrones de distribución, estructura etaria.

Densidad poblacional

Número de individuos que coexisten por unidad de superficie en ecosistemas terrestres, o por unidad de volumen en ecosistemas acuáticos. Su valor depende de las condiciones y la disponibilidad de los recursos que una especie requiere.

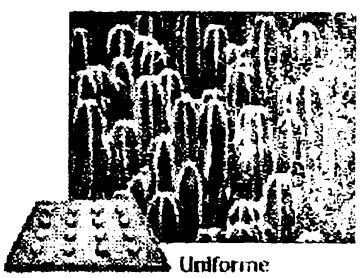
Patrones de distribución

Manera en que los organismos de una población se ubican en el espacio, depende de los recursos existentes y la interacción entre sus individuos. Puede ser:

a. **Distribución uniforme**
   Los individuos están espaciados de manera regular, generalmente, se debe a interacciones agresivas entre los individuos de las poblaciones. Ejemplo: los pinos secretan sustancias conocidas como alelopáticas que impiden la proliferación de otras especies vegetales a su alrededor. En algunos animales, la distribución uniforme es el resultado de comportamientos territoriales de algunas especies, lo que hace que los individuos se ubiquen de forma equidistante.

b. **Distribución aleatoria o al azar**
   Los individuos no muestran ningún patrón regular de distribución en un área determinada. Este es el menos habitual y el más difícil de observar en la naturaleza, se observa en especies que tienen amplios límites de tolerancia por lo que no tienden a agruparse.

c. **Agregada**
   Es el tipo más común, se presenta cuando los individuos se disponen en grupos muy densos pero separados de otros grupos similares. Esta distribución facilita el encuentro de los individuos para el cortejo y el apareamiento y sirve como una estrategia para protegerse de los predadores. Ejemplo: los pingüinos emperadores que, formando parejas y familias, protegen a sus crías del intenso frío.


Uniforme

Aleatoria

Agregada

Estructura etaria

Refleja la composición de las poblaciones sobre la base de la proporción de individuos de acuerdo a dos variables que los distinguen: la edad y el sexo. Los rangos de edad y sexo pueden representarse gráficamente en diagramas que permiten pronosticar el tamaño poblacional a futuro.

Dinámica de poblaciones

El tamaño de la población corresponde al número de individuos de una especie en un momento dado, este valor varía en el tiempo. El estudio de estos cambios, así como los factores y mecanismos que las regulan, se denomina **demografía**.

Factores que alteran el tamaño de una población

a. Natalidad

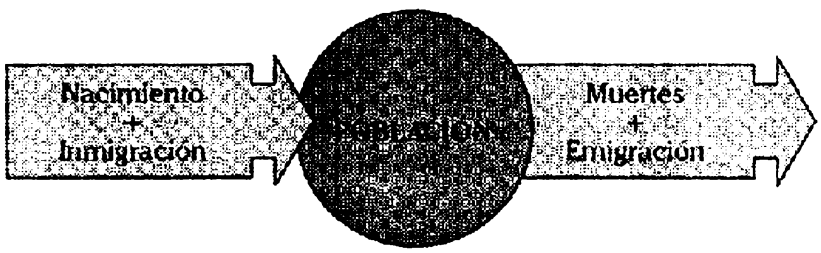
Producción de nuevos individuos, por nacimiento, germinación o propagación vegetativa. Depende de la proporción de individuos fértiles, de la fecundidad de la especie y de las condiciones del medio.

b. Mortalidad

Se refiere a la muerte de individuos en la población, está en función de la edad de los individuos que la forman y de las condiciones ambientales como la presencia de alimento, parásitos y depredadores.

c. Migración

Consiste en el desplazamiento de individuos entre una población y otra, la llegada de individuos se denomina inmigración y el abandono se llama emigración.



La población aumenta de tamaño con cada nacimiento y con la inmigración de individuos de otras poblaciones; y disminuye con cada muerte y con la emigración de individuos fuera de la población.

Tasa de crecimiento poblacional

Es el parámetro que expresa el crecimiento poblacional por unidad de tiempo, y nos indica si la población crece, decrece o es estable. Es de gran aplicación para determinar la situación de una especie amenazada o para controlar la explotación forestal e hidrobiológica.

Tasa de crecimiento	Característica
Mayor a 0	Población creciente
Igual a 0	Población estable
Menor a 0	Población decreciente

Patrones de crecimiento poblacional

La gráfica del aumento de número de individuos de una población en función del tiempo se denomina curva de crecimiento poblacional, y es el resultado de la interacción entre el potencial biótico de una especie con la resistencia ambiental.

- ✓ **Potencial biótico.** Máxima capacidad reproductiva que poseen los individuos de una población, contando con una óptima disponibilidad de recursos. Este factor es inherente a la especie.
- ✓ **Resistencia ambiental.** Conjunto de factores que limitan el crecimiento poblacional y le impiden alcanzar el potencial biótico. Puede ser la escasez de recursos, condiciones ambientales inapropiadas, depredación, competencia, parasitismo.

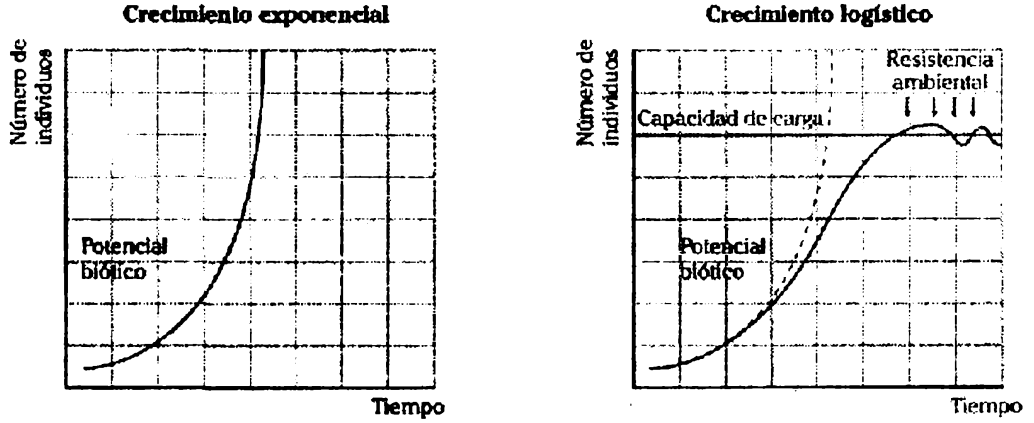
La forma que adopta la curva de crecimiento representan el patrón de crecimiento de la población y puede ser de dos tipos: exponencial y sigmoidea.

a. Crecimiento exponencial (geométrico)

El número de individuos aumenta a un ritmo constante, ocurre bajo condiciones óptimas, en una población cuyos miembros tienen acceso a gran cantidad de alimentos y se reproducen de acuerdo a su potencial biótico. Su gráfica toma la forma de la letra J. Ninguna población real puede mantener un crecimiento exponencial por mucho tiempo en estas condiciones ideales, debido a que los recursos son limitados.

b. Crecimiento sigmoideo (logístico)

Una población podría aumentar exponencialmente durante un tiempo, pero su cantidad deja de aumentar a consecuencia de la limitación de los recursos y de otros factores como la acumulación de desechos. El número máximo de individuos que pueden vivir en un espacio se denomina capacidad de carga. Luego de lograr su capacidad de carga, la población logra una estabilidad donde el tamaño poblacional fluctúa levemente. La gráfica toma la forma de la letra S.



Ecología de comunidades

Se denomina **comunidad biótica** a la asociación de poblaciones de diferentes especies que viven e interactúan en el mismo ecosistema al mismo tiempo. Cada especie ocupa un hábitat en el ecosistema y tiene un nicho ecológico en la comunidad.

Sabemos que el hábitat es el espacio físico donde una especie encuentra los recursos y condiciones para su supervivencia, desarrollo y reproducción. El hábitat es la "dirección de la especie". Ejemplo: el águila arpía habita en el estrato superior de bosques tropicales.

Asimismo, el nicho ecológico es la "profesión de la especie en su hábitat". Es la totalidad de las adaptaciones de un organismo, el uso que hace de los recursos, y el modo de vida para el cual es apto. Ejemplo: el nicho ecológico de la vicuña es herbívoro que habita en el pajonal de Puna de planicies altoandinas, viven en forma de grupos, ya sean familiares polígamos, de tropillas de machos o de machos solitarios.

Atributos de una comunidad

La comunidad posee un conjunto de atributos o rasgos distintivos que no están presentes en cada una de las poblaciones que la componen. Cada comunidad posee una composición, estructura y funcionamiento característico.

Diversidad específica

Está en relación con la variedad de especies que forman una comunidad y la abundancia relativa de cada una de ellas. La diversidad específica es más elevada en comunidades de regiones tropicales y disminuye hacia los polos. En el Perú las comunidades con mayor diversidad de especies son los bosques tropicales y el mar frío, y el de menor diversidad es el desierto.

Estructura trófica o alimentaria

Relaciones alimentarias entre las especies que conforman la comunidad. Los integrantes de la comunidad pueden diferenciarse en productores, consumidores y desintegradores.

Productividad

Velocidad a la que producen biomasa o materia viva en una comunidad. Permite medir la eficacia en el flujo de materia y energía en un ecosistema. La mayor productividad ocurre en bosques tropicales; lo contrario ocurre en desiertos áridos y altamar.

Relaciones ecológicas

En una comunidad existen determinadas interacciones entre los organismos de una misma especie o entre individuos de especies diferentes.

Sucesión ecológica

Desarrollo secuencial de una comunidad con el tiempo, que implica la sustitución de las especies de plantas y animales, en una secuencia más o menos pronosticable. Es una manifestación del dinamismo espacial y temporal de las comunidades bióticas.

RELACIONES INTRAESPECÍFICAS

Ocurren entre individuos de la misma especie.

Competencia intraespecífica

Los animales de una misma especie utilizan los mismos recursos. Si aumenta el número de individuos de una población, se produce una competencia por la obtención de un recurso limitado (alimento, lugar de nidificación, etc.). El efecto de la competencia se traduce siempre en un impacto negativo sobre la fecundidad y la supervivencia de los individuos.

Una manifestación de la competencia es el comportamiento de territorialidad de algunos animales, el predominio social de unos sobre otros en la población y algunas formas de migración.

Asociaciones intraespecíficas

Los individuos de una población se asocian formando grupos para obtener beneficios como: defensa contra los depredadores, obtención cooperativa de alimentos, cuidado conjunto de la prole. Las asociaciones intraespecíficas pueden ser:

a. **Asociaciones coloniales**
   Constituidas por individuos resultado de la reproducción asexual de un progenitor y que permanecen juntos de forma permanente. Ejemplos: esponjas y celentéreos.

b. **Asociación estatal**
   Llamada también sociedad se observa en hormigas, abejas, termitas, especies que forman poblaciones con especialización de funciones para beneficio de todos los miembros, lo cual hace imposible la vida en forma aislada. Los denominados insectos sociales se organizan en castas. Ejemplo: las abejas se diferencian en reinas, obreras y zánganos.

c. Asociaciones familiares

Son aquellas formadas por los progenitores y su descendencia. Normalmente, cuando la descendencia alcanza la madurez, busca pareja para formar otra familia. Ejemplos: gorilas, cigüeñas.

d. Asociación gregaria

Constituida por individuos no necesariamente emparentados de forma directa, que se agrupan para migrar, defenderse mutuamente, buscar alimento o aparearse. Ejemplos: bancos de peces (sardinas, atún), bandadas de aves migratorias (golondrinas), manadas de mamíferos (renos, ñúes) e insectos (langostas, mariposas monarca).

Relaciones interespecíficas

Son acciones recíprocas que se realizan entre dos poblaciones de especies diferentes. La clasificación antigua de las relaciones las agrupa en simbióticas y no simbióticas, considerando a la simbiosis "vivir juntos" como una relación estrecha y a largo plazo entre organismos de especies diferentes denominados simbiontes. Se reconocía tres tipos principales de relaciones simbióticas: mutualismo, parasitismo y comensalismo. El resto de relaciones es de tipo no simbiótica. Actualmente es mejor clasificarlas en positivas y negativas.

Interacciones positivas

Cuando ninguna especie se perjudica en la relación.

a. Mutualismo

Relación entre dos especies que resulta beneficiosa para ambas, una no puede sobrevivir sin la presencia de la otra, como ocurre en líquenes, micorrizas, nódulos y otros. Ejemplo:

- ✓ **Líquenes**
  Asociación de hongos y algas. Los hongos proveen soporte y minerales a las cianobacterias o algas verdes que proveen al hongo de productos de la fotosíntesis.
- ✓ **Micorrizas**
  Asociación de hongos con raíces de plantas. El hongo abastece de minerales a la planta y las plantas proveen de productos fotosintéticos al hongo. Alrededor del 80% de todas las especies de plantas poseen micorrizas.
- ✓ **Nódulos**
  Raíces de leguminosas con bacterias fijadoras de nitrógenos como el *Rhizobium*. Las bacterias proveen de nitrógeno útil a las plantas y reciben de ella nutrientes producto de la fotosíntesis.

b. Protocooperación

Denominado mutualismo facultativo, dos individuos se benefician de la asociación, pero la relación no es esencial para la supervivencia de ninguna. Ejemplo: las hormigas y los áfidos pueden sobrevivir bien uno sin el otro, pero las hormigas protegen a los áfidos mientras se alimentan de las secreciones azucaradas que estos últimos secretan.

c. Comensalismo

Es una interacción en la que una especie comensal se beneficia mediante un aporte de alimento, ya sea aprovechando los restos de comida no utilizados, así como de mudas, descamaciones o secreciones de otra especie sin causarle perjuicio. Ejemplo de comensalismo es el pez rémora que se adhiere a un tiburón y se desprende para alimentarse de los restos de su comida.

d. Inquilinismo

Un individuo denominado inquilino habita en el interior de un hospedero, obteniendo cobijo y protección, sin perjudicarlo. Ejemplo: el pez aguja que vive en el interior del pepino de mar, o el búho que vive dentro de un árbol como refugio.

Interacciones negativas

Cuando una de las especies, al menos, sale perjudicada en la relación.

a. Competencia

Cuando dos o más individuos intentan utilizar un mismo recurso vital cuya disponibilidad en el ambiente es limitada, tal como alimento, agua, luz, refugio, espacio vital, sitios de nidificación o madrigueras; provocando en los competidores una disminución en su crecimiento, reproducción y supervivencia. Producto de la competencia en la comunidad, una especie desplaza y elimina a otra (exclusión competitiva); o cada especie se diferencia en la utilización de distintas partes del mismo recurso (especialización).

b. Depredación

Una especie denominada depredadora se beneficia alimentándose total o parcialmente de otra. Podemos definir dos tipos de depredación:

- ✓ **Carnivorismo**

  Una especie depredadora captura, mata y devora a otra denominada presa. La selección natural influye sobre ambas poblaciones, tiende a aumentar la eficiencia del predador para encontrar, capturar y consumir la presa; y, por otro lado, favorece la aparición de nuevas adaptaciones de la presa para evitar ser encontrada, capturada y consumida.

- ✓ **Herbivorismo**

  Cuando un animal se alimenta de una parte del cuerpo de la planta (hojas, brotes tiernos, frutos, semillas) o un alga quien generalmente no muere. Los herbívoros comprenden especies domesticadas como ovinos, caprinos y vacunos, aunque también especies silvestres como vicuña, guanaco, chinchilla, e invertebrados pequeños como saltamontes, escarabajos, caracoles; en el agua están los caracoles, erizos de mar y algunos peces.

c. Parasitismo

Ocurre cuando una especie parásita vive a expensas de una especie hospedera, a quien causa perjuicio. Un parásito rara vez mata al hospedador de manera directa ya que no logra sobrevivir ni reproducirse sin él, aunque suele debilitarlo, haciéndolo más vulnerable a los depredadores, competidores o factores bióticos del estrés. De acuerdo al lugar donde actúan, los parásitos pueden ser:

- ✓ **Ectoparásitos o parásitos externos**

  Viven fuera del hospedador, se adhieren a su superficie y succionan parte de sus fluidos, como las garrapatas, mosquitos, piojos, etc.

- ✓ **Endoparásitos o parásitos internos**

  Se alojan en el interior del hospedador donde obtienen su alimento. Entre ellos destaca la tenia y la lombriz intestinal. Uno de los pocos vertebrados parásitos es la lamprea, que se adhiere a un pez huésped y chupa su sangre.

  Un caso especial es el **parasitismo social**: cuando un animal toma ventaja del comportamiento social de su huésped para completar su ciclo vital. Las aves cuco colocan sus huevos en los nidos de tordos de cabeza marrón, donde son incubados y expulsan los huevos del mismo tordo.

d. Parasitoidismo

Ocurre cuando un insecto pone sus huevos en el huevo o el cuerpo de otro insecto, la maduración de la fase larvaria ocurre al devorar al hospedero desde adentro. A diferencia de los parásitos, los parasitoides siempre matan a su hospedero de forma directa.

Algunos himenópteros (avispas) y pocos dípteros (moscas) son parasitoides usados como controladores biológicos de plagas, forma alternativa al uso de plaguicidas químicos o insecticidas.

e. Amensalismo

Un individuo produce sustancias químicas que inhibe el desarrollo de otro. Se distinguen dos formas importantes:

- ✓ **Alelopatía**

  Amensalismo vegetal donde la presencia de una inhibe el crecimiento de la otra. Ejemplo: el nogal, el eucalipto y el pino son plantas alelopáticas, bajo las cuales no crecen otros vegetales. Actualmente el concepto se extiende a la interacción con los insectos, hablándose de plantas insecticidas como "el paraíso" o "los copetes".

- ✓ **Antibiosis**

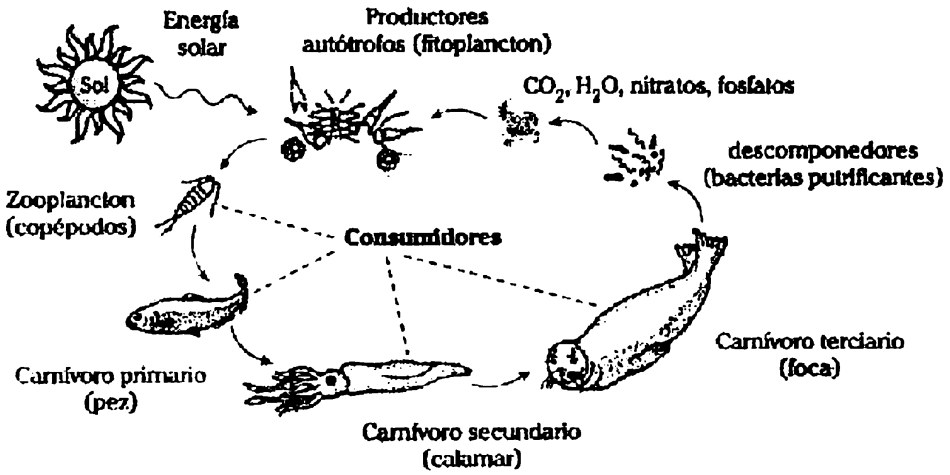
  Amensalismo en microbios. Ejemplo: el hongo *Penicillium notatum* produce una sustancia llamada penicilina que impide el crecimiento de las bacterias.

Funcionamiento de un ecosistema

De forma global un ecosistema se caracteriza por ser un sistema abierto con intercambio de energía con su entorno, su funcionamiento requiere un aporte permanente de esta, principalmente energía radiante solar.

La dinámica de la materia y energía al interior del ecosistema se manifiesta con un flujo unidireccional de energía y el reciclamiento de la materia (en los ciclos biogeoquímicos).

Flujo de energía



Relaciones tróficas

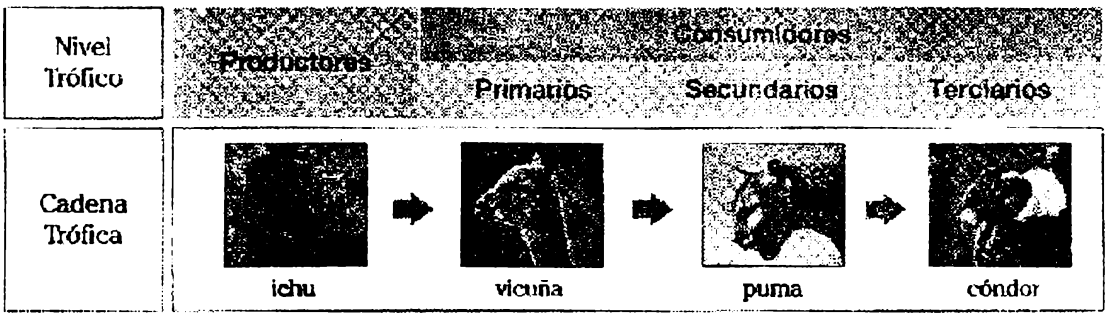
La forma en que obtienen sus nutrientes es un aspecto del nicho ecológico de una especie. Permite ubicar a los organismos en niveles tróficos del ecosistema:

Organismos		Características	Nivel trófico
Productores		Incorporan energía al ecosistema mediante el proceso de fotosíntesis.	Primer
Consumidores	Primarios	Fitófagos: herbívoros, ramoneadores, frugívoros.	Segundo
	Secundarios	Carnívoros predadores.	Tercer
	Terciarios	Carnívoros superpredadores y carroñeros.	Cuarto

Los organismos desintegradores como bacterias y hongos, son de gran importancia en el reciclamiento de la materia para la nutrición de las plantas. Descomponen los restos y la materia orgánica de productores y consumidores.

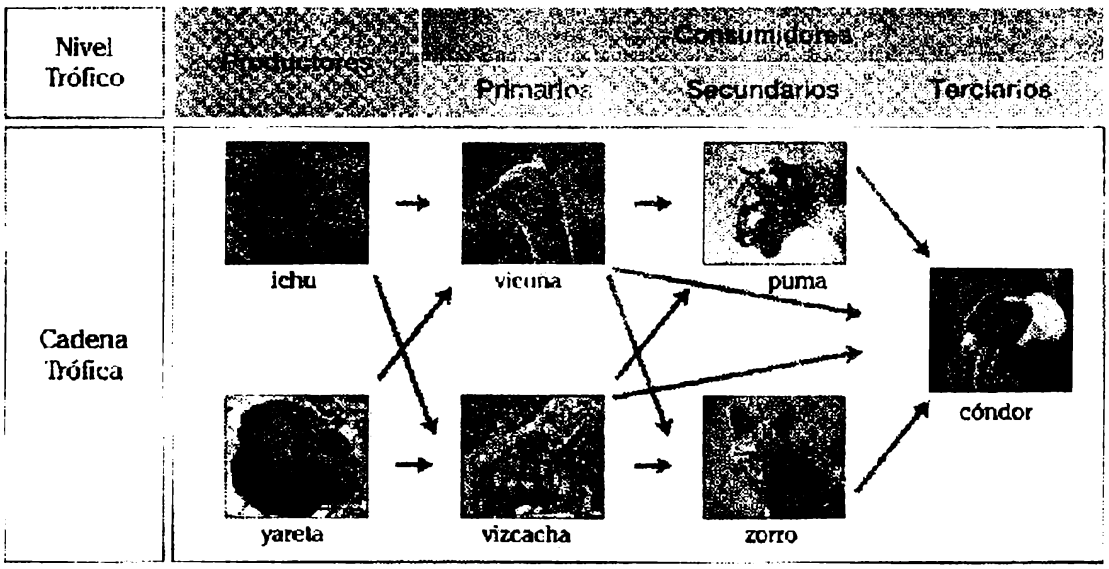
Cadena trófica

La representación de la transferencia de la energía alimenticia desde su origen en los productores a través de una sucesión de organismos, cada uno de los cuales devora al que le precede y es devorado a su vez por el que le sigue, se llama cadena alimenticia.



Red trófica

Representa mejor la totalidad de relaciones tróficas existentes en el ecosistema, ya que en la naturaleza los consumidores suelen alimentarse de organismos de más de una especie. Las redes alimentarias o tróficas están constituidas por muchas cadenas alimentarias interconectadas.



FLUJO DE ENERGÍA EN UN ECOSISTEMA

En una red trófica el flujo unidireccional de energía se manifiesta desde la asimilación de la energía luminosa por los productores, su transferencia hacia los consumidores heterótrofos, hasta su liberación al medio en forma de calor.

Principios de la termodinámica

a. **Primera ley de la termodinámica**
La energía no se crea ni se destruye solo se transforma, la energía para el movimiento de un organismo proviene a partir de la energía química de sus alimentos consumidos.

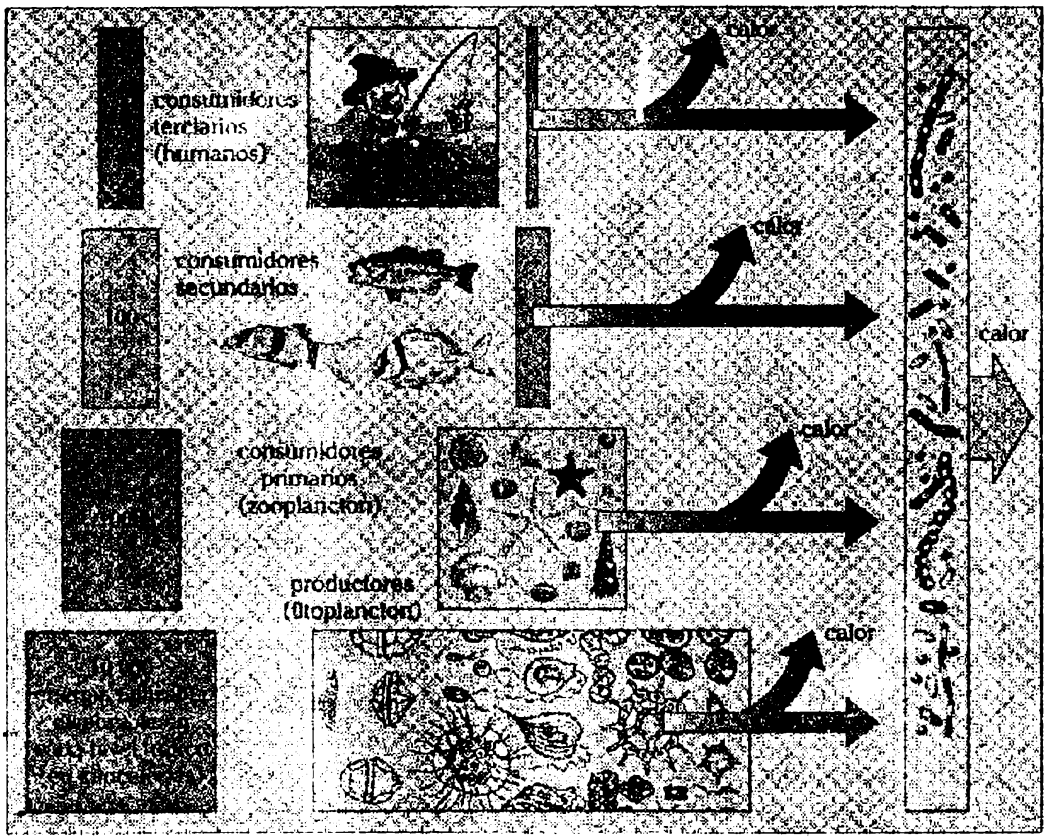
b. Segunda ley de la termodinámica

Al transformarse una forma de energía en otra, parte de ella se pierde en forma de calor, durante la transformación de la energía química del alimento en energía mecánica para el movimiento, parte de ella se disipa al medio en una forma de calor.

Esta pérdida de energía útil en el ecosistema, explica la necesidad de un flujo continuo de energía hacia el ecosistema. La eficiencia de transferencia energética de tan solo el 10% , explica el número limitado de eslabones en una cadena alimenticia (no más de cuatro o cinco).

Pirámides ecológicas

Son representaciones gráficas cuantitativas, que encarnan el número de individuos, la cantidad de biomasa y el contenido energético en cada uno de los niveles tróficos del ecosistema. Estos parámetros se reducen progresivamente en niveles tróficos sucesivamente más altos, haciendo que la gráfica adopte la forma de pirámide, en cuya base se encuentran los productores y en cuya cima están los consumidores terciarios.



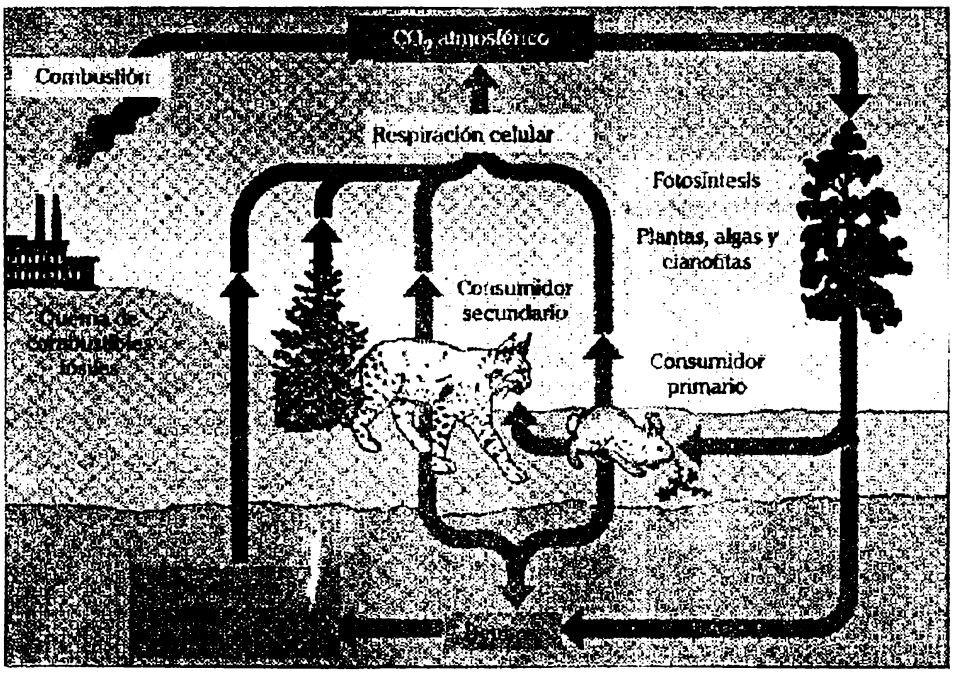
Reciclamiento de la materia: ciclos biogeoquímicos

Combinación de procesos biológicos, geológicos y químicos que permiten pasar cíclica y continuamente sustancias químicas una y otra vez, entre los organismos y su ambiente no vivo. Son activados directa o indirectamente por la energía solar. Pueden ser ciclos gaseosos (del carbono, oxígeno y nitrógeno) o sedimentarios (del fósforo, calcio, potasio).

Ciclo del carbono

Comprende los siguientes procesos:

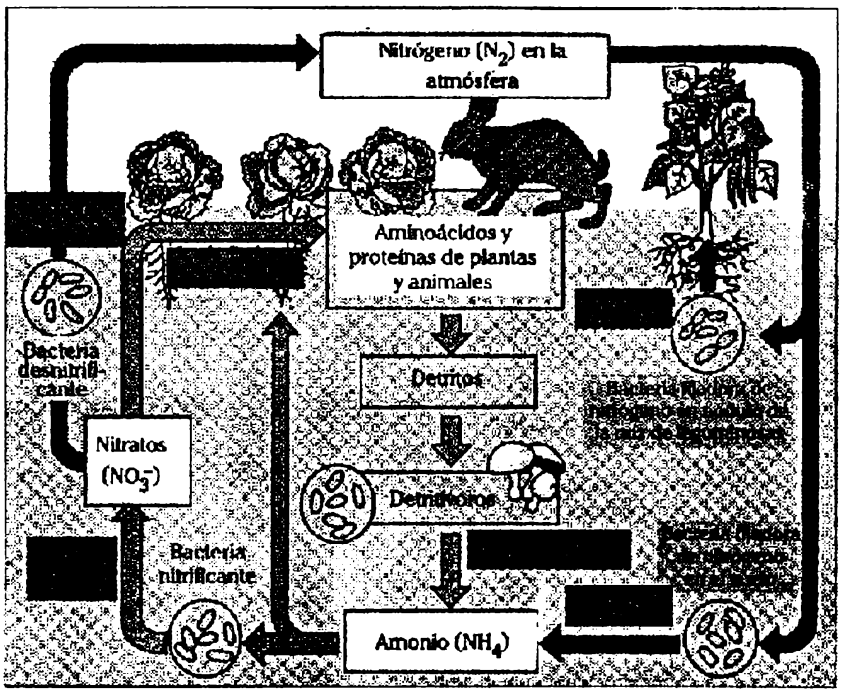
- ✓ **Fotosíntesis.** Plantas y algas fijan el CO_2 (carbono atmosférico) para la síntesis de nutrientes orgánicos.
- ✓ **Respiración.** Oxidación de nutrientes orgánicos, libera CO_2 hacia la atmósfera. Proceso realizado por plantas, animales y bacterias desintegradoras.
- ✓ **Combustión.** La quema de combustibles fósiles emite CO_2 hacia la atmósfera.
- ✓ Reacción química del CO_2 disuelto en agua para formar carbonatos (en roca caliza y conchas de invertebrados) y la hidrólisis de estos carbonatos que liberan CO_2 hacia la atmósfera.



Ciclo del nitrógeno

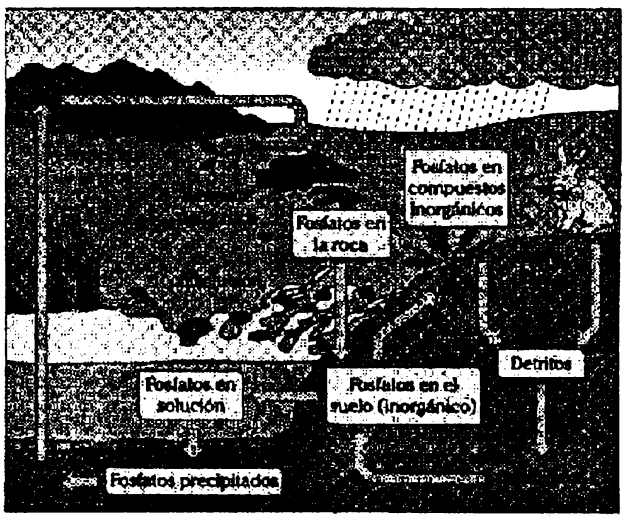
Comprende los siguientes procesos:

- ✓ **Fijación de nitrógeno atmosférico N_2 por reducción a amonio NH_4^+,** realizado por bacterias simbióticas del género *Rhizobium*, también por cianofitas y bacterias de vida libre como las del género *Azotobacter*.
- ✓ **Nitrificación.** Algunas bacterias convierten el NH_4^+ en nitratos NO_3^- por oxidación, realizado por bacterias nitrificantes del género nitrosomona y nitrobacter.
- ✓ **Asimilación.** Absorción de amonio NH_4^+ y NO_3^-, y usado para la síntesis de aminoácidos y otros compuestos orgánicos nitrogenados.
- ✓ **Amonificación.** Liberación de NH_4^+ por desintegración de restos orgánicos (cadáveres u excretas), realizado por bacterias y hongos amonificantes.
- ✓ **Desnitrificación.** Algunas bacterias llamadas desnitrificantes, empobrecen el suelo, reduciendo los nitratos NO_3^- a nitrógeno gaseoso N_2 el cual es liberado hacia la atmósfera.



Ciclo del fósforo

El fósforo es un elemento fundamental en los organismos vivos, ya que interviene tanto en la síntesis bioquímica como en la transferencia de energía. Este ciclo es de tipo sedimentario y comprende los siguientes procesos:



- ✓ Erosión de rocas fosfóricas y disolución de fosfatos, los cuales parte de estas son incorporadas a las cadenas alimenticias y transportadas hacia los océanos.
- ✓ Los fosfatos se sedimentan formando rocas fosfóricas o son incorporadas a las cadenas alimenticias.
- ✓ La fertilización de los suelos usando excremento de aves guaneras o depósitos de rocas fosfóricas, devuelve el fósforo a los ecosistemas terrestres.

Bioacumulación

En los ciclos biogeoquímicos también pueden captarse sustancias extrañas que al pasar de un organismo a otro, alcanzan concentraciones elevadas cuando se aproximan a la cima de la cadena alimentaria. A este fenómeno se denomina bioacumulación.

El DDT es probablemente la más conocida entre la sustancias insecticidas tóxicas cuyos efectos fueron amplificados de esa manera.

Sucesión ecológica

Las comunidades se desarrollan en el tiempo, con sustitución de especies, en una secuencia que es pronosticable hasta cierto punto. Durante la sucesión ecológica ocurre un aumento de la biomasa, de la biodiversidad, la red de interacciones, la longitud de las cadenas alimenticias y la diversificación de los nichos ecológicos. La sustitución de comunidades conduce hacia una comunidad clímax relativamente estable.

Sucesión desde un lago hasta un bosque

Pequeño lago. | Se acumulan sedimentos, se reduce la zona de agua, aparecen juncos. | Desaparece la zona con agua, vegetación herbácea. | Empiezan a aparecer arbustos y árboles. | Se forma el bosque.

Tipos

De acuerdo al punto de partida, la sucesión ecológica puede ser primaria y secundaria.

Primaria

Ocurre en medios recientemente expuestos, como una roca desnuda, arena o un estanque glacial despejado, donde no hay rastros de una comunidad anterior. Las comunidades que se establecen van desde una comunidad pionera, comunidades serales intermedias, hasta una comunidad clímax.

Secundaria

Desarrollo de una comunidad en un ambiente donde existió una comunidad previa, pero han sufrido perturbaciones como los incendios forestales o el abandono de un campo agrícola.

De acuerdo a las causas de las transformaciones, la sucesión ecológica puede ser:

a. **Alógena**
   Cuando la sucesión es resultado de la influencia de cambios físicos y químicos originados fuera de la comunidad, como cuando un estanque se llena con lodo y al final se convierte en tierra.

b. **Autógena**
   La forma de vida de los organismos de la comunidad modifica el hábitat y la comunidad de la que son parte, por medio de sus propias acciones.

Bioma

Gran comunidad biótica, con un tipo dominante de vegetación, adaptada a condiciones relativamente uniformes de clima, suelo y agua en una región. Por extensión, el término bioma es usado también para comunidades de ambientes acuáticos.

Un bioma es una categoría, no un lugar. Esto quiere decir que cuando se habla de un bioma específico, como el bioma de selva tropical, no se habla de una región en particular, sino de todas las selvas tropicales del planeta.

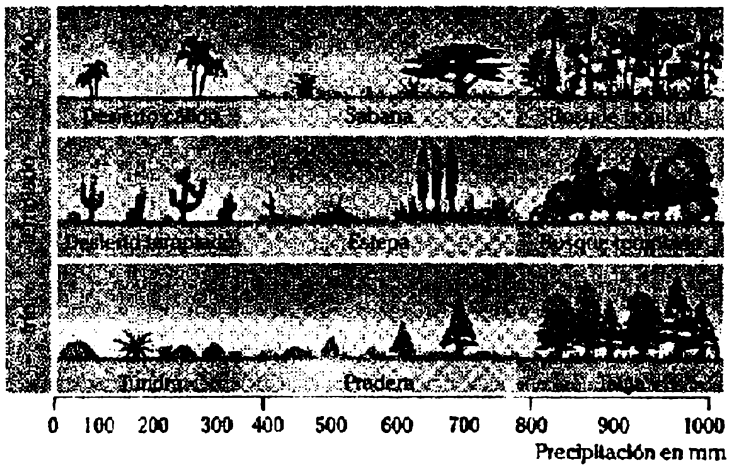
La regiones de transición en el límite entre dos biomas se denomina **Ecotono;** presenta su propia comunidad ecotonal, además de organismos de ambos biomas vecinos, por lo cual poseen alta diversidad. Esta tendencia hacia una mayor diversidad y densidad en el límite de dos biomas se denomina **efecto de borde.**

Tipos

Biomas terrestres

Debido a que las condiciones climáticas no son uniformes, tampoco lo son los biomas presentes. Los biomas terrestres se clasifican por el tipo de vegetación predominante que presentan.

Biomas terrestres

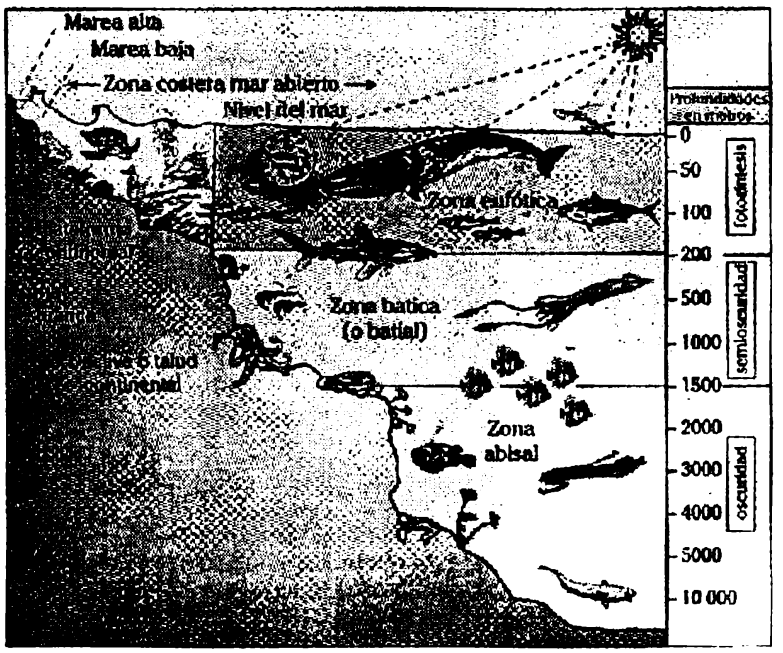


Clasificación	Descripción
Desierto	Presenta escasa vegetación adaptada a un clima cálido con escasa precipitación y suelo árido. La vegetación consta de plantas que sincronizan su ciclo vital, matorrales de raíces largas, cactáceas y otras suculentas.
Tundra	Presente en regiones cercanas a los polos y de gran altitud, posee una vegetación con predominio de plantas herbáceas dominantes, musgos y líquenes, adaptados a un clima frío con escaza precipitación y suelo generalmente congelado o permafrost.
Estepa	Presenta una vegetación con predominio de matorrales y hierbas xerófilas adaptadas a un clima seco con variaciones extremas de temperatura a lo largo del año y a un suelo con poca materia orgánica.
Sabana tropical	Posee vegetación con predominio de herbáceas, arbustos y árboles dispersos; adaptadas a un clima cálido con variaciones extremas de precipitación a lo largo del año. Es característico las grandes migraciones durante la estación seca.
Pradera	Poseen vegetación con predominio de árboles de un solo estrato, además de hierbas y matorrales adaptados a un clima templado, con una época de lluvia y otra de sequía. Posee un suelo generalmente pedregoso.
Bosque tropical (bosque perennifolio)	Ocupan extensas superficies cercanas al ecuador, prosperan en climas cálidos con alta precipitación. Poseen una vegetación con predominio de varios estratos de plantas arbóreas, que alberga una fauna muy diversa.
Bosque templado (bosque caducifolio)	Presenta una vegetación con predominio de plantas leñosas caducifolias como el roble, haya y encina, adaptado a un clima templado con estaciones bien definidas y a suelos pardos ricos en humus.
Bosque frío (taiga o bosque de coníferas)	Presente en el hemisferio norte y zonas montañosas, posee vegetación con predominio de coníferas como el pino y ciprés, adaptadas a un clima muy frío con temperaturas invernales menores a –10 °C y un verano relativamente corto.

Biomas acuáticos

Pueden ser marinos y de agua dulce. En cada uno de ellos existen regiones con iluminación, temperatura, corrientes y composición química distintas, determinando diferentes tipos de comunidades.

Zonación marina



En algunas regiones de fondo oceánico existen comunidades hidrotermales conformadas por microorganismos adaptados a las altas temperaturas de las aguas.

Marinos

- **Litoral (nerítico).** Cercana a las costas, sobre la plataforma continental, contiene el plancton que permite la abundancia de recursos hidrobiológicos, que favorece la abundancia de peces, lobos marinos y aves guaneras. En este se diferencian comunidades de costas rocosas, playas de arena y estuarios.
- **Pelágico (oceánico).** Alejadas de las costas y con gran profundidad. En ella se distingue una zona eufótica con alta iluminación que alberga una comunidad planctónica, una zona lofótica con escasa iluminación; y una zona afótica sin luz, donde los organismos se han adaptado a la oscuridad y a estar sometidos a gran presión hidrostática.

Dulceacuícolas

- **Aguas quietas o lénticas.** Comprenden lagos y lagunas, en las que se distingue una zona litoral con vegetación enraizada a lo largo de la orilla, zona limnética de aguas abiertas dominadas por el plancton y una zona profunda dominada por heterótrofos. Los lagos someros son más fértiles con lo que la producción de peces suele ser inversamente proporcinal a la profundidad. Los lagos se clasifican en oligotróficos, con poca comida, y eutróficos, con mucha comida.
- **Aguas corrientes o lóticas.** Comprenden torrentes como ríos, arroyos; debido a que su tamaño y volumen aumentan, las condiciones ambientales y su diversidad cambian desde su nacimiento hasta su desembocadura.

Deterioro de los ecosistemas

Mal manejo de los recursos

El impacto creciente de las actividades humanas en la naturaleza está provocando una acelerada pérdida de biodiversidad. Destacan:

Destrucción del hábitat

Fragmentación del hábitat a consecuencia del avance de la agricultura, el desarrollo urbano, la silvicultura, la minería, la construcción de represas, la desertificación. Es la principal amenaza para la biodiversidad en toda la biósfera.

Introducción de especies

Sin los factores que las limiten, las especies introducidas o exóticas pueden crecer de forma exponencial, perjudicando a las especies nativas ya sea por depredación o por superarlos en la competencia por los recursos.

Sobreexplotación

Extracción directa y excesiva de plantas o animales, a ritmos que exceden su capacidad de recuperación, reducen la población y conllevan la extinción. Comprende: caza indiscriminada, sobrepesca, tala indiscriminada y sobrepastoreo.

Tala indiscriminada

Cacería furtiva

Contaminación ambiental

Cualquier cambio abrupto en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente (tierra, aire, agua) que puede afectar o afecta perjudicialmente a la vida humana u otras especies vivas. La contaminación también afecta los procesos industriales, bienes culturales y deteriora los recursos naturales.

La mayor parte de los elementos contaminantes son residuos de las actividades humanas. El incremento de poblaciones y la falta de control en el procesamiento de los desechos incrementa la cantidad de contaminantes.

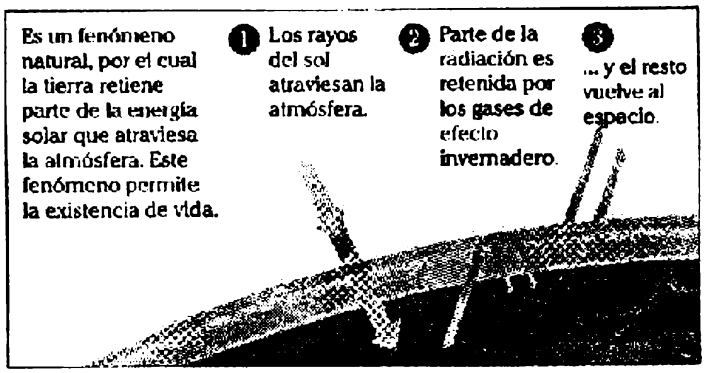
En los países industrializados la mayor proporción de contaminantes proviene de los procesos productivos y transporte; un fenómeno semejante ocurre en los países subdesarrollados como consecuencia de las actividades extractivas (minería, petróleo), industria, transporte y la acumulación de desechos orgánicos (residuos sólidos). La contaminación de los países industrializados, sin embargo, también alcanza a los demás por su distribución a través de la atmósfera.

Calentamiento global

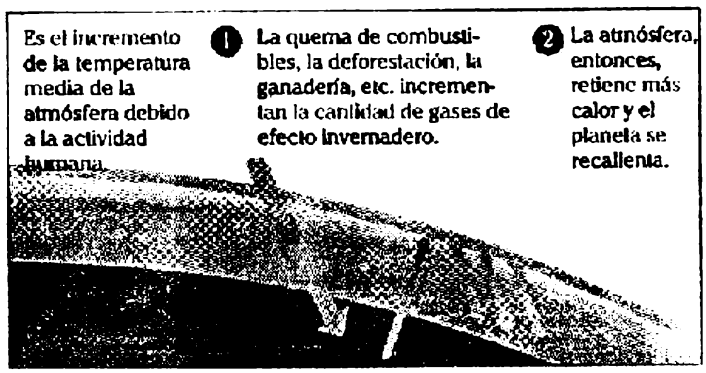
Se denomina así al conjunto de fenómenos derivados del efecto invernadero excesivo, debido a la sobreacumulación de algunos "gases de efecto invernadero" como el CO_2, CH_4, vapor de agua, etc. Las consecuencias del sobrecalentamiento son la muerte progresiva de especímenes particularmente sensibles al calor, disminución de la productividad agrícola y ganadera y, en general, la formación de grandes áreas carentes de vegetación.

En diciembre de 1997 se firmó el Protocolo de Kioto, entre países industrializados, con el objetivo de reducir las emisiones de gases de invernadero. En Durban-Sudáfrica (2011), se acordó prolongar la vigencia del Protocolo de Kyoto, desde el 2015 hasta el 2020.

Efecto invernadero



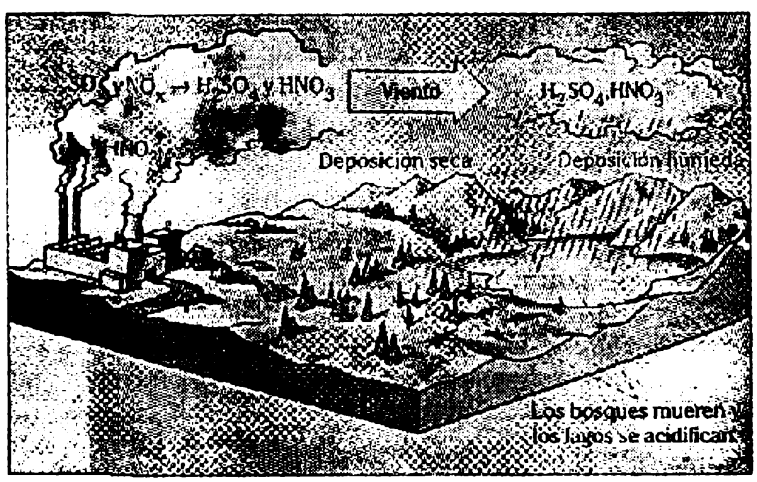
Calentamiento global



Lluvia ácida

Es la precipitación líquida que contiene grandes cantidades de sustancias ácidas, por la reacción entre los gases sulfurados (SO_2, SO_3) con el agua de la atmósfera. La lluvia ácida daña y mata árboles, especialmente de las zonas montañosas, causa la pérdida de fertilidad de los suelos, también afecta a peces y fitoplancton por el transporte de contaminantes hacia los ambientes acuáticos.

Formación de la lluvia ácida



Esmog fotoquímico

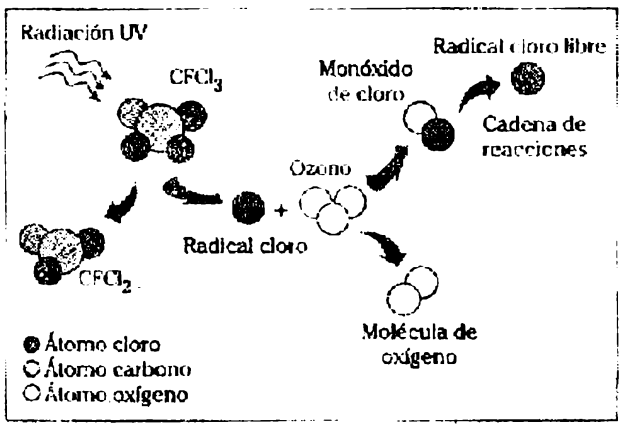
Es el efecto que se produce cuando los contaminantes atmosféricos entran en contacto con la luz solar, originando sustancias mucho más tóxicas como O_3 (ozono) y ácidos. El esmog fotoquímico es particularmente intenso durante los meses de verano en las grandes ciudades cálidas y secas.

La destrucción de la capa de ozono

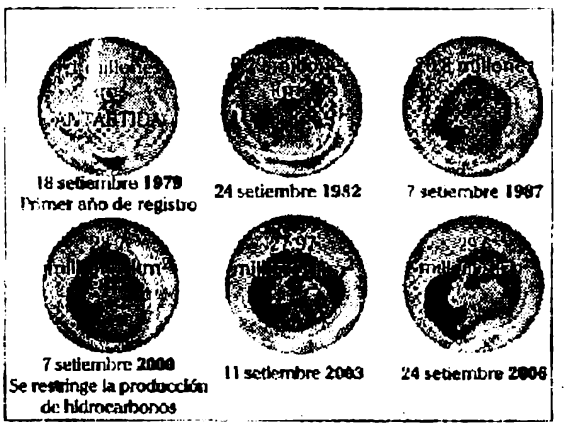
El ozono es un gas que actúa como un filtro, absorbiendo radiaciones ultravioleta altamente peligrosas que causan su destrucción, puede ser regenerado con oxígeno proveniente de la atmósfera. La capa de ozono paulatinamente se ha debilitado por la emisión cada vez más frecuente de sustancias que reaccionan en el O_3 (ozono) destruyéndolo. Dentro de ellas se encuentran los compuestos fluorocarbonados (CFC o freones).

En 1987 se firma el **Protocolo de Montreal**, para la reducción de la producción y el consumo de numerosas sustancias agotadoras de ozono.

Destrucción del ozono



Evolución de la superficie del agujero



Eutroficación

Es un fenómeno que ocurre en ecosistemas acuáticos a consecuencia de la descarga continua de grandes cantidades de desechos orgánicos solubles como detergentes y fertilizantes ricos en fosfatos y nitratos, quienes favorecen la proliferación de plantas acuáticas que reducen la iluminación de las aguas, causan la muerte del fitoplancton y la disminución del oxígeno disponible para la supervivencia de las diversas formas de vida.

Emisiones de sustancias tóxicas

La actividad minera y el parque automotor emiten metales pesados (Pb, Hg, Cr, etc.) que acumulados en el ambiente tienen diferentes efectos sobre los organismos del ecosistema.

El uso de pesticidas organoclorados como el DDT para el control de plagas de insectos en la agricultura y control de la malaria tiene efecto neurotóxico por bioacumulación.

En en el caso de nuestro país, su uso está prohibido desde 1985, trece años después de haberse prohibido en EE. UU.

La descarga de aguas servidas con abundantes microbios, constituye una amenaza grave para la salud porque causan enfermedades infecciosas.

Ecología del Perú

Perú país megadiverso

La gran diversidad climática, geológica y ecológica de nuestro país le permite estar entre los diez países de mayor biodiversidad de la Tierra, conocidos como "países megadiversos", por su diversidad de ecosistemas, de especies y de recursos genéticos.

Las causas de esta megadiversidad son:

- ✓ Ubicación en la región tropical de Sudamérica, con clima cálido-lluvioso, perturbado por la presencia de la cordillera de los Andes y un complejo sistema de corrientes marinas.
- ✓ La cordillera de los Andes genera pisos ecológicos o altitudinales con relieve y microclimas diversos, además de separar el oriente lluvioso del occidente seco.
- ✓ La convergencia de dos corrientes marinas, la corriente de Humboldt, con aguas frías, y la corriente del Niño, con aguas cálidas, cada una con su propia riqueza hidrobiológica.
- ✓ Diversidad cultural, que enriquecen nuestra genodiversidad mediante la domesticación y mejoramiento de especies.

Diversidad de ecosistemas

Nuestro país posee una alta diversidad de ecosistemas, tiene 84 de las 104 zonas de vida en el mundo, y posee 28 de los 32 climas mundiales.

Diversidad de especies

El Perú está considerado el quinto país más rico del mundo en número de especies junto a Brasil, Colombia, Ecuador e Indonesia. Este ranking es dinámico, en la medida en que se vayan descubriendo más especies nuevas, irá modificándose.

GRUPO TAXONÓMICO	NÚMERO DE ESPECIES		NÚMERO DE ESPECIES ENDÉMICAS	RANKING
	Mundo	Perú		
Mamíferos	4600	508	63	3
Aves	9000	1835	1835	2
Reptiles	7000	421	98	5
Anfibios	3600	538	124	4
Peces continentales	6800	1011	...	1
Peces marinos	28 000	1070	...	...

Las especies denominadas endémicas son justamente las que se han adaptado y habitan solamente en determinado ecosistema o región en particular. Nuestro país es uno de los más importantes en especies endémicas, con al menos 6 288, de las que 5 528 pertenecen a la flora y 760 a la fauna.

Hace unos años, en un solo árbol de Tambopata, en Madre de Dios, los científicos encontraron unas 5000 especies de insectos, 80% de las cuales eran nuevas para la ciencia.

Domesticación y diversidad genética en el Perú

La variabilidad o diversidad genética es el componente más básico de la biodiversidad y se define como las variaciones heredables que ocurren en los individuos de una población y entre las poblaciones dentro de una especie. Nuestro país tiene una gran diversidad genética de especies silvestres y domesticadas.

A esta diversidad ha contribuido nuestra larga diversidad cultural, que con su actividad agrícola en una gama enorme de microclimas, ha convertido a nuestro país en uno de los centros mundiales más importantes de recursos genéticos de plantas y animales.

a. Plantas domesticadas

Nuestro país es uno de los ocho centro Vavilov, considerado así por ser originario de cultivos nativos, demostrado porque las especies cultivadas **cuentan con especies silvestres y parientes cercanos.** Se calculan 187 el número de plantas domesticadas nativas del Perú, la mayoría de origen andino y amazónico.

	PLANTAS NATIVAS DOMESTICADAS
Tubérculos	Papa, oca, olluco, mashua
Raíces	Camote, yuca, maca, yacón, arracacha, achira, pituca
Hortalizas	Tomate, zapallo, ají, rocoto, culantro, huacatay, paico, orégano
Granos	Quinua, frejol, pallar, pajuro, maní, tarwi, kiwicha, maíz, cañihua
Frutas	Chirimoya, guanabana, piña, papaya, guayaba, pacae, palta, lúcuma, granadilla, maracuyá, tuna, cocona, capulí
Fibras y estimulantes	Algodón, tabaco, coca, ayahuasca, chamico, quina, cacao

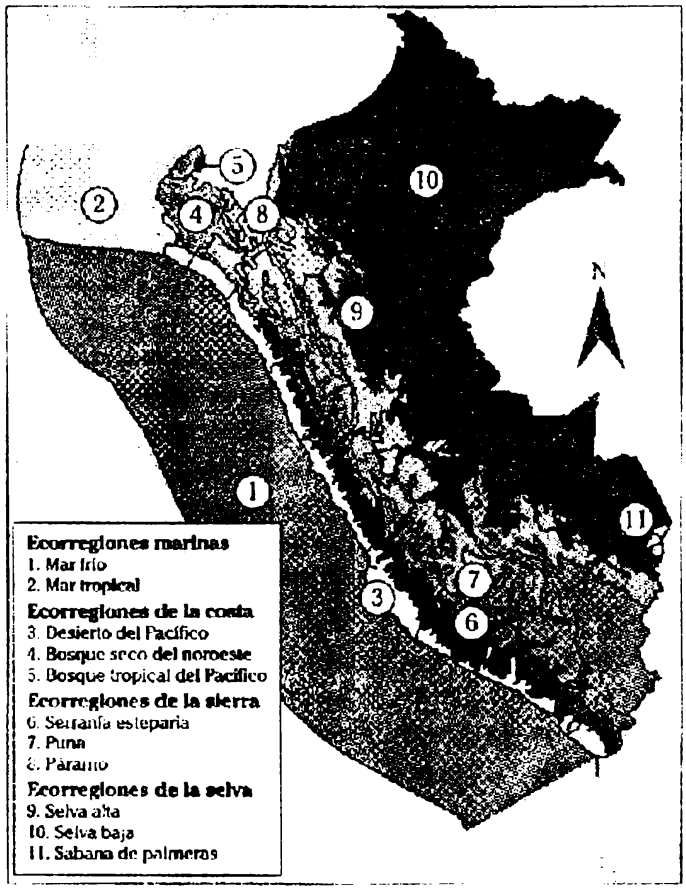
b. Animales domesticados

El Perú también fue un importante centro de domesticación de animales, se conocen al menos cinco especies de animales que fueron domesticadas por las sociedades prehispánicas andinas y costeñas.

	ANIMALES DOMESTICADOS
Mamíferos	• Alpaca: forma domesticada de vicuña (*Lama vicugna*) • Llama: forma domesticada de guanaco (*Lama guanicoe*) • Cuy: forma doméstica del poroncoy (*Cavia tschudii*)
Aves	Pato criollo: forma doméstica del pato amazónico (*Cairina moschata*)
Insectos	Cochinilla

Ecorregiones del Perú

Según Antonio Brack Egg, en nuestro país se han identificado once ecorregiones. Una ecorregión es un área geográfica que se caracteriza por tener similar clima, suelo, condiciones hidrográficas y especies de flora y fauna.



Mar frío

Desde Tacna hasta Piura, recibe influencia de la corriente peruana. Posee abundante fitoplancton, destacan especies animales como: lobo marino, anchoveta, sardina, bonito y jurel; pingüinos, pelícanos, gaviotas, guanayes, piqueros, zarcillos.

Mar tropical

En Piura y Tumbes. Recibe influencia de la corriente del niño. Su fauna está conformada por tortugas marinas, ave fragatas, tiburones, merlín, mero, etc. Forman bosques de mangle en la desembocadura de los ríos Tumbes y Zarumilla, alberga especies como conchas negras, langostinos, cangrejos, cocodrilo de Tumbes.

Desierto costero

Franja estrecha desde el norte de Chile hasta Piura. Baja precipitación, suelos áridos y casi desprovista de vegetación. Interrumpida por montes ribereños, lagunas y lomas costeras.

Montes ribereños	En orilla de ríos, flora conformada por carrizo, caña brava, sauce y su fauna está conformada por tórtolas, turtupillín, lagartijas, etc.
Lagunas costeras	Ambientes de agua cuya flora está conformada por totora, junco, grama salada, salicornia y su fauna comprende aves residentes y migratorias.
Lomas costeras	Formada por neblina invernal que se condensa en las estribaciones andinas, desarrollando una vegetación tupida con amancae, ortiga, mito y fauna con zorro costero, lechuza del arenal, lagartija, jergón y venados.

Bosque seco ecuatorial

Ocupa buena parte de Tumbes, Piura y Lambayeque, y se extiende por la sierra hacia el valle del Marañón. Posee una prolongada estación seca de hasta nueve meses del año. Las vegetación se caracteriza por ser espinosa con plantas adaptadas a la sequía como huarango, algarrobo, guayacán hualtaco, ceibo barrigón, etc.; su fauna está constituida por ardillas, osos hormigueros, zorros, sajinos, tigrillo.

Bosque tropical del Pacífico

En el Perú ocupa un área muy reducida en el departamento de Tumbes. Es una región de clima tropical que presenta colinas cubiertas por bosques siempre verdes que contrastan con la desértica costa de nuestro país. Posee vegetación de bosques tropicales con árboles que superan los 30 metros de altura y lianas trepadoras. Alberga especies animales como el mono aullador del pacífico, mono blanco, armadillo, águila negra, entre otros.

Serranía esteparia

Ocupa las vertientes intermedias de la cordillera de los Andes, desde el departamento de La libertad hasta la frontera sur. Posee un abrupto relieve con valles estrechos y profundos, laderas empinadas y un clima con dos estaciones definidas: invierno seco y verano lluvioso. Su vegetación consiste en cactáceas suculentas, gramíneas y matorrales, bosques de quishuar, queñoa, molle, tara, mito. Alberga al zorro andino, vizcacha y osos de anteojos, aves como gavilán, gorrión y zorzal, y algunos reptiles.

Puna

Alturas andinas que se hallan sobre los 3800 metros sobre el nivel del mar y se extienden hasta el sur de Argentina. Se caracteriza por tener un clima frío y seco. Su relieve es variado en el que predominan las mesetas altoandinas y las zonas onduladas. Su flora consiste en ichu, plantas almohadilladas como la yareta, líquenes, puya de Raimondi, bosques de queñoa. Su fauna comprende la taruca, vicuña y guanaco, vizcacha y chinchilla, puma y zorro andino, cóndor, suri. En lagos y lagunas altoandinas se distinguen la parihuana, yanavico, zambullidor.

Páramo

Puna húmeda solo presente en Cajamarca y Piura. Posee clima frío y muy lluvioso, generalmente cubierto por un manto de neblina. Su relieve es escarpado en las cumbres más altas, llano en las mesetas, interrumpido por valles. Su vegetación comprende ichu, arbustos. Su fauna comprende al tapir enano o pinchaque, venado enano o pudú, zarigüeya, picaflor gigante.

Selva alta

Se extiende a lo largo del flanco oriental de la cordillera de los Andes desde la frontera con Ecuador hasta la frontera con Bolivia, justo sobre la llanura amazónica. Su clima es cálido y muy húmedo. Su relieve es montañoso y complejo con valles angostos y profundas quebradas. Posee vegetación de plantas arbóreas cada vez más grandes al bajar desde la ceja de selva hacia la selva baja. La humedad permite la abundancia de epífitas o aéreas como bromelias y orquídeas. En su fauna destaca el gallito de las rocas, jergón, mono choro de cola amarilla, tucaneta.

Selva baja

Es la ecorregión más extensa en nuestro país, Posee un clima caluroso y muy húmedo, con frecuentes chaparrones a lo largo del año. Su relieve es llano, abundan grandes ríos como el Amazonas, Ucayali, Madre de Dios. La vegetación arbórea ofrece una amplia variedad de ecosistemas y una gran diversidad de especies animales como el jaguar, guacamayo, yacumama, perezoso, tapir, sajino, anaconda.

Sabana de Palmeras

Presente en una pequeña porción del departamento de Madre de Dios, en las llamadas pampas del río Heath, cerca de la frontera con Bolivia. En ella alternan periodos de sequía y lluvia donde los suelos se inundan por su mal drenaje. Su relieve es llano con pocas colinas. Destacan plantas como la palmera aguaje y especies animales como el lobo de crin, ciervo de los pantanos, oso hormiguero bandera.

Especies en peligro de extinción

El Inrena (Instituto de Recursos Naturales del Perú), institución oficial para el control de la biodiversidad, realizó una categorización de las especies amenazadas en el Perú basadas en *El libro rojo de la fauna silvestre del Perú* (Pulido, V. 1991).

Especies en vías de extinción

Aquellas que se encuentran en peligro inmediato de desaparecer por constar de poblaciones de tamaño crítico o que soportan una drástica reducción de sus hábitats. Si los factores que causan su situación continúan, podrían morir los pocos animales vivos que quedan de esa especie amenazada.

Especies en situación vulnerable

Por exceso de caza, por destrucción de hábitat y por otros factores, son susceptibles de pasar a la situación de especies en vías de extinción.

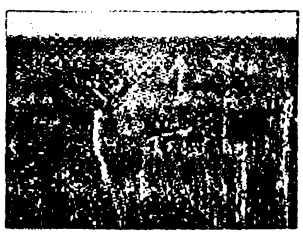
Especies en situación rara

Especies cuyas poblaciones naturales son muy escasas, por su carácter endémico u otras razones y que podrían llegar a ser vulnerables.

Especies en situación indeterminada

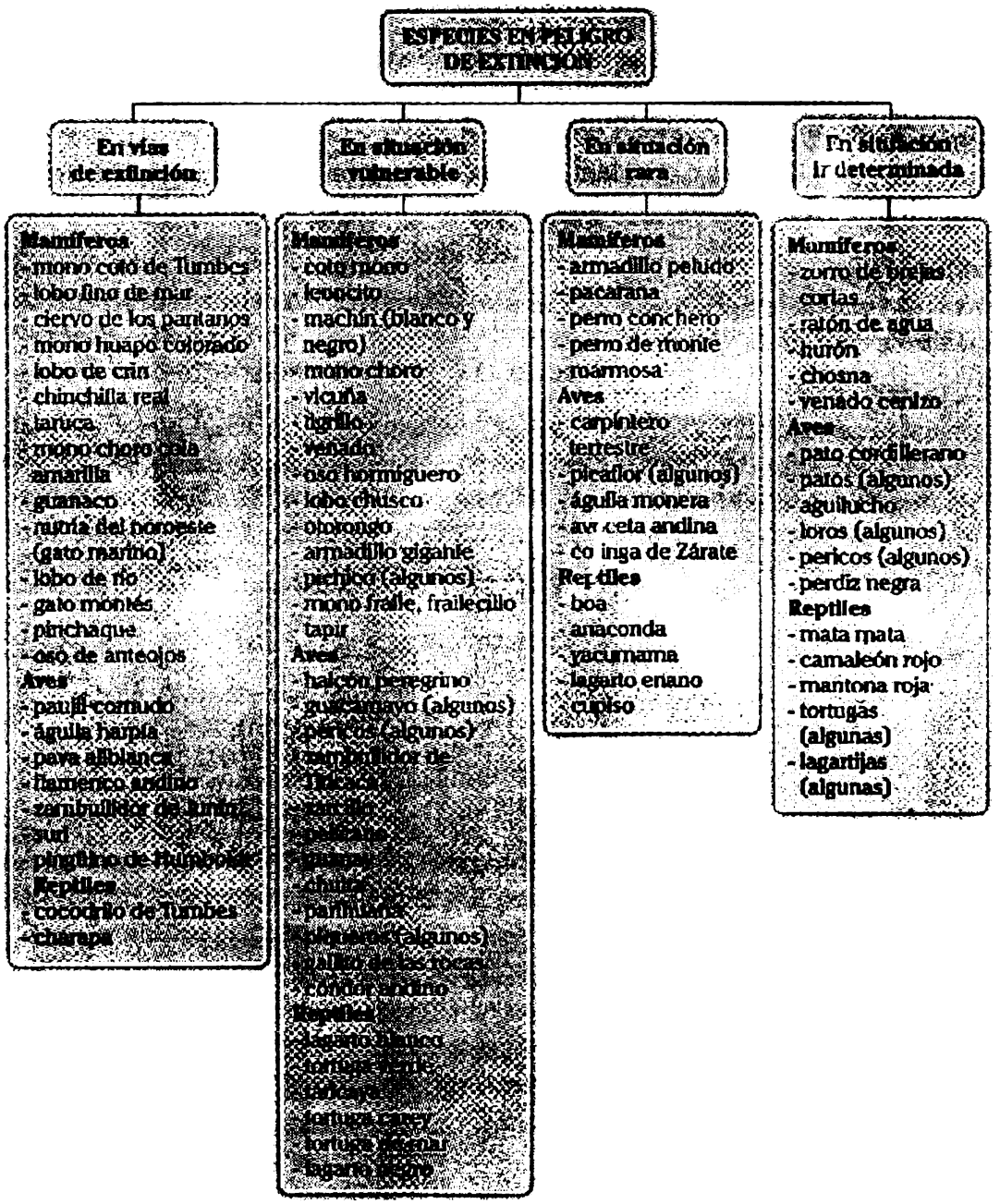
Son aquellas especies cuya situación está amenazada, pero no se posee suficiente información para determinar la categoría adecuada.

Vicuña



Taruca

Pava aliblanca



✓ Gran números de anfibios se encuentran en situación indeterminada, entre las cuales tenemos: diversidad de sapos, ranas (como la rana cornuda, rana marsupial y ranitas) y la salamandra peruana.

El 22 de setiembre del 2004, tomando como referencia la Lista Roja de Especies de la UICN, el Inrena mediante Decreto Supremo N.º 034-2004-AG, agrupa a 301 especies amenazadas de fauna silvestre en cuatro categorías.

En peligro crítico (CR)

Un taxón está en peligro crítico cuando la mejor evidencia disponible indica que se está enfrentando a un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.

En peligro (EN)

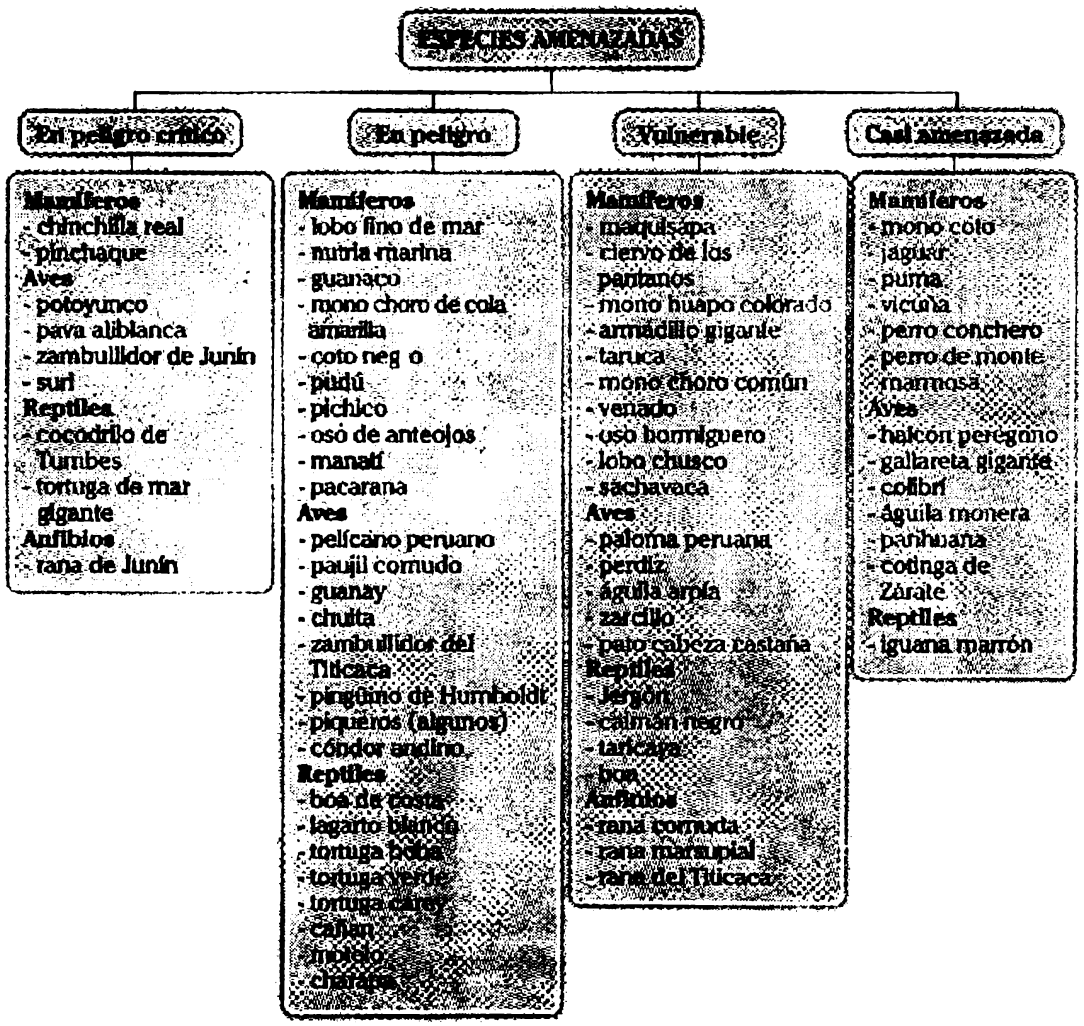
Un taxón está en peligro cuando la mejor evidencia disponible indica que se está enfrentando a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.

Vulnerable (VU)

Un taxón es vulnerable cuando la mejor evidencia disponible indica que se está enfrentando a un riesgo alto de extinción en estado silvestre.

Casi amenazado (NT)

Un taxón está casi amenazado cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para en peligro crítico, en peligro o vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.



Áreas naturales protegidas (ANP)

Son los espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos, establecidos y protegidos legalmente por el Estado, debido a su importancia para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país. La importancia y el significado de los atributos y alcances de las ANP permiten distinguir diferentes niveles.

Sinanpe (Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado)

Está conformada por 67 áreas naturales protegidas, administradas por el Sernanp que es un organismo técnico especializado adscrito al ministerio del ambiente (Minam). Están categorizadas de acuerdo a su naturaleza y objetivos, considerándose dos grupos importantes:

Áreas de uso indirecto

Son aquellas que permiten la investigación científica no manipulativa, la recreación y el turismo en zonas apropiadamente designadas y manejadas para ello. En estas áreas no se permite la extracción de recursos naturales, así como modificaciones y transformaciones del ambiente natural.

a. **Parques nacionales**
Áreas que constituyen muestras representativas de la diversidad natural del país y de sus grandes unidades ecológicas. En ellos se protege con carácter intangible la integridad ecológica de uno o más ecosistemas, las asociaciones de la flora y fauna silvestre y los procesos sucesionales y evolutivos, así como otras características, paisajísticas y culturales, que resulten asociadas.

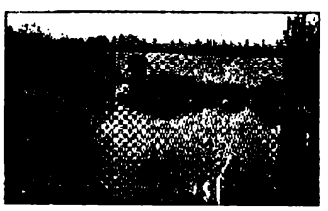
Parque Nacional Río Abiseo

b. **Santuarios nacionales**
Áreas donde se protege con carácter intangible el hábitat de una especie o una comunidad de la flora y fauna, así como las formaciones naturales de interés científico y paisajístico.

Santuario Nacional Huayllay

c. **Santuarios históricos**
Áreas que protegen con carácter de intangible espacios que contienen valores naturales relevantes y constituyen el entorno de sitios de especial significación nacional, por contener muestras del patrimonio monumental y arqueológico o por ser lugares donde se desarrollaron hechos sobresalientes de la historia del país.

Reserva nacional Lomas de Lachay



Refugio de vida silvestre Pantanos de Villa

	Área natural protegida	Ubicación	Protege
PARQUES NACIONALES	Cutervo	Cajamarca	Cueva de Guácharos, flora, fauna y bellezas escénicas de la cordillera de Tarros.
	Tingo María	Huánuco	Flora, fauna silvestre, belleza escénica de la Bella Durmiente y Cueva de las Lechuzas.
	Manu	Cusco y Madre de Dios	Flora, fauna y bellezas escénicas del suroriente.
	Huascarán	Áncash	Flora, fauna, formaciones geológicas y bellezas escénicas de la Cordillera Blanca.
	Cerros de Amotape	Tumbes y Piura	Muestra representativa del bosque seco del noroeste del Perú.
	Río abiseo	San Martín	El bosque de neblina y conserva el mono choro de cola amarilla.
	Yanachaga - Chemillén	Pasco	Ecosistemas de las vertientes orientales de los andes hasta la Selva Baja.
	Bahuaja - Sonene	Madre de Dios y Puno	Flora y fauna de sabana de Palmeras. Ciervo de los pantanos y el lobo de crín.
	Cordillera azul	San Martín, Loreto, Ucayali y Huánuco	Hábitats como los pantanos de altura, bosques esponjosos y bosquecillos enanos, lagos aislados, arroyos y riachuelos de altura.
	Otishi	Cusco y Junín	Estabilidad e integridad de los suelos y el agua de las cuencas de los ríos Ene, Cordillera de Vilcabamba.
	Ichigkat-coordillera del Cóndor	Amazonas	El más reciente. Ecorregión de los bosques montanos de la Cordillera Real Oriental.
SANTUARIOS HISTÓRICOS	Chacamarca	Junín	Escenario donde se librara la Batalla de Junín y los restos arqueológicos de la cultura Pumpush.
	Pampa de Ayacucho	Ayacucho	Escenario de la Batalla de Ayacucho, manifestaciones culturales y artesanales de poblaciones aledañas.
	Machu-Picchu	Cusco	La flora, fauna, formaciones geológicas, bellezas paisajísticas y restos arqueológicos incaicos.
	Bosque de Pómac	Lambayeque	Bosques de Algarrobos y otras especies arbóreas típicas de la costa norte del Perú; así como los restos arqueológicos de la cultura Mochica.

SANTUARIOS NACIONALES

Huayllay	Pasco	Formaciones geológicas del Bosque de Piedras de Huayllay; así como la flora y fauna nativa.
Calipuy	La Libertad	El rodal más denso de la Puya de Raimondi.
Pampas del Heath	Madre de Dios	Flora y fauna de la sabana de palmeras: lobo de crin y ciervo de los pantanos.
Lagunas de Mejía	Arequipa	Avifauna migratoria y humedales costeros.
Ampay	Apurímac	Bosque relicto de Intimpa (*Podocarpus sp.*) y asociaciones de fauna silvestre.
Manglares de Tumbes	Tumbes	Bosque de Manglar, así como la fauna de invertebrados acuáticos.
Tabaconas-Namballe	Cajamarca	Flora y fauna de Páramo: el oso de anteojos y el tapir de altura o pinchaque.
Megantoni	Cusco	Diez zonas de vida que albergan bosques intactos. Alberga a la comunidad Machiguenga.

Áreas de uso directo

Son aquellas que permiten el aprovechamiento o extracción de recursos, prioritariamente por las poblaciones locales. Otros usos y actividades que se desarrollen deberán ser compatibles con los objetivos del área.

a. **Reservas nacionales**

Áreas destinadas a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de los recursos de flora y fauna silvestre, acuática o terrestre. En ellas se permite el aprovechamiento comercial de los recursos naturales bajo planes de manejo, aprobados, supervisados y controlados por la autoridad nacional competente.

b. **Refugios de vida silvestre**

Áreas que requieren intervención activa con fines de manejo, para garantizar el mantenimiento de los hábitats, así como para satisfacer las necesidades particulares de determinadas especies, como sitios de reproducción y otros sitios críticos para recuperar o mantener las poblaciones de tales especies.

Área natural protegida	Ubicación	Protege
RESERVAS NACIONALES		
Pampa Galeras	Ayacucho	Poblaciones de vicuñas.
Junín	Junín y Pasco	Flora, fauna y bellezas escénicas del Lago de Junín. Fomenta la utilización racional de aves, ranas y totoras.
Paracas	Ica	Ecosistemas marinos, poblaciones de lobos marinos. Protege el patrimonio cultural e histórico.
Lachay	Lima-Chancay	Formación de lomas de la costa central, así como la flora y fauna características.
Titicaca	Puno	Flora, fauna y bellezas escénicas del Lago-Titicaca. Mantiene las tradiciones culturales y fomenta su uso racional.
Salinas y Aguada Blanca	Arequipa y Moquegua	Áreas relictos de poblaciones silvestres de guanacos.
Calipuy	La Libertad	Áreas relictos de poblaciones silvestres de guanacos; flora, fauna y formaciones geológicas.
Pacaya-Samiria	Loreto	Flora y fauna representativa de la selva baja. Uso racional de la fauna silvestre: paiche.
Tambopata	Madre de Dios	Flora y fauna silvestre, así como la belleza paisajística de la selva suroriental.
Allpahuayo-Mishana	Loreto	Geografía, valores naturales y estéticos de un área aledaña al río Nanay y a la comunidad de Mishana.
Tumbes	Tumbes	Muestras representativas del bosque seco ecuatorial y del bosque tropical del Pacífico.
REFUGIOS DE VIDA SILVESTRE		
Sistemas de islas, islotes y puntas guaneras	Mar peruano	Fauna de aves guaneras y poblaciones de lobos de mar.
Pantanos de Villa	Lima	Flora y fauna típica de los ecosistemas humedal costero, así como todas las especies migratorias.
Laquipampa	Lambayeque	La pava aliblanca así como todas las especies de flora y fauna asociados a su hábitat.

c. Reservas paisajísticas

Áreas donde se protege ambientes cuya integridad geográfica muestra una armoniosa relación entre el hombre y la naturaleza, albergando importantes valores naturales, estéticos y culturales.

d. Reservas comunales

Áreas destinadas a la conservación de la flora y fauna silvestre, en beneficio de las poblaciones rurales vecinas. El uso y comercialización de recursos se hace bajo planes aprobados y supervisados por la autoridad y conducidos por los mismos beneficiarios.

e. Bosques de protección

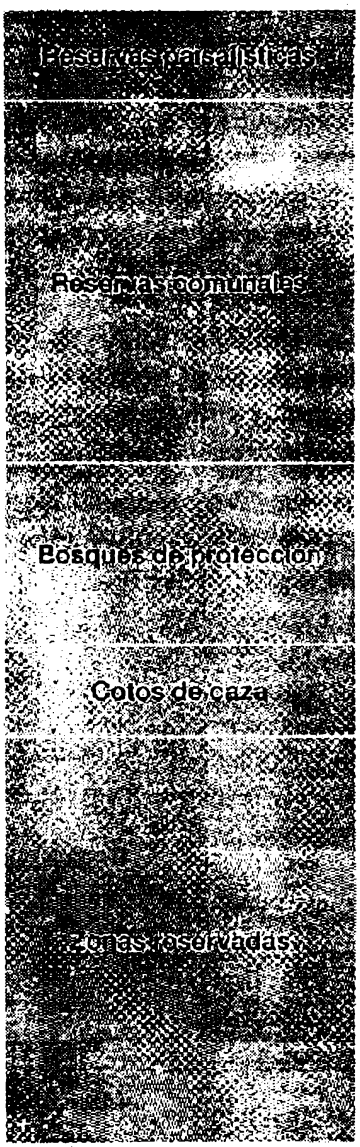
Su objetivo es garantizar la protección de las cuencas altas o colectoras, las riberas de los ríos y de otros cursos de agua y, en general, para protegerlos contra la erosión. Se permite el uso de recursos y actividades que no pongan en riesgo la cobertura vegetal del área.

f. Cotos de caza

Áreas destinadas al aprovechamiento de la fauna silvestre a través de la práctica regulada de la caza deportiva.

g. Zonas reservadas

Son espacios para la conservación de la diversidad biológica y que requieren estudios complementarios para definir la extensión y categoría que le correspondería como área protegida.



Nor Yauyos-cochas	Lima y Junín
Subcuenca del Cotahuasi	Arequipa
Yanesha	Pasco
El sira	Pasco, Huánuco y Ucayali
Amarakaeri	Madre de Dios y Cusco
Asháninka	Junín y Cusco
Machiguenga	Cusco
Purus	Ucayali
Tumtanain	Madre de Dios
Chayu Nain	Amazonas
Canal Nuevo imperial	Lima
Pui-Pui	Junín
Pagaibamba	Cajamarca
Altomayo (más extenso)	San Martín
El Angolo	Piura
Sunchubamba	Cajamarca
Río Rímac	Lima
Cordillera Huayhuash	Áncash, Huánuco y Lima
Santiago-Comaina	Amazonas y Loreto
Chancay baños	Cajamarca
Guepi	Loreto
Aymara-Lupaca	Puno
Humedales de Puerto Viejo	Lima
Lomas de Ancón	Lima
Bosque de Zárate	Lima

PREGUNTAS PROPUESTAS

1. El más grande ecosistema del mundo es

   A) la comunidad y su ambiente.
   B) la ecósfera.
   C) un bioma.
   D) la biósfera más la litósfera.
   E) la biósfera más la atmósfera.

   UNMSM 2005-II

2. Zona climática de nuestro planeta, donde es posible el desarrollo de vegetación arbórea exuberante debido a su clima cálido lluvioso.

   A) zona templada del norte
   B) zona templada del sur
   C) zona tropical
   D) zona polar del norte
   E) zona polar del sur

3. Materia orgánica parcialmente desintegrada que abunda en el suelo.

   A) detritos
   B) humus
   C) carroña
   D) minerales
   E) saprobios

4. Zona climática de nuestro planeta, donde es posible el desarrollo de vegetación arbórea exuberante debido a su clima cálido lluvioso.

   A) zona templada del norte
   B) zona templada del sur
   C) zona tropical
   D) zona polar del norte
   E) zona polar del sur

5. Horizonte del suelo denominado "de acumulación" de iones nutritivos.

   A) O B) A C) B
   D) C E) D

6. Zona de transición donde se encuentran dos ecosistemas o biomas y ceden paso uno al otro de manera gradual.

   A) biósfera
   B) región afótica
   C) ecotono
   D) piso ecológico
   E) zona climática

7. Los organismos de ecosistemas marinos que son moradores del sustrato rocoso u arenoso, corresponden a la categoría

   A) bentos.
   B) necton.
   C) plancton.
   D) fitoplancton.
   E) pelagos.

8. ¿Cuál es el factor determinante para el desarrollo de un tipo de bioma?

   A) fauna B) flora C) suelo
   D) viento E) clima

9. Los factores ecológicos que determinan la distribución de los animales en la superficie terrestre son

   A) el relieve y el clima.
   B) el clima y la vegetación.
   C) los ríos y la vegetación.
   D) los ríos y el clima.
   E) la humedad y el relieve.

   UNFV 1994

10. La especie de *Rhizophora mangle* llamada vulgarmente "mangle", característica de los manglares, puede soportar vivir en aguas con altas concentraciones de sal, como el agua marina; esto es posible gracias al siguiente mecanismo:

A) presencia de glándulas.
B) ajuste osmótico.
C) corteza muy resistente.
D) raíces profundas.
E) estas plantas viven en la superficie.

UNFV 2008-II

11. Las plantas que viven en ambientes escasos de agua, son denominadas

A) protofitas.
B) tropofitas.
C) mesófitas.
D) xerofitas.
E) metafitas.

UNMSM 2007-II

12. Los mamíferos y las aves son capaces de mantener la temperatura del cuerpo practicamente constante, debido a esto se denominan:

A) heterotermos.
B) poiquilotermos.
C) termófilos.
D) homeotermos.
E) ectotermos.

13. Las regiones profundas de la provincia oceánica corresponden a la zona abisal, donde se encuentran peces

A) estenohalinos.
B) termófilos.
C) criófilos.
D) eurihalinos.
E) barófilos.

14. El número de organismos por unidad de área o volumen del hábitat en un momento dado, se denomina

A) densidad poblacional.
B) distribución poblacional.
C) supervivencia.
D) estructura etaria.
E) dinámica poblacional.

15. Se denomina ..... a la máxima población que puede ser mantenida por un ecosistema.

A) capacidad de carga
B) población exponencial
C) potencial biótico
D) deme
E) población indefinida

16. Características que describen a una población.

A) edad, biomasa, estructura trófica
B) densidad, distribución, estructura etaria
C) diversidad de especies, predominio, sucesión
D) natalidad y mortalidad
E) biodiversidad y adaptaciones

17. Estudia los cambios en el número de individuos de una población y las causas que producen estas oscilaciones.

A) ecología comparada
B) biocenosis comparada
C) dinámica poblacional
D) genética de poblaciones
E) ecología comunitaria

18. Un ecosistema llega a un estado de clímax cuando

A) presenta una comunidad pionera.
B) una comunidad biológica se encuentra en estado de máxima estabilidad.
C) se producen cambios drásticos en las comunidades.
D) existen abundantes nichos ecológicos disponibles.
E) posee diversidad biológica reducida.

19. Uno de los principales determinantes biológicos del nicho ecológico de una especie es la

A) complejidad de la comunidad.
B) competencia interespecífica.
C) diversidad de especies.
D) sucesión primaria de especies.
E) sucesión secundaria de especies.

UNMSM 2010-II

20. La relación vital que se establece entre dos especies, en la cual una se beneficia de la otra sin causarle daño o beneficio se denomina

A) simbiosis.
B) comensalismo.
C) parasitismo.
D) mutualismo.
E) depredación.

UNFV 1997

21. Una asociación íntima y a largo plazo entre organismos de dos especies diferentes en general es denominada

A) parasitismo.
B) comensalismo.
C) mutualismo.
D) simbiosis.
E) competencia.

22. En la asociación que se establece entre las ballenas y las lapas que viven sobre ellas, estas últimas resultan beneficiadas porque tienen un lugar seguro para vivir y alimentarse del plancton, se trata de un caso de

A) competencia. B) comensalismo.
C) parasitismo.
D) dualismo. E) depredación.

UNFV 2008-II

23. Con respecto al comportamiento de la energía en los ecosistemas, podemos decir que

A) se transforma h manera de calor respiratorio en cada nivel.
B) presenta un flujo de transferencia en ambos sentidos.
C) presenta un flujo de transferencia en un solo sentido.
D) la fuente principal en la naturaleza no proviene solo del sol.
E) cuando pasa de un nivel a otro, no se pierde absolutamente nada.

UNMSM 2012-II

24. La segunda ley de la termodinámica afirma que en cada transformación de la energía un porcentaje de esta se pierde en forma de calor. Este principio se manifiesta en que

A) la vegetación de una selva, en su crecimiento, llega a cierto punto límite donde no aumenta su biomasa total.
B) un animal en su crecimiento no puede pasar de cierto tamaño.
C) las cadenas alimentarias difícilmente pasan de tres o cuatro eslabones.
D) el tamaño de una población no aumenta indefinidamente.
E) la eutroficación de cultivo no es causada por el hombre.

25. Si en un ecosistema se redujera drásticamente el número de bacterias nitrificantes, se podría esperar que como consecuencia de ello se presentara

A) una reducción en la cantidad de proteínas fabricadas por las plantas.
B) un aumento en el porcentaje de amoniaco procedente de los procesos de excreción de los animales.
C) una reducción en los procesos de absorción de gas carbónico por parte de las plantas.
D) un aumento en los procesos de síntesis de proteínas por parte de los animales.
E) el incremento de la lipogénesis.

26. ¿Cuál de los eslabones de una cadena alimentaria debe presentar la mayor biomasa, a fin de mantener las relaciones tróficas del ecosistema?

A) herbívoros
B) carnívoros
C) productores
D) consumidores
E) descomponedores

27. El nitrógeno es un elemento indispensable para el ser vivo, que se encuentra en alto porcentaje en la atmósfera, pero para ser utilizado es necesario que sea fijado por

A) algunas bacterias y algas inferiores.
B) algas superiores.
C) hongos ficomicetos.
D) todas las bacterias.
E) líquenes y algas.

UNMSM 1998

28. El convenio sobre la diversidad biológica es el primer acuerdo mundial integral que abarca todos los tipos de biodiversidad y, a su vez, está compuesta por la diversidad

A) climática, taxonómica y ecológica.
B) biotipo, biocenosis y ecosistemas.
C) biótica, climática y ecosistemas.
D) genética, climática y ecológica.
E) genética, taxonómica y ecológica.

UNMSM 2005-II

29. Los andes centrales situados en nuestro país, son considerados "Centro Vavilov" debido a

A) poseer alta diversidad de especies.
B) poseer alta diversidad de ecosistemas.
C) poseer alta biodiversidad.
D) ser centro originario de cultivos.
E) su alta erosión genética.

30. El Perú es conocido por su gran biodiversidad, justificado por

A) sus sitios turísticos.
B) presencia de grandes afluentes de agua.
C) tener un pasado histórico.
D) tener una variedad de microclimas.
E) tener grandes cordilleras andinas.

UNFV 2008-I

31. La megadiversidad biológica del Perú se debe a la

A) corriente marina de Humboldt y del niño.
B) proximidad a la línea ecuatorial y climas cálidos.
C) variedad de hábitat y climas.
D) estacionalidad y ambiente muy marcado.
E) geología y antigüedad del subsuelo.

UNMSM 2004-II

32. La ecorregión del Perú que presenta vegetación de lomas, clima semicálido y neblinas estacionales se denomina

A) serranía esteparia.
B) páramo.
C) desierto del pacífico.
D) sabana de palmeras.
E) puna.

UNMSM 2008-II

33. La reducción de la población de vicuña hasta la década de los setenta tuvo como causa fundamental la

I. caza indiscriminada.
II. entrega a las comunidades campesinas.
III. competencia con el ganado doméstico.
IV. reducción de humedales altoandinos.

A) I B) I y II C) I y III
D) I, II, III E) I, II, III, IV

34. Es el ave nacional.

A) Gallito de las rocas
B) Cóndor andino
C) Pingüino de Humboldt
D) Zambullidor de Junín
E) Parihuana

35. ¿Qué sucedería con la vegetación si la concentración del CO_2 en el aire se incrementa muchas veces debido al excesivo uso de hidrocarburos como el combustible?

A) Mejoraría la tasa fotosintética de la vegetación.
B) Mejoraría la fotosíntesis, pero solo hasta un límite y nada más.
C) Sería perjudicial porque asfixiaría a las plantas.
D) La agricultura se vería perjudicada porque habría mejor rendimiento de cosechas.
E) No pasaría nada, ya que el mayor efecto es sobre los animales.

UNFV 2005

36. La lluvia ácida responsable de los daños directos en los bosques, suelos, lagos, ríos, tiene su origen en

A) la combinación del vapor de agua, rayos solares y oxígeno.
B) la emisión de compuestos clorofluoro carbonos.
C) la industria metalúrgica.
D) radiaciones visibles, infrarrojas y microondas.
E) el deterioro de la capa de ozono.

UNMSM 2005-I

37. Un manejo inadecuado de la extracción, ha conducido a que grandes poblaciones de anchoveta y concha de abanico se reduzcan drásticamente; estos son ejemplos evidentes de

A) captura extensiva selectiva.
B) explotación excesiva del recurso.
C) explotación sostenible.
D) captura de poblaciones juveniles.
E) aprovechamiento discriminado.

UNMSM 2000

38. El área natural protegida donde se conservan poblaciones de mono choro de cola amarilla es

A) el Parque nacional del Manu.
B) el Santuario nacional manglares de Tumbes.
C) la Reserva nacional Pampa Galeras.
D) el Parque nacional río Abiseo.
E) la Reserva nacional Pacaya-Samiria.

Bibliografía

- ✓ ALBERTS, Bruce. *Biología molecular de la célula*. Barcelona: Editorial Omega, 1996.
- ✓ ALEXANDER, Peter. *Biología*. New Jersey: Editorial Prentice Hall, 1992.
- ✓ AUDESIRK, Teresa y Gerald AUDESIRK, . *Biología*. México: Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, 1997.
- ✓ AUDESIRK, et ál. *Biología, ciencia y naturaleza*. México: Editorial Pearson Educación, 2004.
- ✓ BALL, Jorge. *Taxonomía biológica*. México: Editorial Fondo de Cultura Económica, 1994.
- ✓ BARNES, Robert D. *Zoología de los invertebrados*. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1989.
- ✓ BRACK, A. y C. MENDIOLA. *Ecología del Perú*. Lima: Editorial Bruño, 2000.
- ✓ BERKALOFF, Andre. *Biología y fisiología celular*. Barcelona: Editorial Omega, 1981.
- ✓ BEROVIDES ÁLVAREZ, Vicente. *Biología evolutiva*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2001.
- ✓ BACHMANN, Honrad. *Biología para médicos*. Barcelona: Editorial Reverte, 1978.
- ✓ BOTERO, David. *Parasitosis humana*. Medellín: Editorial Corporación para investigaciones biológicas, 2003.
- ✓ CAMPBELL, Neil y Jane REECE. *Biología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2007.
- ✓ CHARLOTTE, J. Avers. *Biología celular*. México: Editorial Iberoamericana, 1992.
- ✓ CURTIS, Helena & N. Sue BARNES. *Biología*. Buenos Aires: Editorial Panamericana, 1993.
- ✓ DE ROBERTIS & DE ROBERTIS. *Biología celular y molecular*. Buenos Aires: Editorial El Ateneo, 1993.
- ✓ GEORGE, H. Fried. *Biología*. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1995.
- ✓ GRIFFITHS & otros. *Introducción al análisis genético*. Madrid: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998.
- ✓ GRIFFITHS, Anthony. *Genética moderna*. Madrid: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2004.
- ✓ GRIJALBO. *Enciclopedia juvenil de biología*. Barcelona: Editorial Grijalbo, 1981.

Bibliografía

JUNQUEIRA, L y J. CARNEIRO. *Histología básica*. Barcelona: Editora Guanabara Koogan, 1987.

KARP, Gerald. *Biología celular*. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1996.

KIMBALL, Jhon. *Biología*. México: Editorial Sistema técnico, 1986.

KLUG & CUMMINGS. *Conceptos de genética*. Madrid: Editorial Prentice Hall, 1999.

LAZCANO, Antonio. *El origen de la vida*. México: Editorial Trillas, 1996.

LEHNINGER, Albert. *Bioquímica, las bases moleculares de la estructura y función celular*. Barcelona: Ediciones Omega, 1987.

LOZANO, José A. *Bioquímica y biología molecular*. Madrid: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2000.

MADER, Sylvia. *Biología*. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2007.

MAJOVKO, V .V. *Biología general*. México: Editorial Grijalbo, 1969.

MARGALEF, Ramón. *Ecología*. Barcelona: Editorial Omega, 1982.

MESELDZIC, Zivana. *Contaminación ambiental y América Latina*. Lima: Editorial Lima, 1977.

MURRAY, Robert. *Bioquímica de Harper*. México: Editorial El Manual Moderno, 1992.

ODUM, Eugene. *Fundamentos de eco ogía*. México: Editorial Interamericana, 1986.

ONDARZA, Raúl. *Biología moderna*. Madrid: Editorial Trillas, 1998.

OTTO, James & otros. *Biología moderna*. México: Editorial McGraw-Hill, Interamericana 1995.

PANIAGUA, Ricardo. *Citología e histología animal y vegetal*. Madrid: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1997.

PULIDO, Víctor. *El libro rojo de la fauna silvestre del Perú*. Lima: Editorial Iniaa, 1991.

RICKLEFS, Robert. *Invitación a la ecología*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1998.

ROBERTIS, E.; HIB, J. y R. PONZIO. *Biología celular y molecular*. Buenos Aires: Editorial El Ateneo, 2001.

SADAVA, D.; HELLER, G.; ORINAS, G.; PURVES, W. y D. HILLIS. *Vida. La ciencia de la biología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2008.

SHEELER, Phillip. *Biología celular*. México: Editorial Limusa, 1993.

Bibliografía

- ✓ STANFIELD, William. *Teoría y problemas de genética*. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1971.
- ✓ STRYER, Lubert. *Bioquímica*. Madrid: Editorial Reverte, 1995.
- ✓ SOLARI, Alberto Juan. *Genética humana*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1999.
- ✓ SOLOMON, E.; BERG, L.; MARTIN, D. y C. VILLEE. *Biología*. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998.
- ✓ TYLER MILLER, G. *Ecología y medio ambiente*. México: Editorial Iberoamericana, 1994.
- ✓ VILLAVICENCIO, Marino. *Bioquímica*. Lima: Concytec, 1994.
- ✓ VILLEE, Claude A. *Biología*. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1996.
- ✓ WALLACE, Robert. *Biología: El mundo de la vida*. México: Editorial Harla, 1995.