

Páginas web explicaciones y actividades:

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/profesor/2bachillerato/1.htm>

Test del temario de Biología:

<https://www.testeando.es/2-Bachillerato-Biologia-39>

Apuntes

<https://www.educa2.madrid.org/web/biologia-2-bach/apuntes>

<https://anamolina.weebly.com/biologiacutea-2ordm-bach.html>

Vídeos de repaso

<https://academiaosorio.com/free-resources-user?subject=3>

Cuadernillo explicaciones metabolismo:

https://issuu.com/profesorjano/docs/cuadernillo_metabolismo_jano

Tema 1. Base Físico-Química de la vida: bioelementos y biomoléculas.

BIOELEMENTOS O ELEMENTOS BIOGÉNICOS

Concepto: Son los elementos químicos que forman parte de la materia viva se denominan bioelementos

Clasificación atendiendo a su abundancia:

1. Elementos biogénicos mayoritarios: se presentan siempre como componentes mayoritarios de la materia viva, y representan más del 98% en peso total.
 - a. Primarios: constituyen más del 95% de los seres vivos, y se unen formando las biomoléculas o principios inmediatos (C, H, O, N, P, S). Se denominan elementos plásticos.
 - b. Secundarios: menos abundantes 4,5% , aunque desempeñan funciones de vital importancia en la fisiología celular, se encuentran generalmente en forma ionizada, siempre presentes (Mg, Ca, Na, K, Cl). Se denominan elementos minerales.

Azufre	Se encuentra en dos aminoácidos (cisteína y metionina) , presentes en todas las proteínas. También en algunas sustancias como el Coenzima A
Fósforo	Forma parte de los nucleótidos, compuestos que forman los ácidos nucleicos. Forman parte de coenzimas y otras moléculas como fosfolípidos, sustancias fundamentales de las membranas celulares. También forma parte de los fosfatos, sales minerales abundantes en los seres vivos.
Magnesio	Forma parte de la molécula de clorofila, y en forma iónica actúa como catalizador, junto con las enzimas , en muchas reacciones químicas del organismo.
Calcio	Forma parte de los carbonatos de calcio de estructuras esqueléticas. En forma iónica interviene en la <i>contracción muscular, coagulación sanguínea y transmisión del impulso nervioso.</i>
Sodio	Catión abundante en el medio extracelular; necesario para la conducción nerviosa y la contracción muscular
Potasio	Catión más abundante en el interior de las células; necesario para la conducción nerviosa y la contracción muscular
Cloro	Anión más frecuente; necesario para mantener el balance de agua en la sangre y fluido intersticial

2. Oligoelementos: % inferior al 0,1%, realizan funciones catalíticas

Su carencia puede causar graves trastornos (enfermedades carenciales) e incluso la muerte, y su exceso intoxicaciones. Pueden ser de dos tipos:

- a. Esenciales: en todos los seres vivos (Fe, Co, Cu, Zn, Mn)
- b. No esenciales: en algunos seres vivos (Li, V, Cr, Mo, Ni, B, Al, Si, Sn, Se, F, I)

Hierro	Fundamental para la síntesis de clorofila, catalizador en reacciones químicas y formando parte de <i>citocromos</i> que intervienen en la <i>respiración celular</i> , y en la hemoglobina que interviene en el transporte de oxígeno.
Manganeso	Interviene en la <i>fotólisis</i> del agua , durante el proceso de <i>fotosíntesis</i> en las plantas.
Iodo	Necesario para la síntesis de la <i>tiroxina</i> , hormona que interviene en el metabolismo
Flúor	Forma parte del esmalte dentario y de los huesos.
Cobalto	Forma parte de la vitamina B12, necesaria para la síntesis de hemoglobina .
Silicio	Proporciona resistencia al tejido conjuntivo, endurece tejidos vegetales como en las gramíneas.
Cromo	Interviene junto a la insulina en la regulación de glucosa en sangre.
Zinc	Actúa como catalizador en muchas reacciones del organismo.
Litio	Actúa sobre neurotransmisores y la permeabilidad celular. En dosis adecuada puede prevenir estados de depresiones.
Molibdeno	Forma parte de las enzimas vegetales que actúan en la reducción de los nitratos por parte de las plantas.

Propiedades bioelementos primarios: capas electrónicas externas incompletas, por lo que pueden formar enlaces covalentes; número atómico bajo, que permite la formación de moléculas estables; electronegatividad, que permite la formación de moléculas polares; estos elementos forman parte de moléculas inorgánicas sencillas, que pueden ser captadas fácilmente por los seres vivos.

Propiedades del Carbono

Forma con facilidad enlaces covalentes fuertes y estables (polimerización), lo que confiere gran estabilidad a las moléculas de los seres vivos, pero suficientemente débiles para romperse sin dificultad (hidrólisis).

Los átomos de carbono se pueden unir entre sí formando largas cadenas, moléculas ramificadas, e, incluso, cíclicas, lo que permite construir moléculas variadas y complejas.

El carbono presenta cuatro enlaces dispuestos en forma de tetraedro a los que pueden unirse hasta cuatro átomos o grupos funcionales diferentes. Esto permite la formación de gran cantidad de moléculas tridimensionales con propiedades diferentes.

Los átomos de carbono forman dobles y triples enlaces entre sí y con el oxígeno y el nitrógeno, produciéndose un aumento de las variantes moleculares.

Las características del átomo de carbono permiten la formación de una inmensa variedad de moléculas con estructuras y propiedades distintas. La gran variabilidad y complejidad que muestran los seres vivos es consecuencia de este hecho.

Enlaces químicos en las biomoléculas

Enlace iónico: entre iones con distinta carga, (+) catión y (-) anión.

Enlace covalente: dos átomos comparten electrones, completando su capa de valencia. Puede ser no polar o polar (un átomo es más electronegativo y atrae los e-)

Enlaces o puentes de Hidrógeno.

Fuerzas de Van der Waals, atracciones electrostáticas débiles que orientan las moléculas.

BIOMOLÉCULAS O PRINCIPIOS INMEDIATOS

Concepto: son sustancias orgánicas e inorgánicas a partir de las que se constituye la materia viva de los organismos, y están formadas por la combinación entre sí de los diferentes elementos biogénicos unidos mediante enlaces.

Clasificación: inorgánicas y orgánicas.

Biomoléculas inorgánicas: el agua, las sales minerales y moléculas gaseosas O₂, CO₂, N₂.

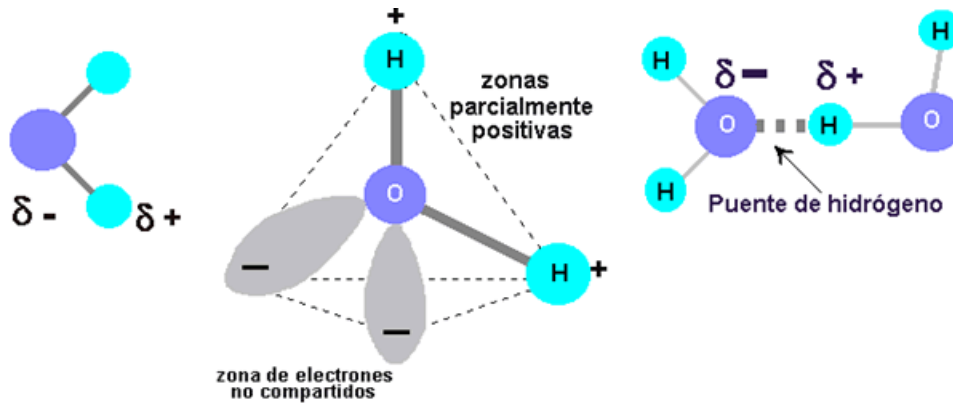
El agua

Es el componente mayoritario de los seres vivos, pues representa entre el 65 y 95% del peso de la mayor parte de las formas vivas. El contenido varia de una especie a otra; también es función de la edad del individuo (su % disminuye al aumentar la edad) y el tipo de tejido.

Organismo	% agua	Tejido	% agua
Algas	98		
Caracol	80		
Crustáceos	77	Liq. cefalorraquídeo	99
Espárragos	93	Sangre (plasma)	91-93
Espinacas	93	Sangre (Gl. rojos)	60-65
Estrella mar	76	Tej. nervioso (s.gris)	85
Persona adulta	62	Tej. nervioso (Médula)	75
Hongos	80	Tej. nervioso (s.blanca)	70
Lechuga	95	Músculo	75-80
Lombriz	83	Piel	72
Maíz	86	Hígado	70-75
Medusa	95	Tej. conjuntivo	60
Pino	47	Hueso (sin medula)	20-25
Semilla	10	Tej. adiposo	10-20
Tabaco	92	Dentina	3
Trebol	90		

1- Estructura molecular y composición química. Carácter dipolar y formación de enlaces de Hidrógeno.

El papel primordial del agua en el metabolismo de los seres vivos se debe sus propiedades físicas y químicas, derivadas de su estructura molecular. A temperatura ambiente es líquida, al contrario de lo que cabría esperar, ya que otras moléculas de parecido peso molecular (SO_2 , CO_2 , SO_2 , H_2S) son gases. Este comportamiento se debe a que los dos electrones de los dos hidrógenos están desplazados hacia el átomo de oxígeno, por lo que en la molécula aparece un polo negativo, donde está el oxígeno, debido a la mayor densidad electrónica, y dos polos positivos, donde están los dos hidrógenos, debido a la menor densidad electrónica. La molécula de agua es un dipolo.



Entre los dipolos del agua se establecen fuerzas de atracción llamados puentes de hidrógeno, formándose grupos de 3-9 moléculas. Con ello se consiguen pesos moleculares elevados y el agua se comporta como un líquido. Estas agrupaciones, le confieren al agua sus propiedades de fluido, en realidad, coexisten estos pequeños polímeros de agua con moléculas aisladas que rellenan los huecos.

2- Propiedades físico-químicas del agua derivadas de su estructura:

- Elevada cohesión molecular (incompresible, elevada tensión superficial)
- Elevada fuerza de adhesión (capilaridad)
- Elevado calor latente: calor específico y de vaporización, altos.
- Densidad.
- Constante dieléctrica elevada: solvatación iónica.
- Bajo grado de ionización.

3- Funciones biológicas en relación con sus propiedades:

- Principal disolvente biológico de moléculas polares o hidrofílicas: medio en el que transcurren la mayoría de las reacciones del organismo; transportadora: el aporte de nutrientes y la eliminación de sustancias tóxicas y desechos. (Constante dieléctrica y capilaridad)
- Función metabólica (fotosíntesis e hidrólisis)
- Función estructural, actuando como esqueleto hidrostático en algunos animales y permitiendo la turgencia de las plantas (Elevada cohesión: incompresible)
- Función mecánica amortiguadora (Elevada cohesión: incompresible)
- Ascensión de savia bruta (Elevada fuerza de adhesión: capilaridad)

- e. Función termorreguladora (Calor específico y de vaporización)
- f. Permite vida acuática en climas fríos (Densidad).

Sales minerales

1- Estado físico de las sales minerales en los seres vivos: estado sólido (precipitadas), disueltas y asociadas a moléculas orgánicas (fosfatos en fosfolípidos, fosfoproteínas, ácidos nucleicos).

2- Función de las sales en estado sólido y ejemplos.

Función plástica: estructuras de protección y sostén.

Carbonato Cálcico CaCO_3 Caparazones de crustáceos y moluscos, esqueleto vertebrados y otolitos

Cloruro cálcico CaCl_2 Esqueleto vertebrados

Fosfato Cálcico $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ Esqueleto vertebrados

Fluoruro de Calcio CaF_2 Esqueleto vertebrados y esmalte de dientes

Silicatos Caparazones silíceos de radiolarios y diatomeas

3- Funciones de las sales en disolución y ejemplos.

Disueltas disociadas en sus iones, en el medio intracelular y extracelular (electrolitos)

Aniones (-) y cationes (+)

Funciones:

a. Determinan grado de salinidad del medio interno.

b. Actividad enzimática:

Cofactores Cu^+ , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Zn^+

Grupo hemo Fe^{2+} - Fe^{3+}

Clorofila Mg^{2+}

Contracción muscular y coagulación Ca^{2+}

c. Generar potenciales eléctricos (gradientes electroquímicos) Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+}

d. Función nutriente en organismos autótrofos NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}

e. Regular presión osmótica y volumen celular.

f. Regular el pH (función tamponadora):

Carbonato/bicarbonato $\text{CO}_3^{2-}/\text{HCO}_3^-$

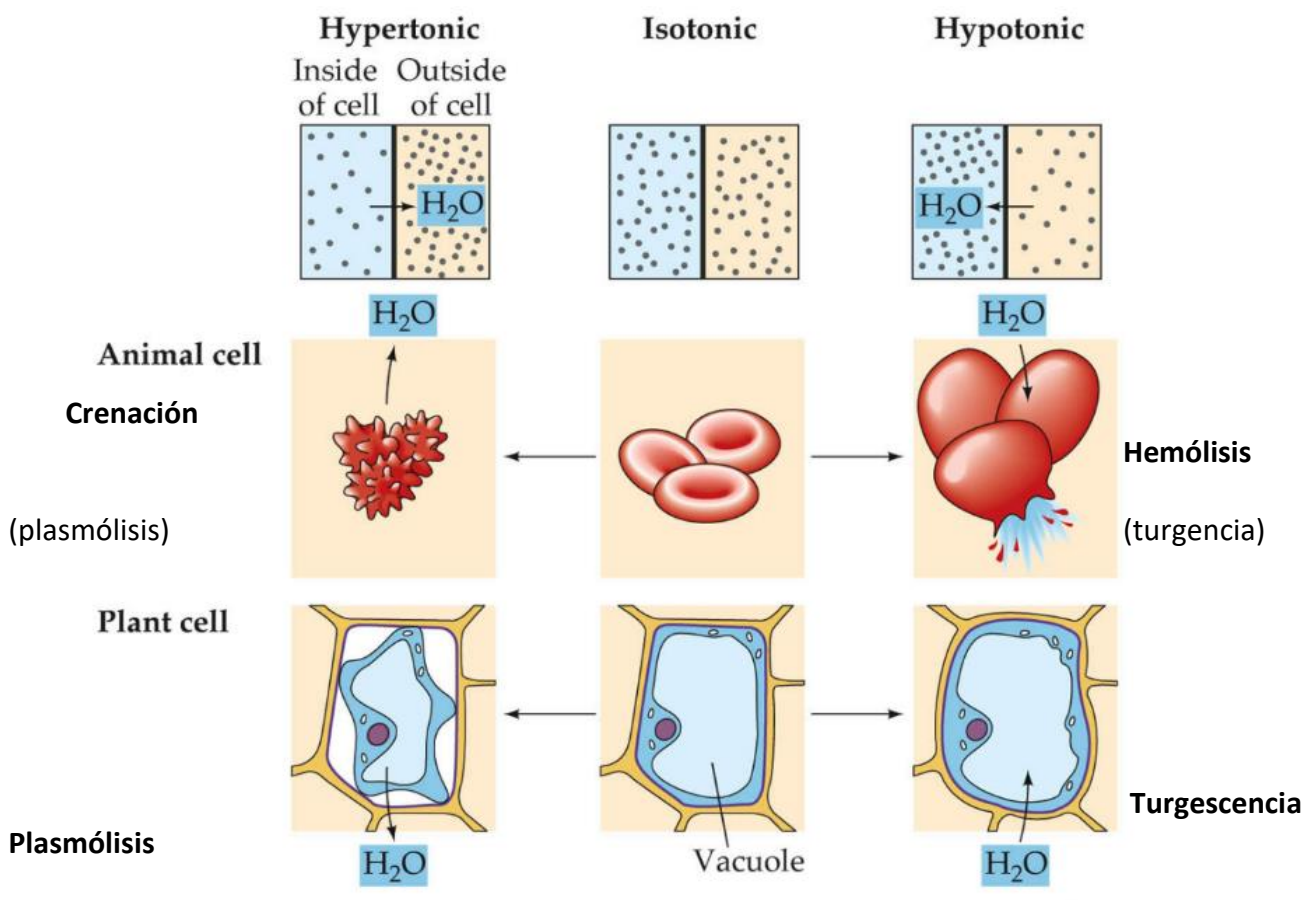
Fosfato/bifosfato $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$

- 4- Concepto y regulación del pH. Sistemas amortiguadores, tampones o buffer, ejemplos. Tampones orgánicos (moléculas anfóteras) e inorgánicos (sales minerales)
- 5- Ósmosis: Conceptos de ósmosis, presión osmótica, medios hipotónico, hipertónico e isotónico.

<http://biomodel.uah.es/biomodel-misc/anim/memb/osmosis.html>

Huevo: <https://www.youtube.com/watch?v=EtNug8MHOYU>

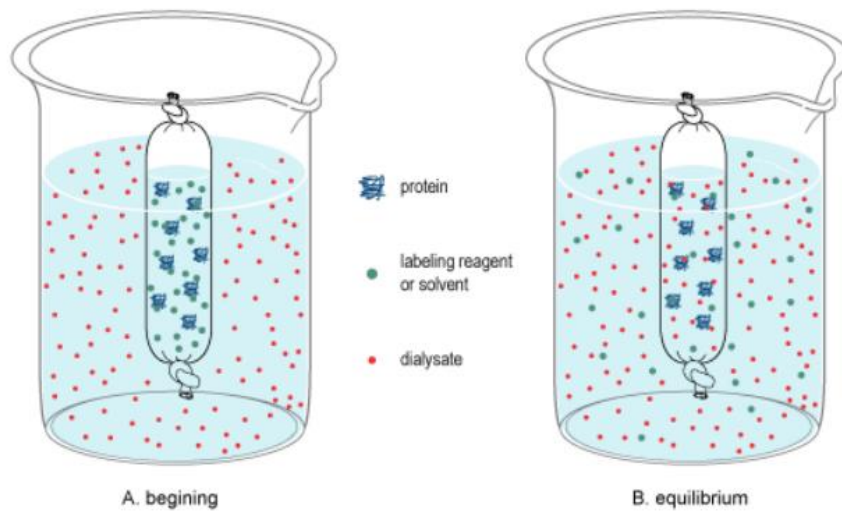
Ósmosis en un paramecio: https://www.youtube.com/watch?v=pmUcW_2AQfM



Diálisis

La **diálisis** es el proceso de separación de las partículas coloidales, en función de su tamaño, a través de una *membrana dializadora*. Esta membrana permite el paso de moléculas de pequeño tamaño (sales minerales, iones) y de agua e impide el de las macromoléculas o partículas coloidales.

Cuando la membrana que separa dos disoluciones deja pasar, además de agua, los solutos de menor tamaño, se produce el fenómeno denominado **diálisis**. Las moléculas de bajo peso molecular pasan desde la disolución en la que se encuentran en mayor concentración hacia la disolución en la que se encuentran en menos concentración.



Potcherboy de Wikipedia en inglés [CC BY 3.0], undefined

La **hemodiálisis** es el tratamiento que se emplea para limpiar la sangre en casos de insuficiencia renal crónica mediante el uso de un filtro o hemodializador y un líquido de diálisis generado por un riñón artificial. A través de las membranas utilizadas pasan las moléculas pequeñas de la sangre al líquido de diálisis. Así, se elimina el agua, urea, sales minerales, ... que no pueden ser filtrados por el riñón de un modo natural.

Ósmosis, diálisis, difusión:

<https://www.youtube.com/watch?v=WjUp7Gjd8bY>

Biomoléculas orgánicas: Glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos

El alumno deberá conocer las unidades o monómeros que forman las macromoléculas biológicas y los enlaces de estos componentes, reconocer en ejemplos las clases de biomoléculas y los enlaces que contienen. Función, localización y ejemplos.

Glúcidos

Características generales: composición (C, H, O) y características químicas (polihidroxialdehidos polihidroxicetonas, sus derivados simples, y productos formados por su condensación)

Clasificación por:

- tipo de grupo funcional: aldosas y cetosas
- complejidad: -osas o monosacáridos
 - ósidos:
 - Holósidos: oligosacáridos (disacáridos)
 - polisacáridos: homopolisacáridos y heteropolisacáridos
 - Heterósidos

Funciones:

1. Estructural:
 - molecular: ribosa y desoxirribosa en ácidos nucleicos
 - celular: celulosa, hemicelulosa y pectina en paredes vegetales.
 - orgánica: quitina en exoesqueleto de artrópodos.
2. Energética:
 - fuente de energía: glucosa
 - reserva de energía: almidón y glucógeno
3. Inmunológica y comunicación celular (glucolípidos y glucoproteínas)

Monosacáridos, -osas

Concepto:

- Moléculas sencillas y no hidrolizables
- Tienen de 3 a 7 Carbonos
- Constituyen las unidades o monómeros del resto de los glúcidos
- Presentan varios grupos alcohol o hidroxilo (-OH) y un grupo carbonilo (aldehído o cetona)
- Fórmula molecular $(CH_2O)_n$

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos6.htm>

Características físicas y químicas:

- I. Sabor dulce
- II. Color blanco
- III. Solubles en agua
- IV. Forman isómeros espaciales (estereoisómeros) e isómeros ópticos
- V. Presentan poder reductor

Estereoisomería

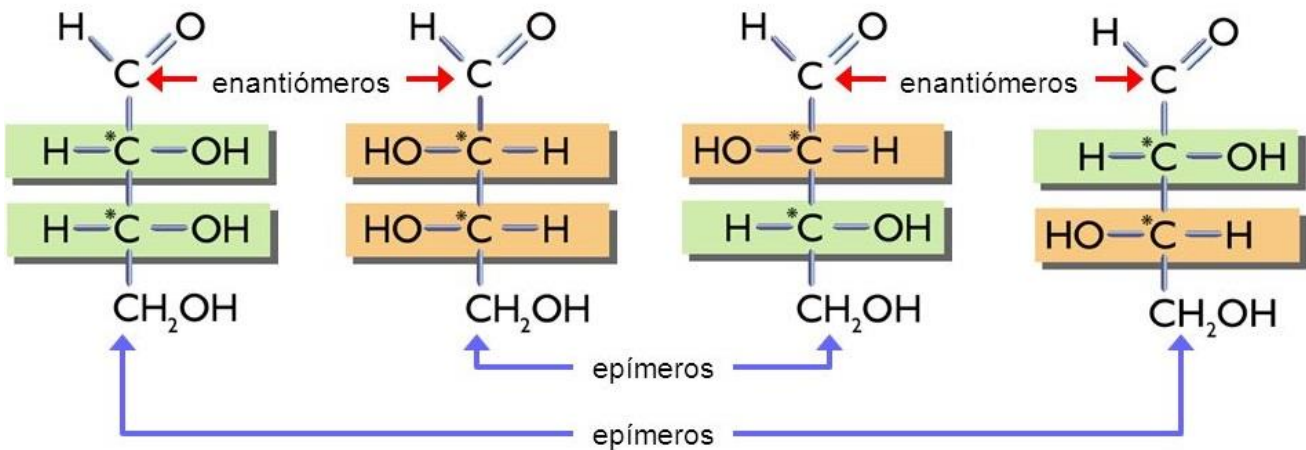
Carbonos asimétricos (átomo o centro quiral). Sus cuatro valencias están saturadas por cuatro radicales distintos.

Número de isómeros 2^n (n= número de C asimétricos)

Formas D y L (posición del grupo -OH en el carbono asimétrico más alejado del carbono carbonílico)

Tipos de estereoisómeros:

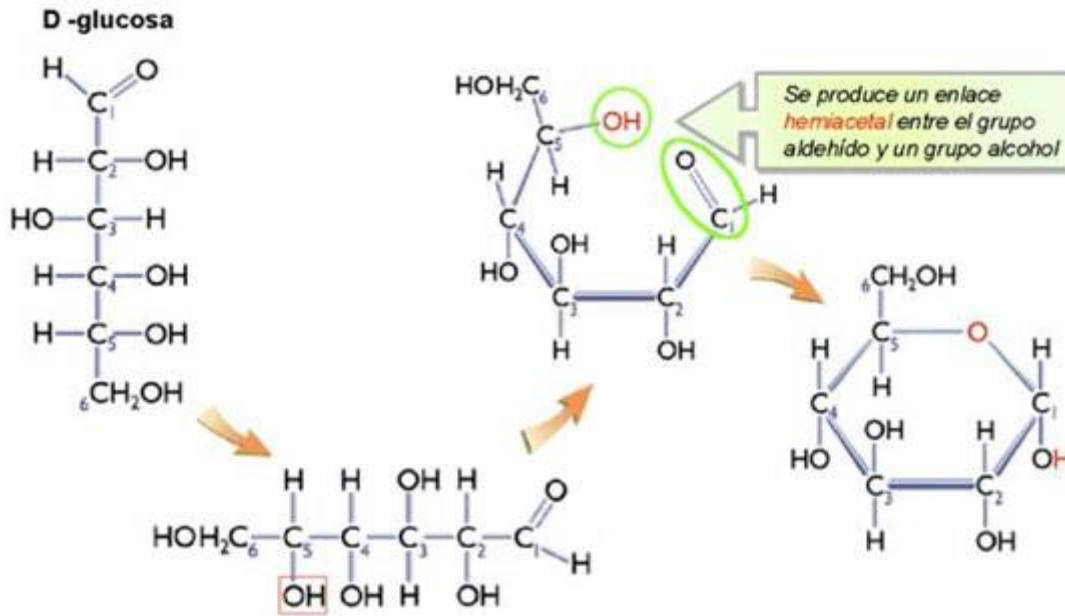
- Diastereoisómeros: no son imágenes especulares entre sí y se diferencian por las distintas posiciones de los grupos hidroxilo (-OH)
- Enantiómeros: imágenes especulares uno de otro (D y L glucosa)
- Epímeros: diastereoisómeros que se diferencian en la posición de un solo grupo -OH



Actividad óptica de los estereoisómeros: formas dextrógiras (+) y formas levógiras (-)

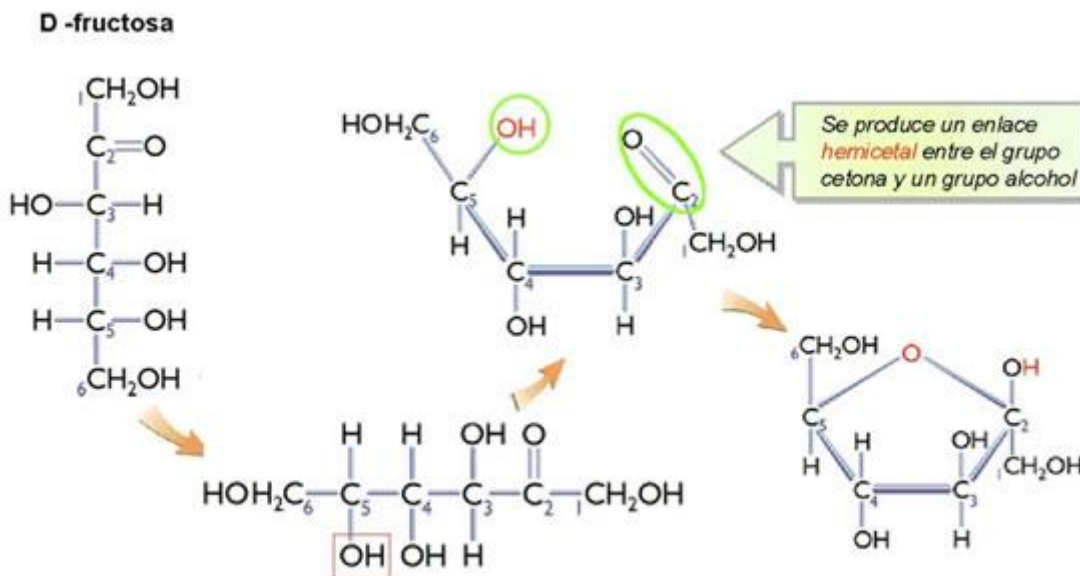
Formas cíclicas: formas piranósicas y furanósicas, anómeros α y β

Ciclación de la glucosa:



<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos6.htm>

Ciclación de la fructosa:



Ejemplos y funciones de monosacáridos de interés biológico:

- Gliceraldehído: triosa, papel fundamental en el metabolismo de la glucosa y de las grasas
- Ribulosa: cetopentosa, sirve de sustrato sobre el que se fija el CO_2 en la fotosíntesis
- Ribosa: aldopentosa, participa en la constitución de los nucleótidos (como ATP) y ácidos nucleicos (ARN)
- Desoxirribosa: aldopentosa derivada de la ribosa que participa en la constitución de ADN

- Glucosa: hexosa muy abundante en todos los vegetales, tanto libre como polimerizado. Es el principal compuesto donde se retiene la energía solar capturada mediante la fotosíntesis. Es el combustible metabólico por excelencia
- Fructosa: cetohehexosa que se encuentra en estado libre en las frutas y la miel, componente de sacarosa y de polisacáridos. En el líquido seminal actúa como nutriente de los espermatozoides
- Galactosa: no suele encontrarse en estado libre, sino como componente de la lactosa de la leche, de polisacáridos y de la fracción de oligosacáridos de glucolípidos y de glucoproteínas.

Reconocer la fórmula líneal (proyecciones de Fischer) y la cíclica (proyección de Haworth) de la glucosa.

Oligosacáridos:

Concepto: Glúcidos que contiene de 2 a 10 unidades de monosacárido unido mediante un enlace O-glucosídico

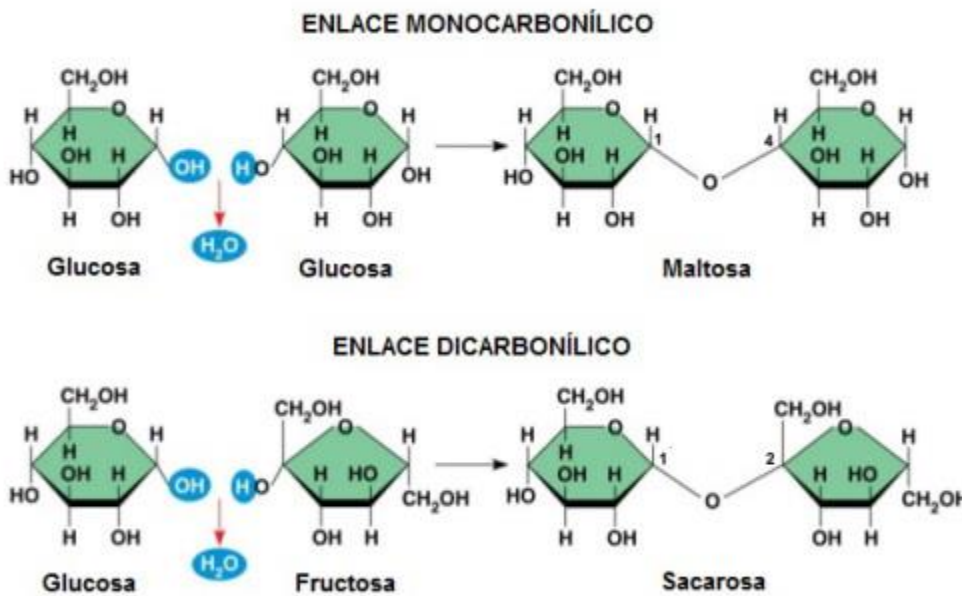
Enlace O-glucosídico:

Características: se establece entre el grupo $-OH$ del carbono anomérico o hemiacetálico del primer monosacárido, y un grupo alcohol ($-OH$) del segundo monosacárido, desprendiéndose una molécula de agua

Tipos de enlace:

1. monocarbonílico y dicarbonílico

Reconocimiento de este enlace en ejemplos



2. α y β

α : fáciles de hidrolizar, estructura helicoidal. Presente en glúcidos con función energética.

β : enlaces resistentes, estructura extendida. Presente en glúcidos con función estructural.

DISACÁRIDOS:

Concepto: oligosacáridos formados por la unión de dos monosacáridos

Propiedades: son sólidos cristalinos de color blanco, sabor dulce y solubles en agua, pueden tener o no poder reductor en función del tipo de enlace que une los monosacáridos

Función y localización de: maltosa, lactosa, sacarosa, celobiosa

<http://www.ecured.cu/Disac%C3%A1ridos>

- **La maltosa** o azúcar de malta. Está formada por dos unidades de α -D- glucosa, con enlace glucosídico de tipo $\alpha(1-4)$. La molécula tiene características reductoras. Se encuentra libre de forma natural en la malta, de donde recibe el nombre y forma parte de varios polisacáridos de reserva (almidón y glucógeno), de los que se obtiene por hidrólisis. La malta se extrae de los granos de cereal, ricos en almidón, germinados. Se usa para fabricar cerveza, whisky y otras bebidas.
- **La lactosa** o azúcar de la leche. Está formada por β -D-galactosa y β -D-glucosa, unidas con enlace glucosídico $\beta(1-4)$. También tiene carácter reductor. Se encuentra libre en la leche de los mamíferos. Gran parte de la población mundial presenta la llamada “intolerancia a la lactosa”, que es una enfermedad caracterizada por la afectación más o menos grave de la mucosa intestinal que es incapaz de digerir la lactosa. Cursa con dolor abdominal y diarrea como principal síntoma. Es más frecuente en adultos y orientales.
- **La sacarosa** o azúcar de caña y remolacha. Está formada por α -D-glucosa y β -D-fructosa, con enlace $\alpha(1-2)$. No posee carácter reductor. Es el azúcar que se obtiene industrialmente y se comercializa en el mercado como edulcorante habitual. Además, se halla muy bien representada en la naturaleza en frutos, semillas, néctar, etc.
- **La celobiosa**. Está formada por dos unidades de β -D-glucosa, con enlace $\beta(1-4)$. Está presente en la molécula de celulosa y no se encuentra libre.
- La isomaltosa. Consta de dos unidades de α -D-glucosa con enlace $\alpha(1-6)$. Está presente en los polisacáridos “almidón” y “glucógeno” y no se halla libre.

Polisacáridos

Concepto: glúcidos de elevado peso molecular (macromoléculas) que resultan de la polimerización de los monosacáridos o sus derivados, unidos por enlaces O-glucosídicos

Propiedades: no son dulces, no presentan carácter reductor, insolubles en agua (debido a su gran tamaño) aunque pueden formar dispersiones coloidales (interaccionan con el agua mediante puentes de hidrógeno)

Clasificación: homopolisacáridos y heteropolisacáridos.

Homopolisacáridos

Energéticos:

- Almidón: amilosa y amilopectina (ramificaciones)
Digerido por amilasa, maltasa y enzimas desramificadoras
Se localizan en los amiloplastos de las células vegetales
- Glucógeno: molécula más ramificada que el almidón
Se localiza en células de animales y hongos

Estructurales:

- celulosa
- quitina, polímero de N-acetil- β -D-glucosamina

Heteropolisacáridos

ANIMALES

- mucopolisacáridos o glucosaminoglucanos
N-acetilglucosamina o N-acetilgalactosamina y ácido glucurónico
Forman un gel hidratado en la matriz extracelular de tejidos conectivos
Principales tipos:
 - a. Ácido hialurónico: tejido conjuntivo, líquido sinovial, humor vítreo
 - b. Condroitín sulfato: cartílago y hueso
 - c. Heparina: pulmón, hígado y piel

VEGETALES

- agar-agar, polímero de D y L galactosa
- pectina, polímeros de ácido galacturónico con ramificaciones de otros monosacáridos. Matriz de la pared celular de células vegetales.

- Hemicelulosa, cadena lineal de un monosacárido, con ramificaciones de otros monosacáridos (glucosa, galactosa y fucosa). Recubre fibras de celulosa en la pared vegetal.

Glúcidos con parte no glucídica (glucoconjugados) Heterósidos.

Concepto y ejemplos: son compuestos que constan de una parte glucídica (glucano) unida covalentemente a un lípido o una proteína

Glucolípidos: gangliósidos y cerebrósidos

Glucoproteínas: receptores celulares, Ig, hormonas (FSH, LH), protrombina.

Proteoglicanos proteínas unidas por enlace covalente a una o más cadenas de glucosaminoglucanos (GAG). En la matriz extracelular de tejidos animales.

Lípidos

Características generales:

- composición química: compuestas principalmente por carbono e hidrógeno y en menor medida oxígeno, aunque también pueden contener fósforo, azufre y nitrógeno
- solubilidad: son poco solubles o insolubles en agua y sí en disolventes orgánicos como el benceno
- untuosidad

Clasificación de los lípidos: lípidos saponificables (tipos y ejemplos) e insaponificables o no saponificables (tipos y ejemplos).

Funciones de los lípidos (energética, estructural, vitamínicas y hormonales)

Clasificación lípidos

1- Atendiendo a si producen la reacción de saponificación:

- **Lípidos saponificables:** son los lípidos que contienen ácidos grasos en su molécula y producen reacciones químicas de saponificación.
- **Lípidos no saponificables o insaponificables:** son los lípidos que no contienen ácidos grasos en su molécula y no producen reacciones químicas de saponificación.

2- Atendiendo a la complejidad de su molécula:

- **Lípidos simples:** Son aquellos lípidos que contienen una sola forma molecular. Los no saponificables son simples.
- **Lípidos complejos:** Son los lípidos que contienen varias formas moleculares, como lípidos saponificables, glucolípidos, fosfolípidos y lipoproteínas.

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos8.htm>

Lípidos saponificables

1. Ácidos grasos: composición, estructura, clasificación (saturados e insaturados)

Pueden encontrarse libres en el plasma sanguíneo y en el interior de las células, pero habitualmente se encuentran unidos mediante enlace éster a grupos alcohol de determinadas moléculas

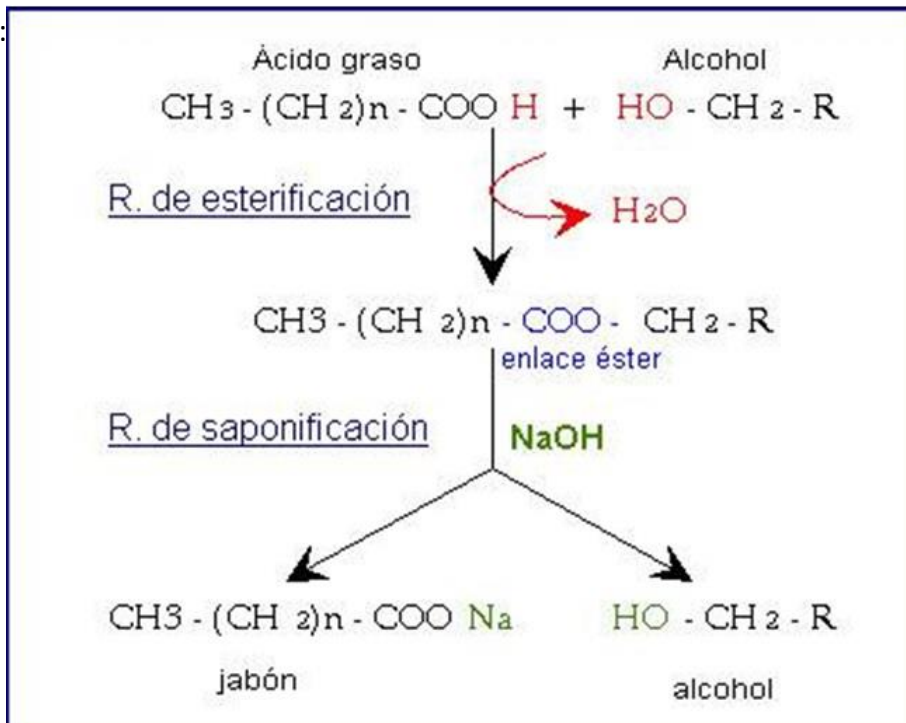
Se diferencian por la longitud de la cadena alifática y el grado de saturación

Ejemplos: palmítico (saturado 16C), esteárico (saturado 18C), oleico (insaturado 18:1), linoleico (insaturado 18:2)

PROPIEDADES: solubilidad en agua (anfipáticos), punto de fusión, reacción con alcoholes (esterificación), se pueden oxidar dando el sabor rancio (aldehídos volátiles al romperse las cadenas)

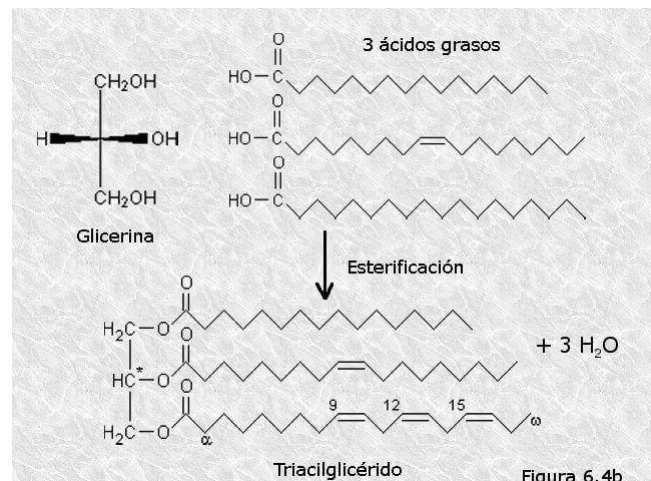
Ácidos grasos **esenciales:** Vitamina F (linoleico, linolénico, araquidónico)

Saponificación:



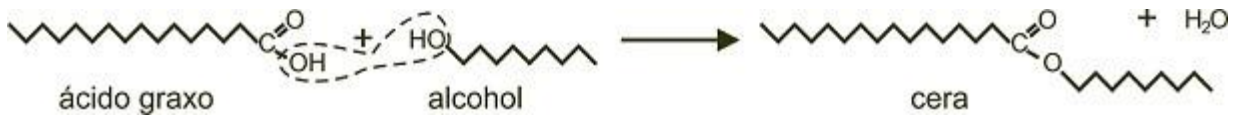
Acil-glicéridos:

- Composición, estructura
- **Clasificación:** sebos o mantecas (cuando el acilglicérido es semisólido) y aceites
- **Triglicéridos:** simples (ácidos grasos iguales) o mixtos (ácidos grasos distintos)
- **Propiedades:** solubilidad en agua, punto de fusión
- **Hidrólisis:**
Enzimática: lipasas
Química: saponificación (NaOH, KOH)



- **Funciones:** formación de depósitos, aislante térmico, suministro de calor (grasa parda o marrón), protección de golpes, reserva de energía

2. **Céridos:** composición, estructura. Las ceras son lípidos que se obtienen por esterificación de *un ácido graso* de cadena larga (de 14 a 36 átomos de carbono) con un monoalcohol, también de cadena larga (de 16 a 30 átomos de carbono).



Propiedades: solubilidad en agua

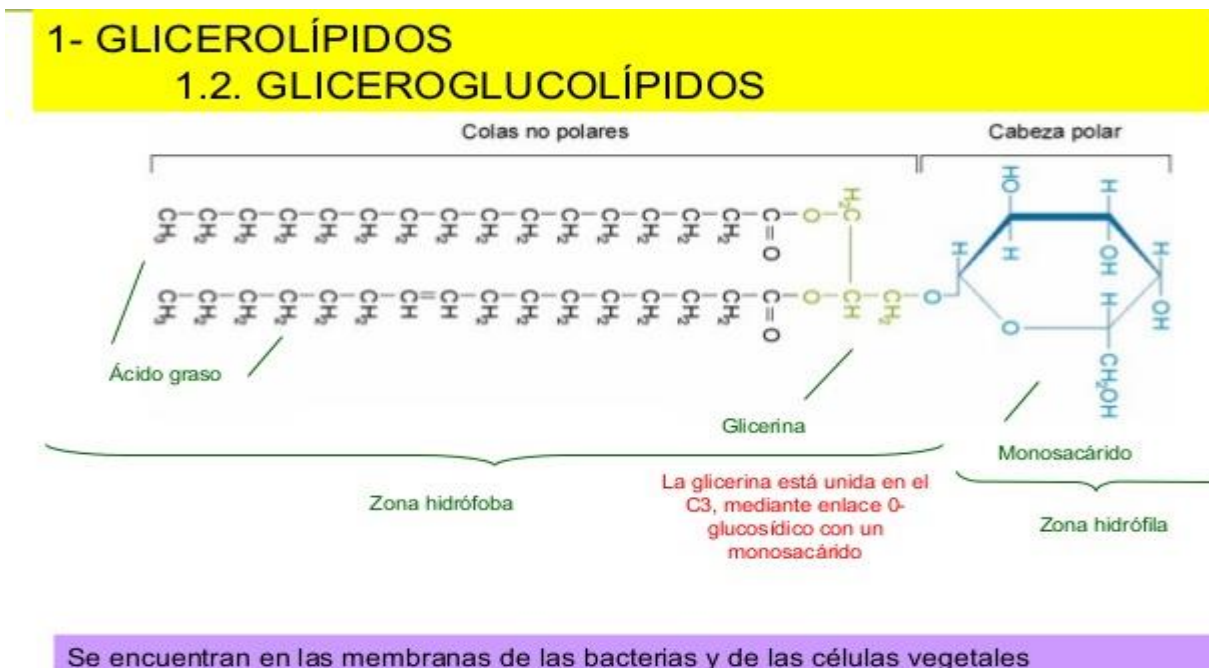
Funciones: protección e impermeabilización, y revestimiento; cutícula de exoesqueleto de artrópodos y recubrimiento céreo de frutos, hojas y tallos jóvenes

Lípidos de membrana

3. **Fosfoglicéridos o glicerolípidos:** composición, estructura

Tipos:

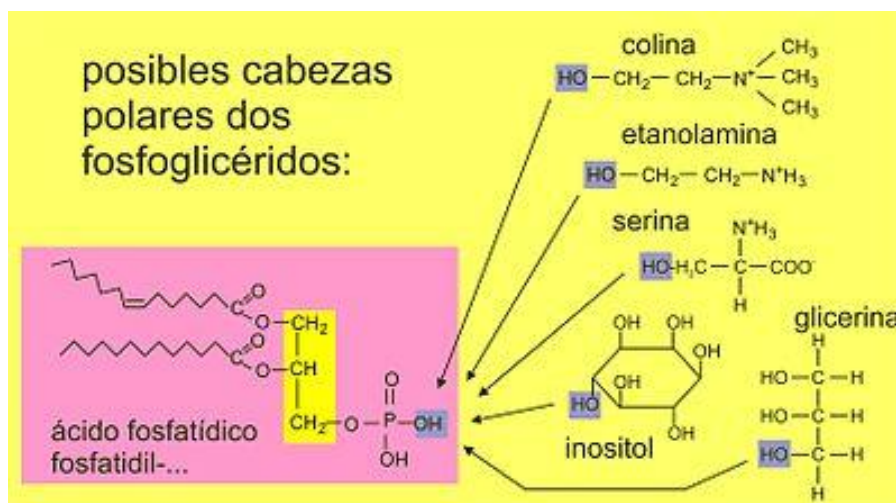
- glicero glucolípidos (en membranas de bacterias y células vegetales)



- **glicerofosfolípidos (fosfolípidos o fosfoglicéridos)**

Normalmente el primer ácido graso es saturado y el segundo insaturado.

PRINCIPALES FOSFOLÍPIDOS		
<p>Todos los fosfolípidos son derivados del ácido fosfatídico, que apenas se encuentra en forma libre en los tejidos animales. Se nombran añadiendo al prefijo fosfatidil el nombre del sustituyente que va unido al grupo fosfato.</p> <p>X = sustituyente (aminoalcohol o polialcohol).</p> <p>R₁ y R₂ = ácidos esteárico y oleico.</p>		
Fosfatidilcolina (lecitina)	Fosfatidiletanolamina (cefalina)	Fosfatidilserina
<p>Es un componente fundamental de la vaina de mielina y de las membranas mitocondriales.</p>	<p>Forma parte importante de las moléculas del retículo endoplasmático.</p>	<p>Se encuentra, sobre todo, formando parte de las membranas de los eritrocitos.</p>
<p>Colina</p>	<p>Etanolamina</p>	<p>L-serina</p>
Fosfatidilinositol		Difosfatidilglicerol (cardiolipina)
<p>En la membrana plasmática desempeña un importante papel en la generación de "segundos mensajeros".</p>		<p>Es un componente fundamental en la composición de las membranas de las mitocondrias del tejido cardíaco.</p>
<p>Inositol</p>		<p>Glicerol</p>



PROPIEDADES: formación de micelas, bicapas y liposomas, solubilidad en agua.

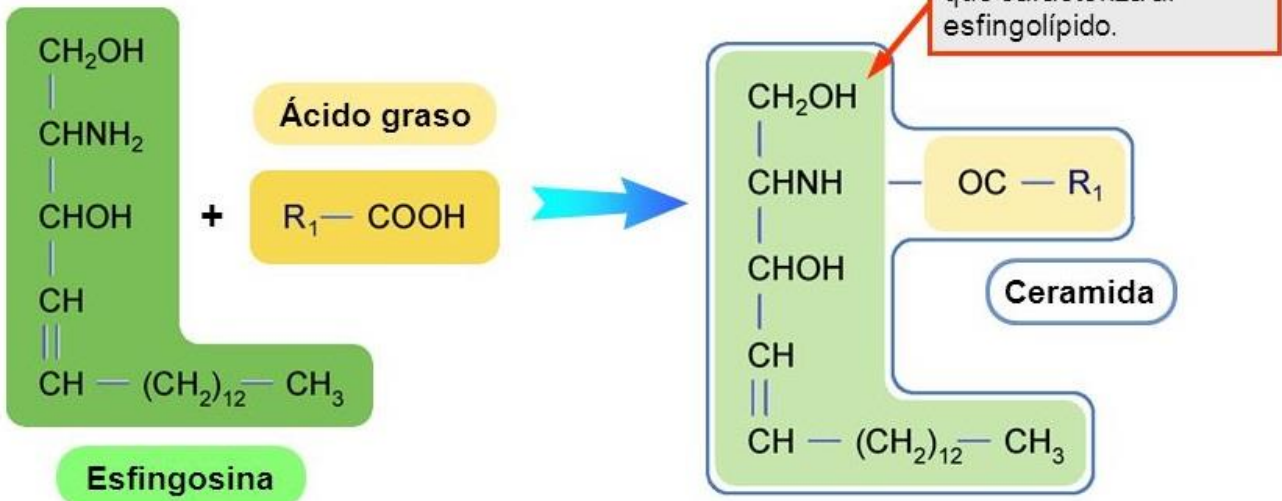
Funciones: formación de membranas biológicas

4. **Esfingolípidos** (esfingofosfolípidos y esfingoglucolípidos): composición, estructura (ceramida).

PROPIEDADES: solubilidad en agua

Funciones: vainas de mielina, recepción del impulso nervioso, especificidad de grupos sanguíneos, anclaje de microorganismos y toxinas

Estructura de un esfingolípidido



ESFINGOMIELINAS



CERAMIDA + FOSFOCOLINA

CEREBRÓSIDOS



CERAMIDA + MONOSACÁRIDO

GANGLIÓSIDOS



CERAMIDA + OLIGOSACÁRIDO

Lípidos no saponificables:

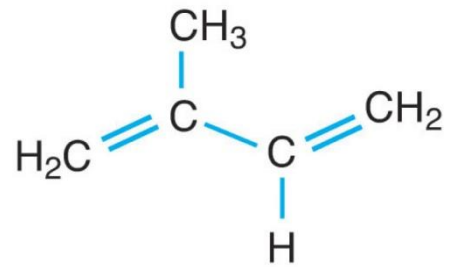
1. Terpenos:

Monoterpenos: aceites esenciales.

Diterpenos: vitaminas A,E,K, pigmentos, resinas.

Tetraterpenos: xantofilas, caroteno, licopeno.

Politerpenos: látex, caucho.

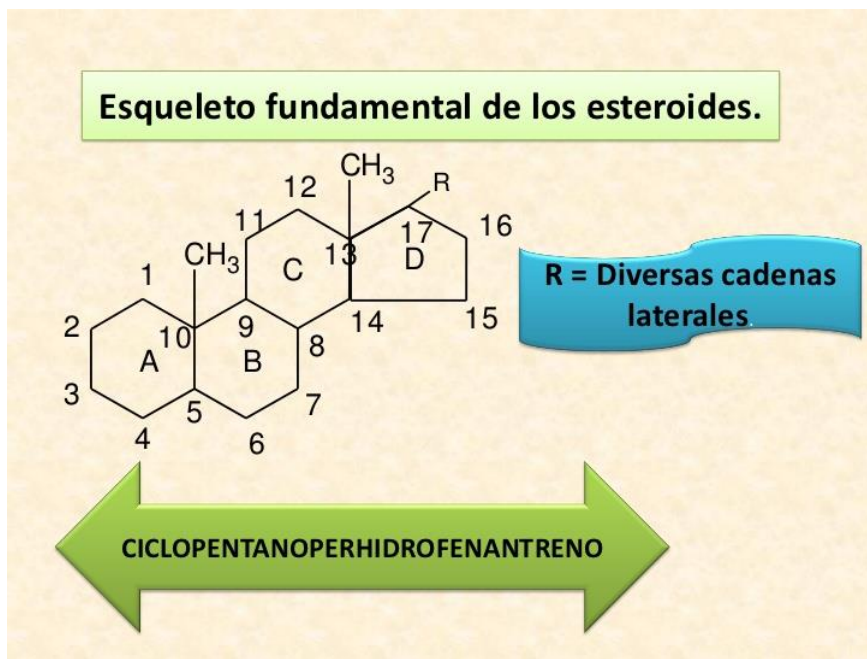


2. Esteroides:

Esteroles: colesterol y vitamina D

Hormonas esteroides: testosterona, estrógenos, progesterona, aldosterona y cortisol.

Ácidos biliares: componentes de la bilis.



3. Eicosanoides:

Prostaglandinas: funciones

Vasodilatadores.

Contracción musculatura lisa.

Procesos inflamatorios.

Coagulación sanguínea.

Proteínas

Características generales: composición química, tamaño molecular (5000 uma).

Aminoácidos:

https://biologia-geologia.com/biologia2/421_clasificacion_de_los_aminoacidos.html

Concepto y estructura general.

Clasificación de los AA proteicos: hidrófobos o apolares, polares sin carga o hidrofílicos, ácidos, básicos.

- R apolar: Ala, Val, Leu, Ile, Pro, Met, Phe, Trp.
- R polar sin carga: Gly, Ser, Thr, Cys, Tyr, Asn, Gln
- R polar con carga +: Lys, Arg, His
- R polar con carga -: Asp, Glu

Características: isomería, propiedades ácido-base (anfóteros)

Concepto de aminoácido esencial (Phe, Ile, Leu, Lys, Met, Thr, Trp, Val; en lactantes His)

No proteicos: neurotransmisores, pared bacteriana, precursores vit B.

Enlace peptídico: Características.

Es un enlace rígido, con carácter parcial de doble enlace, no permitiendo la rotación de los átomos que lo forman.

Péptidos no proteicos de interés biológico.

Hormonas: insulina, vasopresina y oxitocina

Neurotransmisores con acción analgésica: endorfinas y encefalinas

Estructura de las proteínas:

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/biomol/contenidos16.htm>

a. Estructura primaria.

La estructura primaria de las proteínas hace referencia a la **secuencia de aminoácidos** que la componen, ordenados desde el primer aminoácido hasta el último. El **primer** aminoácido tiene siempre **libre el grupo amina**, por lo que se le da el nombre de **aminoácido n-terminal**. El **último** aminoácido siempre tiene **libre el grupo carboxilo**, por lo que se denomina **aminoácido c-terminal**.

Para determinar la secuencia no basta con saber los aminoácidos que componen la molécula; hay que determinar la **posición exacta** que ocupa cada aminoácido.

La estructura primaria determina las demás estructuras de la proteína.

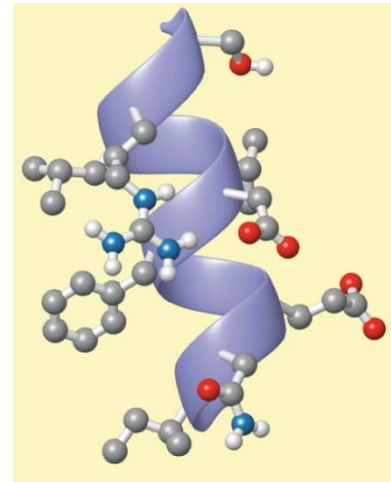
b. Estructura secundaria (α -hélice y lámina plegada o lámina β).

La estructura secundaria de una proteína es un nivel de organización que adquiere la molécula, dependiendo de cómo sea la secuencia de aminoácidos que la componen. La rigidez del enlace

peptídico, la capacidad de giro de los enlaces establecidos con el carbono asimétrico y la interacción de los radicales de los aminoácidos con la disolución en la que se encuentra, lleva a plegar la molécula sobre sí misma. Las conformaciones resultantes pueden ser la estructura en

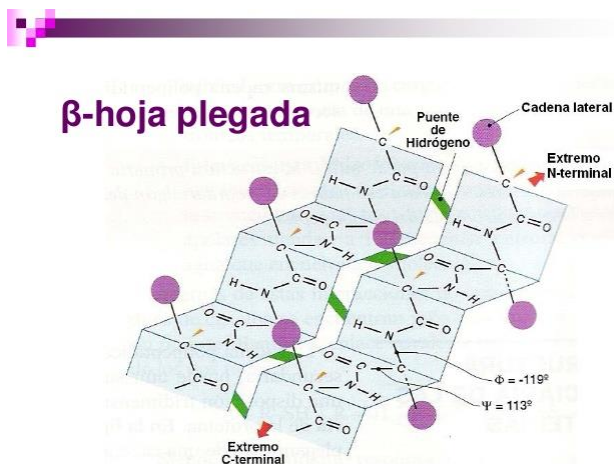
α -hélice: Es una estructura helicoidal dextrógira, es decir, que las vueltas de la hélice giran hacia la derecha. La estructura se estabiliza, gracias a la gran cantidad de **puentes de Hidrógeno** que se establecen entre los aminoácidos de la espiral.

Ejemplo, α -queratina.



β -lamina : También se denomina hoja plegada o lámina plegada. Es una estructura en forma de zigzag. Se estabiliza creando puentes de Hidrógeno entre distintas zonas de la misma molécula, doblando su estructura. De este modo adquiere esa forma plegada.

Ejemplo, β -queratina



Triple hélice de colágeno: Es una estructura helicoidal, formada por hélices más abiertas y rígidas que en la estructura de α -hélice. Esto es debido a la existencia de gran número de aminoácidos Prolina e Hidroxiprolina. Estos aminoácidos tienen una estructura ciclada, en forma de anillo.

Ejemplo: colágeno y elastina

Estructura al azar, no organizada

Estructuras supersecundarias: cadenas polipeptídicas con regiones de diferente estructura secundaria.

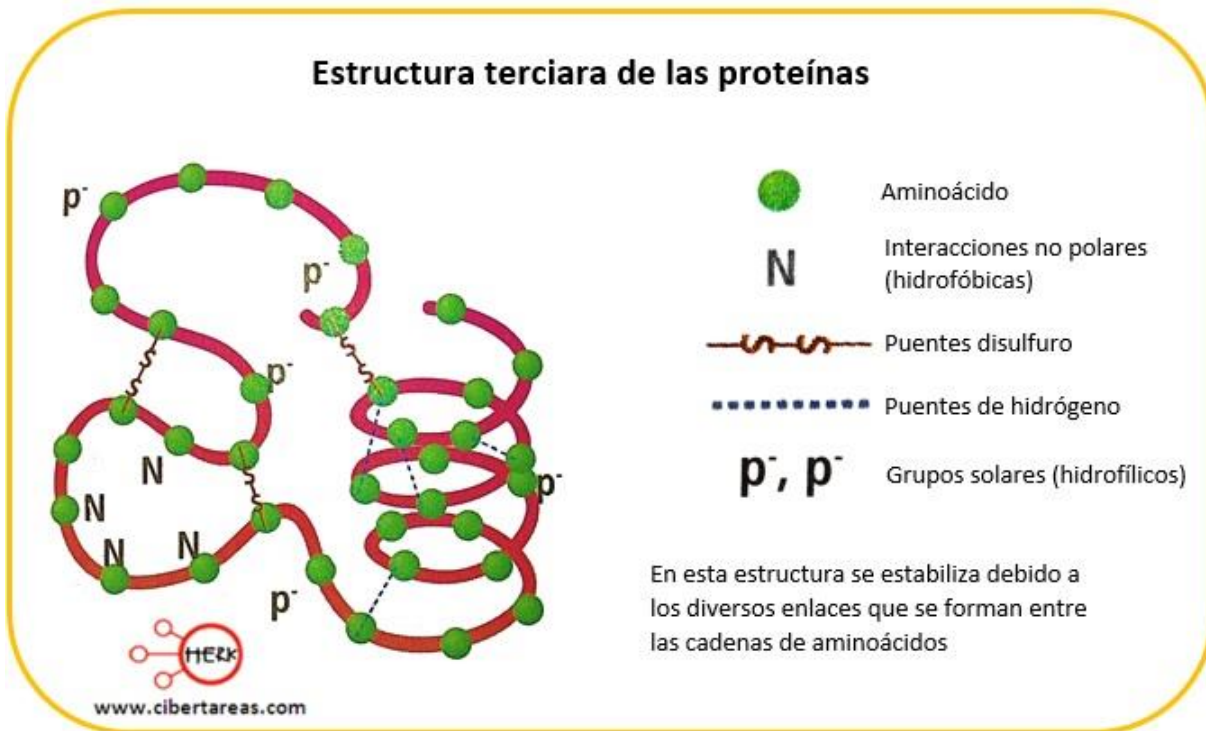
c. Estructura terciaria

La estructura terciaria es la forma que manifiesta en el espacio una proteína. Depende de la estructura de los niveles de organización inferiores. Puede ser una conformación redondeada y compacta, adquiriendo un aspecto

globular. También puede ser una estructura fibrosa y alargada. La conformación espacial de la proteína condiciona su función biológica.

Las proteínas con forma globular reciben el nombre de **esferoproteínas o globulares**. Las proteínas con forma filamentosa reciben el nombre de **escleroproteínas o filamentosas**.

Se estabiliza por enlaces entre las cadenas laterales (-R) de los aminoácidos que forman la cadena polipeptídica: enlaces iónicos, puentes disulfuro, fuerzas hidrofóbicas, o puentes de Hidrógeno entre componentes del enlace peptídico alejados entre si.

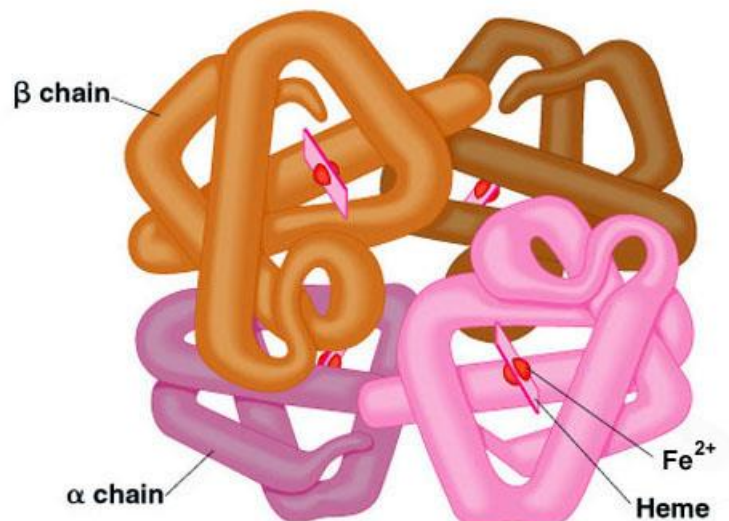


d. Estructura cuaternaria (ejemplos).

Cuando varias cadenas polipeptídicas se unen entre sí, forman una organización superior, denominada estructura cuaternaria. Cada cadena componente de la asociación, conserva su estructura terciaria. La unión se realiza mediante gran número de enlaces débiles, entre cadenas laterales de aminoácidos de las diferentes cadenas.

Cada subunidad recibe el nombre de protómero.

Ejemplo: hemoglobina.



Relación estructura-función.

La estructura activa de una proteína, es su conformación nativa, y es su forma tridimensional.

Esta forma depende del pH y de la temperatura de la disolución en la que se encuentre. Cambiando estas condiciones, también puede cambiar la estructura de la proteína. Esta pérdida de la conformación estructural natural se denomina desnaturalización. Sólo se mantiene la estructura 1ª de la proteína.

El cambio de pH produce cambios en las interacciones electrostáticas entre las cargas de los radicales de los aminoácidos. La modificación de la temperatura puede romper puentes de Hidrógeno o facilitar su formación. Si el cambio de estructura es reversible, el proceso se llama renaturalización.

Propiedades de las proteínas: Especificidad (de función y de especie), solubilidad, desnaturalización-renaturalización.

Clasificación de las proteínas:

- Holoproteínas: globulares y fibrosas

Globulares: solubles(●) e insolubles (●)

- **Globulinas:** inmunoglobulinas, seroglobulina, lactoglobulina,...
- **Albúminas:** ovoalbúmina, lactoalbúmina,...
- **Histonas:** forman la cromatina
- **Protaminas:** unidas al ADN en espermatozoides
- **Gluteninas:** en semillas.
- **Actina**

Fibrilares o escleroproteínas:

- **Colágeno:** tejidos conectivos
- **Queratinas:** estructuras dérmicas (pelo, uñas,...). Dímeros de α -queratina unidos por puentes disulfuro.
- **Elastinas:** fibras musculares (miosina)
- **Fibrinógeno:** coagulación sanguínea

- Heteroproteínas: formadas por una parte proteica (grupo proteico) y otra no proteica (grupo prostético). Se clasifican según la naturaleza del grupo prostético.

- a. Fosfoproteínas: algunos AA están fosforilados (caseína de la leche)
- b. Cromoproteínas: llevan unido un pigmento
 - Porfirínico: con el grupo porfirínico (hemoglobina, citocromos)
 - No porfirínico: con un ion metálico como Cu (hemocianinas)
- c. Glucoproteínas: con un oligosacárido, como la mucina de la saliva
- d. Lipoproteínas: con un lípido, como el transporte de colesterol
- e. Nucleoproteínas: con ácidos nucleicos, como ribosomas o cromatina

Funciones de las proteínas:

- a. Reserva. Almacenan compuestos como AA, para usarlos como elementos nutritivos o para el crecimiento. Ejemplos: ovoalbúmina, caseína, zeína.
- b. Transportadora. Se unen a sustancias para transportarlas por un medio acuoso o a través de las membranas celulares. Ejemplos: lipoproteínas, citocromos, hemoglobina, mioglobina, hemocianina, seroalbúmina.
- c. Contráctil. Producen contracciones. Ejemplos: actina, miosina, flagelina, dineina.

- d. Protectora o defensiva. Trombina, fibrinógeno, inmunoglobulinas o anticuerpos.
- e. Transducción de señales. Rodopsina (retina).
- f. Hormonal. Insulina, glucagón, hormona del crecimiento (somatotropina).
- g. Estructural. Suelen ser fibrosas, dan soporte mecánico a las células. Ejemplos: glucoproteínas, histonas, tubulina; en tejidos: colágeno, elastina, queratina.
- h. Señalización. Receptores agentes infecciosos, antígenos de superficie. Ejemplos: glucoproteínas.
- i. Reconocimiento de señales químicas.
- j. Homeostática. Regula la concentración y pH del medio interno
- k. Función enzimática o biocatalizador.

Enzimas o catalizadores biológicos:

Concepto y función. Son proteínas que catalizan todas las reacciones bioquímicas.

De acuerdo a su complejidad las enzimas se clasifican como:

- a. Simples: Formada por una o más cadenas polipeptídicas.
- b. Conjugadas: Contiene por lo menos un grupo no proteico enlazado en la cadena polipeptídica.

En las proteínas conjugadas podemos distinguir dos partes:

- I. Apoenzima: Es la parte polipeptídica de la enzima.
- II. Cofactor: Es la parte no proteica de la enzima.

La combinación de la apoenzima y el cofactor forman la holoenzima.

Los cofactores pueden ser:

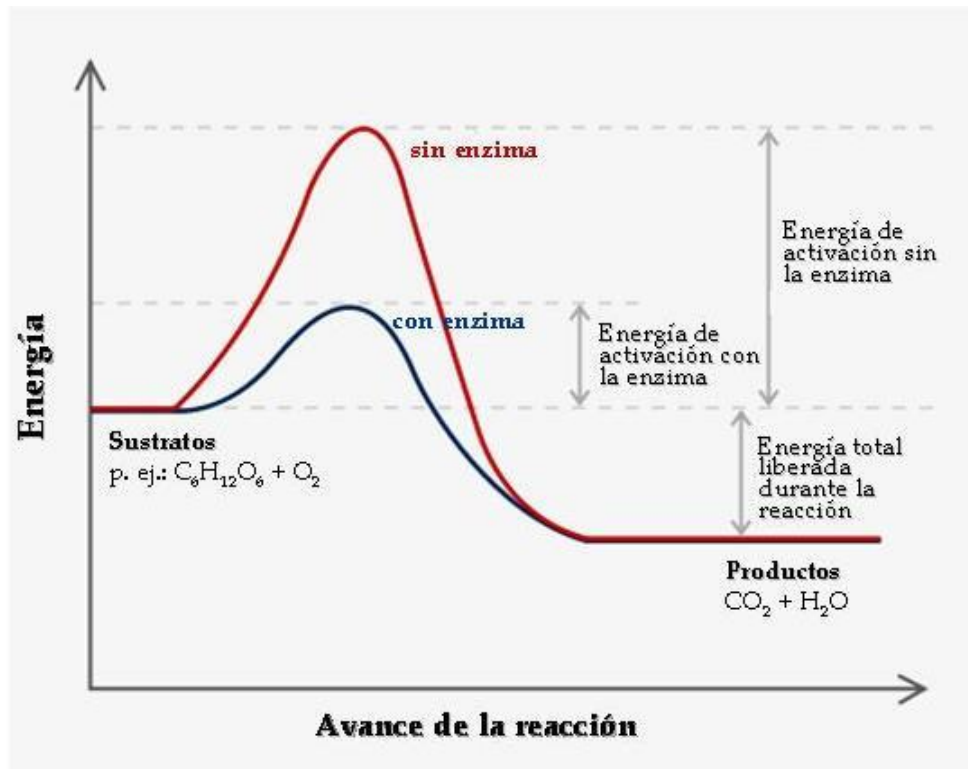
- I. Iones metálicos: Favorecen la actividad catalítica general de la enzima, si no están presentes, la enzima no actúa. Estos iones metálicos se denominan activadores. Ejemplos: Fe²⁺, Mg²⁺, Cu²⁺, K⁺, Na⁺ y Zn²⁺
- II. Coenzimas y grupos prostéticos, son compuestos orgánicos de bajo peso molecular, por ejemplo, las vitaminas del complejo "B" son coenzimas que se requieren para una respiración celular adecuada.

Mecanismo de acción enzimática

Todas reacciones químicas necesitan una **energía de activación** para poder romper los enlaces de unas sustancias iniciales, denominadas **reactivos o sustratos (S)**, para transformarlas en unas **sustancias finales o productos (P)**.

Las enzimas, como el resto de catalizadores, aceleran la velocidad de las reacciones químicas disminuyendo la **energía de activación**. Así, reaccionan un mayor número de moléculas y la reacción se acelera.

La transformación de reactivo a producto no es directa, sino que hay un paso intermedio en el que el reactivo se activa, y sus enlaces se debilitan. Para llegar a este **complejo activado** es necesaria la **energía de activación**.



Las enzimas pueden actuar de dos formas:

- Fijándose al sustrato mediante enlaces fuertes (covalentes), para debilitar sus enlaces y que no sea necesaria tanta energía para romperlos.
- Atrayendo a los sustratos hacia la enzima para que aumente la posibilidad de encuentro y facilitar la reacción y colocándolos en la posición adecuada para que se produzca la reacción.

Las enzimas, después de la reacción, dejan libres los productos para poder unirse a otros sustratos. Las enzimas suelen formar **complejos multienzimáticos**, de forma que el producto de una enzima constituye el sustrato de la siguiente, por lo que no se necesita una alta concentración del sustrato.

En una reacción bioquímica catalizada por una enzima, siempre se produce la unión del sustrato a la enzima, formando el *complejo enzima-sustrato*, imprescindible para que la reacción química pueda llevarse a cabo. Se puede representar mediante la ecuación:



Donde la E representa a la *enzima*, S al *sustrato*, P al *producto* de la reacción, y ES es el *complejo intermedio enzima-sustrato*.

Algunas enzimas no son operativas hasta que son activados por otras enzimas o iones, como por ejemplo, el *pepsinógeno*, que el HCl transforma en *pepsina*. Estas enzimas se denominan **zimógenos o proenzimas**.

Concepto de centro activo

Es la región del enzima donde se une el sustrato. Los aminoácidos que forman parte del centro activo se dividen en dos categorías:

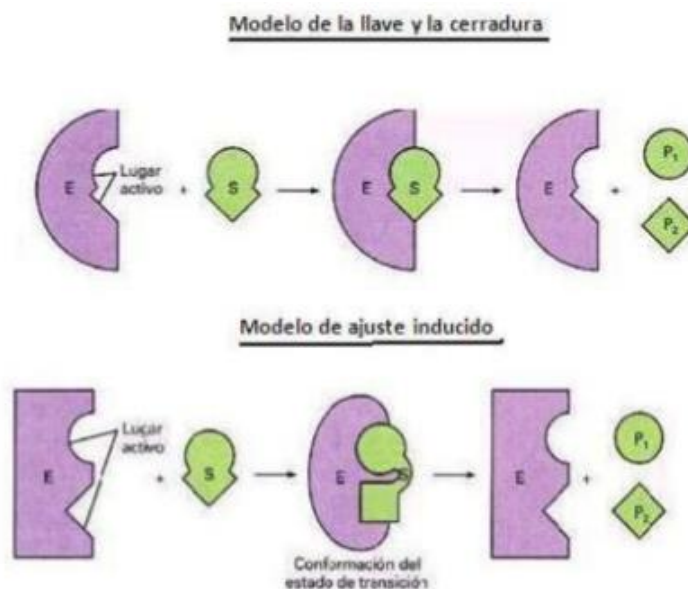
- Aminoácidos **catalíticos**. Son uno o más aminoácidos cuyas cadenas laterales R poseen unas peculiaridades químicas tales que los facultan para desarrollar una función catalítica. Constituyen el verdadero centro catalítico del enzima.
- Aminoácidos **de unión**. Son una serie de aminoácidos cuyas cadenas laterales R poseen grupos funcionales que pueden establecer interacciones débiles (puentes de hidrógeno, interacciones iónicas, etc.) con grupos funcionales complementarios de la molécula de sustrato. Su función consiste en fijar la molécula de sustrato al centro activo en la posición adecuada para que los aminoácidos catalíticos puedan actuar.

El resto de la cadena, los diferentes AA realizan distintas funciones: unen el sustrato, orientan el sustrato, mantienen la estructura del centro activo y modifican el sustrato y lo transforman en producto.

Especificidad enzimática: de función y de sustrato.

Hay un *alto grado de especificidad*, de modo que para cada tipo de sustrato y de reacción se necesita una enzima concreta.

La especificidad enzimática se debe a la forma del centro activo de la enzima donde se acopla el sustrato. Antes se comparaba con el acoplamiento que existe entre una llave y su cerradura (**teoría de la llave-cerradura**, en el que todos los salientes y entrantes tienen que coincidir exactamente. Actualmente, parece más acertado el “**ajuste o acoplamiento inducido**”, donde el centro activo puede adaptarse al sustrato, algo parecido a lo que ocurre con un guante y una mano. La mano (el sustrato) hace que el guante (el centro activo) se adapte al introducirse en él.



Especificidad de sustrato:

- Absoluta: sólo reconoce un sustrato. Ej. Glucosidasa (glucosa)
- Relativa: varios sustratos con estructuras semejantes. Ej. Hexoquinasa (fosforila hexosas)
- Estereoquímica: reconoce a un estereoisómero. Ej. Forma D, pero no a la forma L

Especificidad de acción: sólo cataliza una de las posibles reacciones que puede sufrir un sustrato y dan lugar a rutas metabólicas diferentes.

Cinética enzimática.

Estudia la velocidad de las reacciones enzimáticas y los factores que influyen en la actividad enzimática:

- concentración de sustrato
- temperatura
- pH
- presencia de ligandos o efectores

CONCENTRACIÓN DE SUSTRATO

En 1913 Michaelis y Menten estudiaron la variación de la velocidad de una reacción enzimática en función de la concentración del sustrato y propusieron la siguiente ecuación, que es válida para concentraciones de sustrato no saturante.

$$V_0 = \frac{V_{\max}[S]}{K_m + [S]}$$

Donde:

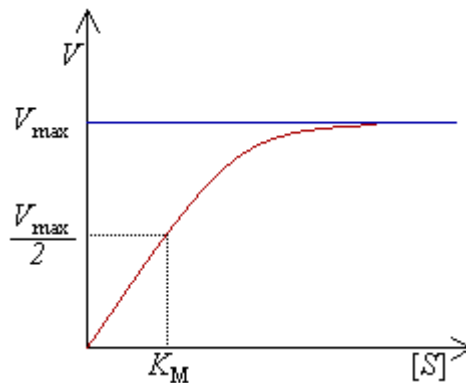
V_0 es la velocidad de la reacción para una determinada concentración de sustrato.

V_{\max} es la velocidad máxima de la reacción.

$[S]$ es la concentración del sustrato.

K_m es una constante denominada constante de Michaelis-Menten, es característica de cada enzima. Se puede definir como la concentración de sustrato necesario para que la velocidad de la reacción sea la mitad de la velocidad máxima. Se mide en unidades de concentración. La K_m nos indica la afinidad de un enzima por su sustrato:

- Si K_m es alta indica que el enzima tiene poca afinidad por el sustrato ya que se necesita una concentración de sustrato elevada para alcanzar la mitad de la velocidad máxima.
- Si K_m es baja indica que el enzima tiene mucha afinidad por el sustrato ya que se necesita una concentración de sustrato baja para alcanzar la mitad de la velocidad máxima.

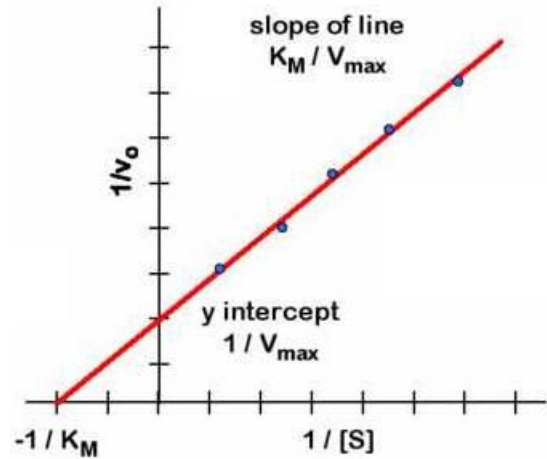


Para determinar gráficamente los valores de K_M y V_{max} es más sencillo utilizar la representación doble recíproca ($1/v_0$ frente a $1/[S]_0$), ya que es una línea recta. Esta representación doble recíproca recibe el nombre de representación de Lineweaver-Burk.

Es una recta en la cual:

- La pendiente es K_M/V_{max}
- La abscisa en el origen ($1/v_0 = 0$) es $-1/K_M$
- La ordenada en el origen ($1/[S]_0 = 0$) es $1/V_{max}$

De esta forma, a partir de los datos experimentales se puede calcular gráficamente, los valores de K_M y V_{max} de un enzima para diversos sustratos.



TEMPERATURA

El incremento de la temperatura aumenta la velocidad de las reacciones químicas.

Si la temperatura es demasiado alta, la enzima pierde su estructura terciaria, se desnaturaliza y deja de ser funcional. Existe una temperatura óptima para la cual la actividad enzimática es máxima.

Si disminuye la temperatura, también disminuye la actividad, pero la enzima no se destruye, y el proceso es reversible.

pH

Todas enzimas presentan un *pH óptimo* en el que tienen máxima efectividad, aunque pueden funcionar entre dos valores límites de pH. Si el pH está fuera de esos límites, la enzima se *desnaturaliza* y deja de actuar.

PRESENCIA DE LIGANDOS O EFECTORES

Efectores: modifican la actividad del enzima, pueden ser activadores e inhibidores.

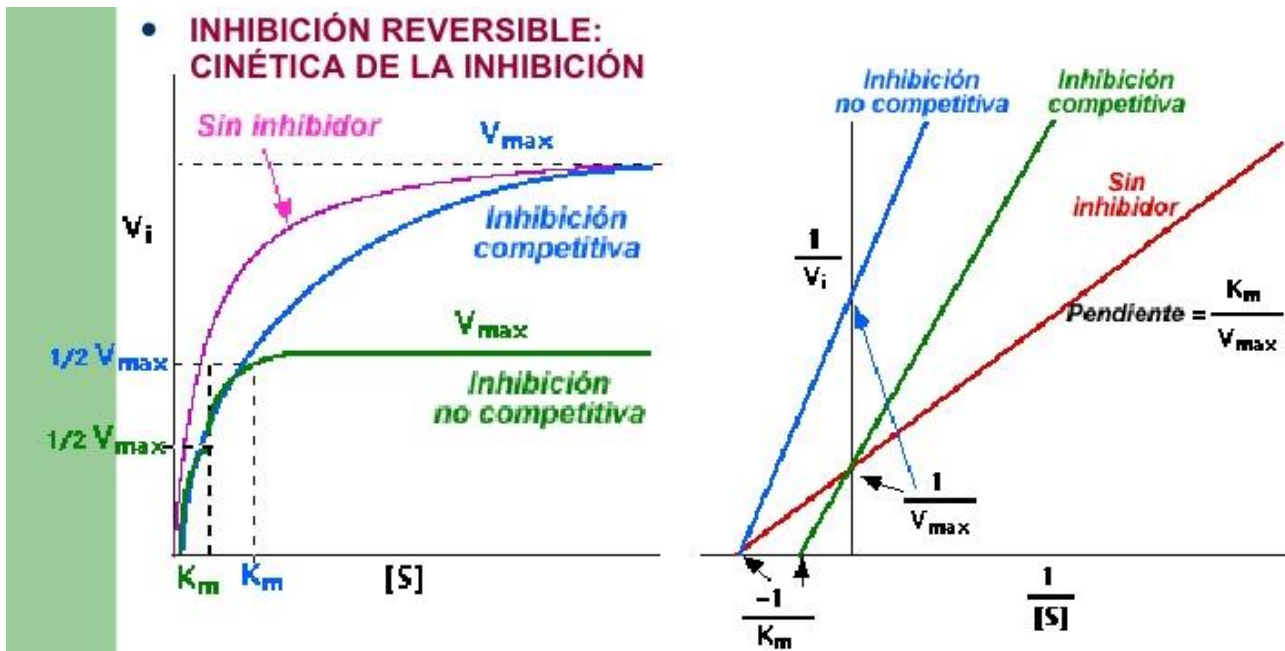
Los inhibidores son sustancias que disminuyen la actividad y la eficacia de una enzima o bien impiden completamente la actuación de la misma.

La inhibición puede ser de dos tipos: irreversible y reversible.

- La **inhibición irreversible** o envenenamiento de la enzima tiene lugar cuando el inhibidor se fija permanentemente al *centro activo* de la enzima alterando su estructura y, por tanto, inutilizándola.
- La **inhibición reversible** tiene lugar cuando se impide temporalmente el normal funcionamiento de la enzima, sin inutilizar el centro activo.

Existen dos formas: **competitiva** y **no competitiva**.

- a. La **inhibición reversible competitiva** se produce cuando el inhibidor es similar al sustrato, por lo que ambos pueden fijarse al centro activo de la enzima.
- Si se fija el sustrato a la enzima, se forman los productos.
 - Si se fija el inhibidor, la enzima no puede actuar hasta que no se libera de dicho inhibidor.
- b. La **inhibición reversible no competitiva** es debida a un inhibidor que se une al enzima por un sitio diferente al que lo hace el sustrato, alterando su conformación. También puede actuar sobre el complejo enzima-sustrato haciéndolo fijo.



Las enzimas alostéricas son enzimas reguladas por la unión de una molécula, llamada modulador o efector alostérico, a un sitio distinto del centro activo, llamado sitio alostérico. Como el sitio activo, también el sitio alostérico es específico para cada modulador. Los moduladores pueden ser negativos o inhibidores o positivos o activadores, según si inactivan o activan la enzima, respectivamente.

Regulación de la actividad enzimática: síntesis

Regulación por cambios en la cantidad de enzima: Síntesis y degradación

VITAMINAS

Concepto

Las **vitaminas** son un grupo de sustancias orgánicas, de distinta composición, que, en general, los animales no pueden sintetizar o lo hacen en cantidad insuficiente, por lo que es necesario ingerirlas en la dieta, ya que son sintetizadas por las plantas y por las bacterias.

Aunque son imprescindibles para la vida, sólo se necesitan en pequeñas cantidades. Las vitaminas son nutrientes que, junto con otros elementos nutricionales, actúan como catalizadoras de todos los procesos fisiológicos, actuando algunas como *cofactor* de las enzimas.

Las vitaminas se alteran con facilidad con los cambios de temperatura, la luz, o los almacenamientos prolongados. Por ejemplo, cocer los alimentos reduce a la mitad la cantidad de vitaminas, por lo que es necesario ingerir alimentos frescos, como frutas y ensaladas.

A veces, los animales no pueden tomar directamente las vitaminas, sino que están en forma de **provitaminas**, que se transformarán para dar lugar a las vitaminas.

Los requisitos mínimos diarios de las vitaminas no son muy altos, se necesitan sólo dosis de miligramos o microgramos, pero tanto su déficit como su exceso pueden ocasionar problemas:

- **Avitaminosis:** carencia total de una vitamina determinada.
- **Hipovitaminosis:** carencia parcial de una vitamina determinada.
- **Hipervitaminosis:** exceso de una vitamina determinada.

Las trece vitaminas se pueden **clasificar** según su solubilidad:

- **Vitaminas liposolubles.** Cuatro liposolubles (A, D, E y K).
- **Vitaminas hidrosolubles.** Nueve hidrosolubles (ocho del complejo B y la vitamina C).

Vitaminas liposolubles

Son moléculas lipídicas y, por tanto, tienen baja densidad, son insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos, como grasas y aceites. Pertenecen a este grupo las vitaminas A, D, E y K.

Pueden almacenarse en el hígado y en la grasa del cuerpo, por lo que no es necesario tomarlas todos los días, puesto que es posible, tras un consumo suficiente, subsistir una época sin su aporte.

Si se consumen en exceso (más de 10 veces las cantidades recomendadas) pueden resultar tóxicas.

Vitamina A o retinol

Conocida como **vitamina antixeroftálmica**, se encuentra de dos formas; la vitamina A₁, o *retinol*, obtenido en los peces marinos, y la vitamina A₂, obtenida en los peces de agua dulce.

• **Fuentes.** Se encuentra en alimentos de origen animal y vegetal, aunque en éstos se encuentra en forma de provitamina. Se encuentra en el hígado, yema de huevo, lácteos, zanahorias, espinacas, brócoli, lechuga, albaricoques, melón. Se deteriora con la cocción.

- **Acción.** Protege los tejidos epiteliales: mucosas, piel... Además es necesaria para la percepción lumínica, y la formación del colágeno de los huesos.

- **Déficit.** La carencia de esta vitamina provoca la aparición de infecciones en los tejidos epiteliales y la xeroftalmia (sequedad de la córnea). La falta de vitamina A produce un empobrecimiento de la cantidad de *retineno*, con la consecuente pérdida de agudeza visual, y la ceguera nocturna. También produce la desecación de las membranas mucosas, así como el desarrollo y crecimiento retrasados.

- **Exceso.** La ingestión de grandes cantidades de esta vitamina es tóxica y produce una serie de alteraciones, como ahogo, caída del pelo, debilidad...

Vitamina D o calciferol

La vitamina D engloba a una serie de esteroides: vitamina D₂, D₃, D₄, D₅ y D₆. Las más conocidas son la vitamina D₂ o calciferol y la vitamina D₃ o colecalciferol, que se obtienen a partir de dos provitaminas: ergosterol y 7-deshidrocolesterol, respectivamente. Esta obtención tiene lugar mediante la acción de los rayos ultravioletas del Sol en la piel.

- **Fuentes.** Existen tres vías de obtención en el ser humano:

1. Por ingestión de ergosterol, provitamina de origen vegetal que se transforma en la piel en vitamina D₂.
2. A partir del 7-deshidrocolesterol (derivado del colesterol), que es segregado por glándulas epidérmicas y que se transforma sobre la piel en vitamina D₃, que es reabsorbida.
3. Por ingestión directa al tomar alimentos que la contengan, como arenque, salmón, sardina, extractos de hígado, leche y huevos.

- **Acción.** Favorece la absorción de Ca²⁺ a través de la pared intestinal, la concentración de Ca²⁺ en la sangre y su fijación en huesos y dientes.

- **Déficit.** Su falta origina el raquitismo en los niños y la osteomalacia en los adultos. Estas enfermedades producen una defectuosa calcificación de los huesos, que se ablandan y deforman.

- **Exceso.** El consumo excesivo de esta vitamina provoca trastornos digestivos, con vómitos y diarreas, y calcificaciones de órganos como el riñón, hígado, corazón, etc.

Vitamina E o tocoferol

- **Fuentes.** Se encuentra en alimentos de origen vegetal, sobre todo en los de hoja verde, en semillas, aceites vegetales, mantequilla y también en la yema de huevo.

- **Acción.** Protege a los lípidos de membrana su oxidación metabólica. Actúa como cofactor en la cadena de transporte electrónico.

- **Déficit.** Se ha comprobado que la hipoavitaminosis produce, además de trastornos digestivos y reproductores, parálisis y distrofia muscular.

- **Exceso.** Su consumo excesivo no produce toxicidad.

Vitamina K

También se le llama *filoquinona*.

- **Fuentes.** Es abundante en la coliflor. Como también la sintetizan las bacterias intestinales, no es imprescindible su ingestión en la dieta.

- **Acción.** Actúa en la formación de la *protrombina*, proceso que tiene lugar en el hígado. Esta molécula es la precursora de la *trombina*, enzima que transforma el *fibrinógeno* en *fibrina*, sustancia necesaria para la coagulación sanguínea.

- **Déficit.** Las carencias de vitamina K son raras y se deben a alteraciones en la absorción intestinal, generalmente causadas por déficit de ácidos biliares encargados de la absorción de lípidos en el intestino. La hipoavitaminosis favorece los trastornos en la coagulación sanguínea.
- **Exceso.** No produce ningún trastorno.

Vitaminas hidrosolubles

Son solubles en agua, y por tanto se difunden muy bien por la sangre. Se trata de coenzimas o precursores de coenzimas, necesarias para muchas reacciones químicas del metabolismo. El exceso de vitaminas ingeridas no produce trastornos, ya que se excreta en la orina, por lo que se requiere una ingesta prácticamente diaria, porque como no se almacena, depende de la dieta. En este grupo se incluyen las vitaminas del complejo B (vitaminas B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₈, B₉ y B₁₂) y la vitamina C.

Complejo vitamínico B

Este complejo reúne un gran número de vitaminas: vitamina B₁ o *tiamina*, vitamina B₂ o *riboflavina*, vitamina B₃, PP o *niacina*, vitamina B₅ o *ácido pantoténico*, vitamina B₆ o *piridoxina*, vitamina B₈ o *biotina*, vitamina B₉ o *ácido fólico*, y vitamina B₁₂ o *cobalamina*.

Vitamina B₁ o tiamina

- **Fuentes.** La producen muchas bacterias, hongos (levaduras) y vegetales y aparece con abundancia en las envueltas de cereales y legumbres. También en cerdos y vísceras.
- **Acción.** Regula el metabolismo de los glúcidos. La forma difosfotiamina, transforma el ácido pirúvico en el grupo acetil, paso necesario en el ciclo de Krebs.
- **Déficit.** Su carencia produce un cuadro de síntomas denominado *beriberi*, que se caracteriza por una degeneración de las neuronas (neuritis) y se manifiesta mediante debilidad muscular, falta de coordinación, hipersensibilidad, insuficiencia cardíaca, falta de apetito, edemas y, en casos extremos, la muerte.

Vitamina B₂ o riboflavina

- **Fuentes.** Aparece en casi todos los alimentos. Es producida por bacterias, levaduras y vegetales de color amarillo (con pigmentos como la antoxantina de color amarillo). También se encuentra en la leche, huevos, hígado...
- **Acción.** Forma parte del FAD (flavín-adeninucleótido) y del FMN (flavín-mononucleótido). Ambos son coenzimas de enzimas deshidrogenasa que actúan en procesos respiratorios celulares, sobre todo en la oxidación de glúcidos y aminoácidos.
- **Déficit.** Su carencia origina alteraciones como el enrojecimiento e irritabilidad de labios, lengua, mejillas y ojos; éstos, además, acusan molestias frente a la luz (fotofobia).

Vitamina B₃, Niacina, Vitamina PP o Ácido nicotínico

Esta vitamina también es conocida con los nombres de *ácido nicotínico* o *vitamina PP* (*preventiva de la pelagra*). Una variante es la nicotinamida.

- **Fuentes.** Es producida por hongos, por lo que abunda en alimentos obtenidos por fermentación con levadura. Los animales pueden sintetizarla a partir de *triptófano*. Es también abundante en la leche y en la carne.

- **Acción.** Forma parte del NAD (nicotín-adenín-dinucleótido) y del NADP (fosfato de NAD), que son coenzimas de enzimas encargadas de la deshidrogenación en los procesos de oxidación de glúcidos y prótidos.
- **Déficit.** Su carencia ocasiona la aparición de la pelagra, que se caracteriza por el enrojecimiento de la cavidad bucal, trastornos del aparato digestivo (con vómitos, diarreas y náuseas), aparición de piel áspera y de color oscuro en las zonas expuestas a la acción del sol. En casos graves se producen trastornos nerviosos y mentales (confusión, pérdida de memoria, depresión, alucinaciones, manías persecutorias...) y, en casos extremos, la muerte.
- **Exceso.** Es la única vitamina hidrosoluble que causa trastornos al ser ingerida en grandes cantidades. Estos trastornos son: sonrojo, quemazón y picores en la piel.

Vitamina B₅ o Ácido pantoténico Vitamina B₅

- **Fuentes.** Es sintetizado por bacterias, hongos (levaduras) y vegetales de hoja verde. Aparece en todos los tejidos animales, en donde se encuentra.
- **Acción.** Forma parte de la coenzima A, que interviene en la formación y degradación de ácidos grasos y colesterol. También se conoce su actividad en gran número de reacciones metabólicas.
- **Déficit.** Su carencia produce dermatitis, despigmentación, anemia y retraso en el crecimiento.

Vitamina B₆ o piridoxina

- **Fuentes.** Es sintetizada por vegetales de hoja verde y por levaduras. Los animales la acumulan en el hígado, por lo que este órgano es rico en dicha vitamina.
- **Acción.** Actúan en la formación de niacina a partir del *triptófano*. Por tanto, sus síntomas carenciales se confunden con lo de esta vitamina. Además, el fosfato de piridoxina es una coenzima de enzimas reguladoras del metabolismo de los aminoácidos.
- **Déficit.** Su carencia provoca anemia, acompañada de alteraciones del sueño, irritabilidad y posibles trastornos mentales.

Vitamina B₈ o biotina o vitamina H

- **Fuentes.** Es producida por los vegetales y por las bacterias. Los animales obtienen la biotina por absorción a través de la pared intestinal, en donde la flora bacteriana también la produce.
- **Acción.** Actúa en reacciones de fijación de CO₂ (carboxilaciones).
- **Déficit.** Su carencia origina palidez, dermatitis, dolores musculares y anemia.

Vitamina B₉ o ácido fólico

- **Fuentes.** Aparece en un gran número de alimentos: hígado, riñón, alimentos producidos mediante fermentación con levadura, huevos, leche, semillas, vegetales verdes.
- **Acción.** Es una coenzima que, en unión con una apoenzima, está encargada de la transferencia de grupos monocarbonados. Se ha comprobado su actividad en la formación de purinas y pirimidinas. También se conoce su relación con los procesos de crecimiento y en la eritropoyesis (formación de glóbulos rojos).
- **Déficit.** Su carencia en los adultos provoca anemia y, en los niños, detención del crecimiento. Su deficiencia durante el embarazo produce malformaciones congénitas.

Vitamina B₁₂ o cianocobalamina

Se denomina *cobalamina*, pues tiene un anillo porfirínico asociado a un átomo de cobalto. Se conocen varios derivados de la vitamina B₁₂ que son activos: vitamina B_{12a} o *cianocobalamina*, vitamina B_{12b} o *hidroxicobalamina*, vitamina B_{12c}, o *nitrocobalamina* y *j-cobalamina*.

- **Fuentes.** Es producida por bacterias. Los animales la obtienen a nivel de la pared intestinal, ya que es producida por las bacterias intestinales. En carnes rojas, huevos y productos lácteos.
- **Acción.** Interviene en el metabolismo de formación de proteínas y ácidos nucleicos. Asimismo, actúa en la eritropoyesis.
- **Déficit.** La falta de esta vitamina origina un tipo grave de anemia denominada perniciosa, debida a malformaciones de los glóbulos rojos.

Vitamina C o ácido ascórbico

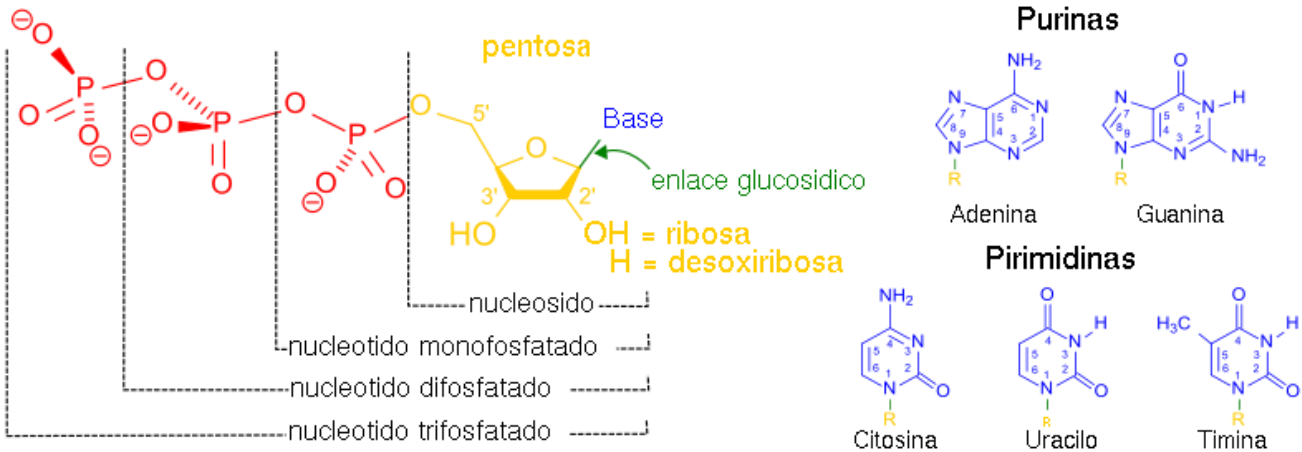
- **Fuentes.** Los vegetales la sintetizan, al igual que gran número de animales. La vitamina C abunda en los cítricos, en las hortalizas y en la leche de vaca.
- **Acción.** Es un potente reductor mediante su oxidación en ácido deshidroascórbico. Se ha comprobado su actividad en la síntesis del colágeno, fibra que forma parte de los tejidos reticulares, encargados de mantener la cohesión de los tejidos.
- **Déficit.** La carencia de la vitamina C provoca un cuadro de síntomas denominado *escorbuto*, caracterizado por hemorragias, encías sangrantes, caída de dientes y trastornos digestivos. Todo ello favorece la aparición de infecciones y, en casos graves, incluso la muerte.

Ácidos nucleicos

Concepto y características generales:

Composición:

- Bases nitrogenadas: (A, G) y pirimidínicas (C, T, U)
- Pentosa (desoxirribosa: β -D-desoxirribofuranosa y ribosa: β -d-ribofuranosa)
- Ácido fosfórico (está en el nucleótido como ion fosfato PO_4^{3-})



Nucleósidos y nucleótidos:

Nucleósidos

- pentosa + base nitrogenada
- enlace N-glucosídico (C1- N1 ó C1- N9)

Nucleótidos

- Ésteres fosfóricos de nucleósidos (-OH 5' pentosa)

La **nomenclatura** que se sigue para nombrar **nucleósidos** es la siguiente:

- Se añade al nombre de la base nitrogenada el sufijo -osina si es púrica (Adenina o Guanina), o el sufijo -idina si es pirimidínica (Citosina, Timina o Uracilo).
- Si la pentosa es ribosa no se le añade ningún prefijo, si se trata de la desoxirribosa, se le añade el prefijo desoxi-.

NUCLEÓSIDOS DE ARN

Adenosina

Guanosina

Citidina

Uridina

NUCLEÓSIDOS DE ADN

Desoxiadenosina

Desoxiguanosina

Desoxicitidina

Desoxitimidina

En el caso de los **nucleótidos**, se nombran como el nucleósido del que provienen, eliminando la “a” final del sufijo y añadiendo la terminación 5'-mono-, di- o tri-fosfato, según el número de moléculas de ácido fosfórico que contenga.

<u>NUCLEÓTIDOS DE ARN</u>	<u>NUCLEÓTIDOS DE ADN</u>
Adenosín 5' ...	Desoxiadenosin 5' ...
Guanosín 5' ...	Desoxiguanosin 5' ...
Citidín 5' ...	Desoxicitidin 5' ...
Uridín 5' ...	Desoxitimidin 5' ...

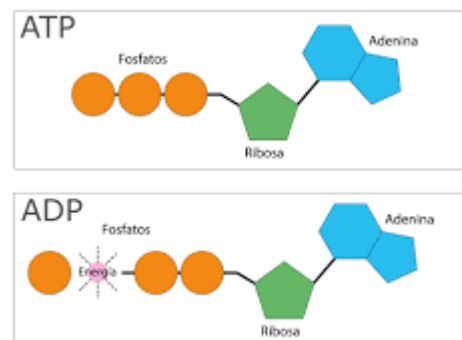
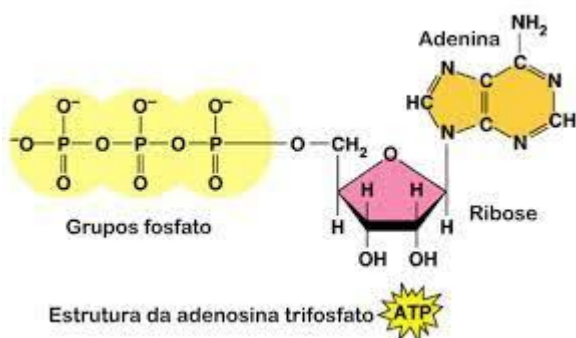
Estructura general

Los monómeros se unen mediante puentes o enlaces fosfodiéster, llamados **enlaces nucleotídicos**, entre el grupo hidroxilo del carbono 5' de un nucleótido y el grupo hidroxilo del carbono 3' del siguiente con liberación, una vez más, de una molécula de agua por cada uno de ellos.

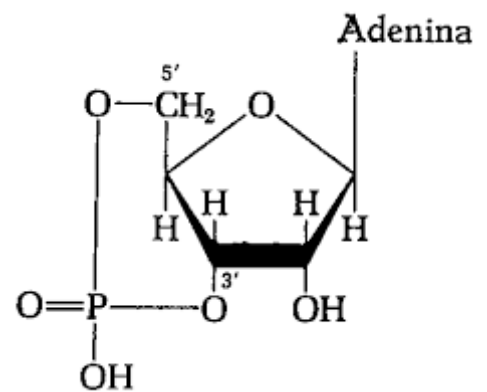
En la cadena de un polinucleótido, por lo tanto, se distingue por un lado un esqueleto o estructura central formada por la unión fosfato-nucleósido-fosfato-nucleósido-fosfato-.... con un **extremo 5'** (el que posee el grupo fosfato unido al carbono 5' de la pentosa final) y un **extremo 3'** (el que posee el grupo hidroxilo del carbono 3' de la otra pentosa final). Y por otro lado las bases nitrogenadas que quedan situadas lateralmente, fuera de la estructura central.

Otros nucleótidos libres en la célula que no forman ácidos nucleicos, ejemplos y funciones:

ATP y GTP: moléculas almacenadoras de energía. Son ribonucleótidos trifosfato de adenosina o guanosina en los que los grupos fosfato se unen entre si mediante unos enlaces ricos en energía (8 kcal/mol), que la acumulan cuando se forman y la liberan cuando se deshacen por hidrólisis. Actúan por lo tanto como acumuladores “recargables” de energía química.



AMPc: mensajero intracelular o segundo mensajero. Se trata de un nucleótido monofosfato de adenosina en la que el grupo fosfato unido al carbono 5' de la ribosa se ha ciclado uniéndose mediante enlace éster al carbono 3' de la misma pentosa. Esta transformación se produce en la cara interna de la membrana celular como respuesta al estímulo producido por un primer mensajero, una hormona o neurotransmisor, que llega desde el exterior. El AMPc formado dentro de la célula toma entonces el relevo e induce una respuesta celular final.



FMN-FMNH₂, FAD-FADH₂, NAD-NADH, NADP-NADPH, COENZIMA A: moléculas coenzimáticas

Actúan como moléculas orgánicas que participan en reacciones enzimáticas, complementando o completando la actividad de enzimas, generalmente como transportadores de electrones.

Las FMN-FMNH₂, FAD-FADH₂, NAD-NADH, NADP-NADPH son todas ellas coenzimas de enzimas óxido-reductasas, fundamentales en el metabolismo general, pasando del estado reducido al oxidado, cediendo electrones e iones H⁺ a otras moléculas y del estado oxidado al reducido, captándolos.

La coenzima A generalmente actúa como activador de moléculas de cara a la participación de estas en múltiples reacciones del metabolismo.

Tipos de ácidos nucleicos: ADN y ARN.

Desoxirribonucleótidos y ribonucleótidos que forman los ácidos nucleicos.

Tipo de enlace entre los distintos nucleótidos para formar los ácidos nucleicos: Enlace fosfodiéster o nucleotídico.

El alumno deberá conocer las diferencias entre secuencias de nucleótidos del ADN y ARN, escribirlas de forma abreviada e indicar su polaridad (extremos 5' y 3').

Estructura y función del ADN: La doble hélice (Modelo de Watson y Crick).

Contiene la **información genética** que determina el desarrollo del individuo y sus características biológicas, en todas las especies salvo en los ARN-virus. Del estudio del ADN de diversas especies se deduce que:

- La composición de bases varía de una especie a otra.
- Las células de la misma especie tienen la misma composición de bases, y se mantiene a lo largo de su vida.
- Los ADN de especies muy emparentadas tienen composiciones de bases más similares que los de especies poco relacionadas filogenéticamente.

En **eucariotas**, el ADN se encuentra **en el núcleo** y una pequeña cantidad en **mitocondrias** y **cloroplastos**. En **procariotas**, la molécula de ADN es **circular**, y, además, estas células pueden tener otras moléculas más pequeñas de ADN, llamadas **plásmidos**.

Estructura primaria: secuencia de nucleótidos.

Viene determinada por la secuencia de desoxirribonucleótidos a lo largo de la cadena del polinucleótido. Como cada nucleótido sólo se diferencia en la base nitrogenada, podemos decir que la estructura primaria viene definida por la secuencia de bases de la cadena del polinucleótido. Esta cadena, como ya vimos, posee un extremo 3' y otro 5'.

Estructura secundaria: doble hélice dextrógira, cadenas antiparalelas, bases complementarias.

Está formado por dos cadenas de polinucleótidos enrollados en forma de **doble hélice** alrededor de un eje longitudinal imaginario.

Las **bases nitrogenadas**, separadas del esqueleto central de cada polinucleótido están situadas hacia el interior de la doble hélice y **enfrentadas dos a dos**. Los anillos que las forman son paralelos entre sí y perpendiculares al eje longitudinal. Su estructura recuerda a una escalera de caracol en la que los escalones serían las bases nitrogenadas.

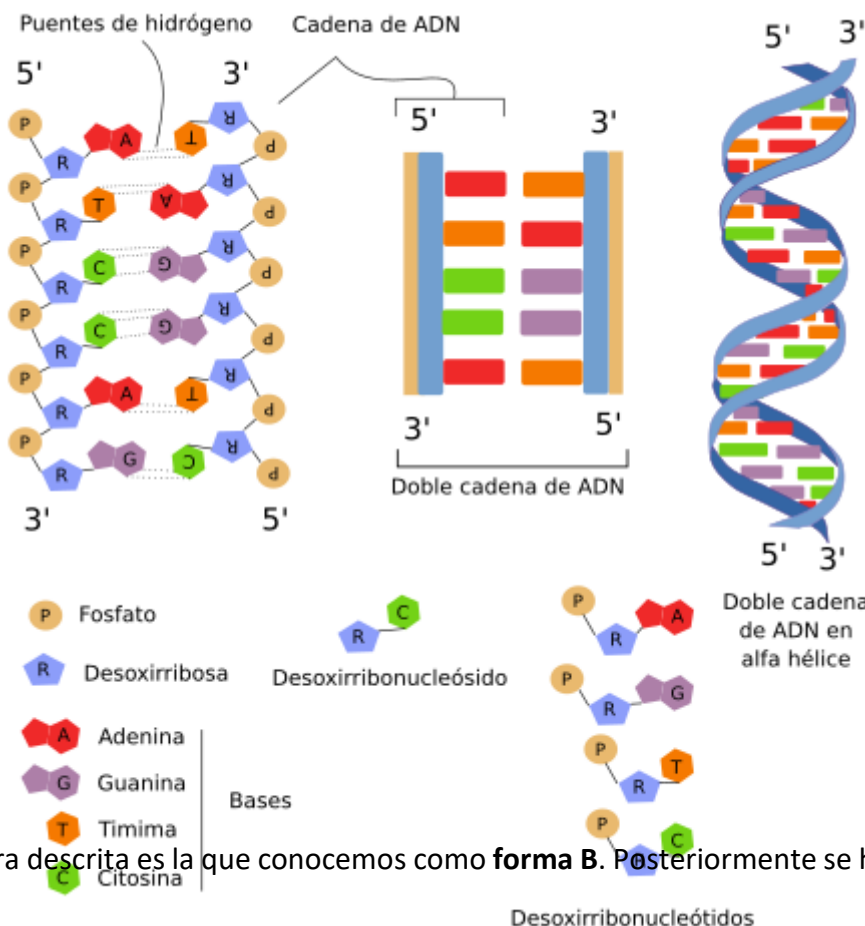
Sus dimensiones son constantes: **2 nm** de **diámetro**, **3,4 nm** la longitud de una **vuelta** de hélice completa y **0,34 nm** la separación **entre pares de bases** enfrentados consecutivos. Por este motivo, una vuelta completa de hélice comprende diez de esos pares de bases.

Las **bases enfrentadas** lo hacen de forma **complementaria** siguiendo siempre el patrón A-T y C-G. La unión entre bases complementarias se realiza mediante puentes de hidrógeno (A ··· T y C ··· G).

Su enrollamiento es **dextrógiro**, es decir, hacia la derecha.

Su enrollamiento es **plectonémico**, es decir, hay que desenrollar ambas cadenas para deshacer la hélice.

La colocación de ambas cadenas es **antiparalela**, es decir, el extremo 3' de una está enfrentado al extremo 5' de la otra y viceversa.



La estructura descrita es la que conocemos como **forma B**. Posteriormente se han descubierto otras formas:

Forma A: los pares de bases enfrentadas no son perpendiculares respecto al eje central, están inclinados respecto a ese eje; la hélice formada es dextrógira pero más ancha, corta y compacta que la forma B; aparece sólo en muestras deshidratadas, no en condiciones normales.

Forma Z: estructura levógira en forma de zigzag irregular; más larga y estrecha que la forma B. Suele aparecer en secuencias que contienen mayor cantidad de guanina y citosina durante el proceso de transcripción génica. Parece corresponder a los puntos de la molécula donde se origina la transcripción, aunque también se ha relacionado en ocasiones con regiones del ADN en las que está inhibida la transcripción.

La estructura secundaria puede sufrir un proceso de **desnaturalización** cuando las condiciones del medio en el que se encuentra cambian drásticamente, por ejemplo, por un aumento de la temperatura o por una variación del pH. Este es un proceso que puede revertir, mediante **renaturalización**, cuando las condiciones se normalizan. Como consecuencia de la desnaturalización las dos hebras de polinucleótidos que constituyen la estructura secundaria se separan, al romperse los enlaces de hidrógeno que mantenían unidos los pares de bases. La renaturalización artificial es utilizada en la ingeniería genética se denomina **hibridación**.

Estructura terciaria

La estructura secundaria se pliega nuevamente para dar lugar a nuevas estructuras más complejas que permitan al ADN estar dentro de espacios muy reducidos como es el citosol en procariontes y el núcleo en eucariotes. Más aún en este último caso, al poseer una mayor cantidad de material genético.

- a) En células **procariontes**: contienen una sola molécula de **ADN bicatenaria circular y desnuda** (sin proteínas histonas asociadas). Para conseguir el máximo empaquetamiento se pliega como una **súper hélice** mediante la acción de enzimas llamadas **girasas**. Esta súper hélice forma a su vez bucles más compactos en forma de hélice de hélices, llamados **dominios superenrollados**.
- b) En células **eucariotas**: El ADN se une a proteínas de dos tipos, histonas y proteínas cromosómicas no-histonas. Las primeras son básicamente estructurales, las segundas incluyen una gran variedad de proteínas que intervienen en la síntesis de ARN o de ADN. En el **núcleo interfásico** el empaquetamiento constituye la **cromatina**. En el **núcleo mitótico**, las largas moléculas de ADN que constituían la cromatina, se empaquetan y espiralizan al máximo, formando cada una de ellas una estructura conocida como **cromosoma**.

Organización del ADN en Procariontes: ADN circular cerrado, plásmidos.

Organización del ADN en Eucariotas: Concepto de nucleosoma, cromatina y cromosoma.

Mitocondrias y cloroplastos.

Virus: mono o bicatenaria, lineal o circular.

ARN: Estructura y función de los principales tipos.

Es un polímero de ribonucleótidos de A, G, C y U, en los que la pentosa es la ribosa. Con la excepción de los reovirus donde el ARN es bicatenario y constituye su material genético, los ARN son monocatenarios, aunque algunos pueden presentar regiones de apareamiento o complementariedad intracatenarias.

Los ARN se forman por transcripción de una cadena de la doble hélice de ADN, mediante la complementariedad de bases. Así se sintetizan los llamados **transcritos primarios**, que deben sufrir un proceso de **maduración** diferencial para originar los distintos tipos de ARN. La maduración del ARN se produce siempre tanto en procariontes como eucariontes, excepto en el ARNm, que sólo se produce en eucariontes.

Hay distintos tipos de ARN, cuyas distintas funciones están relacionadas con la síntesis de proteínas.

ARN MENSAJERO (ARNm)

Solamente posee estructura primaria y está formado por 300 a 500 ribonucleótidos, representando el 5% del total de ARN. Tiene un peso molecular intermedio entre el ARNr y el ARNt.

Su función es transportar la información genética codificada desde el núcleo hasta los ribosomas, para que a continuación tenga lugar la traducción de ese material mediante la síntesis de proteínas. Estas moléculas tienen una vida muy corta, ya que tras su elaboración mediante la transcripción y una vez cumplida su misión, ser traducidas por los ribosomas, son rápidamente degradadas.

En **eucariontes**, los transcritos primarios son siempre **monocistronicos** (portan información para una sola proteína), poseen en el **extremo 5'** una especie de **caperuza** compuesta por un derivado de guanina y tres restos fosfato, y en el **extremo 3'** presenta una cola compuesta por unas 200 unidades de adenina, llamada **cola de poli-A**. En **procariontes** el ARNm suele ser **policistrico** (portan información para varias proteínas).

Además, los ARN-transcritos primarios de eucariontes tienen fragmentos que codifican para la síntesis de proteínas, llamados **exones**, alternando con otras secuencias que no contienen esa información, llamadas **intrones**, y que son eliminados durante el proceso de maduración diferencial. En procariontes no hay secuencias intrónicas, por lo que no hay necesidad de proceso de maduración de este ARNm.

ARN NUCLEOLAR (ARNn)

Se sintetiza a partir de la información contenida en las constricciones secundarias de los cromosomas y se acumula en el nucléolo. Está formado por una sola hebra de ARN muy larga, a partir de la cual se obtendrán los distintos tipos de ARNr, mediante la acción de enzimas nucleasas que lo cortan en diversos fragmentos de distintos tamaños.

ARN RIBOSÓMICO (ARNr)

Estas moléculas tienen entre 3.000 y 5.000 ribonucleótidos, representando el 80% del total del ARN. Tienen el peso molecular más elevado de todos los ARN. Como ya dijimos, hay varios tipos de ARNr con longitudes distintas que se diferencian por su diferente coeficiente de sedimentación y se elaboran en el nucléolo a partir de un único ARNn precursor, que posteriormente se fragmenta para originar los distintos tipos de ARNr.

Junto a una gran variedad de moléculas proteicas constituyen unos orgánulos celulares denominados **ribosomas**, que se encargan de sintetizar las proteínas a partir de la traducción de la secuencia de nucleótidos del ARNm. Debido a los diferentes tamaños de las moléculas de ARNr que aparecen, en células **procariontes** los ribosomas tienen un coeficiente de sedimentación de **70S** (30S+50S) y en **eucariontes**, de **80S** (40S+60S).

Algunos ARNr tienen tramos de doble hélice intracatenaria ya que presentan secuencias complementarias.

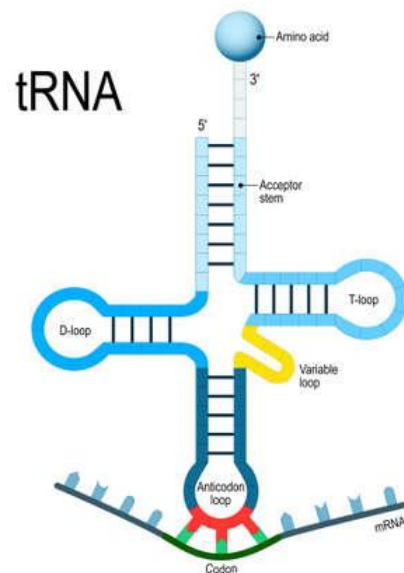
ARN TRANSFERENTE (ARNt)

Se trata de moléculas pequeñas con 70 a 80 nucleótidos, que representan el 15% del total de ARN, siendo su peso molecular el más bajo de todos los ARN. La función de los ARNt es triple:

- Captar del citoplasma aminoácidos activados.
- Transferirlos a los ribosomas que están sintetizando la proteína.
- Colocarlos en el lugar que les corresponde en la proteína, de acuerdo con la información codificada en el ARNm.

Los ARNt son específicos, de forma que cada ARNt sólo se une a un determinado aminoácido, conociéndose alrededor de 60 tipos distintos de ARNt que, sin embargo, poseen unas características comunes, como es la presencia de bases derivadas de las convencionales (en un 10%) o una estructura tridimensional que presenta bucles y zonas de doble hélice intracatenaria mantenida por puentes de hidrógeno, con una estructura en forma de **hoja de trébol** con **tres brazos** o bucles y **dos extremos**:

- **Bucle o brazo D o brazo aceptor**, por el que, mediante una enzima específica, la aminoacil-ARNt sintetasa, es capaz de reconocer y unirse a uno de los 20 aminoácidos proteicos.
- **Bucle central o brazo A** donde se encuentra el **anticodón**, que es una secuencia de tres bases nitrogenadas complementaria de cada **codón** específico del ARNm.
- **Bucle o brazo T** por el que se fija al ribosoma.
- **Extremo 3'** con la secuencia citosina-citosina-adenina, por donde se une al aminoácido específico para constituir el complejo de transferencia ARNt-aminoácido.
- **Extremo 5'** con guanina y ácido fosfórico, sin relevancia en su función.



OTROS TIPOS DE ARN

Localizados tanto en el núcleo como en el citosol, se trata de moléculas de ARN del núcleo celular que tienen funciones catalíticas, por lo que también se las llama **ribozimas**. Es el caso de las **ribonucleoproteínas pequeñas nucleares** (RNPpn), con un alto contenido en uracilo, que se asocian con proteínas nucleares e intervienen en el proceso de maduración del ARNm transcrito primario en eucariontes.

EL CICLO Y LA DIVISIÓN CELULAR

CICLO CELULAR

Durante la vida de una célula se suceden alternativamente periodos de interfase, en los que la célula no está en división, con procesos de división celular, en los que la célula se duplica. A una vuelta de ciclo completa, desde la formación de una célula hasta que se divide para dar origen otras dos nuevas células (interfase + mitosis) se le denomina **ciclo celular**.

- **Interfase:**

Así se denomina a la etapa que media entre dos divisiones celulares sucesivas. Cuando se observa al microscopio el núcleo celular durante esta etapa no se aprecian en él cambios citológicos relevantes.

Descripción de los principales acontecimientos que tienen lugar en cada etapa del ciclo: **periodos**.

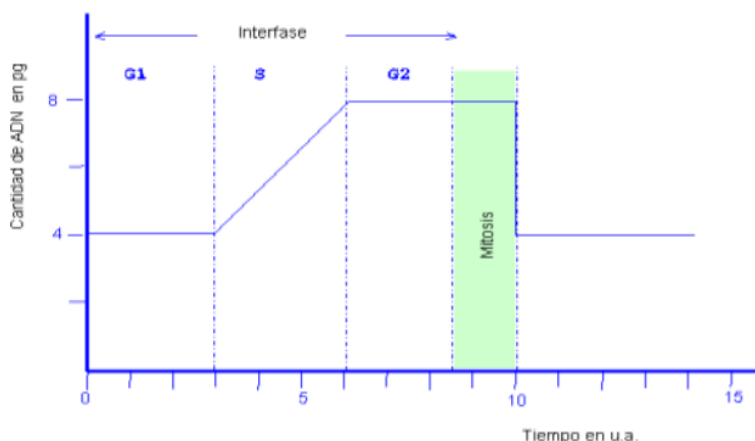
1. **Fase G1:** se produce la síntesis de proteínas necesarias tras la división celular y el crecimiento de las estructuras y orgánulos celulares necesarios para el correcto desarrollo de la vida de la célula. Transcurre desde la finalización de la anterior división hasta el momento en el que se desencadenan los preliminares para que se produzca más tarde un nuevo proceso de división.

Fase G0: estado de **reposo** o **quiescencia** en la que algunas células permanecen y en la que entran inmediatamente después de la mitosis, manteniéndolas “aparcadas” sin que se dé en ellas un nuevo proceso de división celular. Podría compararse a una fase G1 permanente. Algunas células permanecen en G0 durante toda su vida, sin posibilidad de dividirse (neuronas, células musculares estriadas, eritrocitos) mientras que otras entran o salen de G0 en función de las necesidades celulares o del momento celular.

2. **Fase S:** en la que se produce la síntesis o replicación del ADN destinado a ser distribuido a las células hijas cuando se produzca el siguiente proceso de división mitótica. También se sintetizan las nuevas histonas, dando como resultado una copia íntegra de todo el material genético, por lo que durante la mitosis cada cromosoma estará formado por las dos cromátidas gemelas originadas durante esta fase S. En las células animales también se duplican el par de centriolos que forman el centrosoma y en las vegetales, que no los poseen, la región densa con propiedades de COM se divide en dos.

3. **Fase G2:** en ella todo se prepara para la inminente división celular y se sintetizan todas aquellas proteínas necesarias para que se dé la mitosis. Esta fase acaba en el momento en que la cromatina se condensa y se comienza a adoptar la estructura típica en “X” de los cromosomas.

Variación en el contenido del ADN de una célula.



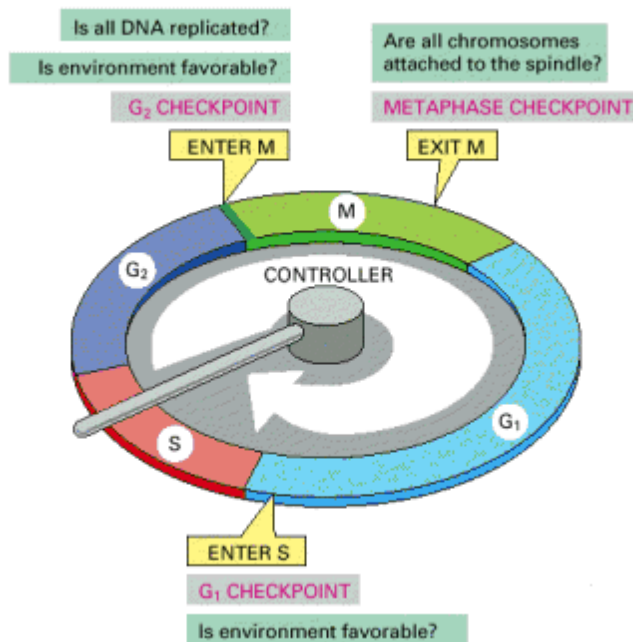
El ciclo celular se regula en determinados puntos estratégicos de control en su recorrido, mediante unas proteínas llamadas **ciclinas**, que actúan permitiendo el paso a la siguiente etapa, sólo cuando se han completado las previas.

G1. Síntesis de proteínas y ARN (punto de control: ciclinas y quinasas dependientes de ciclinas (CDK)

S Síntesis de ADN (replicación) e histonas

G2 Síntesis de proteínas y ARN (punto de control: ciclinas y CDK) y duplicación de centriolos

El periodo Go o quiescencia (no recibe la señal para continuar el ciclo celular en G1)

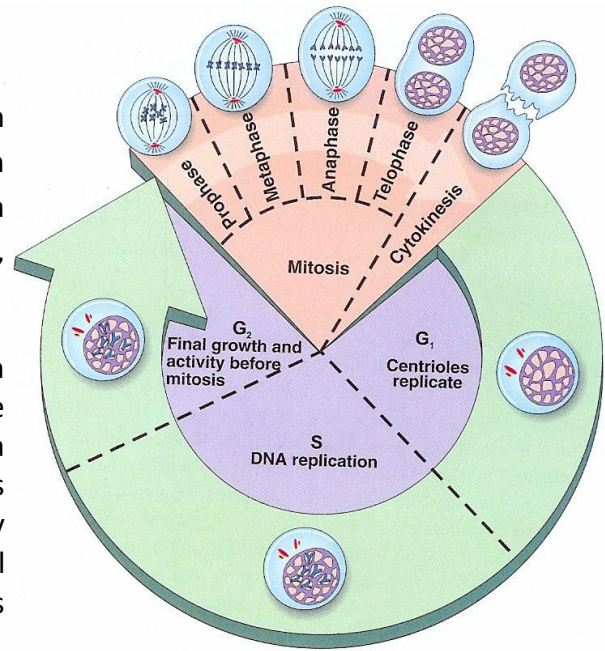


• División celular

Mitosis (cariocinesis)

La **mitosis** o **cariocinesis** ocurre tanto en organismos unicelulares como forma de reproducción celular asexual, como en organismos pluricelulares para producir su crecimiento o reponer células envejecidas, dañadas o perdidas.

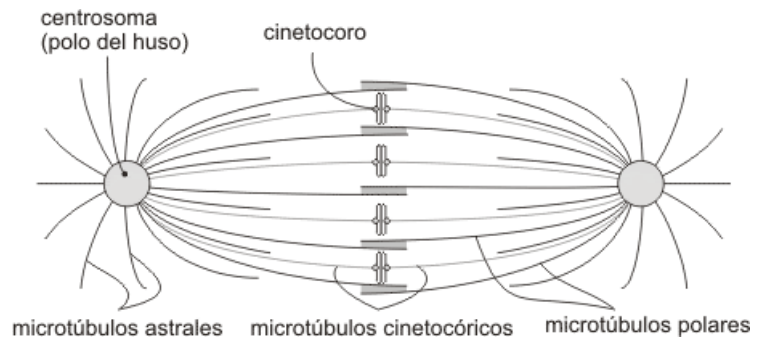
Las células que se originan por mitosis, son dos en total, son idénticas genéticamente a la célula madre debido a que como ya vimos, durante la interfase previa a la mitosis ocurre la duplicación del ADN (se crean dos copias idénticas del ADN, una para cada célula hija) y posteriormente se reparte cada una de las copias del ADN, el citoplasma y los orgánulos entre las dos células hijas.



Descripción de los principales acontecimientos de cada fase:

Profase

- La cromatina se condensa y espiraliza mucho dando lugar a los típicos cromosomas en forma de "X", en ellos se aprecian dos cromátidas que son gemelas al haberse copiado el ADN en la interfase.
- La pareja de centríolos, el centrosoma o áster, en las células animales o la región densa del COM en las vegetales, se duplicó en el periodo S de la interfase, y ahora cada pareja se desplaza a un polo celular. Las mitosis de células animales se denominan también **astrales**, por la presencia del áster, y las de células vegetales, **anastrales** por su ausencia.
- Surgen unas **fibras polares** desde los centríolos situados en los polos (o desde la región del COM en las vegetales) hasta los centrómeros de cada cromosoma, comenzando a formarse el **huso acromático**. Surgen también las **fibras cinetocóricas** desde los dos cinetocoros de cada cromosoma de forma simultánea, que se dirigen hacia ambos polos, para situar a los cromosomas en el punto central entre los polos.
- La membrana nuclear y el nucléolo dejan de ser visibles y los cromosomas se dispersan por el citoplasma.



Metafase

- Los cromosomas ya están en su máximo grado de condensación y son perfectamente visibles.
- Los cromosomas están colocados en el centro de la célula formando la llamada **placa ecuatorial**. Contribuye a ello el crecimiento sincrónico de las **fibras polares** hacia cada polo. Se colocan de forma que las cromátidas quedan orientadas perpendicularmente respecto a las fibras del huso, una hacia cada polo celular.

Anafase

- Las dos cromátidas de cada cromosoma comienzan a separarse hacia cada polo de forma brusca y simultánea, arrastradas por las fibras cinetocóricas, que se acortan progresivamente.
- Finalmente, las cromátidas de cada cromosoma se separan por el centrómero y migran hacia cada polo, formándose dos grupos de cromátidas en cada polo celular.

Telofase

- Desaparecen los microtúbulos cinetocóricos aunque persisten los polares.
- Reaparecen los nucléolos y los cromosomas se empiezan nuevamente a descondensar, dejando de ser visibles como tales y pasando a un estado de cromatina.
- Al final de esta fase reaparece la membrana nuclear alrededor de cada grupo de cromátidas formándose nuevamente el núcleo y también los nucléolos.

Finalmente tiene lugar la **citocinesis** o **división del citoplasma celular**. En células animales ocurre por **estrangulación** mediante un anillo contráctil proteico (actina y miosina) que se cierra progresivamente, en células vegetales ocurre por la formación de un **fragmoplasto** o tabique intermedio a cargo del complejo de Golgi que divide a las células hijas, pero las mantiene unidas.

Células riñón cerdo en mitosis: <http://www.youtube.com/watch?v=9fyJXmrpfCE>

Esquema fases mitosis, animación y parada en diferentes fases:

<http://www.cellsalive.com/mitosis.htm>

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos5.htm>

Baile:

<https://www.youtube.com/watch?v=ZEwddr9ho-4> (USA)

<https://www.youtube.com/watch?v=JYw8-GVy4Zk> (chicas)

Importancia y significado biológico del proceso mitótico.

Nivel genético: sistema de reparto equitativo e idéntico. Las células hijas tienen la misma información genética que la célula madre.

Nivel celular: perpetuación de una estirpe celular (clones celulares) y la reproducción de organismos unicelulares.

Nivel orgánico: crecimiento, desarrollo, reparación y regeneración de tejidos y órganos.

El alumno deberá saber reconocer y representar ejemplos gráficos de las distintas fases de la mitosis para dotaciones cromosómicas determinadas, tanto en células animales como vegetales.

SISTEMA DE CONTROL DEL CICLO CELULAR

El sistema de control del ciclo celular es un dispositivo bioquímico compuesto por un conjunto de **proteínas reguladoras** interactivas que constituyen el factor promotor de la mitosis (MPF), estas proteínas son: las **ciclinas** y las **quinasas dependientes de ciclinas** que inducen y coordinan los procesos básicos del ciclo, como la duplicación de ADN y la división celular, a los que denominamos procesos subordinados.

PROTEÍNAS REGULADORAS DEL CICLO CELULAR

Los principales reguladores del ciclo en células animales son:

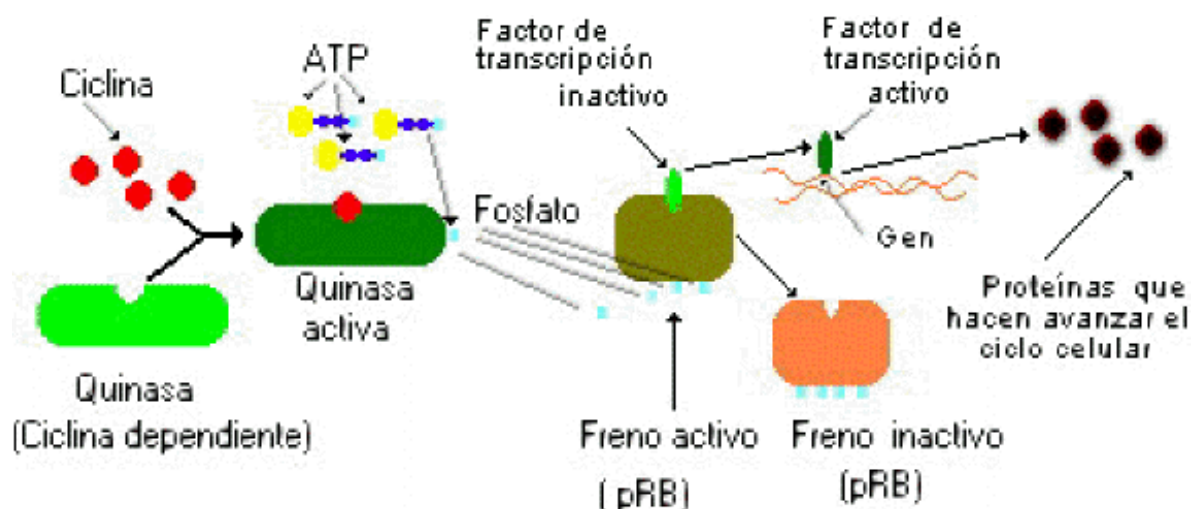
1. Las **ciclinas**, proteínas que controlan la actividad de sus proteinquinasas dependientes. La concentración de ciclinas varía en forma cíclica, aumentando o disminuyendo durante el transcurso del ciclo celular. Esto se debe a variaciones en la velocidad de degradación de la ciclina, dado que la velocidad de síntesis es casi constante durante todo el ciclo.

En los mamíferos existen ciclinas de G1 y ciclinas mitóticas:

- Las ciclinas G1 se unen a sus quinasas dependientes de ciclinas (Cdk2) durante G1 siendo necesarias para superar el punto de control G1 y pasar a la fase S.
- Las ciclinas mitóticas se fijan a la quinsa Cdk1 durante G2, siendo necesaria su presencia para que el ciclo supere el punto de control G2 y se inicie la mitosis.

2. Las **quinasas dependientes de ciclinas** (CdK), enzimas que mediante la fosforilación de determinadas proteínas desencadenan los procesos subordinados del ciclo celular. En los mamíferos se conocen:

- CdK de G1 (Cdk2)
- CdK de fase S (Cdk2)
- CdK de fase M (Cdk1)



A diferencia de la concentración de ciclinas, la concentración de CdK se mantiene durante todo el ciclo celular, por permanecer constantes tanto la velocidad de síntesis como la de degradación. Las CdK se activan sólo cuando se unen a las ciclinas para formar complejos, por lo que requieren un nivel umbral para desencadenar la transición a la fase siguiente del ciclo celular.

3. El **Complejo Promotor de la Anafase (APC)** y otras enzimas proteolíticas. El APC desencadena los eventos que conducen a la destrucción de las proteínas que mantienen unidas las cromátidas hermanas, permitiéndolas separarse e iniciando la degradación de las ciclinas mitóticas.

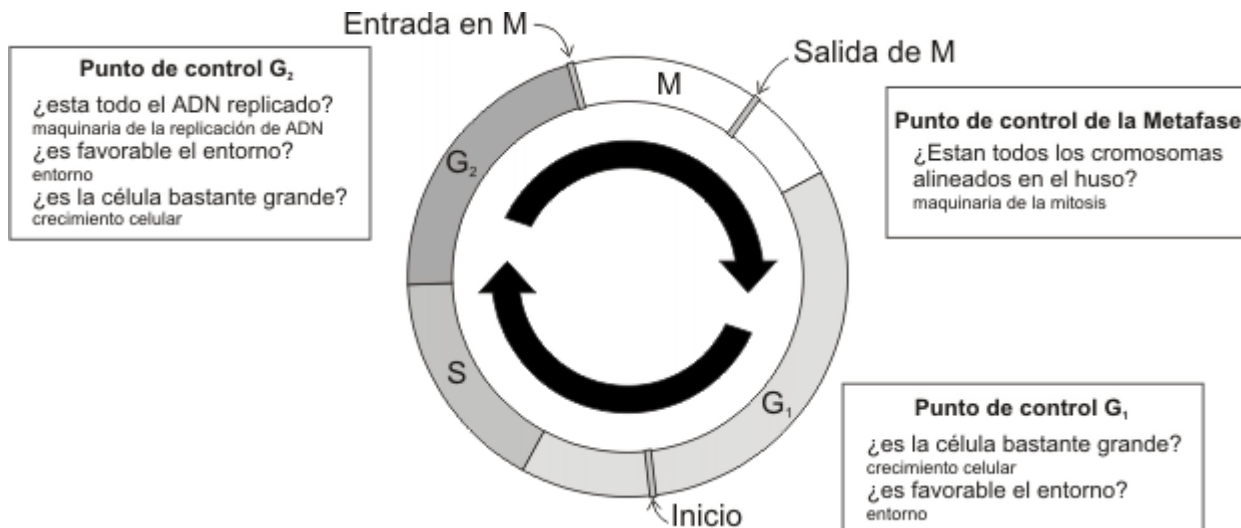
CONTROL DE CALIDAD DEL CICLO CELULAR

Durante el ciclo celular, la célula pasa al menos tres puntos de control (checkpoints):

Punto de control G₁, en este punto el sistema de control de la célula pondrá en marcha el proceso que inicia la fase S. El sistema evaluará la integridad del ADN (que no esté dañado), la presencia de nutrientes en el entorno y el tamaño celular. Aquí es donde generalmente actúan las señales que detienen el ciclo.

Punto de control G₂, en él se pone en marcha el proceso que inicia la fase M. En este punto, el sistema de control verificará que la duplicación del ADN se haya completado (que no esté dañado), si es favorable el entorno y si la célula es lo suficientemente grande para dividirse.

Punto de control de la Metafase o del Huso, verifica si los cromosomas están alineados apropiadamente en la placa ecuatorial antes de entrar en anafase. Este punto protege contra pérdidas o ganancias de cromosomas, siendo controlado por la activación del APC.



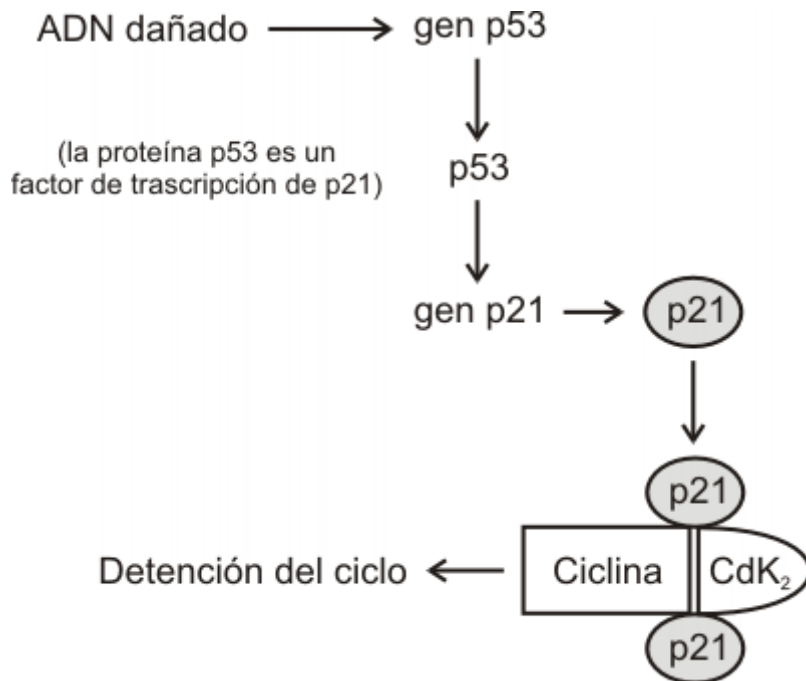
Proteína p53

Tanto en el punto de control G₁ como G₂ se verifica la integridad del ADN. Ante la presencia de **ADN dañado** se genera una señal que retrasa la entrada en fase M. El mecanismo depende de una proteína llamada **p53**, que se acumula en la célula en respuesta a las alteraciones de ADN.

El gen p53 es uno de los **genes supresores de tumores** más conocidos, que no sólo detiene el ciclo, sino también participa en la apoptosis (muerte celular programada) forzando a las células al suicidio cuando el daño en el ADN es irreparable.

Las células que presentan los dos alelos del **gen p53 mutados**, tendrán **proteína p53 no activa** y por lo tanto continuarán dividiéndose a pesar del daño en su genoma, por lo tanto desarrollarán **cáncer**. Las mutaciones del gen p53 presentan una alta incidencia en la mayoría de los cánceres humanos.

Cuando el ADN presenta un daño "limitado", aumentan los niveles de proteína p53. Dicha proteína activa la transcripción del gen p21, que codifica a la proteína p21. Esta última proteína ejerce su efecto inhibitor uniéndose al complejo ciclina-Cdk2 y deteniendo el ciclo. Cuando el ADN es reparado, la proteína p53 se libera del promotor del gen p21, provocando el descenso en los niveles de p21. Esto permite restaurar la actividad del complejo ciclina-Cdk2.



ONCOGENES Y CÁNCER

Los **genes supresores de tumores**, codifican para productos celulares que inhiben la proliferación celular. Para impedir el efecto protector que ejercen sobre el genoma, se requiere la mutación de sus dos alelos.

Los genes conocidos como **protooncogenes** codifican proteínas que estimulan la división celular, por ejemplo, factores del crecimiento o receptores de factores del crecimiento.

La mutación de uno de los dos alelos que codifican para un protooncogen, lo transforma en un **oncogen** capaz de originar productos celulares que estimulan la división celular de forma incontrolada conduciendo al cáncer, con alteración de los mecanismos de control del ciclo celular.

Meiosis

La meiosis se produce con el objeto de, a partir de células diploides llamadas **meiocitos**, formar **gametos (óvulos y espermatozoides)**, es decir, células haploides que intervendrán en la reproducción sexual. Tiene además la gran importancia de aportar **variabilidad genética**, lo que constituye uno de los “motores” responsables del proceso de la **evolución**.

Descripción del proceso:

Previa a la meiosis, durante la interfase, se produce la duplicación del ADN (se crean dos copias idénticas del ADN, una para cada célula hija). Sin embargo las células que se originarán al finalizar el proceso no serán genéticamente idénticas, como ocurría en la mitosis, debido a los acontecimientos que tendrán lugar en la profase de la primera división meiótica (sobrecruzamiento cromosómico y recombinación génica).

La pareja de centríolos, el centrosoma o áster, en las células animales o la región densa del COM en las vegetales, se duplicó en la interfase (en G2), y ahora cada pareja (o región) se desplaza a un polo celular.

El proceso de meiosis consta de dos divisiones sucesivas, la primera **reduccional** (el número de cromosomas se reduce a la mitad) y la segunda **ecuacional** (el número de cromosomas se mantiene), en cada una de las cuales se distinguen varias fases:

PRIMERA DIVISIÓN MEIÓTICA:

PROFASE I. La más larga de todo el proceso y en la que ocurren los acontecimientos más significativos:

- **LEPTOTENA:** La cromatina se condensa y espiraliza mucho dando lugar a los típicos cromosomas en forma de “X”, en ellos se aprecian dos cromátidas que son gemelas al haberse copiado el ADN previamente en la fase S. Los cromosomas se unen extendidos a la placa de unión del interior de la membrana nuclear por sus extremos. Surgen unas **fibras polares** desde los centríolos situados en los polos (o desde la región del COM en las vegetales), comenzando a formarse el **huso acromático**.
- **ZIGOTENA:** Los cromosomas homólogos se colocan extendidos uno junto al otro, de forma que cada gen de un cromosoma quede exactamente frente al mismo gen de su homólogo. Entre los homólogos se crea el **complejo sinaptonémico** que los sitúa alineados gen a gen, dando lugar a las **tétradas o bivalentes**.
- **PAQUITENA:** Es la fase “estrella” del proceso, en la que ocurren los hechos más significativos de toda la meiosis. Ocurre el **sobrecruzamiento** o “**crossing-over**” de los cromosomas homólogos, que da lugar al intercambio de genes entre ellos (sólo una de las cromátidas de cada uno) es decir a la **recombinación génica**, lo que lleva a la formación de unos cromosomas que realmente son una mezcla de los dos homólogos, con información tanto procedente del cromosoma materno como del paterno.
- **DIPLOTENA:** Los cromosomas homólogos, una vez producida la recombinación génica, tienden a separarse aunque permanecen levemente unidos por los puntos de intercambio dónde se ha producido sobrecruzamiento, llamados **quiasmas**. El complejo sinaptonémico, ya innecesario, comienza a desaparecer. Esta fase es la más larga de la meiosis, pudiendo durar años en los ovocitos de las hembras de mamíferos.
- **DIACINESIS:** Los cromosomas, sin haberse separado aun totalmente, se condensan y espiralizan al máximo. Comienzan a desaparecer progresivamente la membrana nuclear y el nucléolo.

METAFASE I. Muy similar a la metafase mitótica:

- Desaparecen completamente ya la membrana nuclear y el nucléolo.
- Los bivalentes se colocan en el centro de la célula formando la llamada **placa ecuatorial**. Contribuye a ello el crecimiento sincrónico de las **fibras polares** hacia cada polo.
- Cada tétrada se orienta de forma que las cuatro cromátidas quedan colocadas perpendiculares respecto a las fibras del huso. Surgen también las **fibras cinetocóricas** desde los cuatro cinetócoros de cada tétrada de forma simultánea: los dos cinetócoros de un mismo cromosoma señalan hacia el mismo polo, y los del homólogo hacia el polo opuesto, para situar a las tétradas en el punto central entre los polos.
- Los dos cromosomas de cada tétrada aún permanecen unidos levemente por algunos de sus quiasmas.

ANAFASE I:

- Los cromosomas de cada tétrada comienzan a separarse hacia cada polo de forma brusca y simultánea, arrastradas por las fibras cinetocóricas que se acortan progresivamente.
- Finalmente cada cromosoma se separa de su homólogo y migran hacia cada polo, formándose dos grupos de cromosomas en cada polo celular.

TELOFASE I:

- Los cromosomas se empiezan a descondensar ligeramente, no totalmente.
- Reaparece la membrana nuclear alrededor de cada grupo de cromosomas (que ahora son n en lugar de $2n$), formándose nuevamente el núcleo y el nucléolo.

Finalizada la telofase I tiene lugar la citocinesis o división del citoplasma celular. En células animales ocurre por estrangulación mediante un anillo contráctil proteico (actina y miosina) que se cierra progresivamente, en células vegetales ocurre por la formación de un fragmoplasto o tabique intermedio a cargo del complejo de Golgi que divide a las células hijas pero las mantiene unidas.

SEGUNDA DIVISIÓN MEIÓTICA.

Ocurre del mismo modo que una mitosis convencional, de forma simultánea en las dos células hijas. Se produce una breve interfase sin replicación de ADN, pero en el que se duplican nuevamente los centríolos y la región del COM en las vegetales:

PROFASE II:

- La cromatina se condensa y espiraliza nuevamente dando lugar a los cromosomas.
- Surgen unas **fibras proteicas polares** desde los centríolos situados en los polos (o desde la región del COM en las vegetales) hasta los centrómeros de cada cromosoma, comenzando a formarse el **huso acromático**.
- Surgen también las **fibras cinetocóricas** desde los dos cinetócoros de cada cromosoma de forma simultánea: cada cinetócoro de un mismo cromosoma señala hacia un polo opuesto.

- La membrana nuclear y el nucléolo dejan de ser visibles y los cromosomas se dispersan por el citoplasma.

METAFASE II:

- Los cromosomas ya están en su máximo grado de condensación y son perfectamente visibles.
- Los cromosomas están colocados en el centro de la célula formando la llamada placa ecuatorial. Se colocan de forma que las cromátidas quedan orientadas perpendicularmente respecto a las fibras del huso, una hacia cada polo celular.

ANAFASE II:

- Las dos cromátidas de cada cromosoma comienzan a separarse hacia cada polo de forma brusca y simultánea, arrastradas por las fibras cinetocóricas, que se acortan progresivamente.
- Finalmente las cromátidas de cada cromosoma se separan por el centrómero y migran hacia cada polo, formándose dos grupos de cromátidas en cada polo celular.

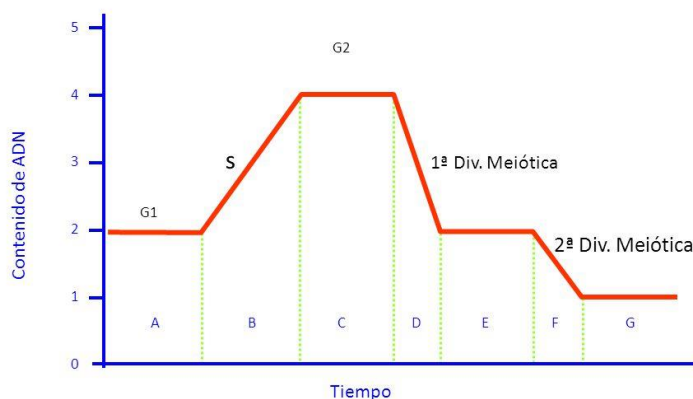
TELOFASE II:

- Desaparecen los microtúbulos cinetocóricos aunque persisten los polares.
- Reaparecen los nucléolos y los cromosomas se empiezan nuevamente a descondensar, dejando de ser visibles como tales y pasando a un estado de cromatina.
- Al final de esta fase reaparece la membrana nuclear alrededor de cada grupo de cromátidas formándose nuevamente el núcleo y también los nucléolos.

Finalmente tiene lugar la **citocinesis** o **división del citoplasma celular**. En células animales ocurre por **estrangulación** mediante un anillo contráctil proteico (actina y miosina) que se cierra progresivamente, en células vegetales ocurre por la formación de un **fragmoplasto** o tabique intermedio a cargo del complejo de Golgi que divide a las células hijas, pero las mantiene unidas.

En total se originan cuatro células haploides, semejantes pero genéticamente diferentes, debido al proceso de recombinación ocurrido entre sus cromosomas.

4. Contenido de ADN durante el ciclo celular (meiosis, formación de gametos)



Importancia y significado biológico del proceso meiótico.

Nivel genético: Cada célula hija tiene información genética única y diferente de la célula madre.

Nivel celular: no permite la perpetuación de una estirpe celular (clones celulares).

Nivel orgánico: asegura la variabilidad genética de la descendencia, contribuyendo al proceso evolutivo.

Meiosis:

Esquema fases meiosis, animación y parada en diferentes fases:

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/contenidos7.htm>

Explicación y esquemas INGLÉS

<https://www.accessscience.com/content/article/a413500>

VÍDEO: <http://www.youtube.com/watch?v=JdkmiaJWslM>

INGLÉS VÍDEO: <https://www.youtube.com/watch?v=uck1etJgh34>

Recursos división celular

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/seruni-pluricelulares/contenidos8.htm#mitosis>

Comparación mitosis/meiosis

<https://www.bionova.org.es/animbio/animplus/compmitmeio/compmitmeio.html>

Ciclos biológicos.

El **ciclo vital** o **biológico** de un organismo es el conjunto de etapas por la que transcurre ese organismo desde la formación del cigoto hasta la edad adulta, en la que produce gametos. La clasificación en tres tipos de ciclos biológicos se realiza en función del momento del mismo en el que se produce la meiosis:

CICLOS HAPLONTES

Se habla, por extensión de organismos haplontes, básicamente algas unicelulares. La meiosis se da sobre el cigoto, inmediatamente después de la formación de este, para formar células haploides que darán origen a un adulto haploide que formará gametos por mitosis. Por ese motivo, a la meiosis que se produce en estos ciclos se le suele denominar **meiosis cigótica**.

CICLOS DIPLONTES

Se habla, por extensión de organismos diplontes, fundamentalmente metazoos y protistas. Sufren una **meiosis gamética**, ya que produce gametos. Estos formarán un cigoto, del que se desarrollará un adulto diploide.

CICLOS HAPLODIPLONTES

Se habla, por extensión de organismos haplodiplontes, fundamentalmente metafitas, algas y hongos. Pasan parte de su ciclo vital como haploides y parte como diploides. El cigoto da lugar a un organismo diploide que tras sufrir una **meiosis esporogénica** forma esporas haploides. Estas al germinar, forman otro organismo diferente, haploide, que en algún momento de su vida producirá gametos por mitosis. Estos gametos acabarán dando lugar a un cigoto diploide cuando se produzca la fecundación.



El alumno deberá saber reconocer y representar ejemplos gráficos de las distintas fases de la meiosis para dotaciones cromosómicas determinadas, tanto en células animales como vegetales.

El alumno deberá conocer las diferencias y analogías entre los procesos de división celular mitótica y meiótica

LA HERENCIA. GENÉTICA MOLECULAR

Conceptos básicos de genética.

El alumno deberá conocer términos básicos en genética tales como: carácter, caracteres heredables y no heredables, cualitativos y cuantitativos, gameto, gen, alelo, locus, loci, diploide, haploide, homocigoto, heterocigoto, genotipo, fenotipo, dominante, recesivo, codominancia, herencia intermedia, generación parental, generación filial, así como la nomenclatura utilizada con tales términos.

- **Carácter.**

Cada una de las particularidades morfológicas o fisiológicas que se pueden establecer en una especie (ejemplo: color de ojos)

- **Caracteres heredables.**

Cualquier característica de un ser vivo que sea susceptible de ser transmitida a su descendencia.

Es cada uno de los rasgos funcionales o anatómicos que se transmiten de una generación a otra, en los animales y plantas.

Se transmiten generación tras generación, aunque no aparecen necesariamente en todas las generaciones.

Están determinados por proteínas y la información necesaria para su síntesis, se localiza en los genes.

- **Caracteres no heredables.**

No se transmiten a los descendientes. Son caracteres que aparecen durante la vida del individuo como consecuencia de las condiciones de vida, de enfermedad, un accidente u otra influencia ambiental. (Ejemplo, el desarrollo muscular o el oscurecimiento de la piel).

- **Cualitativos**

Caracteres de fácil clasificación en diferentes categorías fenotípicas. Presentan variación discontinua, y los individuos se pueden agrupar en categorías claramente diferenciadas.

- **Cuantitativos**

Presentan variación continua. Los individuos no se pueden agrupar en categorías claramente diferenciadas, sino que presentan una gama de variación. Están controlados por más de un gen (carácter poligénico). Su análisis es de tipo estadístico.

- **Gameto**

- **Gen**

Es cada fragmento de ADN con información completa para sintetizar una proteína o un carácter determinado. Se localizan en los cromosomas.

- Alelo (o alelomorfo)

Cada forma diferente que puede tener un gen. De la misma manera que un carácter presenta varias manifestaciones, un gen puede tener también varias formas, ya que cada fenotipo se tiene que corresponder con una forma distinta del gen.

- Locus

Lugar físico que un gen ocupa en un cromosoma.

- Loci

- Autosoma o cromosoma somático es cualquier cromosoma que no sea sexual

- Cromosomas sexuales o heterocromosomas, son los responsables de la determinación del sexo de la descendencia.

- Diploide (2n)

- Haploide (n)

- Homocigoto o raza pura: Es un individuo cuyos dos alelos de un par son iguales.

- Heterocigoto o híbridos: Son individuos cuyos dos alelos de un par son diferentes.

- Genotipo

Es el conjunto de alelos de un individuo para uno o varios caracteres. El genotipo es más amplio que el fenotipo, ya que no se manifiestan todos los alelos que poseemos, muchos quedan ocultos, escondidos. En este sentido se puede dar el caso de fenotipos que presentan nuestros abuelos, que nuestros padres no los tienen y, luego, nosotros volvemos a manifestarlos. Este hecho representaría la existencia de unos alelos que han quedado ocultos en nuestros padres.

- Fenotipo

Es cada uno de los aspectos o manifestaciones concretas de un carácter. Dicho de otra manera, es aquello que podemos ver o detectar con nuestros sentidos en un individuo determinado. Se debe a la información concreta (alelos) que posee un ser vivo. Información que viene modificada por la acción de otros alelos y, sobre todo, por la acción del ambiente en que vive ese individuo:

- Dominante / recesivo (A/a)

Es aquella en la que uno de los alelos tiene más fuerza para manifestarse que el otro. Al más fuerte se le denomina ALELO DOMINANTE y al más débil, ALELO RECESIVO. Cuando están juntos el dominante y el recesivo, el dominante se manifiesta mientras que el recesivo queda oculto.

- Codominancia

Es aquella en la que los alelos de un gen tienen la misma fuerza para manifestarse, por lo que ninguno domina sobre el otro. En este caso aparece un nuevo fenotipo que expresa conjuntamente los otros dos.

- Herencia intermedia.

Es aquella en la que los alelos de un gen tienen la misma fuerza para manifestarse, por lo que ninguno domina sobre el otro. En este caso aparece un nuevo fenotipo que es intermedio entre los otros.

- Herencia citoplasmática

Consiste en la transmisión de la información que existe en el DNA de las mitocondrias y, en el caso de los vegetales, también en los cloroplastos, ya que en las células eucarióticas la información del DNA nuclear no es la única que existe. Cuando se da la fecundación, los gametos femeninos aportan, además de la información nuclear, la información citoplasmática.

- Herencia poligénica.

Es la transmisión de información debida a la acción conjunta de más de un gen. El resultado fenotípico final se debe a la suma de la acción parcial de cada gen. También se llama HERENCIA CUANTITATIVA. La presentan la mayoría de caracteres cuantitativos tales como peso, talla, color de la piel, etc.

- Herencia polialélica.

Se debe a la acción de un gen que presenta más de dos alelos. Sucede así con los grupos sanguíneos humanos que están determinados por un gen con tres alelos.

- Herencia ligada al sexo.

Es debida a los genes que se encuentran en los cromosomas sexuales, X o Y, y al manifestarse el fenotipo depende del sexo del individuo. En la especie humana son típicos de esta herencia el daltonismo y la hemofilia.

- Herencia dependiente del sexo.

Es debida a los genes que se encuentran en autosomas y al manifestarse el fenotipo depende del sexo del individuo.

- Generación parental (P)

- Generación filial (F_1 , F_2 ,.....)

- Cruzamiento prueba.

Cruce de un individuo de fenotipo dominante para un carácter con otro homocigótico recesivo, para saber si el de fenotipo dominante es homocigótico o heterocigótico para dicho carácter.

- Retrocruzamiento.

Cruce de un individuo con un antecesor o con un individuo de genotipo idéntico a "éste".

Aportaciones de Mendel al estudio de la herencia.

Leyes de Mendel

1- Primera ley de Mendel o ley de la uniformidad de los individuos de la primera generación filial.

Cuando se cruzan dos individuos de la misma especie que son razas puras (homocigóticos) para un determinado carácter pero que difieran en él, todos los individuos que se obtienen en la primera generación o F₁ son iguales e híbridos o heterocigóticos para ese carácter.

-Si la herencia de este carácter es de tipo dominante estos individuos se parecen a uno de los progenitores al que presenta el carácter dominante.

-Si la herencia es de tipo intermedia los descendientes son todos iguales pero no se parecen a ninguno de los dos progenitores.

P	NN	x	nn
	↓		↓
gametos	N		n
F ₁	Nn		

2- Segunda ley de Mendel o ley de la segregación de los híbridos de la F1

Los factores (genes) que determinan un carácter, proceden cada uno de un progenitor, son independientes y al formarse los gametos se separan. Por ello cuando se cruzan dos individuos híbridos de la primera generación filial (F₁) entre sí, los individuos que se obtienen en la segunda generación no son todos iguales, en algunos de ellos aparecen caracteres de la generación paterna que habían permanecido ocultos en la primera generación.

Si la herencia es dominante:

proporciones genotípicas: 1/4 NN : 2/4 Nn : 1/4 nn

proporciones fenotípicas: 3/4 carácter dominante.: 1/4 carácter recesivo. 3:1

Si la herencia es intermedia:

proporciones genotípicas: 1/4 AA : 2/4 AB : 1/4 BB

proporciones fenotípicas: 1/4 un carácter : 2/4 intermedio : 1/4 otro carácter. 1:2:1

F ₁	Nn	x	Nn	
	↓		↓	
gametos	N	n	N	n
F ₂	NN	Nn	nN	nn

3- Tercera ley de Mendel o ley de la transmisión independiente de los caracteres hereditarios.

Cada uno de los caracteres se transmite a la descendencia independientemente de los demás; es decir los pares de alelos que determinan cada uno de los diferentes caracteres se transmiten a la descendencia independiente de los demás y de acuerdo con la 1ª y 2ª ley y se combinan entre sí de todas las maneras posibles.

Para enunciar esta ley Mendel se fijó en dos caracteres a la vez.

Primero cruzó dos individuos que fuesen razas puras para esos dos caracteres y que se diferencien en ellos (generación paterna P).

Resultados de la F₁:

Genotipo: Todos híbridos para los dos caracteres.

Fenotipo: Si la herencia de los dos caracteres es dominante todos presentan los dos caracteres dominantes.

Después cruzó dos individuos de la F₁ entre sí

Resultados de la F₂:

Genotipos: ver tabla

Fenotipo: 9 dominantes dos caracteres: 3 dominantes uno y recesivo otro: 3 recesivo uno dominante otro:1 recesivos dos caracteres.

Hoy sabemos que esta ley no se cumple siempre, solo se cumple si los pares de alelos que determinan esos dos caracteres están situados en parejas de cromosomas homólogos diferentes, ya que si van en una misma pareja se transmiten conjuntamente. Los genes que van en una misma pareja se denominan **genes ligados**.

El alumno deberá conocer e interpretar las leyes mendelianas y saber resolver ejercicios prácticos relativos a las mismas con uno o dos caracteres, de genealogías de caracteres humanos (pedigrí); de cruzamiento prueba y de retrocruzamiento con monohíbridos.

PROBLEMAS GENÉTICA MENDELIANA:

http://www.biogeoclaret.es/pdfs/2bac/bio2/prob_gen.pdf

<http://cienciasrevolucion.files.wordpress.com/2012/03/genetica-sin-resolver.pdf>

Apuntes

<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448609964.pdf>

Teoría cromosómica de la herencia.

Las leyes de Mendel se redescubrieron a partir de 1900, cuando comenzó a desarrollarse la genética moderna. En 1902, Sutton, y en 1903, Boveri, plantearon que los cromosomas eran los portadores de la herencia.

Como los cromosomas contienen los elementos hereditarios o genes, podemos suponer que cuando se separan en la meiosis cada uno pasa a una célula distinta, lo que cumpliría la primera ley de Mendel.

El conocimiento de los cromosomas y de la reproducción celular (mitosis y meiosis) se produjo antes de que otros científicos, como Hugo de Vries, redescubrieran las leyes de Mendel a principios del siglo XX.

La teoría cromosómica de la herencia surge al relacionar los conocimientos científicos de la célula con los experimentos realizados por Mendel.

Sus principales postulados son:

- Los genes que determinan los factores hereditarios del fenotipo se localizan en los cromosomas.
- Cada gen ocupa un lugar específico o *locus* (en plural es *loci*) dentro de un cromosoma concreto.
- Los genes (o sus *loci*) se encuentran dispuestos linealmente a lo largo de cada cromosoma.
- Los genes alelos (o factores antagónicos) se encuentran en el mismo locus de la pareja de cromosomas homólogos, por lo que en los organismos diploides cada carácter está regido por un par de genes alelos.

Al fenómeno genético de la herencia le corresponde un fenómeno citológico de intercambio de segmentos cromosómicos en la meiosis (recombinación).

Los cromosomas homólogos contienen series idénticas de *loci*, y los genes que ocupan *loci* homólogos son *los alelos* o *factores antagónicos*.

Los genes que están muy cercanos dentro del mismo cromosoma tienden a heredarse juntos (genes ligados).

Herencia ligada al sexo. Aportaciones de Morgan (1910) y de Bridges (1914) sobre la base cromosómica de la herencia mendeliana.

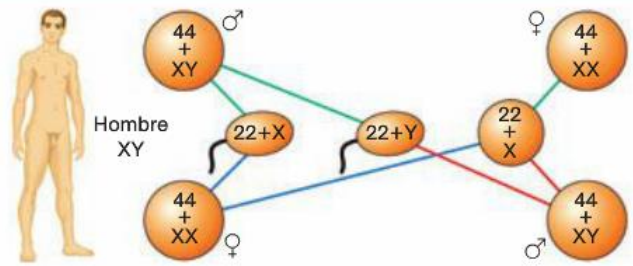
*No se exigirá la resolución de problemas de herencia ligada al sexo, pero **el alumno sí deberá conocer** los tipos de determinismo sexual.*

SISTEMAS DE DETERMINACIÓN CROMOSÓMICA DEL SEXO

SISTEMA XX/XY

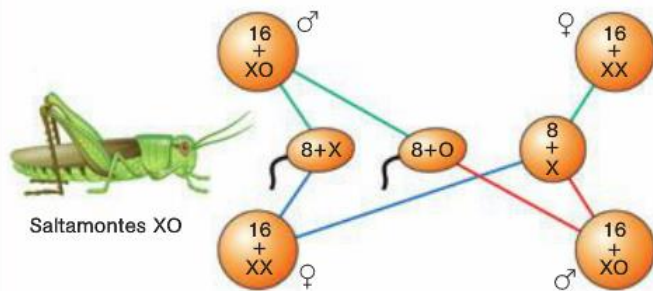
Es el tipo de determinación de la especie humana y de otros muchos animales (mamíferos, equinodermos, moluscos y gran número de artrópodos).

Los cromosomas sexuales se denominan X e Y en función de su forma. Las hembras tienen una dotación XX y son de sexo **homogamético**, ya que todos los gametos que producen llevan el cromosoma X, mientras que los machos son XY, es decir, de sexo **heterogamético**, puesto que la mitad de los gametos producidos portan el cromosoma X y la otra mitad el Y.



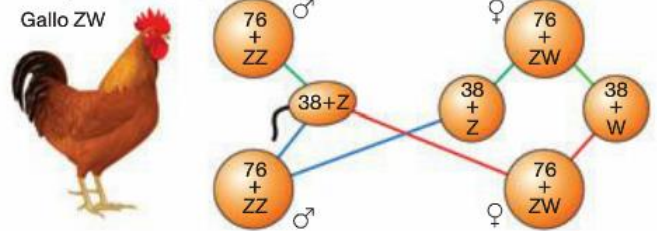
SISTEMA XX/XO O ZZ/ZO

Este tipo de determinación es propio de algunos insectos, que se caracterizan porque uno de los dos sexos solo posee un cromosoma sexual.

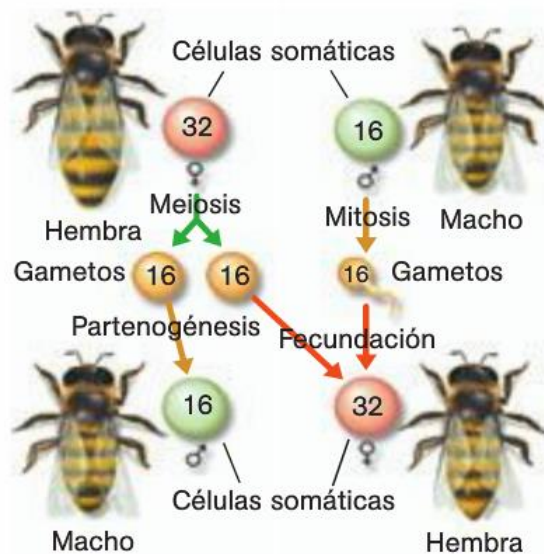


SISTEMA ZZ/ZW

Tipo de determinación propia de las aves, de algunos anfibios y reptiles, y de lepidópteros (mariposas). Se utiliza la notación ZZ/ZW para no confundir con la determinación XX/XY, ya que en este sistema son las hembras las **heterogaméticas** (ZW), mientras que los machos son **homogaméticos** (ZZ).



DETERMINACIÓN DEL SEXO EN ABEJAS



Ligamiento y recombinación. Concepto.

LIGAMIENTO

Cualquier especie tiene pocos cromosomas comparado con el número de caracteres, por lo que cada cromosoma tiene que contener muchos genes.

Los genes que están en cromosomas distintos se reparten entre los gametos de forma independiente unos de otros, pero los genes situados muy próximos dentro del mismo cromosoma

tienden a heredarse juntos, por lo que se les llama **genes ligados**. Pueden estar ligados tanto en autosomas como en cromosomas sexuales.

Lógicamente, si se trata de genes ligados, las proporciones fenotípicas obtenidas en sus cruces serán diferentes.

Por ejemplo, cuando en un individuo diheterocigoto (AaBb) se realiza un cruzamiento prueba (AaBb * aabb), el resultado, si no son genes ligados, es una descendencia con una proporción 1:1:1:1 (AB:Ab:aB:ab). Pero si se trata de genes ligados, la proporción fenotípica obtenida sería 1:1, puesto los genes tienden a transmitirse juntos.

Si el resultado obtenido es muy diferente a la proporción 1:1:1:1 puede hacernos pensar que hay ligamiento entre los genes. Pero que los genes estén ligados no quiere decir que siempre se transmitan juntos, puesto que las cromátidas homólogas, en la profase I meiótica, se intercambian fragmentos cromosómicos en la recombinación. Entonces, se obtienen unos fenotipos iguales a los *parentales* (los de mayor frecuencia) y otros, menos frecuentes, que son los *recombinantes*.

RECOMBINACIÓN

En la meiosis, cada cromosoma se duplica y se obtienen dos *cromátidas hermanas idénticas*. Los cromosomas homólogos se aparean (**sinapsis**) y se produce el entrecruzamiento entre las cromátidas no hermanas (de dos cromosomas distintos). Dos de estas cuatro cromátidas se rompen y unen por cualquier punto, intercambiando material genético. De este modo, hay dos cromátidas que permanecen intactas, no han tenido entrecruzamiento, que se les llama *no recombinantes* o *tipo parental* y otras dos cromátidas que sí son *recombinantes*.

Límites de la recombinación

Cuando dos *loci* están tan separados dentro del mismo cromosoma que existe una probabilidad del 100 % de que se forme un quiasma entre ellos, producirán unos fenotipos similares a los que producirían si estuvieran en cromosomas distintos. Es decir, el 50 % de los gametos serán de tipo parental (no recombinantes) y el 50% de tipo recombinante.

La frecuencia de recombinación entre dos genes ligados es constante y característica de ese par de genes. No puede superar el 50%, incluso cuando existan múltiples entrecruzamientos entre ellos. La frecuencia de recombinación aumenta cuanto más distanciados estén esos genes, ya que es mayor la longitud del fragmento del cromosoma en la que puede producirse el cruzamiento.

Elaboración de un mapa cromosómico

Si se conoce la frecuencia de entrecruzamiento entre dos genes, se puede saber la distancia entre ellos, y por tanto, la posición (**locus**) que ocupa cada gen dentro del cromosoma.

La unidad de recombinación (o unidad de mapa) se denomina *centimorgan*, y equivale a la distancia que existe entre dos puntos del cromosoma, cuya frecuencia de recombinación será del 1%.

Con los datos de distancias entre los genes se pueden hacer mapas cromosómicos, que contienen la información genética de la especie.

Genética Molecular

El ADN como depositario de la información genética

Experimentos de Griffith (1928) sobre transformación bacteriana.

Experimentos Avery, McLeod y McCarthy (1944)

<https://prezi.com/znxdolcnhamu/experimento-avery-mccarty-y-mcleod/>

Experimentos de Hershey y Chase con fagos T4

<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-56185/01-Base%20molecular%20de%20la%20herencia.pdf>

<https://es.khanacademy.org/science/biology/dna-as-the-genetic-material/dna-discovery-and-structure/a/classic-experiments-dna-as-the-genetic-material>

Concepto de gen.

Un gen, una cadena polipeptídica.

Características de los genes en organismos:

Procariotas:

Cromosoma circular, los genes son continuos

Plásmidos

Eucariotas:

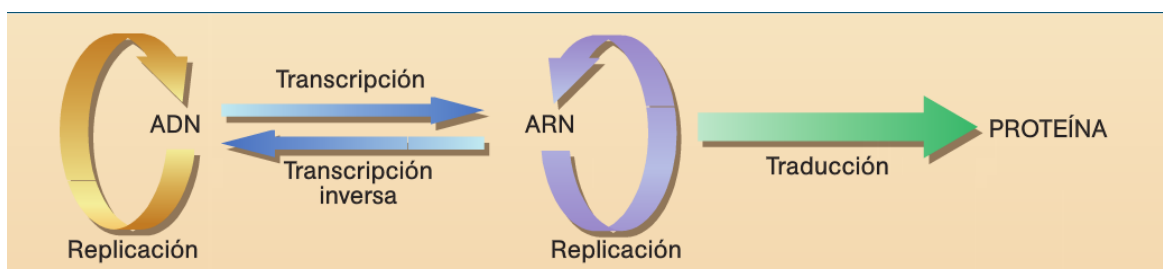
ADN núcleo

- secuencias repetitivas, genes con intrones (se transcriben y no se traducen) y exones (se transcriben y se traducen)
- Proteínas (histonas)

ADN cloroplastos y mitocondrias (como células procariotas)

ADN circular sin histonas, sin intrones

Expresión de la información genética: El Dogma Central de la Biología molecular



Replicación del ADN

Finalidad del proceso e importancia biológica.

Etapa del ciclo celular donde tiene lugar: período S de la interfase

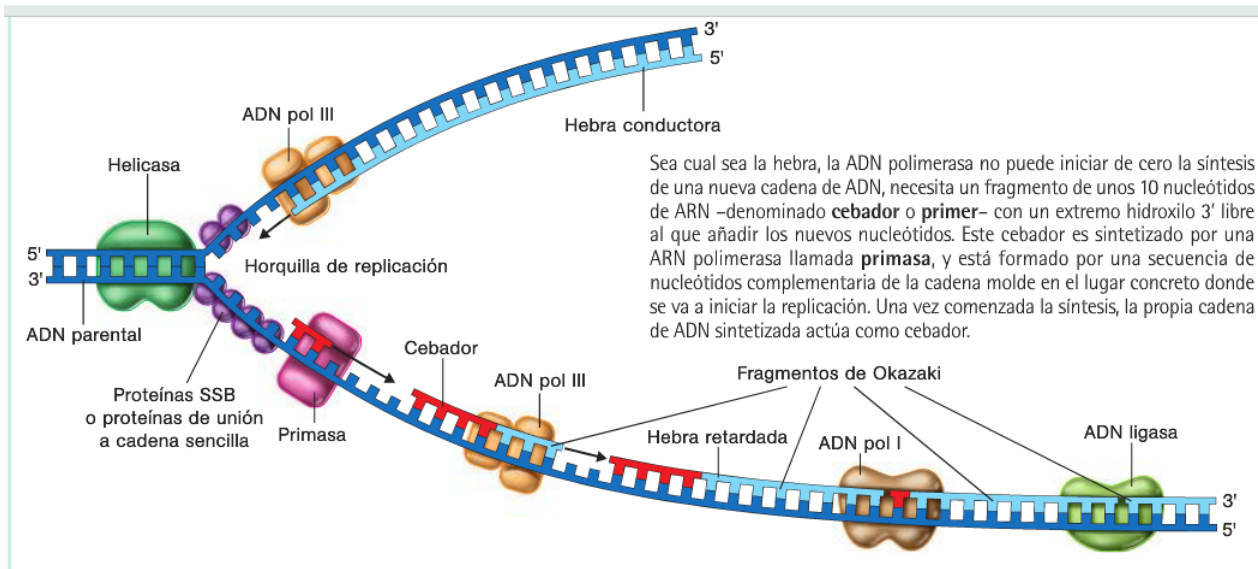
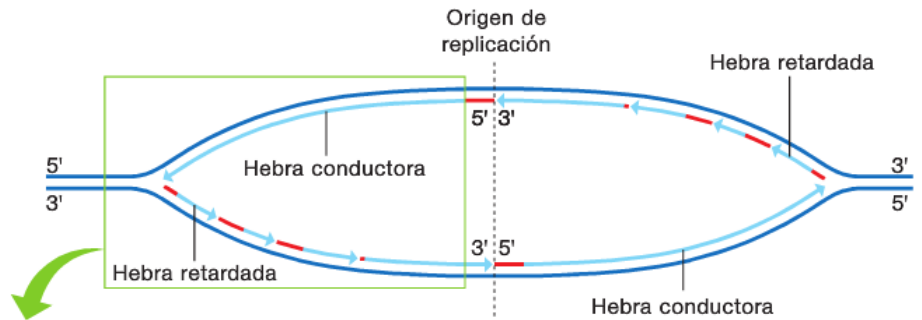
Características del mecanismo de replicación: semiconservativa, bidireccional, adición de nucleótidos de 5' a 3', punto de inicio (multifocal o unifocal), semidiscontinua.

Enzimas implicados: helicasas, topoisomerasas, ADN polimerasa, primasa.

Elementos necesarios: SSB (RPA eucariotas), desoxirribonucleótidos trifosforilados, cadena molde, cebador o primer.

Cuando se forma la **burbuja de replicación**, la ADN polimerasa solo puede unir nucleótidos en uno de los dos sentidos (dado que las dos hebras son antiparalelas).

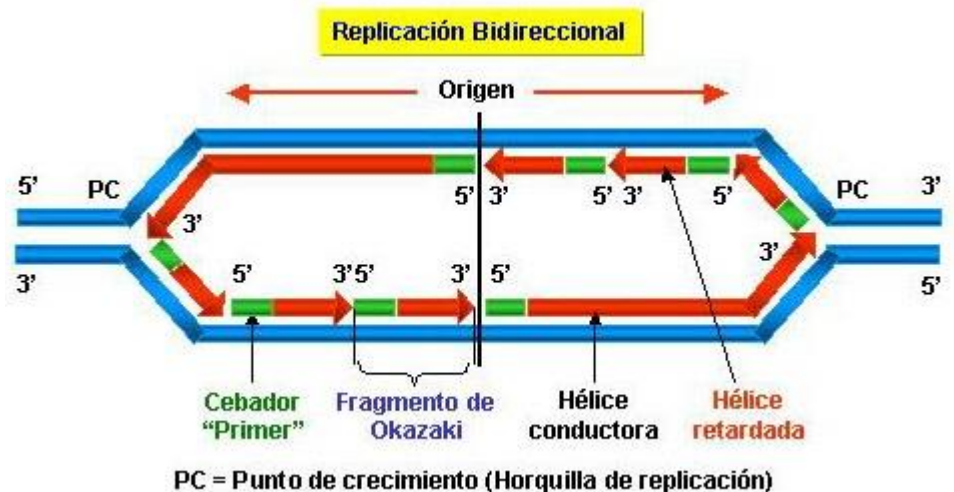
La síntesis de una de las nuevas hebras se realiza sin interrupciones en sentido 5' → 3' y se requiere un solo cebador. Esta hebra sintetizada de manera continua es la **conductora** o **líder**.



Etapas de la replicación:

1. Inicio
2. Elongación:
 - Hebra conductora o líder
 - Hebra retardada
3. Terminación:
 - Eliminación de cebadores
 - ADN ligasa

Dirección
síntesis 5'-----> 3'
lectura 3'-----> 5'



ADNpol I, eliminación primer, replicación, revisión y reparación
ADNpol II, reparación

ADNpol III, replicación y revisión

Fragmentos Okazaki:

- Procariotas: 1000-2000 nucleótidos
- Eucariotas: 100-200 nucleótidos

Replicación:

<https://www.youtube.com/watch?v=YqjbmRQcyfM>

<https://www.youtube.com/watch?v=UdE8io9eBQE>

<https://www.youtube.com/watch?v=dKubyIRiN84> (inglés)

Corrección de errores

El proceso de replicación no termina hasta que no se ha comprobado que la secuencia de nucleótidos de la nueva cadena es correcta. Si no es así, hay que detectar y corregir los errores que se hubieran producido.

Aunque la ADN polimerasa III sólo une los nucleótidos complementarios a la cadena molde, a veces hay errores que es necesario eliminar. Las enzimas nucleasas se encargan de quitar el nucleótido mal emparejado. Por eso se producen tan pocos errores durante la replicación (1 de cada 10^8 bases aproximadamente), aunque no es despreciable, ya que en los organismos pluricelulares el número de nucleótidos de una cadena es muy grande.

Por ello, existe un **mecanismo de reparación de errores** tras la replicación en el que participan varias **enzimas**:

- Endonucleasas que detectan los errores y cortan la cadena de ADN errónea. Comprueban que el último desoxirribonucleótido añadido es el complementario al de la cadena molde, y si no es así, lo reemplaza por el correcto.
- Exonucleasas que eliminan los nucleótidos colocados incorrectamente.
- ADN polimerasas, que eliminan los nucleótidos erróneos por su acción exonucleasa, y sintetizan la parte correspondiente al trozo eliminado. Ambas acciones las pueden realizar la ADN polimerasa I.
- ADN ligasas que unen los segmentos generados al resto de la cadena de ADN.

Después de la corrección de estos errores, éstos descienden hasta uno por cada 10^{10} bases añadidas.

Aunque con una frecuencia muy baja, existen errores que se escapan a los mecanismos de control. Pero esto no tiene por qué ser negativo, ya que es el origen de las mutaciones, creando variabilidad genética y permitiendo la evolución de la especie.

Diferencias entre el proceso replicativo en procariotas y en eucariotas

Replicones (múltiples puntos de origen de replicación)

Cinco ADN polimerasas (α , β , γ (mitocondrial), δ , ϵ)

Histonas: se duplican durante la replicación. Las viejas se incorporan a la hebra conductora.

Eliminación de télómeros (telomerasa)

Telomerasa:

<https://www.youtube.com/watch?v=nzlt8oit32o>

Transcripción

Concepto (cadena ADN molde, y cadena codificante o informativa)
Localización celular de este proceso en procariontas y eucariotas.

Mecanismo y etapas de la transcripción del ARN-m:

Enzimas implicados: ARN polimerasa

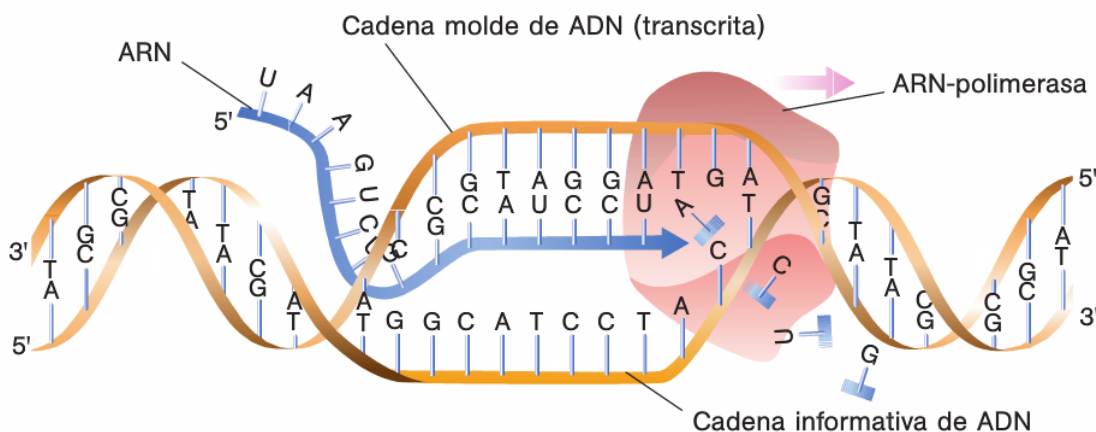
Iniciación:

- Centros promotores (TATA Box): secuencia de ADN localizada en la cadena molde a la que se une la ARN pol
- Unión de factores de transcripción.
- La ARN pol, abre la doble hélice de ADN
- Cadena ADN: codificante: 5'----→3'
molde: 3'-----→5' (es la que se transcribe)

Elongación:

Adición de sucesivos ribonucleótidos complementarios de la cadena molde
Dirección

- síntesis 5'-----→3'
- lectura 3'-----→5'



Terminación:

Señales de terminación. Secuencia palindrómica, bases G y C, seguidas de varias T, que forman un bucle en el ADN.

El ARNm se lee directamente.

Los ARNr y ARNt: se localizan varias copias en el transcrito primario, y se debe cortar en fragmentos más pequeños por enzimas específicas.

Vídeo transcripción <https://www.youtube.com/watch?v=qOA25GbUkdA>

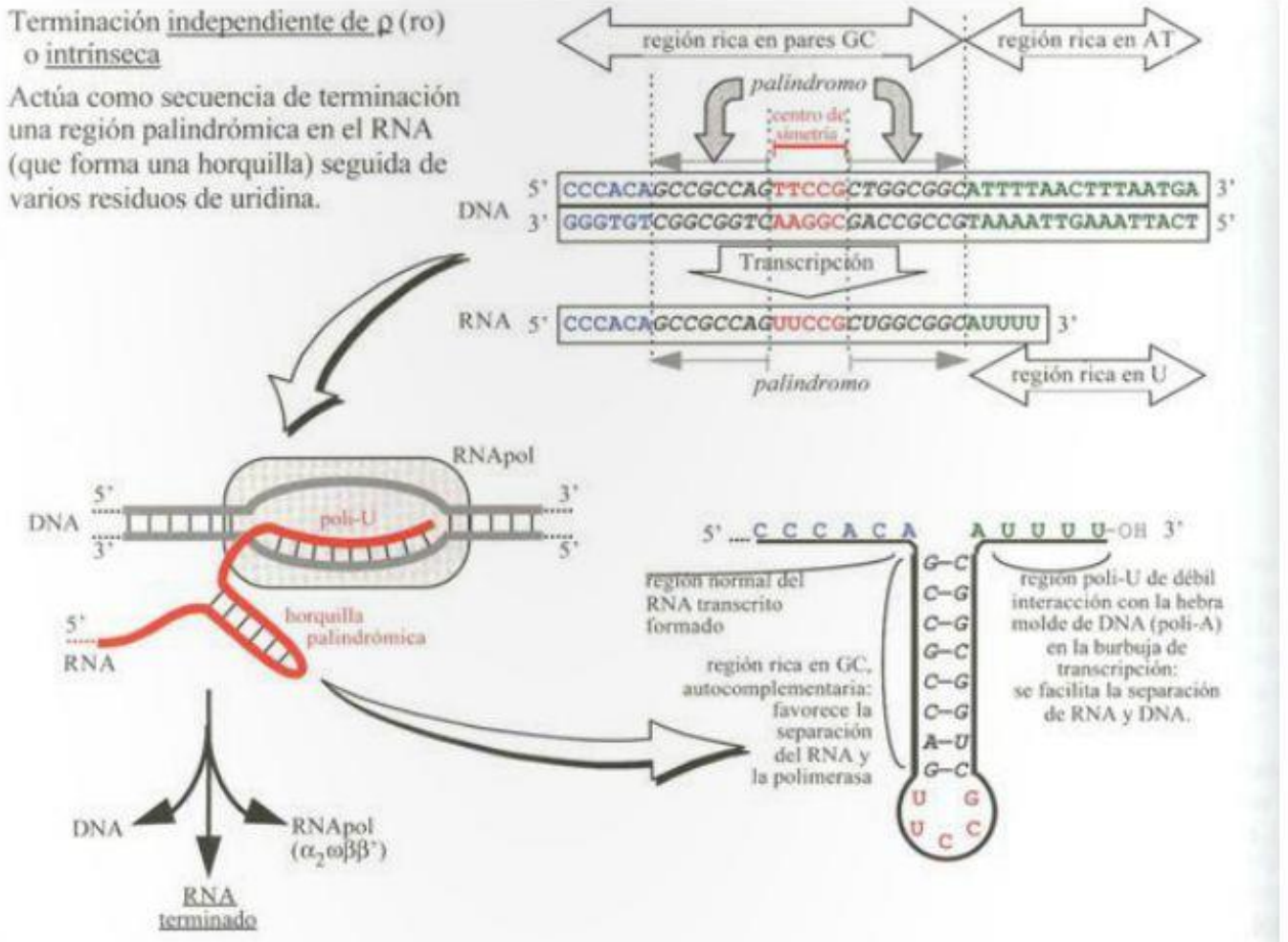
Diferencias de la transcripción en eucariotas y procariotas

Tienen tres ARN polimerasas (I para ARNr, II para ARNm, III para ARNt y ARNr pequeños)

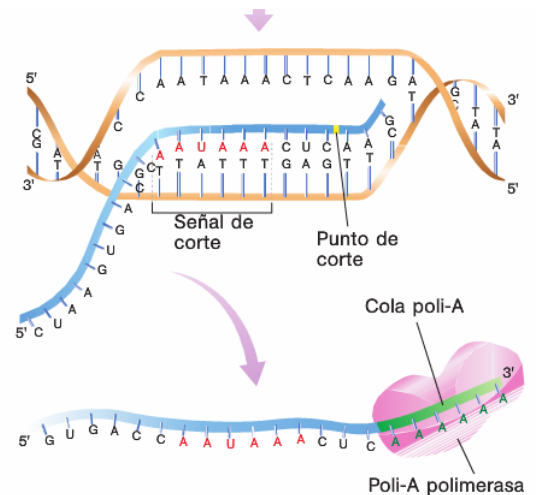
Unión de una “caperuza” de metil-guanosín-fosfato, en extremo 5’ (señal inicio lectura), tras los 30 primeros nucleótidos.

Terminación:

EN PROCARIOTAS

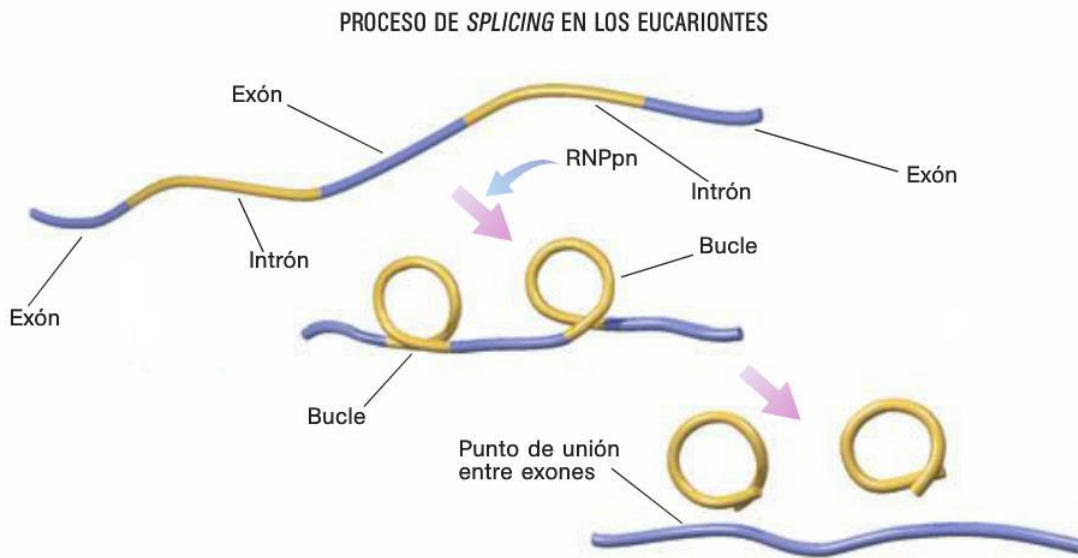


- corte del ARN señal de poliadenilación (AAUAAA), antes del punto de corte
- cola poli-A en 3’ (maduración y transporte del ARN fuera del núcleo)



Procesamiento o **maduración** de los ARN-m en eucariotas.

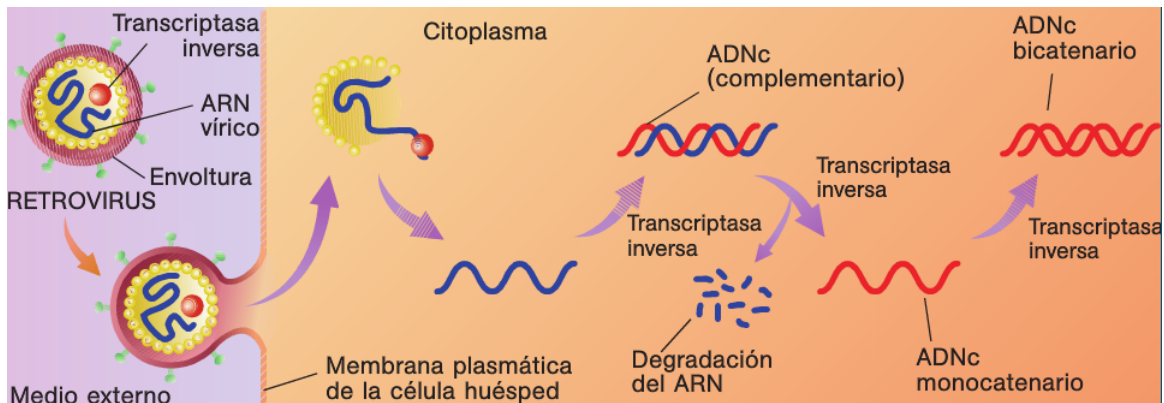
- Tránsito primario con ARNm, ARNt, ARNr
- Formado por intrones y exones
- Eliminación de intrones y unión de exones, con la enzima ribonucleoproteína pequeña nuclear (RNPpn): **splicing**
- Un mismo gen puede madurar de diferentes maneras: **splicing diferencial**



La retrotranscripción

Concepto.

Explicación del proceso en un retrovirus.



Traducción

El código genético

Concepto: es el conjunto de reglas que define la traducción de una secuencia de nucleótidos en el ARN a una secuencia de aminoácidos en una proteína en todos los seres vivos. El código define la relación entre secuencias de tres nucleótidos, llamadas codones, y aminoácidos. De ese modo, cada codón se corresponde con un aminoácido específico.

Características:

- **El código está organizado en tripletes o codones:** cada tres nucleótidos (triplete) determinan un aminoácido. No presenta imperfecciones.
- **El código genético es degenerado:** existen más tripletes o codones que aminoácidos, de forma que un determinado aminoácido puede estar codificado por más de un triplete.
- **El código genético es no solapado o sin superposiciones:** un nucleótido solamente pertenece a un único triplete.
- **La lectura es "sin comas":** el cuadro de lectura de los tripletes se realiza de forma continua "sin comas" o sin que existan espacios en blanco.
- **El código genético nuclear es universal:** el mismo triplete en diferentes especies codifica para el mismo aminoácido. La principal excepción a la universalidad es el código genético mitocondrial, algunas bacterias, algunos protozoos.

<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-56185/08-C%C3%B3digo%20Gen%C3%A9tico-caracter%C3%ADsticas%20y%20desciframiento.pdf>

		Segunda base					
		U	C	A	G		
P r i m e r a b a s e	U	UUU } Fen	UCU } Ser	UAU } Tir	UGU } Cis	U C A G	T e r c e r a b a s e
		UUC } Fen	UCC } Ser	UAC } Tir	UGC } Cis		
		UUA } Leu	UCA } Ser	UAA } Alto	UGA } Alto		
		UUG } Leu	UCG } Ser	UAG } Alto	UGG } Trp		
C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U C A G	U C A G	
	CUC } Leu	CCC } Pro	CAC } His	CGC } Arg			
	CUA } Leu	CCA } Pro	CAA } Glu	CGA } Arg			
	CUG } Leu	CCG } Pro	CAG } Glu	CGG } Arg			
A	AUU } Ile	ACU } Tre	AAU } Asn	AGU } Ser	U C A G	U C A G	
	AUC } Ile	ACC } Tre	AAC } Asn	AGC } Ser			
	AUA } Ile	ACA } Tre	AAA } Lys	AGA } Arg			
	AUG } Met inicio	ACG } Tre	AAG } Lys	AGG } Arg			
G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gli	U C A G	U C A G	
	GUC } Val	GCC } Ala	GAC } Asp	GGC } Gli			
	GUA } Val	GCA } Ala	GAA } Glu	GGA } Gli			
	GUG } Val	GCG } Ala	GAG } Glu	GGG } Gli			

Traducción

Concepto

El ADN se ha transcrito en el núcleo, y el ARNm que se ha formado contiene toda la información necesaria para poder sintetizar las proteínas en el citoplasma.

A la biosíntesis de proteínas se le llama traducción, ya que se produce un cambio de lenguaje, pasando de una secuencia de nucleótidos a una secuencia de aminoácidos.

El ARNm lleva esta información hasta los ribosomas, donde se producirá la traducción, pasando del idioma de los ácidos nucleicos (combinaciones de cuatro letras: A, U, C y G) al idioma de proteínas (combinaciones de veinte aminoácidos). Son los ribosomas los que leen las bases nitrogenadas de los ARNm y traducen en aminoácidos.

La secuencia de nucleótidos del ARNm se divide, de tres en tres, formando **tripletes** o **codones**. Cada uno de estos tripletes codifica un aminoácido específico. El ribosoma y las moléculas de ARNt traducen este código para producir proteínas. Las correspondencias entre cada codón (triplete) y aminoácido están determinadas por el código genético.

La traducción se realiza en dos fases:

- Las enzimas aminoacil-ARNt sintetasas se encargan de reconocer a un aminoácido determinado (20 enzimas diferentes, una para cada aminoácido) y a una secuencia de bases del ARNt cercana al punto donde se unirá el aminoácido. Estas secuencias son características para cada aminoácido y diferentes al anticodón. Estas enzimas permiten que se una cada aminoácido con su ARNt.
- Después, el ARNt con su aminoácido se une, por su *anticodón*, al *codón* correspondiente del ARNm. El ribosoma es que permite que se realice esta unión.

Localización celular en procariotas y eucariotas: citosol

Función de los distintos ARN y de los ribosomas

En el proceso de traducción intervienen de forma fundamental los tres tipos más frecuentes de RNAs, cada uno con una función complementaria para llevar a cabo de forma conjunta el proceso:

- RNA-mensajero (RNA-m): es el encargado de transportar la información genética desde el núcleo hasta los ribosomas con el fin de que pueda ser expresada en forma de proteínas.
- RNA-ribosómico (RNA-r): forma parte esencial de las dos subunidades que constituyen los ribosomas.
- RNA-transferente (RNA-t): juega un papel fundamental transportando a los aminoácidos hasta los ribosomas en el orden correcto en que deben unirse para formar una proteína determinada, según la información genética.

Elementos necesarios:

- Ribosomas
- ARNm
- Aminoácidos
- ARNt
- Enzimas y energía (GTP)

Fases del proceso

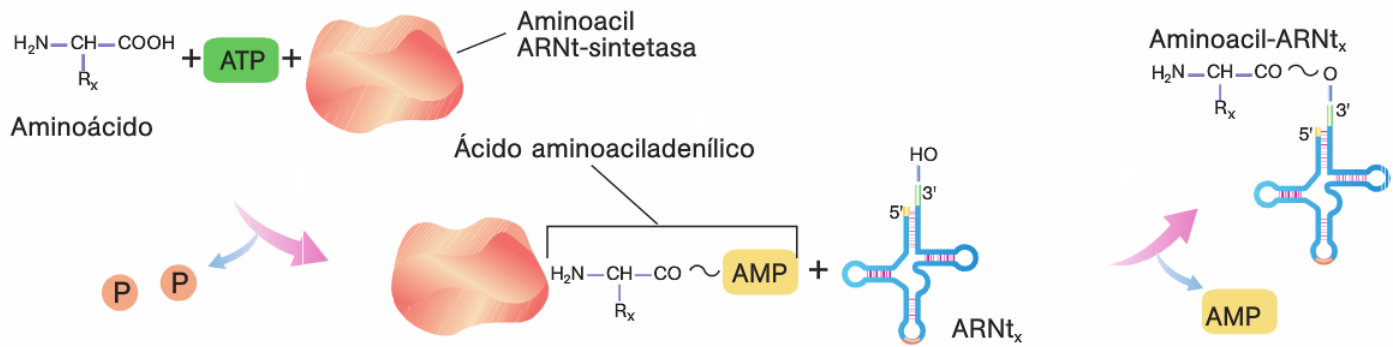
1. Iniciación

Activación de los aminoácidos:

Unión AA-ARNt

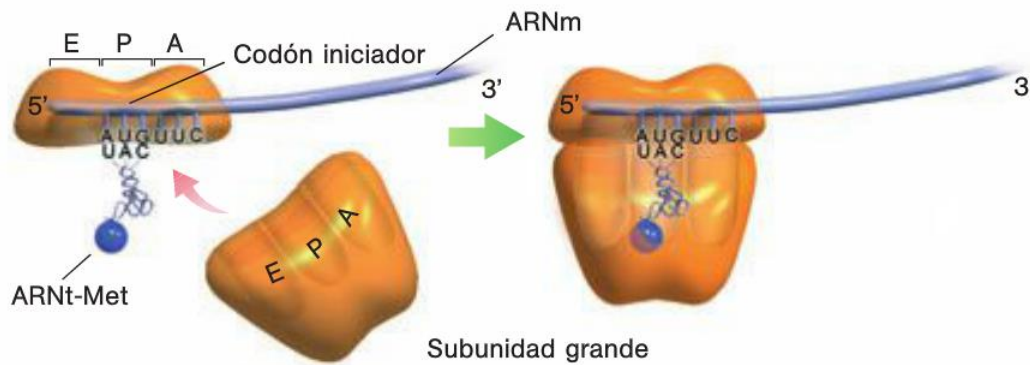
- Enzima ARNt-sintetasa
- Unión por el grupo carboxilo del aminoácido y el extremo 3' del ARNt
- Formación del complejo aminoacil-ARNt

REACCIÓN DE ACTIVACIÓN DE UN AMINOÁCIDO



Formación del complejo de iniciación:

Subunidad pequeña del ribosoma + ARNm + aminoacil-ARNt de Met (o N-formil metionina)

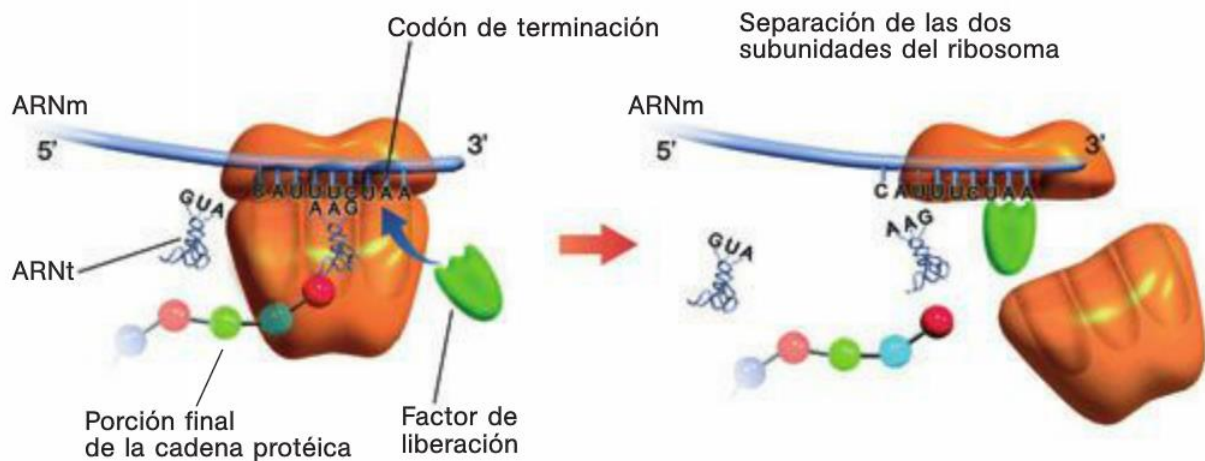


2. Elongación

- Alargamiento de la cadena proteica
- Enzima peptidil transferasa
- Lectura ARNm: 5'-----→3'
- Translocación del ribosoma en dirección 5'-----→3'

3. Terminación

- Codón de terminación
- Factores de liberación



Vídeos explicación proceso de traducción:

<https://www.youtube.com/watch?v=YoyFpumWtHo>

<http://biomodel.uah.es/biomodel-misc/anim/traduc/traduc1.htm>

INGLÉS <http://vcell.ndsu.nodak.edu/animations/translation/index.htm>

Tanto en procariontas como eucariotas un ARNm puede ser leído por más de un ribosoma a la vez (polisoma o polirribosoma)

Diferencias de la traducción en procariontas y eucariotas.

- Localización y tipo de ribosomas
- En procariontas transcripción y traducción son simultáneas
- AA inicio síntesis

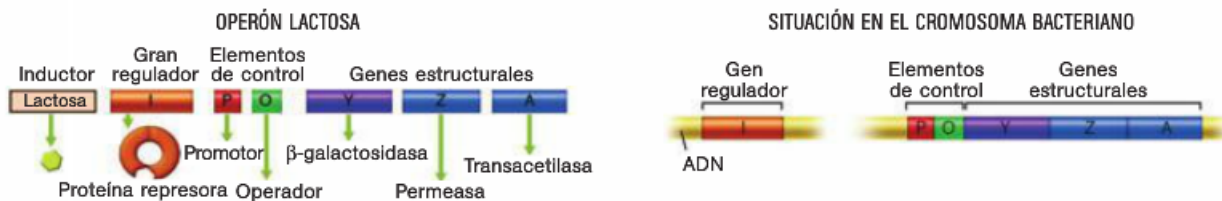
Regulación síntesis:

PROCARIOTAS, modelo del operón

1. Genes estructurales
2. Promotor
3. Operador
4. Gen regulador (represor)
5. Inductor

EL OPERÓN LACTOSA

El operón mejor estudiado es el operón lactosa (operón lac), que regula la síntesis de las enzimas implicadas en el metabolismo de la lactosa.



EUCARIOTAS, expresión génica diferencial

- Antes de la transcripción: condensación cromatina (heterocromatina)
- Controles transcripcionales: factores de transcripción que controlan la unión de ARN pol al promotor
- Controles postrcripcionales
 1. Splicing diferencial
 2. Degradación del ARNm
 3. Procesamiento después de la traducción

El alumno deberá saber resolver ejercicios prácticos de replicación, transcripción, de aplicación del código genético, así como la elaboración e interpretación de esquemas de los procesos dados.

Alteraciones de la información genética

Concepto de:

Mutación es una alteración o cambio en la información genética (genotipo) de un ser vivo y que va a producir un cambio de características de éste, se presenta súbita y espontáneamente, y que se puede transmitir o heredar a la descendencia.

Mutante es un organismo que ha sufrido una mutación.

Clasificación de las mutaciones

1. Extensión de material genético afectado

Puntuales o génicas: provocan cambios en la secuencia de nucleótidos de un gen.

1. Sustituciones de bases

- Transiciones (sustitución de base púrica por púrica o pirimidínica por pirimidínica)
- Transversiones (Base púrica por pirimidínica o viceversa)

Consecuencias: mutación silenciosa, cambio de un aminoácido, modificación de codones de terminación.

2. Corrimiento de la pauta de lectura

- Inserciones
- Deleciones

Consecuencias: a partir del punto de mutación, se modifican todos los codones.

TIPO DE MUTACIÓN	CONSECUENCIAS									
SIN MUTACIÓN	ADN:	GAT	GGT	CGT	CAG	ACG	TCT	TGT		
	ARNm:	CUA	CCA	GCA	GUC	UGC	AGA	ACA		
	Proteína:	Leu	Pro	Ala	Val	Cys	Arg	Thr		
	Símil lingüístico:	dos	por	dos	son	más	que	uno		
TRANSICIÓN	ADN:	GAT	GGT	CGT	CGG	ACG	TCT	TGT		
	ARNm:	CUA	CCA	GCA	GCC	UGC	AGA	ACA		
	Proteína:	Leu	Pro	Ala	Ala	Cys	Arg	Thr		
	Símil lingüístico:	dos	por	dos	sen	más	que	uno		
TRANSVERSIÓN	ADN:	GAT	GGT	CGT	CCG	ACG	TCT	TGT		
	ARNm:	CUA	CCA	GCA	GGC	UGC	AGA	ACA		
	Proteína:	Leu	Pro	Ala	Gly	Cys	Arg	Thr		
	Símil lingüístico:	dos	por	dos	sin	más	que	uno		
INSERCIÓN	ADN:	GAT	GGT	CGT	TCA	GAC	GTC	TTG	T	
	ARNm:	CUA	CCA	GCA	AGU	CUG	CAG	AAC	A	
	Proteína:	Leu	Pro	Ala	Ser	Leu	Gln	Asn		
	Símil lingüístico:	dos	por	dos	sso	nmá	sq	eun	o	
DELECIÓN	ADN:	GAT	GGT	CGT	CAG	ACT	CTT	GT		
	ARNm:	CUA	CCA	GCA	GUC	UGA	GAA	CA		
	Proteína:	Leu	Pro	Ala	Val	Parada				
	Símil lingüístico:	dos	por	dos	son					

Cromosómicas: afectan a la estructura de un cromosoma, modificando la disposición de los genes de un cromosoma.

- Deleciones o deficiencias
- Duplicaciones o repeticiones
- Translocaciones
- Inversiones

TIPOS DE MUTACIONES CROMOSÓMICAS	
DELECIONES O DEFICIENCIAS	DUPLICACIONES O REPETICIONES
<p>Delección: a b f g h i j</p> <p>Deficiencia: c d e f g h i j</p> <p>Es delección cuando falta un segmento cromosómico, y deficiencia si el segmento que falta está en el extremo del cromosoma.</p>	<p>Aparece un segmento cromosómico más de una vez, en el mismo cromosoma o en otro.</p>
TRANSLOCACIONES	INVERSIONES
<p>Es el cambio de localización de un segmento cromosómico. La translocación puede ser recíproca con intercambio entre dos cromosomas no homólogos, o no recíproca o transposición cuando no se produce intercambio.</p>	<p>Son segmentos cromosómicos que han girado 180°, por lo que su secuencia génica queda invertida con respecto a la del resto del cromosoma. Son pericéntricas si el fragmento invertido incluye el centrómero, y paracéntricas en caso contrario.</p>

Se conocen ciertas secuencias de ADN llamadas **transposones**, que tienen la capacidad de cambiar de lugar dentro del genoma, de forma autónoma. La razón de ello es que contienen el gen que codifica para la enzima **transposasa**, con capacidad de cortar el segmento del transposón y “saltar” e insertarlo en otro lugar del ADN. Esto provoca la aparición de una delección en el lugar dónde se ubicaba el transposón, y una adición en el lugar de destino, dónde se inserta.

Consecuencias:

Translocaciones e inversiones, no producen variación del número de genes, por lo que afectan poco al portador, aunque puede alterar la expresión del gen al modificar su regulación.

Deleciones y duplicaciones, producen una modificación del número normal de genes.

Todas pueden dificultar la meiosis en el portador, interfiriendo en el emparejamiento correcto de los cromosomas homólogos.

Genómicas: son aquellas que alteran el número de cromosomas característico de una especie, se originan normalmente durante la meiosis.

- Euploidías, alteración en el número normal de dotaciones cromosómicas
 1. Monoploidía
 2. Poliploidía (alopoliploidía)

- Aneuploidias, los individuos afectados presentan un cromosoma de más o de menos.
 1. Trisomía ($2n+1$)
 2. Monosomía ($2n-1$)

ANEUPLOIDÍAS HUMANAS MÁS FRECUENTES			
Síndrome	Mutación	Frecuencia	Características y síntomas
DOWN	Trisomía 21	1/700	Minusvalía psíquica, constitución física y facial característica, alteraciones cardíacas y oculares.
EDWARDS	Trisomía 18	1/6000-1/13000	Anomalías en la forma de la cabeza, boca pequeña, mentón huidizo, lesiones cardíacas.
PATAU	Trisomía 13	1/4600	Labio leporino, lesiones cardíacas, polidactilia.
KLINEFELTER	44 autosomas más XXY	1/2000	Hombres estériles, testículos poco desarrollados y con una tendencia a la feminidad en sus caracteres físicos.
TRIPLO X	44 autosomas más XXX	1/1000	Frecuentemente, son mujeres normales y solo en algunos casos presentan menor desarrollo físico y mental.
DUPLO Y	44 autosomas más XYY	1/2000	En la mayoría de los casos son hombres normales, más altos que la media, con bajo coeficiente intelectual y tendencia a la agresividad.
TURNER	44 autosomas más X	1/5000	Son mujeres estériles y con escaso desarrollo de los caracteres sexuales.

2. Tipo de células afectadas

- Germinales
- Somáticas. Mosaicismo, mutación somática en el desarrollo embrionario.

Agentes mutagénicos

Sustancias químicas o formas de energía que interaccionan con los seres vivos y desencadenan mutaciones, que se conocen como mutaciones inducidas.

Tipos:

- Físicos:
 1. Radiaciones ionizantes. Son radiaciones que tienen longitud de onda muy corta y por tanto son muy energéticas (rayos X, rayos gamma y la emisión de partículas alfa y beta que se producen en las explosiones nucleares). Las radiaciones provocan la pérdida de electrones en algunos átomos del ADN que quedan en forma de iones muy reactivos. Pueden provocar la rotura de los cromosomas

favoreciendo la aparición de mutaciones cromosómicas y también producir modificaciones en las bases que conlleva a la formación de mutaciones puntuales.

2. Radiaciones no ionizantes. Son, fundamentalmente, las radiaciones ultravioleta. No provocan ionización, pero los electrones pasan a niveles energéticos superiores lo que provoca la aparición de mutaciones puntuales. Originan dímeros de C y T.
- Químicos:
 1. Modificaciones de las bases nitrogenadas por ejemplo, el ácido nitroso provoca la eliminación del grupo amino de las bases y el gas mostaza (alquilante) añade grupos metilo o etilo en las bases. Todo ello provoca mutaciones puntuales.
 2. Sustancias análogas a bases nitrogenadas. Algunas sustancias se parecen a las bases y provocan un emparejamiento erróneo durante la replicación al cambiar una base por otra (por ejemplo el 5-bromouracilo puede incorporarse en vez de timina y la 2-aminopurina puede sustituir a la adenina). Provocan errores de replicación.
 3. Sustancias intercalantes. Ciertas moléculas se intercalan en la cadena polinucleotídica del ADN y provocan mutaciones por inserción o delección. Son por ejemplo la acridina y la proflavina que son dos colorantes y el benzopireno, que se encuentra en el humo del tabaco y en los alquitranes, provoca mutaciones al intercalarse entre las dos cadenas del ADN. Producen inserciones o delecciones.
 - Biológicos: virus, transposones (segmentos móviles de ADN que pueden cambiar de posición, trasladándose a otro lugar dentro del mismo o diferente cromosoma)

Mutaciones y cáncer

Las mutaciones como productoras de alteraciones neoplásicas o tumores.

Si las células crecen lentamente y tienden a mantenerse juntas, es benigno. Cuando crecen de forma rápida invadiendo órganos próximos, se dice que el tumor es maligno y que el individuo padece un cáncer.

Características de las células tumorales:

- Crecimiento desordenado y descontrolado
- Pierden características fenotípicas (cambios de forma)
- Pierden inhibición por contacto
- Capacidad de migrar (metástasis) y formar vasos sanguíneos (vascularización)
- Provocan tumores al inyectarlas en organismos sanos.

Genes asociados al cáncer

Oncogenes. Un oncogén es un gen que, cuando es desregulado, participa en el inicio y desarrollo del cáncer. Las mutaciones génicas que dan como resultado la activación de los oncogenes incrementan la posibilidad de que una célula normal se convierta en una célula tumoral. Los oncogenes se originan a partir de mutaciones en genes normales, llamados proto-oncogenes. Los proto-oncogenes usualmente codifican para proteínas que ayudan a regular el ciclo celular o la diferenciación celular y se hallan frecuentemente involucrados en la transducción de señal y en la ejecución de señales mitogénicas.

Genes supresores de tumores, codifican proteínas que actúan previniendo el daño del ADN y mantienen las funciones celulares bajo un equilibrado control, evitando el crecimiento celular descontrolado.

Virus tumorales: su material genético altera los mecanismos de control del crecimiento y la división celular.

Mutaciones y evolución

Las mutaciones como fuente primaria de variabilidad genética: mutaciones perjudiciales, beneficiosas y neutras.

Se entiende por **evolución** el conjunto de transformaciones o cambios de unas especies en otras a lo largo de largos periodos de tiempo. Las especies actuales de seres vivos que pueblan la Tierra son el resultado de cambios que han sufrido seres de épocas anteriores, teniendo además en cuenta que muchas de ellas derivan de antepasados comunes.

La evolución es un hecho contrastado y apoyado por numerosas evidencias, siendo las principales:

Uniformidad en la composición química y organización biológica, recordar existe un código genético único para todos los seres vivos que nos habla de un antepasado común

Diversidad de seres vivos, que implica una amplia variedad de respuestas adaptativas a las diferentes condiciones ambientales, indicando diversas vías evolutivas.

Evidencias de la evolución

- Morfológicas y anatómicas
- Paleontológicas
- Biogeográficas
- Moleculares
- Embriológicas

DARWIN

Variación en los individuos de la población

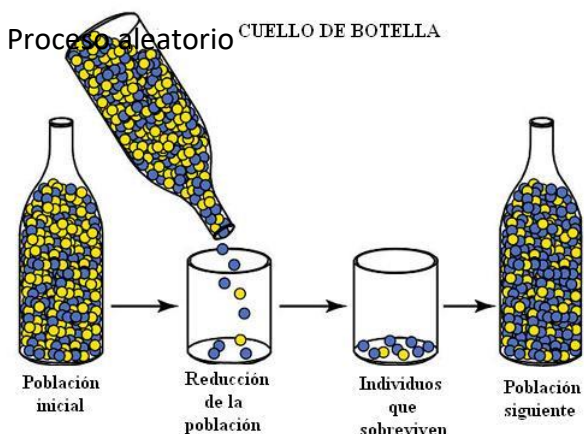
Lucha por la supervivencia

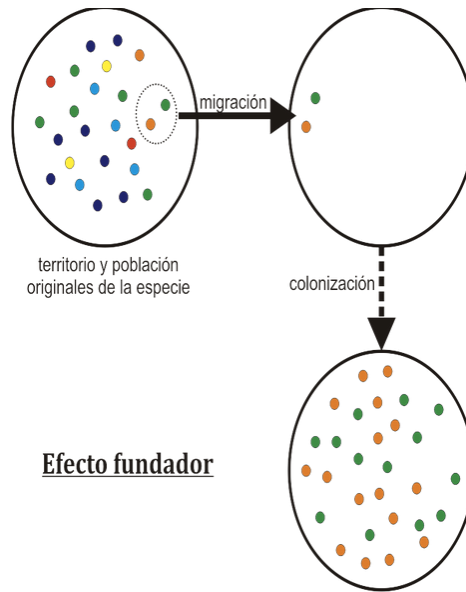
Selección natural

NEODARWINISMO

La unidad evolutiva es la población, no el individuo

Fuente de variabilidad: reproducción sexual, mutación, migración y deriva genética o génica: cambio aleatorio en la frecuencia alélica de una población, de una generación a otra, sus efectos se acentúan en poblaciones de pequeño tamaño, y el resultado son cambios no necesariamente adaptativos (efecto fundador, efecto cuello de botella, proceso aleatorio)





Ilustra la relación entre mutación y recombinación, el aumento de la diversidad y su influencia en la evolución de los seres vivos.

La genómica y la proteómica.

Genómica

Es el conjunto de ciencias y técnicas dedicadas al estudio integral del funcionamiento, el contenido, la evolución y el origen de los genomas. Tiene como objetivo predecir la función de los genes a partir de su secuencia o de sus interacciones con otros genes.

Es una de las áreas más vanguardistas de la Biología. La genómica usa conocimientos derivados de distintas ciencias como son: biología molecular, bioquímica, informática, estadística, matemáticas, física, etc.

Las ciencias genómicas han tenido un importante auge en los últimos años, sobre todo gracias a las tecnologías avanzadas de secuenciación de ADN, a los avances en bioinformática, y a las técnicas cada vez más sofisticadas para realizar análisis de genomas completos. El desarrollo de la genómica ha contribuido al avance de distintos campos de la ciencia como la medicina, la agricultura, gracias al descubrimiento de secuencias de genes necesarias para la producción de proteínas de importancia médica y a la comparación de secuencias genómicas de distintos organismos.

Proteómica

Estudio de las proteínas codificadas por el genoma de un organismo, en particular de su estructura y función.

El proteoma es la dotación completa de proteínas, incluyendo las modificaciones hechas a un conjunto particular de proteínas, producidas por un organismo o sistema. Esto varía con el tiempo y con requisitos diferentes, o debido al estrés, que sufre una célula o un organismo.

La descripción del proteoma permite tener una imagen dinámica de todas las proteínas expresadas, en un momento dado y bajo determinadas condiciones concretas de tiempo y ambiente. El estudio y comparación del proteoma en diferentes situaciones metabólicas y/o patológicas permite identificar aquellas proteínas cuya presencia, ausencia o alteración se correlaciona con determinados estadios fisiológicos.

Concepto

<https://tipsacademy.es/wp-content/uploads/2020/10/Tema-23-Biotecnologia-e-Ingenieria-Genetica.pdf>

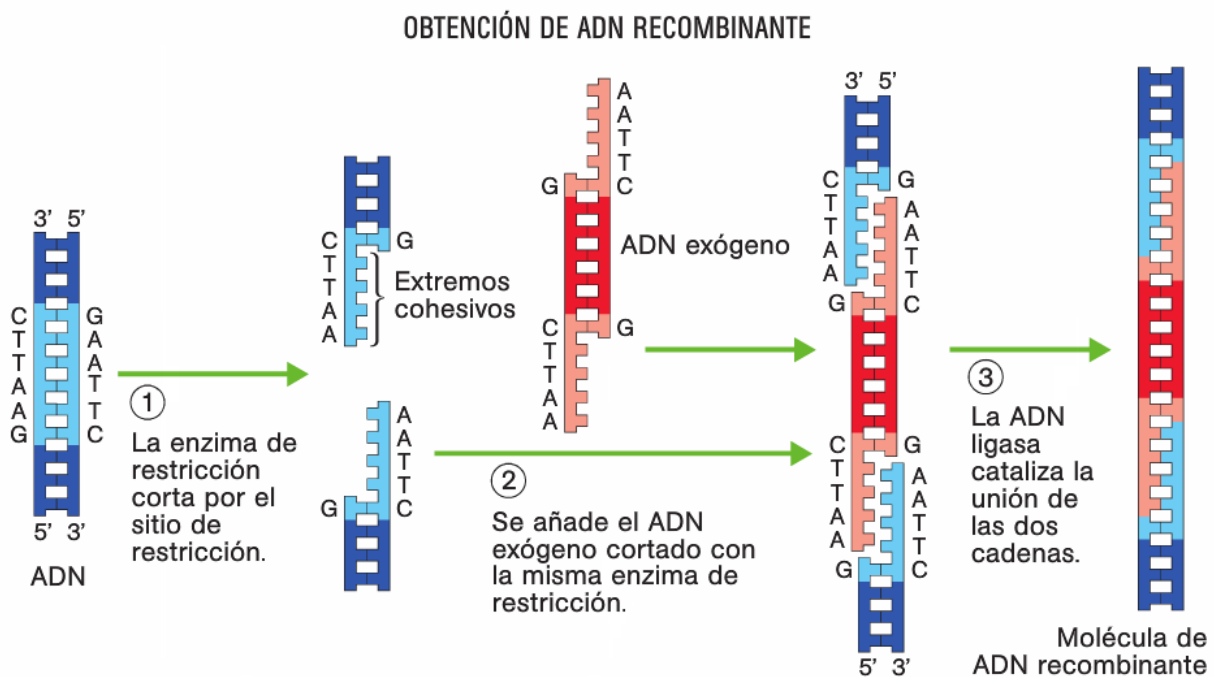
<https://www.studocu.com/es/document/bachillerato-espana/biologia/tema-17-ingenieria-genetica-2o-bachillerato-biologia/16733438>

CLONACIÓN DE GENES

ADN recombinante.

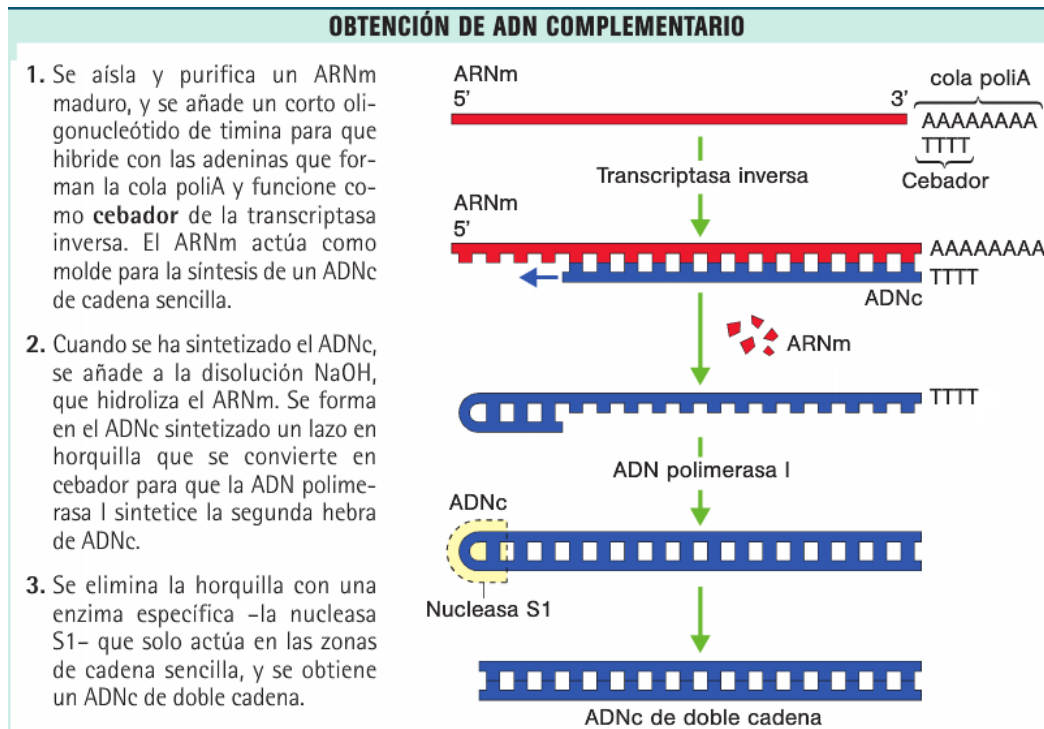
Molécula de ADN formada por la unión de fragmentos de ADN de orígenes distintos

1. Enzimas de restricción o endonucleasas de restricción:
 - a. Reconocen en el ADN sitios de restricción (secuencia de 4-8 nucleótidos)
 - b. Cortan las dos cadenas del ADN en el sitio de restricción, hidrolizando el enlace fosfodiéster
 - c. Suelen ser secuencias palindrómicas
 - d. Tipos de corte:
 - extremos lisos
 - extremos cohesivos (pegajosos)
2. ADN ligasas



Técnicas de localización de genes:

- Formación de un ADN complementario por hibridación (sondas ADN)
- Síntesis de ADNc utilizando ARNm



Vectores de clonación

Deben llevar su propio origen de replicación

Sitios de restricción

Marcadores de selección

Los más utilizados son:

- Plásmidos, tienen genes de resistencia a antibióticos (marcadores de selección), sitios de restricción, se replican rápidamente.
- Virus bacteriófagos (fago λ), capaces de llevar más ADN que un plásmido.
- Cósmidos, vectores híbridos entre fago λ (porción **cos**, genes necesarios para empaquetar el material genético) y plásmido (origen de replicación, marcadores sitios de restricción)

Microorganismos utilizados (para introducir el ADN recombinante y clonar el gen)

Escherichia coli (procariota)

Saccharomyces cerevisiae (eucariota)

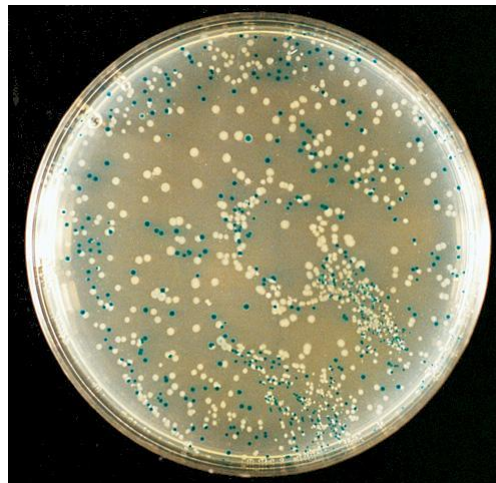
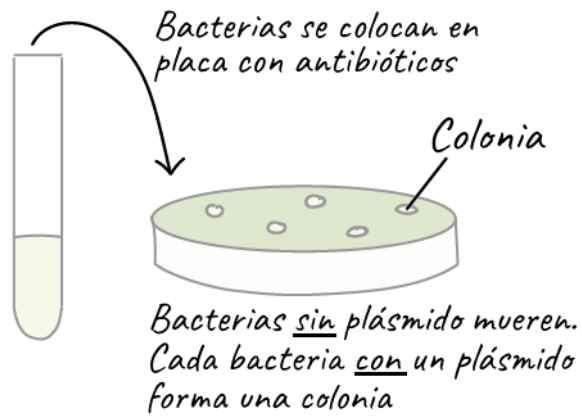
Características:

- Crecimiento rápido
- No debe ser patógeno
- Debe favorecer la entrada e incorporación en el genoma del transgén

- Debe ser fácilmente manipulable
- Almacenamiento de los genes clonados**

Genotecas de ADN, que pueden ser de plásmidos, fagos, o ADNc

Identificación:



PCR

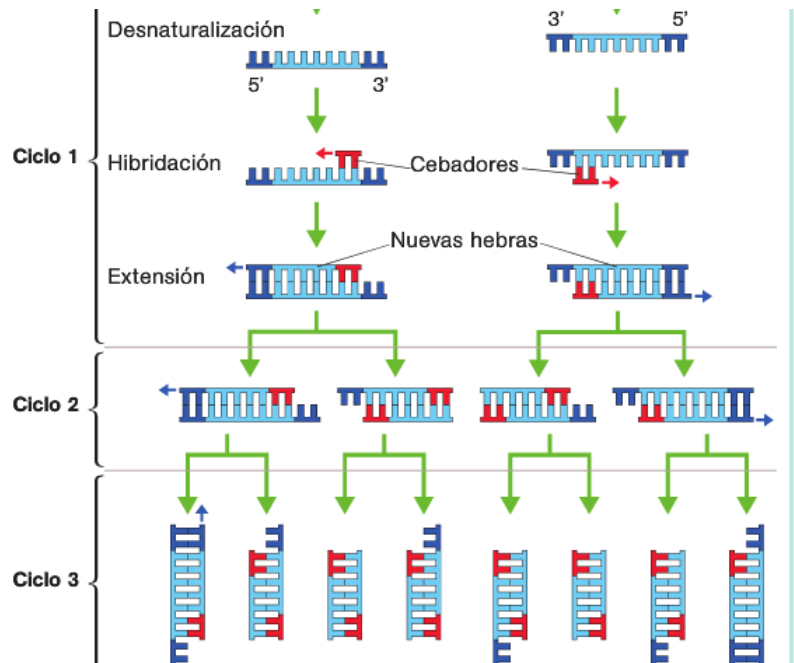
Vídeo explicación PCR <https://www.youtube.com/watch?v=TalHTjA5gKU>

Animación PCR <http://www.dnalc.org/resources/animations/pcr.html>

El proceso se desarrolla por ciclos, y en cada uno de ellos se suceden tres etapas:

- 1. Desnaturalización.** Se calientan los productos reaccionantes (el ADN muestra, la ADN polimerasa, los cebadores y los nucleótidos), con lo que se **desnaturaliza** el ADN, y cada una de las cadenas simples sirve de molde para sintetizar una nueva cadena complementaria.
- 2. Hibridación.** Se enfría la mezcla de reacción para permitir que los cebadores se unan mediante enlaces de hidrógeno a cada uno de los extremos de las hebras de ADN que se han separado en la etapa anterior.
- 3. Extensión.** Se forman las nuevas hebras de ADN gracias a la acción de la *Taq*-polimerasa, que va agregando nucleótidos en el extremo 3' del cebador.

Al final del primer ciclo, se obtienen dos moléculas de ADN que se someten a un nuevo ciclo para obtener cuatro moléculas de ADN, que tras el tercer ciclo, se convierten en ocho. Así sucesivamente hasta conseguir el número de copias de ADN necesario.



Aplicaciones PCR:

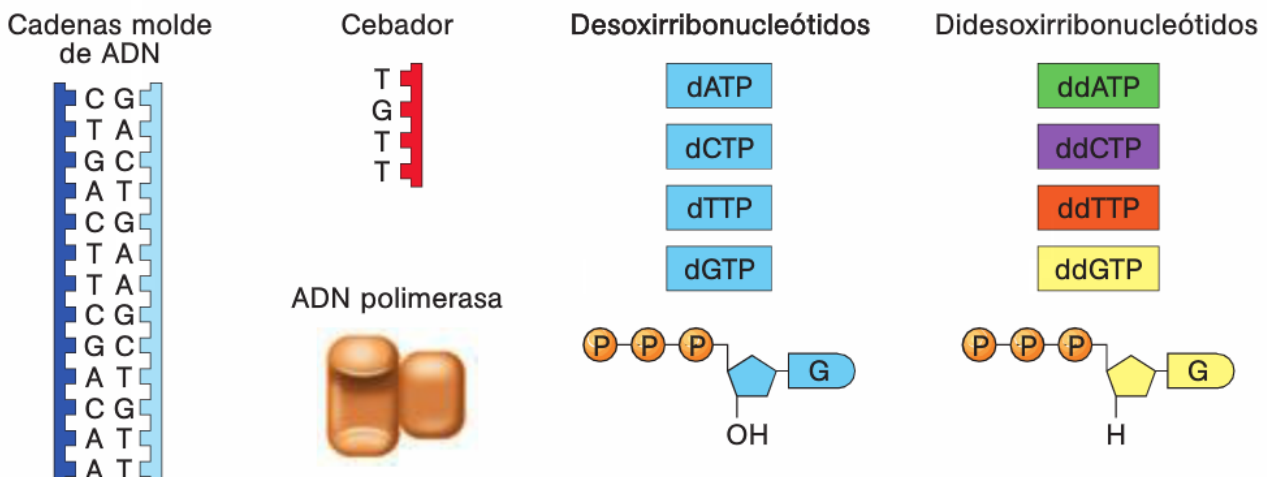
Se utiliza para la amplificación de

- Fragmentos de ADN antiguos
- ADN obtenido en un crimen
- ADN de células embrionarias
- ADN de genes virales

Secuenciación del ADN

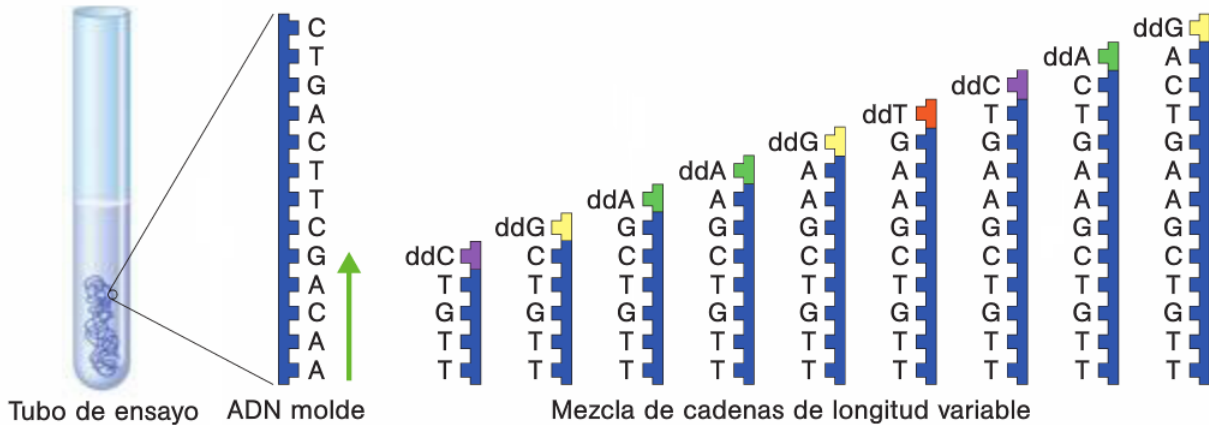
Clonación del fragmento de ADN a secuenciar, para disponer de un gran número de copias

Elementos necesarios para la secuenciación:

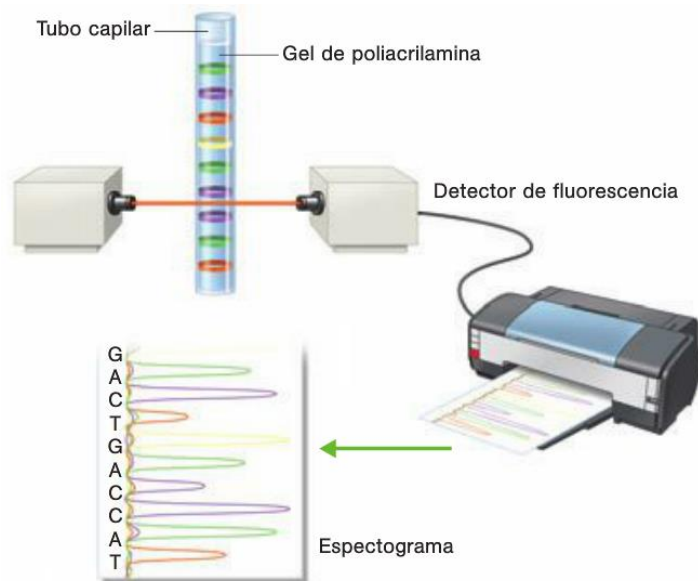


Se desnaturaliza el ADN

Mezcla de los componentes de la reacción, formándose nuevas cadenas de ADN hasta que se inserta un didesoxinucleótido, deteniéndose la síntesis.



Separación de las cadenas marcadas



Vídeo explicación secuenciación ADN <https://www.yourgenome.org/video/dna-sequencing/>

La electroforesis de ADN

Es un tipo de electroforesis que se utiliza para identificar, cuantificar y purificar fragmentos de ADN. La electroforesis de ADN también se puede utilizar en otros contextos, como técnica complementaria de otras técnicas y métodos como la PCR, la clonación de ADN o la secuenciación de ADN.

Gráficas explicación electroforesis

<https://solluna.com/2o-bachillerato/2obach/bloque-ii-bioquimica/u2-los-bioelementos-el-agua-y-las-sales-minerales/06-separacion-y-extraccion-de-moleculas/electroforesis/>

Laboratorio virtual electroforesis

<https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/gel/>

Técnica Crisp-Cas9: [Así funciona la EDICIÓN GENÉTICA con CRISPR](#)    - YouTube

Canción: <https://www.youtube.com/watch?v=DUaI4U0XhkY&t=122s>

Aplicaciones de la ingeniería genética

Aplicaciones médicas

1. Obtención de productos farmacéuticos:
 - Obtención de proteínas de mamíferos para el tratamiento de enfermedades (insulina, interferón, hormona del crecimiento, factor VIII de coagulación)
 - Obtención de vacunas (vacunas recombinantes)
 2. Desarrollo de técnicas de diagnóstico clínico: detección en una persona o en un feto genes responsables de enfermedades genéticas.
 3. Terapia génica.
 4. Medicina forense
5. Clonación terapéutica (y reproductiva)

<https://www.youtube.com/watch?v=2FQ45L87ZY0>

Aplicaciones en agricultura y ganadería

Obtención de plantas y de animales transgénicos que portan genes exógenos de utilidad (organismos transgénicos):

PLANTAS

- a. Resistencia a herbicidas
- b. Resistentes a plagas
- c. Mejora del producto
- d. Plantas farmacéuticas: proteínas humanas para uso médico, proteínas virales como vacunas y planticuerpos.

ANIMALES

- a. Producción de sustancias de interés terapéutico
- b. Resistencia a enfermedades
- c. Mejora del producto
- d. Clonación terapéutica (creación de embriones por clonación como materia prima en terapia)
- e. Clonación reproductiva (Dolly)

Aplicaciones en el medio ambiente

Limpieza de contaminantes con microorganismos transgénicos

- a. Biorremediación
- b. Bioadsorción

Significado e importancia del Proyecto Genoma Humano.

MORFOLOGÍA, ESTRUCTURA Y FUNCIONES CELULARES

LA CÉLULA: Origen, organización y estructura

Teoría celular

Principios de la teoría celular:

1. La célula como unidad constituyente de los organismos: todos los organismos se encuentran formados por una o más células, es la unidad anatómica y fisiológica de los seres vivos.
2. La célula como unidad de reproducción de los seres vivos: toda célula procede, por división, de otra preexistente. El material hereditario que contiene las características genéticas de una célula, pasa de la célula madre a la hija.

La célula como unidad bioquímica y genética: organismo en que las acciones integradas de los genes producen grupos de proteínas determinadas que, junto con otras moléculas, constituyen las estructuras características que llevan a cabo actividades relacionadas con la cualidad de la vida: crecer, reproducirse, responder a estímulos y comunicarse con el entorno.

Resumen histórico

Contribuciones:

- Hooke (1665) Describió, gracias al microscopio, la estructura de una lámina de corcho. CELL, célula, cada una de las unidades constitucionales que se repetían en la lámina de corcho.
- Graaf (1672) uno de los creadores de la fisiología experimental
- van Leeuwenhoek (1673) Construyó el primer microscopio óptico
- Schleiden y Schwann (1839) Cada célula es la unidad estructural y funcional de los seres vivos
- Virchow (1858) Toda célula procede de otra preexistente
- Ramón y Cajal (1889) Dio validez universal a la Teoría celular, ya que demostró la individualidad de cada neurona

Modelos de organización celular

Diferencias entre célula procariota y eucariota:

- Estructura
- Tamaño
Procariotas 1-10 μm
Eucariotas 10-100 μm
- Número de células

Diferencias entre célula animal y vegetal

Animal: centrosoma con centriolos, vacuolas pequeñas (si las hay)

Vegetal: cloroplastos, pared vegetal, grandes vacuolas

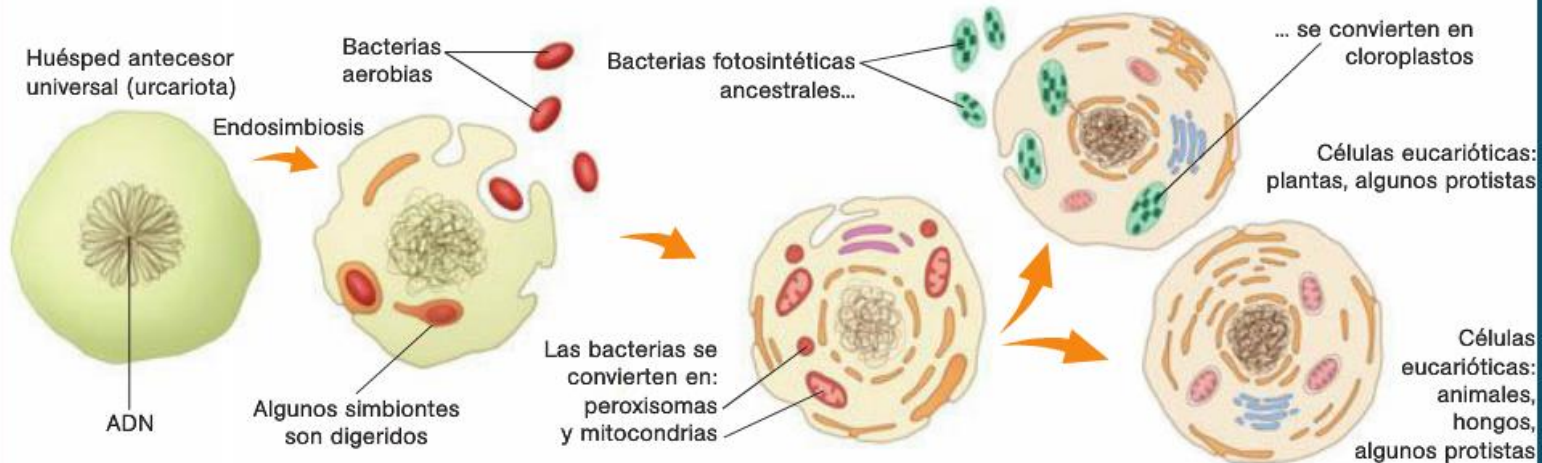
Organismos con estos tipos de organización celular

Evolución celular

Origen de los primeros organismos celulares procariotas y su evolución posterior, teoría de la simbiogénesis (endosimbiosis) sobre el origen de las células eucariotas (Margulis, 1970)

ORIGEN DE LAS CÉLULAS EUCARIÓTICAS

Las células procarióticas serían las precursoras de los **peroxisomas** (con capacidad para eliminar sustancias tóxicas), de las **mitocondrias** (que procederían de bacterias aerobias) y de los **cloroplastos** (que serían antiguas bacterias fotosintéticas o cianobacterias). De hecho, mitocondrias y cloroplastos son similares a las bacterias en tamaño y, como ellas, se reproducen por división. Pero lo más importante es que tanto mitocondrias como cloroplastos tienen su propio ADN, que codifica la síntesis de algunos de sus componentes. Los ribosomas de mitocondrias y cloroplastos son también semejantes a los procarióticos.



La adquisición de estos dos tipos particulares de bacterias –precursoras de las mitocondrias y los cloroplastos– tuvo una significación fundamental, ya que la célula eucariótica adquirió la **capacidad de una respiración aerobia** coincidente con la **capacidad fotosintética** (esta última, exclusiva de las células vegetales). Asimismo, la célula primitiva le proporcionaba a las procariotas simbioses un entorno seguro y alimento para su supervivencia.

Según esta teoría, parte de los genes del ADN mitocondrial y de los cloroplastos pasarían a incorporarse a los genes del ADN de la célula huésped. Se trataría, pues, de una endosimbiosis altamente ventajosa para los organismos implicados, ya que todos ellos habrían adquirido particularidades metabólicas que no poseían por sí mismos separadamente, y, en consecuencia, sería seleccionada en el transcurso de la evolución.

Formas acelulares: Virus

Los virus son organismos acelulares (carecen de organización celular) muy sencillos, constituidos por un ácido nucleico (genoma vírico) que está envuelto por una cápsula proteica y, en ocasiones, una envoltura membranosa.

Cuando se encuentran fuera de las células (fase extracelular) son totalmente inertes ya que no poseen enzimas para desarrollar un metabolismo propio. A los virus, en su fase extracelular, también se les denomina **viriones**.

Los virus son capaces de adherirse a la superficie de otras células, introduciendo en ellas su ácido nucleico (ADN o ARN) y reproduciéndose, pero para ello necesitan la maquinaria metabólica de la célula hospedadora (fase intracelular).

Dos fases:

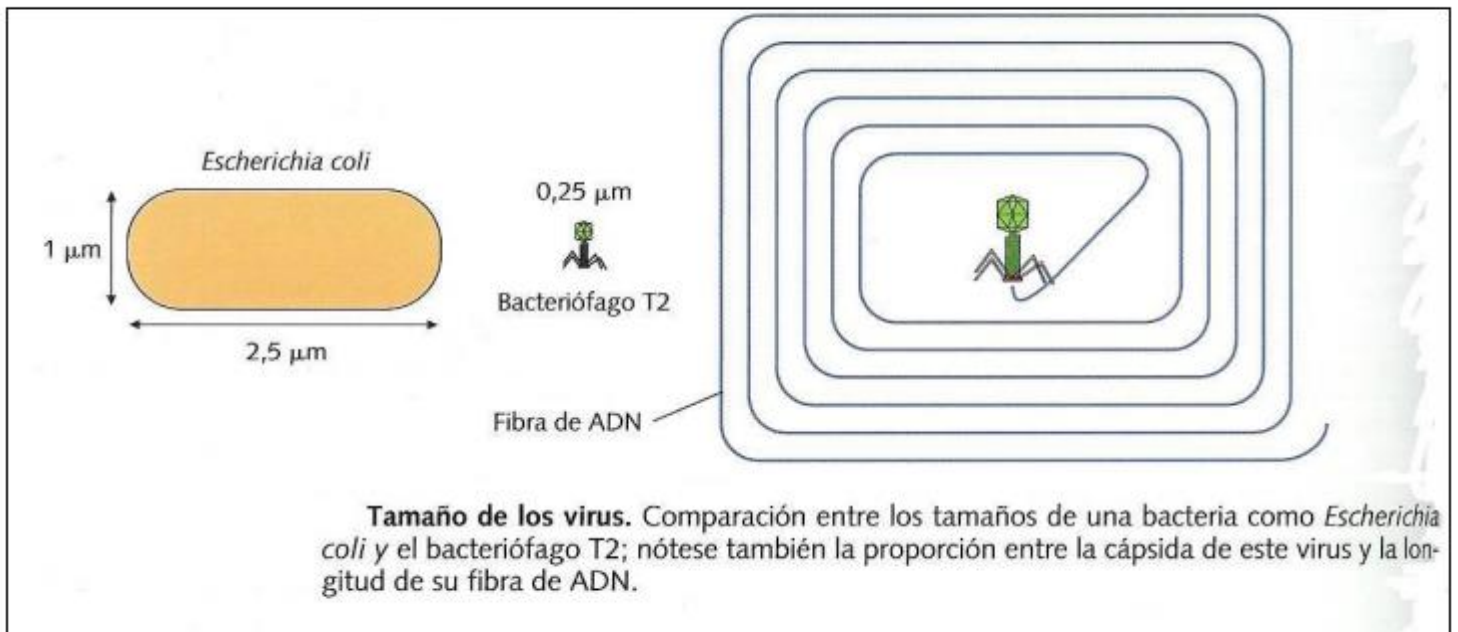
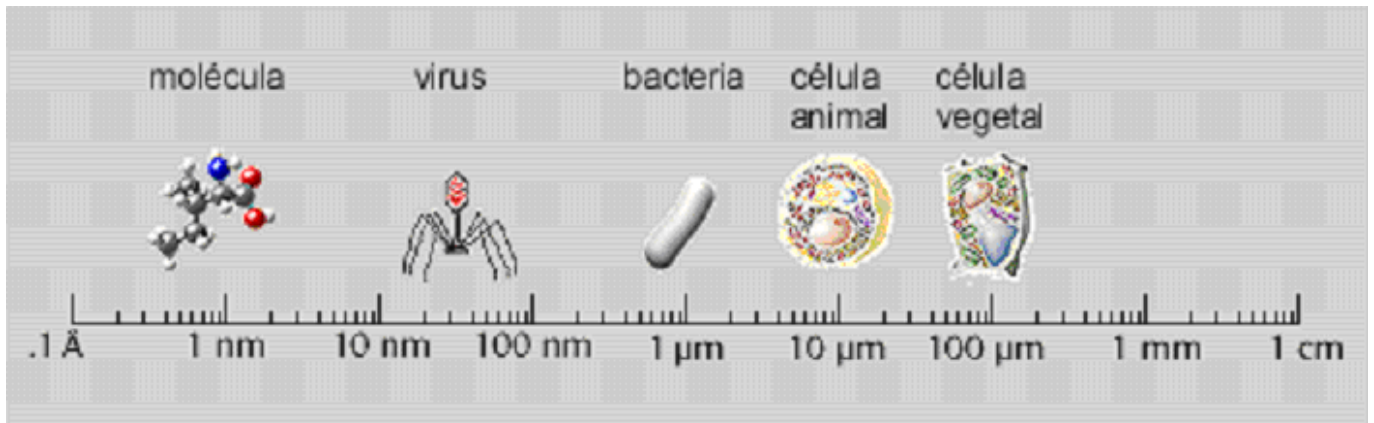
- Extracelular, inerte o virión.
- Intracelular, activa

Los virus son por tanto parásitos obligados. Según el hospedador que parasitan, los virus se clasifican en tres grandes grupos: virus bacterianos o bacteriófagos, virus vegetales y virus animales.

Causan enfermedades infecciosas en plantas, animales y seres humanos.

Útiles para los humanos, al ser usados en biotecnología para obtener productos de interés y como vectores en terapia génica.

Tamaño 10-400 nm (entre 0,02 y 0,3 μm de diámetro)



Estructura de un virión (partícula viral completa)

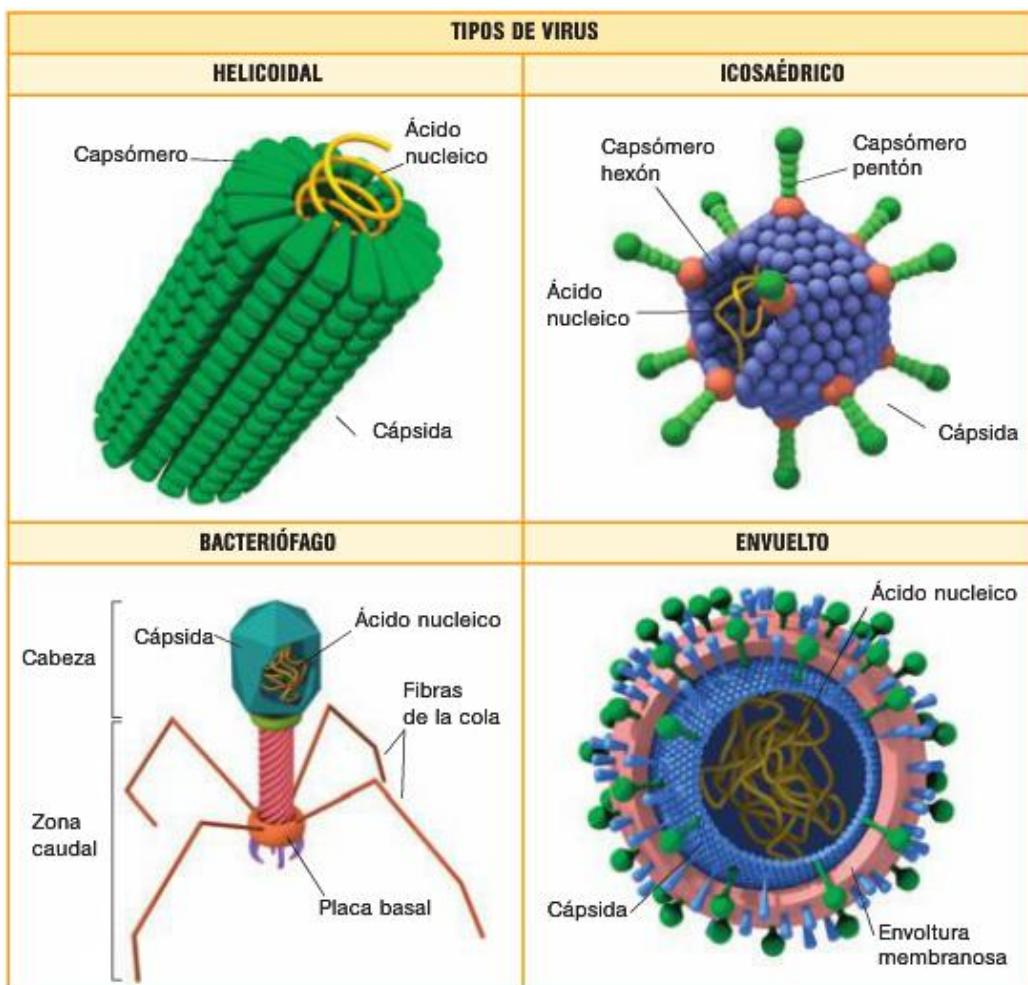
- **Genoma vírico:** ácido nucleico, ADN o ARN pero nunca los dos simultáneamente, mono o bicatenario, en una sola molécula o segmentado, lineal o circular.
- **Cápsula o cápside** (capsómeros) de proteínas.
 - Es la cubierta proteica que envuelve y protege al genoma vírico.
 - Al conjunto de ácido nucleico y cápsida se le denomina nucleocápsida.
 - La cápsida está formada por subunidades proteicas llamadas capsómeros, que son proteínas globulares dispuestas de una manera regular y simétrica, lo que determina distintos tipos de virus
- **Envoltura membranosa.** Algunos virus (el de la gripe, SIDA,...) presentan además, una envoltura membranosa. Estos virus se denominan virus con envoltura.

Formada por:

- Bicapa lipídica que procede de la membrana plasmática de la célula a la que infecta.
- Glucoproteínas: proteínas insertadas codificadas por el genoma del virus o espículas (si sobresalen). Tienen como función el reconocimiento de la célula hospedadora y la inducción de la penetración del virión en ella mediante fagocitosis.

Clasificación vírica:

- Según la morfología del virus. Atendiendo a su estructura y tipo de cápside.
 - a) Icosaédricos: Su cápsida tiene forma de icosaedro, poliedro regular de 20 caras triangulares, en cuyo interior se apeltona el ácido nucleico. Pueden ser desnudos (virus de la verruga humana) o rodeados por una envoltura (virus del herpes labial).
 - b) Helicoidales: Son virus alargados, en los que los capsómeros se disponen helicoidalmente alrededor del ácido nucleico. Pueden ser desnudos (virus del mosaico del tabaco) o estar rodeados de por una envoltura (virus de la gripe).
 - c) Complejos: Son virus constituidos por varias partes y con formas diversas. Entre ellos se encuentran la mayoría de los bacteriófagos, en los que se distinguen:
 - Cabeza, de tipo icosaédrico, en cuyo interior se localiza el ácido nucleico.
 - Cola helicoidal, formada por un tubo hueco central, a través del cual pasa el ácido nucleico durante su inyección en el interior de la bacteria.
 - Placa basal, situada en la base de la cola, posee espículas o espinas, que se clavan en la pared bacteriana, y unos filamentos o fibras caudales; la placa, las espinas y las fibras también están formadas por proteínas.



- Según la célula a la que infectan.
 - a) Bacteriófagos
 - b) Virus animales
 - c) Virus vegetales

- En función del tipo de genoma (ADN o ARN), si el ácido nucleico es mono o bicatenario, y el tipo de replicación y transcripción, se clasifican en :

a) Virus ADN

- I. Monocatenario: Parvovirus
- II. Bicatenario: Adenovirus humano (papiloma), Poxvirus (viruela)

b) Virus ARN

- I. Monocatenario: Picornavirus (hepatitis A), Paramyxovirus (sarampión), Ortomyxovirus (gripe), Retrovirus (VIH), Togavirus (rubeola), Coronavirus (SARS), Filovirus (Ébola)
- II. Bicatenario: Reovirus (diarrea infantil)

	Ácido nucleico	Replicación y Transición	Ejemplos
Tipo I	ADN bicatenario	 ADN → Transcripción → ARNm	Adenovirus, Herpesvirus, Bacteriófago T4
Tipo II	ADN monocatenario	 ADN → Síntesis → ADN → Transcripción → ARNm	Bacteriófago M123
Tipo III	ARN bicatenario	 ARN → Transcripción → ARNm	Reovirus
Tipo IV	ARN monocatenario + (el ARN actúa como ARNm)	 ARN(+) → Transcripción → ARNm	Poliovirus, Bacteriófago MS
Tipo V	ARN monocatenario - (el ARN no actúa como ARNm)	 ARN(-) → Transcripción → ARNm	Rhabdovirus
Tipo VI	ARN monocatenario + (con transcripción inversa)	 ARN(+) → Transcripción inversa → ADN(±) → Transcripción → ARNm	Retrovirus (virus del sida)

<https://proyectosimbiosis.colectivocrecet.com/wp-content/uploads/2021/12/TEMA17-MICROBIOS.pdf>

Ciclos de multiplicación vírica (Bacteriófago)

Los virus, al no necesitar energía para desarrollar ninguna actividad ni materia para crecer, carecen de la función de nutrición. Así mismo, carecen de función de relación, pues el contacto con las células que parasitan es totalmente fortuito. En cambio, presentan interesantes mecanismos que les permiten reproducirse dentro de las células hospedadoras.

El ciclo de multiplicación tiene lugar cuando el virión penetra en la célula hospedadora y utiliza la maquinaria replicativa de ésta para generar nuevas partículas víricas. Este proceso recibe el nombre de ciclo lítico porque conduce a la destrucción (lisis) de la célula parasitada.

Algunos virus, sin embargo, penetran en las células hospedadoras y permanecen en ellas sin producir nuevas partículas víricas completas; estos virus siguen un ciclo lisogénico

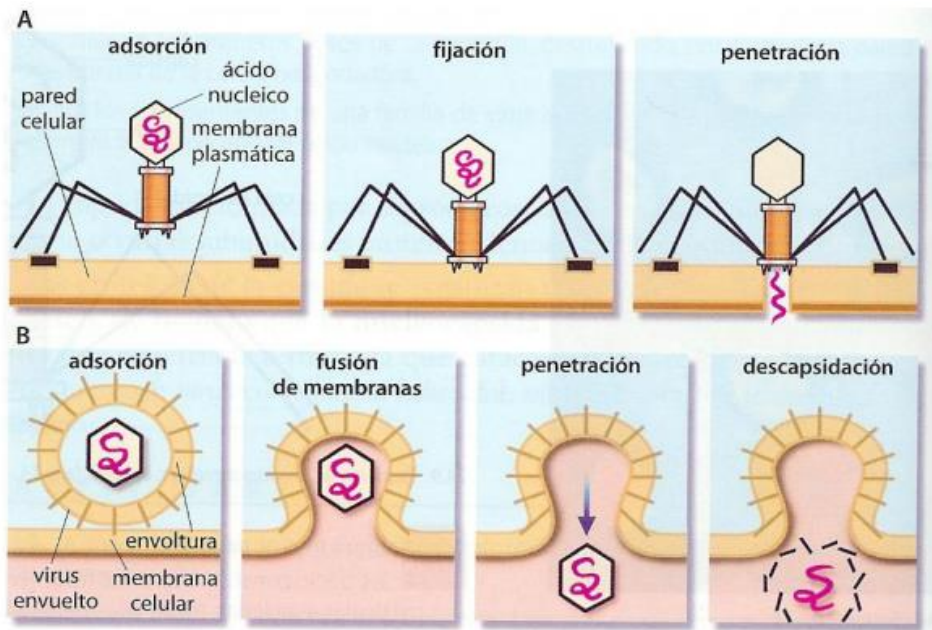
Ciclo lítico

Se denomina así porque la célula infectada muere por rotura al liberarse las nuevas copias virales.

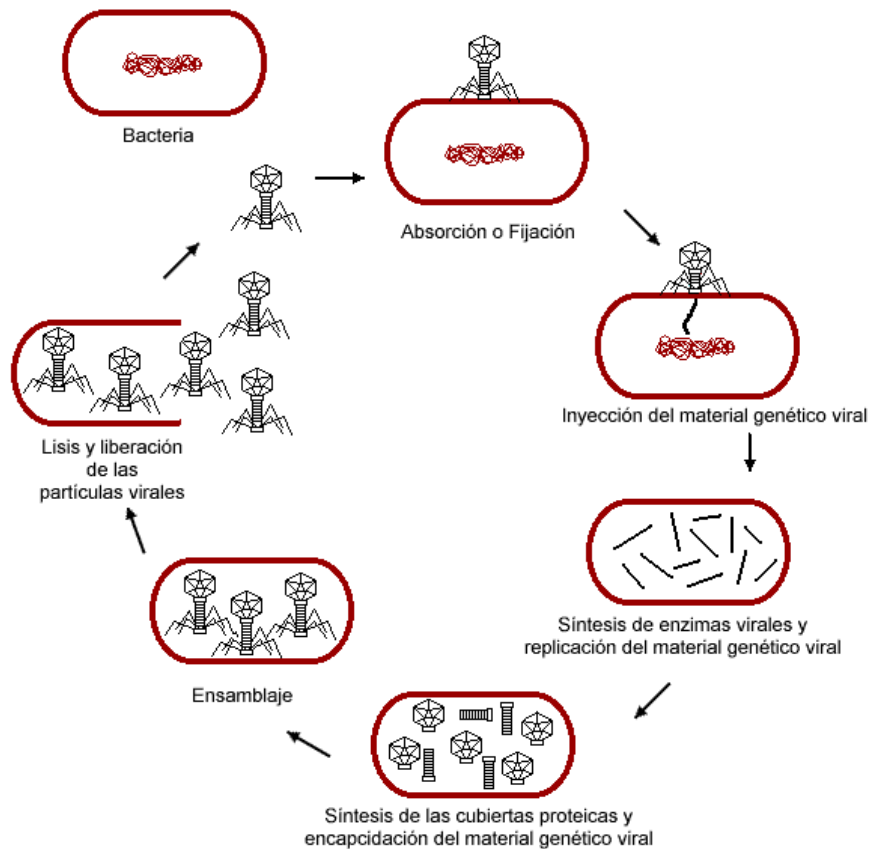
En todos los ciclos líticos de multiplicación viral se pueden distinguir unas etapas comunes: fijación o adsorción, penetración, replicación y síntesis de capsómeros, ensamblaje de los nuevos virus y lisis o liberación

- Fase de adsorción o fijación: El virus se une a la célula hospedadora de forma estable. La unión es específica ya que el virus reconoce complejos moleculares de tipo proteico, lipoproteico o glucoproteico, presentes en las membranas celulares.
- Fase de penetración o inyección: el ácido nucleico viral entra en la célula mediante una perforación que el virus realiza en la pared bacteriana.

Otros virus penetran por medio de procesos de endocitosis. Los virus con envoltura penetran por fusión de su envoltura con la membrana plasmática de la célula. Posteriormente el ácido nucleico se libera en el citoplasma mediante la rotura de la cápsida.



- Fase de replicación y síntesis de capsómeros (eclipse): en esta fase no se observan copias del virus en la célula, pero se está produciendo la síntesis de ARN, necesario para generar las copias de proteínas de la cápsida. También se produce la continua formación de ácidos nucleicos virales y enzimas destructoras del ADN bacteriano.
- Fase de ensamblaje: en esta fase se produce la unión de los capsómeros para formar la cápsida y el empaquetamiento del ácido nucleico viral dentro de ella.
- Fase de lisis o ruptura: conlleva la muerte celular. Los viriones salen de la célula, mediante la rotura enzimática de la pared bacteriana. Estos nuevos virus se encuentran en situación de infectar una nueva célula.



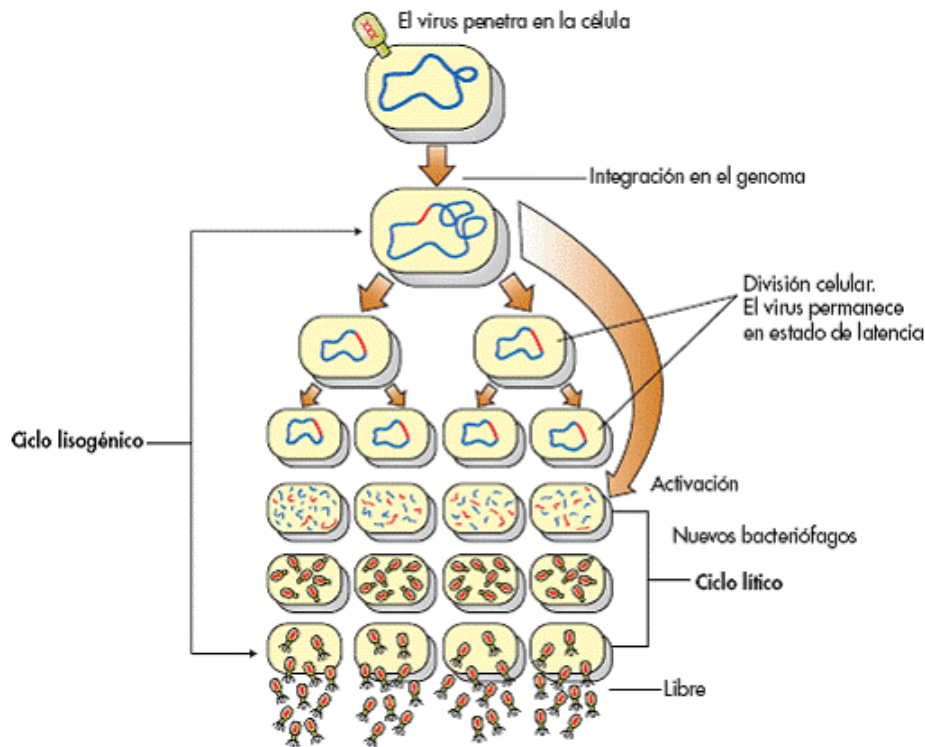
Ciclo lisogénico

La mayoría de los bacteriófagos siguen un ciclo lítico. Sin embargo algunos virus, como el fago lambda (λ) que infecta a *E. coli*, pueden incorporar su ácido nucleico al genoma del hospedador, replicándose con él y transmitiéndose de generación en generación. A estos virus se les denomina virus atenuados o profagos, y a la bacteria hospedadora, bacteria lisogénica, la cual es resistente a una nueva infección por ese virus.

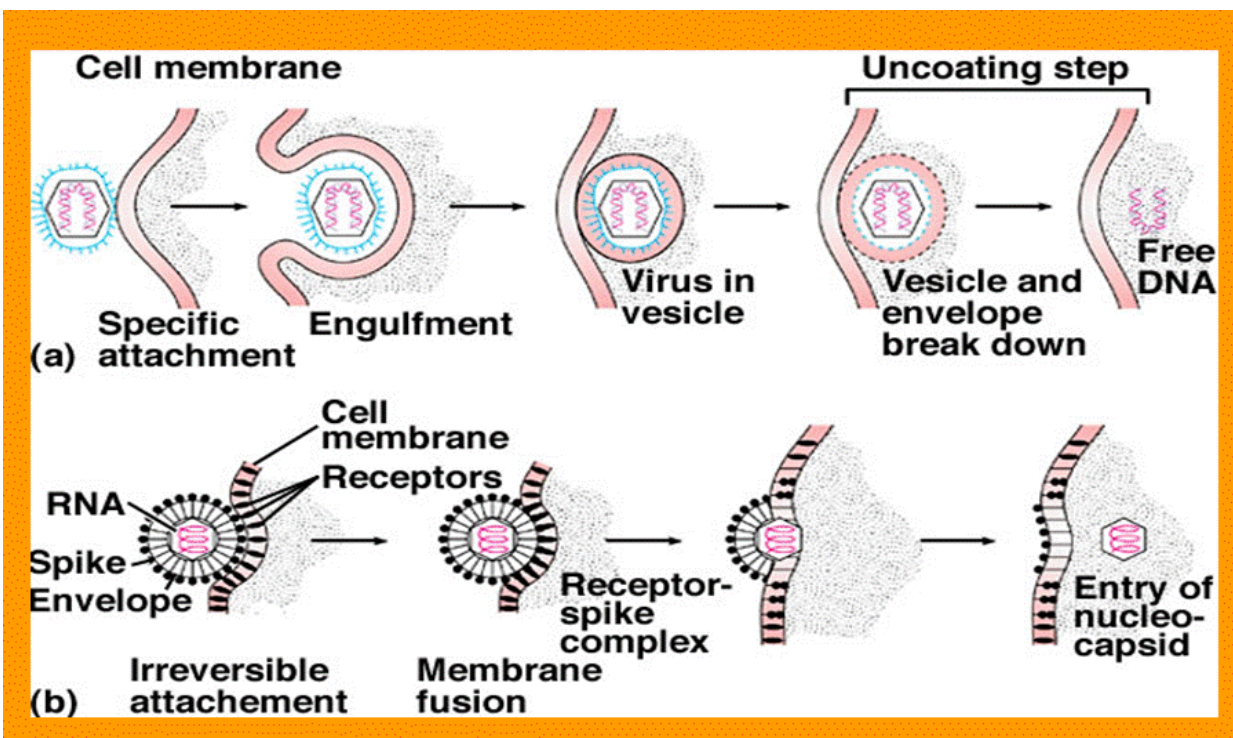
Las dos primeras fases de este ciclo son iguales a las descritas en el ciclo anterior. En la fase de eclipse el ácido nucleico viral en forma de ADN bicatenario recombina con el ADN bacteriano, introduciéndose en éste como un gen más. Esta forma viral se denomina profago, o virus atenuado, mientras que la célula infectada se denomina célula lisogénica.

El ADN del profago puede permanecer en forma latente varias generaciones pudiendo incluso, reproducirse la célula, generando nuevas células hijas lisogénicas, hasta que un estímulo induzca la separación del profago del cromosoma bacteriano, iniciando un ciclo lítico típico.

Existen numerosos agentes inductores (rayos X, rayos ultravioleta, etc.), pero todos ellos tienen una característica común: producen daños en el ADN, es decir, ponen en peligro la vida de la célula hospedadora; por tanto, la inducción sería un mecanismo de escape para el virus



Ciclo de multiplicación vírica de un virus con envoltura (retrovirus)

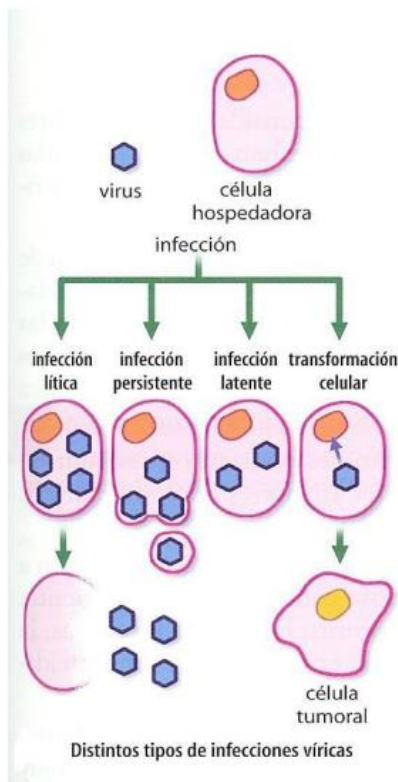


- Fijación. Se produce la interacción entre las glucoproteínas del virus y el receptor de la célula.
- Entrada. El virus entra al fusionarse las membranas viral y celular.
- Transcripción inversa. Se libera el ARN en el citoplasma de la célula, y la transcriptasa inversa sintetiza ADN.
- Biosíntesis. El ADN viral se integra en el material genético de la célula huésped, donde se transcriben nuevas moléculas de ARN viral, que dirigen posteriormente la síntesis de proteínas.
- Maduración. Se forman nuevas partículas víricas.
- Liberación

Relación de los virus con las células: muy específicos de organismo y célula a la que parasitan.

VIRUS ANIMALES Y VEGETALES.

La infección por virus vegetales y animales puede ocasionar la destrucción de la célula hospedadora (infección lítica) o alteraciones citológicas y de crecimiento en procesos en los que las partículas son liberadas lentamente por gemación (infección persistente).



Se han descrito también casos en los que los virus animales pueden permanecer latentes (infección latente) en ciertas células del organismo y se reactivan en presencia de diversos estímulos. En ocasiones, la latencia puede deberse a la integración del ácido nucleico del virus en el genoma del hospedador (provirus).

Algunos virus animales tienen la capacidad de transformar las células hospedadoras en células cancerosas (virus oncogénicos). Casi todos los virus animales relacionados con la transformación celular y el cáncer son virus con ADN, como los herpesvirus o el virus de la hepatitis B, con excepción de los retrovirus, que presentan ARN.

Los retrovirus son virus de animales (como por ejemplo el VIH, causante del SIDA), con ARN de una sola cadena. Pero a diferencia de otros virus de ARN, que replican su material genético sin pasar por ADN, los retrovirus sintetizan un ADN bicatenario. Esto se consigue gracias a una enzima especial, la transcriptasa inversa, que los viriones transportan dentro de la cápsida junto al ARN.

El virus del SIDA fue identificado y aislado por primera vez por Luc Montagnier en el año 1983, en el Instituto Pasteur de París y, posteriormente, por Robert Gallo, del Instituto Nacional del Cáncer de EEUU.

Más tarde se le denominó virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). Estudios posteriores realizados en diversos laboratorios han comprobado la existencia de un segundo virus muy similar, por lo cual se admiten dos subtipos del mismo: el VIH-1, el primer aislado, y el VIH-2, aislado posteriormente. Parece ser que este último está relegado a determinadas zonas de África, y que, aparentemente, presenta menos agresividad.

El VIH-1 es el que ha adquirido una propagación universal, siendo originario también de África, y es al que nos vamos a referir a continuación.

El virión del VIH tiene forma esférica, de unos 100 nm de tamaño, y consta de:

- **Envoltura externa:** formada por una bicapa fosfolipídica (tomada de la célula infectada al abandonarla), de la que emergen glucoproteínas virales (Gp-120). Que están ancladas a otras proteínas que atraviesan la bicapa (Gp-41). Las Gp-120, que sobresalen al exterior, son las que permiten al virus adherirse a aquellas células humanas (los linfocitos T) en cuya membrana hay unos receptores específicos.
- **Cápsida:** de simetría icosaédrica, formada por una doble membrana proteica.
- **Material genético:** formado por dos copias idénticas de ARN monocatenario, que se encuentran rodeadas por unas fundas de proteína, que llevan adheridas sendas moléculas de la enzima transcriptasa inversa, que permite transcribir el ARN en ADN.

El virus del sida muta con una gran facilidad, de ahí, en parte, la dificultad para hallar una vacuna realmente eficaz, conociéndose unas cinco estirpes del mismo que difieren en las proteínas que se encuentran sobre su superficie.

Partículas subvirales

Viroides:

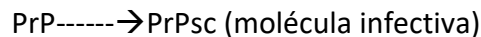
Son moléculas pequeñas de ARN monocatenario y circular, que causan importantes enfermedades en las plantas. Se desconoce el modo en el que se replican, pero se sabe que el ARN que los constituyen, no funciona como ARN mensajero y tampoco se traduce a enzimas que participan en su propia replicación.

Parece que actúan interfiriendo la regulación génica de la célula hospedadora, particularmente en la eliminación de intrones y empalme de exones.

Se conocen unas treinta especies de viroides y todas son patógenos de plantas. Destacamos: Enfermedades en el tomate, patata, limonero, tabaco, cocoteros (en Filipinas, la enfermedad cadang-cadang, causada por un viroide, ha destruido la mayoría de los cocoteros de la isla).

Priones:

Moléculas infecciosas de proteínas, que se sitúan en las membranas de las neuronas. Son formas modificadas de una proteína normal de la membrana de la neurona:



Originan el cambio de conformación de α -hélice a β -lámina

Producen enfermedades neurodegenerativas

Encefalitis espongiforme bovina

APUNTES virus

[Microbiología de 2º de bachillerato. Cosas de Ciencias. Isabel Etayo Salazar. Programación de Biología de 2º Ciclo de la ESO, 1º Bachillerato y 2º, con CTMA. Enlaces, recursos, actividades, imágenes, animaciones y videos. Libros recomendados, películas, recortes de prensa \(navarra.es\)](#)

La célula procariota (EUBACTERIAS)

Con este tipo de células encontramos bacterias, cianofíceas y micoplasmas.

Las bacterias como ejemplo de organización procariótica

Estructuras de la célula procariota:

Sin núcleo ni orgánulos membranosos diferenciados

Tamaño medio 1-10 μm

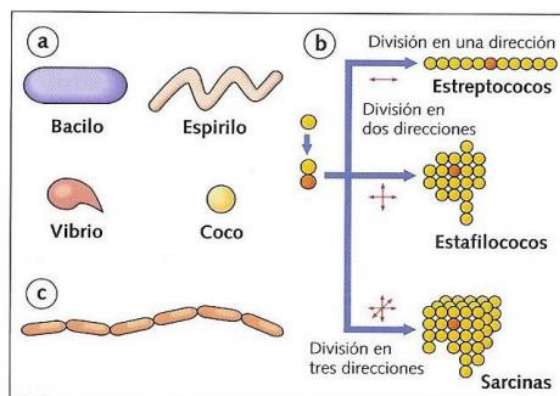
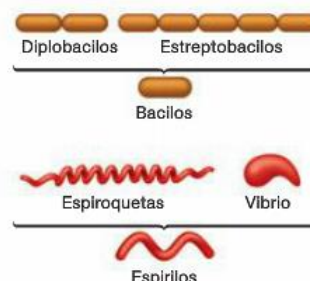
1. Forma:

- Cocos, de forma esférica.
- Bacilos, con forma cilíndrica más o menos alargada (en forma de bastoncillos).
- Espirilos, en forma de bastón ondulado (en espiral).
- Vibrios, como una coma ortográfica.

Algunas bacterias forman agrupaciones de individuos ya que, las bacterias hijas se mantienen unidas mediante sus cápsulas.

Los bacilos suelen presentar cadenas lineales de individuos, ya que su división tiene lugar en una sola dirección.

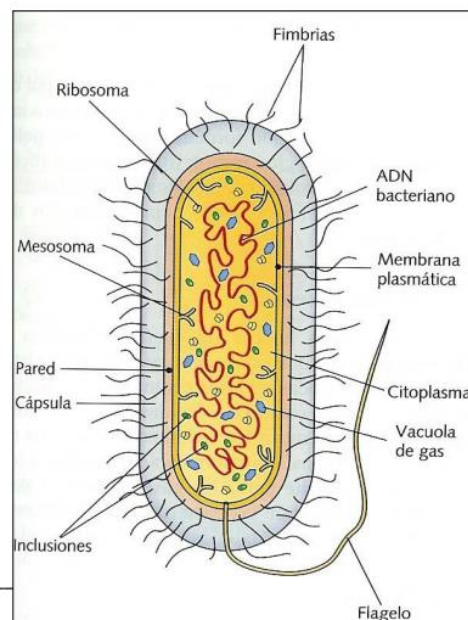
Los cocos, según las posibles direcciones de división, presentan distintas agrupaciones que reciben el nombre de estreptococos si forman cadenas, estafilococos si forman racimos o sarcinas si forman asociaciones tridimensionales regulares.



a) Tipos morfológicos de bacterias. b) Agrupaciones de cocos. c) Cadena de bacilos.

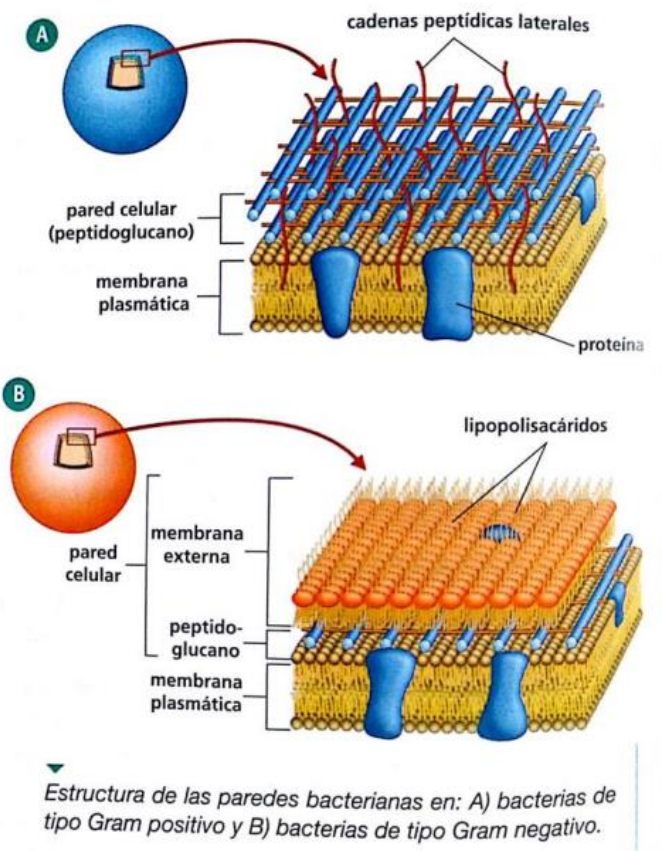
2. Componentes

- Membrana plasmática, bicapa lipídica con mesosomas y sin colesterol
- Glucocálix, capa de glúcidos que rodean la pared.
Cápsula (si el glucocálix está organizado). En casi todas las patógenas. Glúcidos complejos y proteínas. Implicada en intercambio de agua, iones y nutrientes con el medio, reservorio de agua, permite adherencia tejidos del huésped, dificulta la acción de anticuerpos y fagocitos.
Mucosa, cuando no está organizada.
- Pared celular de bacterias
- Citoplasma (hialoplasma y orgánulos: ribosomas e inclusiones)
- Ribosomas 70 S
- Cromosoma bacteriano: ADN circular (nucleoide)
- Plásmidos o episomas
- Flagelos
- Fimbrias y pillis. En Gram- como sistema de anclaje. Pilli, intercambio de material genético.
- Inclusiones, son gránulos de sustancias orgánicas e inorgánicas.
- Vesículas
- Citoplasma
- Sin citoesqueleto



Pared bacteriana

Proporciona protección física, evita el estallido osmótico, permite el paso de sustancias, protege frente a antibióticos, aporta rigidez y da una forma específica a la célula.



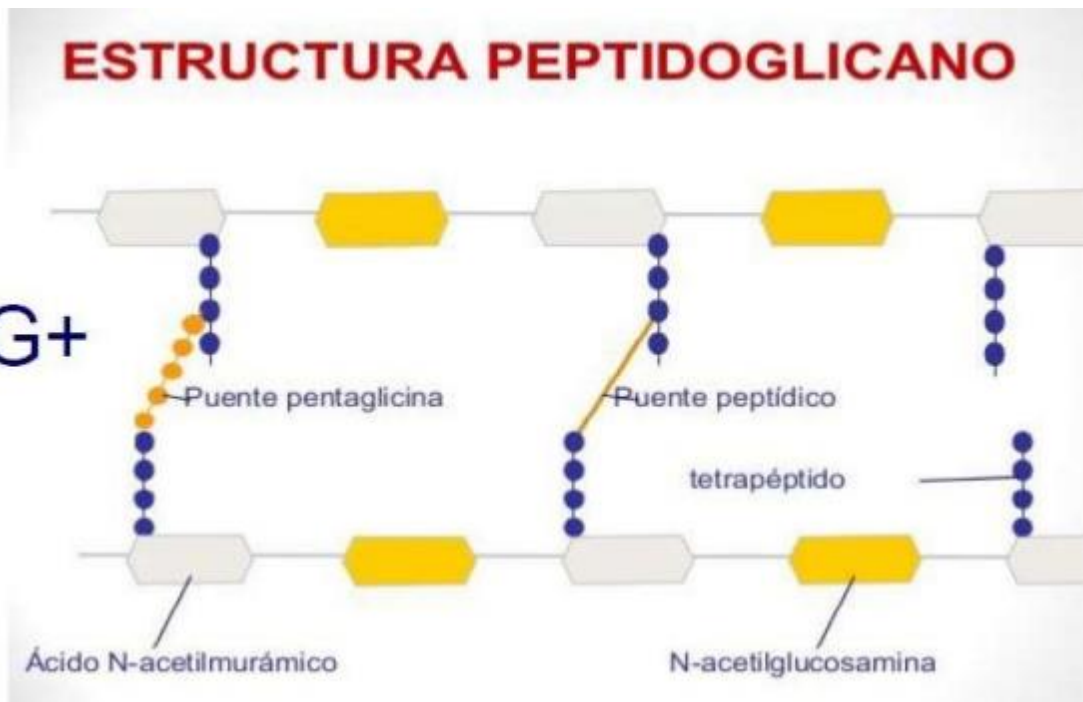
Tinción de Gram: cristal violeta y safranina (rosa)

La tinción de Gram permite diferenciar dos tipos de bacterias en función de la estructura de la pared: las bacterias Gram positivas y las bacterias Gram negativas.

- Las bacterias Gram + se tiñen de azul, su pared es monoestratificada y está formada por una capa gruesa de mureína (que es un peptidoglucano, es decir, un polisacárido unido a cortas cadenas peptídicas), asociada con proteínas y ácidos teicoicos (antígenos de superficie y son receptores de algunos virus).
- Las bacterias Gram - se tiñen de rojo, su pared es biestratificada, con una capa fina de peptidoglucanos, sobre la cual hay una capa externa constituida por una doble capa lipídica que contiene un gran número de proteínas y glúcidos (LPS)
El LPS las hace más resistentes a sustancias tóxicas. Su función es defensiva, al inutilizar las defensas del huésped, y constituye una de las endotoxinas más activas de las bacterias.

La pared está formada por una capa de peptidoglucanos (MUREINA), grandes cadenas paralelas de polisacáridos compuestas de N-acetil glucosamina + N-acetil murámico, de las que cuelgan péptidos pequeños: tetrapéptidos, pequeñas cadenas de aminoácidos, y unidas por puentes de pentaglicina: pentapéptido que mantiene unidos los tetrapéptidos.

El interior de la pared contacta directamente con la membrana plasmática, y el exterior está en contacto con el medio externo.



Hay un grupo de bacterias, **los micoplasmas**, que carecen de pared bacteriana.

Cápsula, algunas bacterias poseen en el exterior de la pared una cápsula viscosa compuesta de glúcidos complejos y proteínas. Es más habitual en bacterias patógenas.

Membrana plasmática

Es la envoltura que rodea al citoplasma bacteriano. Su estructura es similar a la de las células eucariotas, aunque en la membrana bacteriana no hay esteroides (colesterol). Presenta una particularidad y es que forma unas invaginaciones o repliegues hacia el interior que reciben el nombre de mesosomas.

Funciones de la membrana plasmática:

- Delimitar la bacteria.
- Regular el paso de sustancias nutritivas.
- Los mesosomas:

o En ellos se encuentran las enzimas que intervienen en la respiración, la fotosíntesis (en bacterias fotosintéticas) y en la duplicación del ADN bacteriano.

o Aumentan la superficie de la membrana plasmática.

o Son el lugar de anclaje del cromosoma bacteriano

Citoplasma

Es el espacio limitado por la membrana bacteriana. Está formado por una parte líquida (hialoplasma), cuya composición es similar a la de la célula eucariota (agua, sales minerales, iones, aminoácidos, etc.) y en él se encuentran orgánulos como:

RIBOSOMAS

Son morfológicamente iguales a los de las células eucariotas, aunque de menor tamaño y velocidad de sedimentación. Están formados por dos subunidades: la subunidad mayor (50 S) y la subunidad menor (30 S), siendo 70 S la velocidad de sedimentación del ribosoma completo.

Los ribosomas bacterianos se encargan de la síntesis de proteínas, pero siempre están libres en el citoplasma.

INCLUSIONES

Son gránulos de reserva de distintas sustancias que proceden del metabolismo de la bacteria, o

bien son sustancias de deshecho. Estas inclusiones están dispersas por el citoplasma, sin membrana que las aisle. Las sustancias son: polisacáridos (almidón, glucógeno), lípidos (grasas), azufre,..

ADN bacteriano

CROMOSOMA

Un solo cromosoma de ADN bicatenario y circular, asociado a proteínas no histonas, que le permiten llevar a cabo procesos de compactación y relajación, según las necesidades de la célula.

Se localiza en una zona interior de la célula, llamada nucleoide.

PLÁSMIDO (episomas, integrados en el cromosoma)

Fragmentos de ADN circulares, que pueden contener 2 a 30 genes

Flagelo bacteriano

Formado por:

- Aparato basal, compuesto por anillos proteicos unidos a la pared y a la membrana plasmática
- Filamento helicoidal de flagelina
Al rotar los anillos proteicos, gira el filamento de flagelina.

Fimbrias y "pili" bacteriano

Apéndices filamentosos, huecos y delgados, situados en la pared externa de algunas bacterias.

Las fimbrias permiten la adhesión de las células bacterianas a tejidos (infecciones).

Los pili sirven para el intercambio de material genético en la conjugación bacteriana.

Complejos fotosintéticos

En la región del mesosoma, se localizan enzimas, pigmentos (bacterioclorofila y carotenoides), y cadena transportadora de electrones.

Generalmente sólo presentan un fotosistema y realizan fotofosforilación cíclica.

Endosporas

Estructuras formadas en condiciones adversas, que protegen el ADN

FISIOLOGÍA BACTERIANA

NUTRICIÓN

1. Bacterias fotoautótrofas

Fotosíntesis anoxigénica o bacteriana (bacterias verdes y púrpuras del azufre). No utilizan H₂O como dador de electrones, suelen utilizar sulfuro de hidrógeno H₂S.

Fotosíntesis oxigénica o vegetal (cianobacterias, cianofíceas o algas verde-azuladas)

Utilizan CO₂ como fuente de carbono y la energía de la luz

2. Bacterias fotoorganotrofas (heterótrofas)

Son las bacterias purpúreas no sulfúreas

Fotosintéticas aerobias (utilizan la luz como fuente de energía)

Utilizan materia orgánica (ácido láctico) como fuente de carbono

3. Bacterias quimioautótrofas

Energía de reacciones de oxidación de moléculas inorgánicas (amoníaco, nitritos, sulfuro de hidrógeno, hidrógeno, carbonatos de hierro)

Utilizan CO₂ como fuente de carbono

Intervienen en ciclos biogeoquímicos y en la fijación del nitrógeno atmosférico

4. Bacterias quimioorganotrofas (heterótrofas)

Energía de oxidación aeróbica (enzimas respiratorias en el mesosoma), anaeróbica (fermentación) o de óxido-reducción, de moléculas orgánicas

Utilizan materia orgánica como fuente de carbono

Pueden ser saprótrofos (descomponedores de materia orgánica, vida libre) o simbioses (mutualistas, comensalistas) o parasitarias.

REPRODUCCIÓN

Reproducción asexual por bipartición

Haploides

Mecanismos parasexuales

1. Conjugación, transferencia de un plásmido de una célula a otra.

- La bacteria donadora (F⁺) transmite sus plásmidos a través de un pili sexual a la receptora (F⁻)
- Si el plásmido se integra en el CR de la receptora, se denomina episoma, y la bacteria es HFR
- Se produce entre bacterias de la misma especie o muy relacionadas

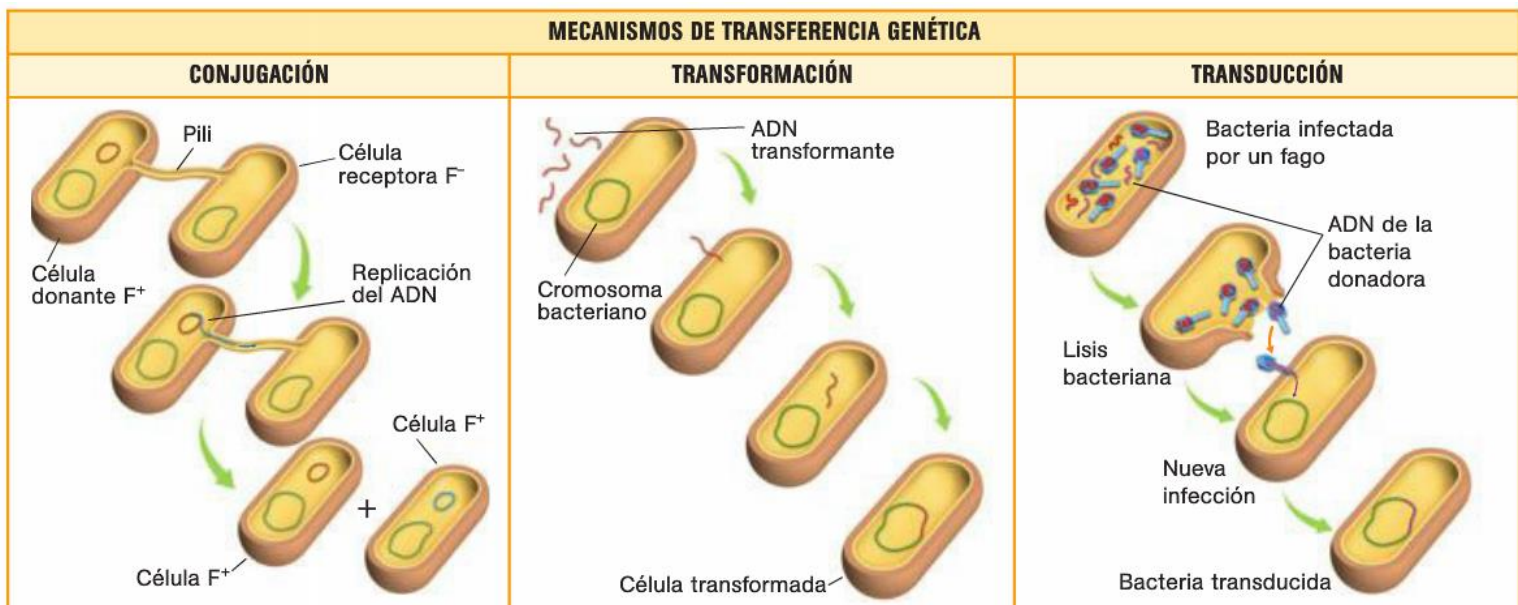
2. Transformación

La bacteria capta fragmentos de ADN externos, procedentes de la lisis de una bacteria adyacente o secretado por otros organismos vivos. El ADN se integra en su cromosoma.

Cuando la bacteria permite la entrada de ADN, se dice que es competente

3. Transducción

Las bacterias intercambian ADN mediante un virus bacteriófago



RELACIÓN

Fototactismos

Quimiotactismos

Formación de endosporas

Clasificación de las bacterias

- Bacterias o eubacterias (micoplasmas, son bacterias que carecen de pared celular)
No presentan intrones en su ADN
- Archeobacterias
Presentan intrones en su ADN
Pared sin peptidoglicanos, en unas contiene polisacáridos y en otras solamente proteínas.
Pueden ser quimiótrofas o fotótrofas.
Algunas veces son mutualistas o comensalistas, pero nunca parásitas (no producen enfermedades)
Viven en ambientes extremos, con temperaturas altas, valores de pH ácidos o concentración de sales muy altas.
Tipos: metanogénicas, halófitas, termoacidófilas.

La célula eucariota

Estructura de la célula eucariota:

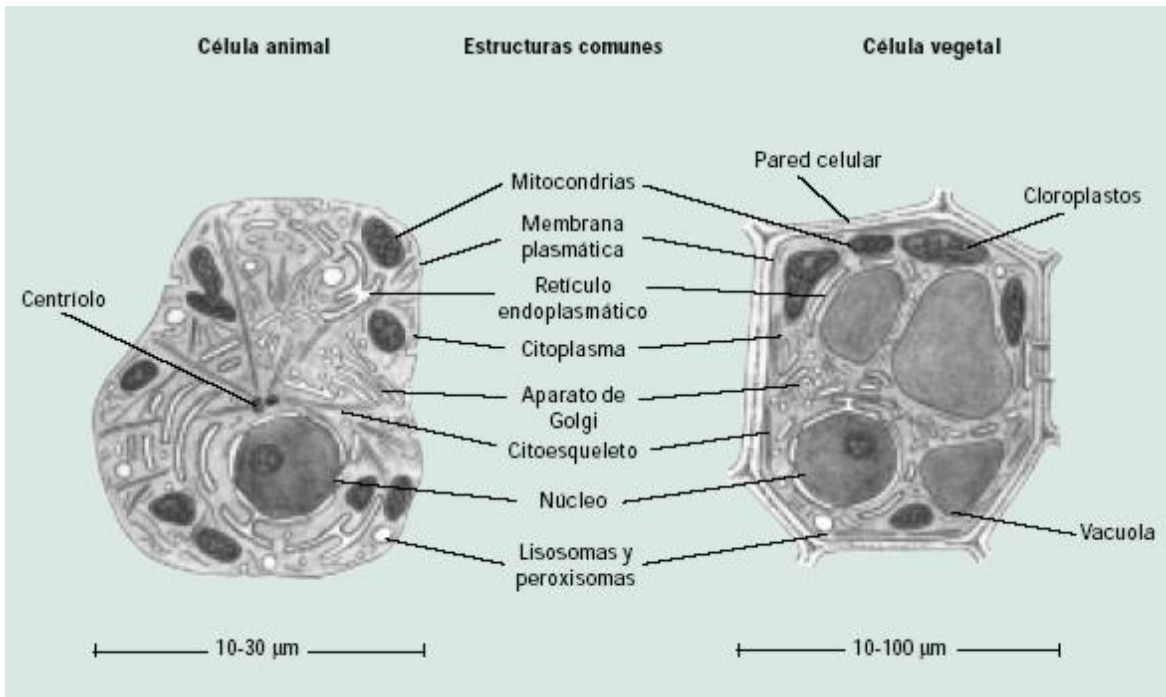
Tamaño mayor que las procariotas

Forma variada, dependiente de la función

Poseen núcleo diferenciado, orgánulos membranosos y citoesqueleto

Compartimentación del espacio celular, pudiendo desarrollar diferentes funciones al mismo tiempo

Tipo de células: animal y vegetal



Membrana plasmática

Componentes químicos

Lípidos (40%): fosfolípidos, esteroides, triglicéridos y ácidos grasos

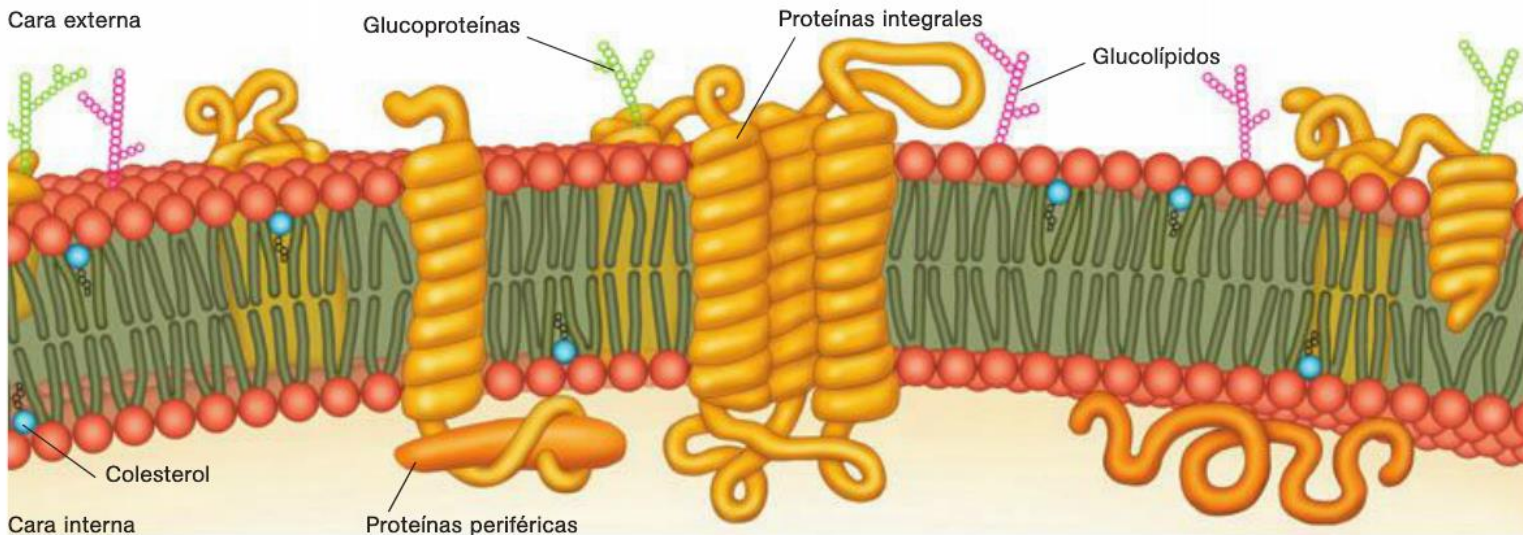
Proteínas (60%): estructurales, enzimáticas, transporte, receptores, determinante antigénico

Glúcidos: glucolípidos, glicoproteínas

Estructura

Modelo de mosaico fluido (Singer y Nicolson, 1972)

MODELO DEL MOSAICO FLUIDO



Propiedades

Autoensamblado

Autosellado (se rompe y se vuelve a unir con mucha facilidad)

Fluidez

Permeabilidad selectiva

Potencial de membrana

Funciones de la membrana plasmática

1. Permeabilidad selectiva. Transporte de sustancias

MOLÉCULAS DE PEQUEÑO TAMAÑO (masa molecular baja)

1. Transporte pasivo (no gasta energía, a favor de gradiente)

- Difusión simple (ósmosis del agua)

Sustancias solubles en la membrana, la atraviesan por sus fosfolípidos

Moléculas sin carga o con carga neta 0 (O₂, CO₂, etanol, urea)

[Difusión - Gas](#) | [Difusión](#) | [Termodinámica - Simulaciones Interactivas PhET \(colorado.edu\)](#)

- Transporte mediado o difusión facilitada:

I. Ionóforos: moléculas hidrofóbicas que se distribuyen en la membrana, aumentando la permeabilidad:

1- Proteínas de canal o canales iónicos (forman canales acuosos)

Paso de sustancias con carga eléctrica, como pequeños iones

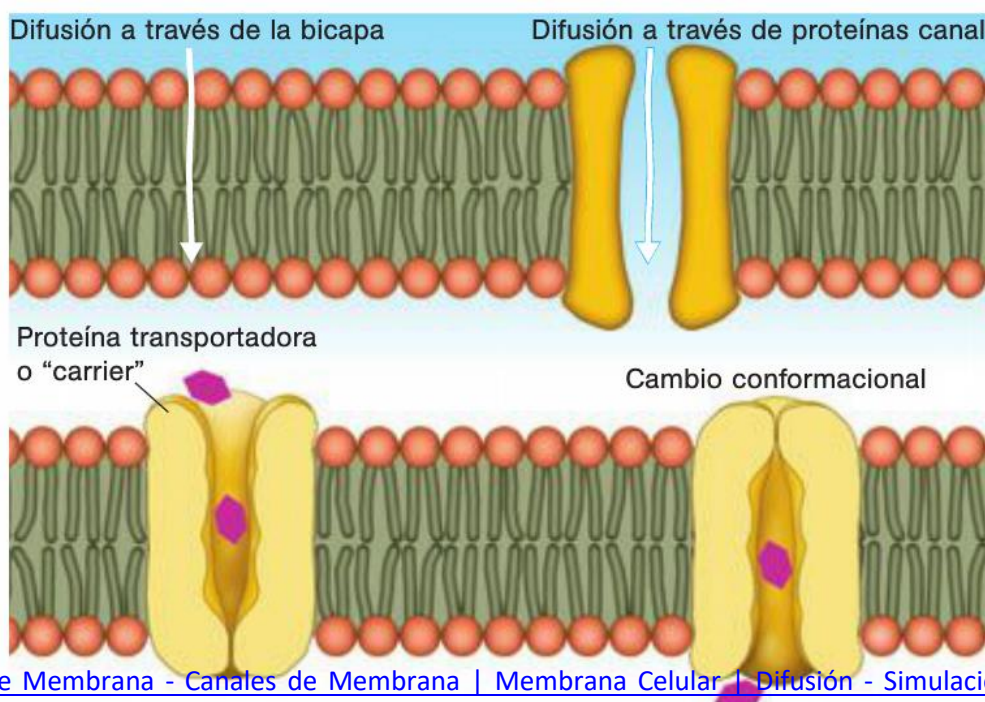
2- Transportadores móviles: moléculas pequeñas apolares que engloban la molécula a transportar, y se mueven por la membrana para transportarlo al otro lado de la bicapa.

II. Proteínas transportadoras, carriers o permeasas. Son proteínas integrales de membrana

1- Proteínas que forman un canal hidrofílico para moléculas polares (como glúcidos, nucleótidos y aminoácidos) o con carga.

La apertura del canal está regulada por la llegada de la molécula (el ligando) o por el voltaje (cambios en el potencial de membrana)

2- Proteínas transportadoras tipo carrier, se produce el cambio conformacional de la proteína transportadora.



2. Transporte activo (gasto de energía, en contra de gradiente)

Bombas iónicas: Bomba de Na^+ - K^+ (canal de fuga de K^+)

Gradientes iónicos

Translocación de grupo (la molécula sufre una transformación química en la bicapa)

■ Transporte activo

Se realiza **en contra de gradiente** –ya sea de concentración, de presión osmótica, o bien eléctrico–, e implica un **consumo de energía**. Solo pueden realizarlo algunos tipos de proteínas especializadas, también denominadas **bombas**.

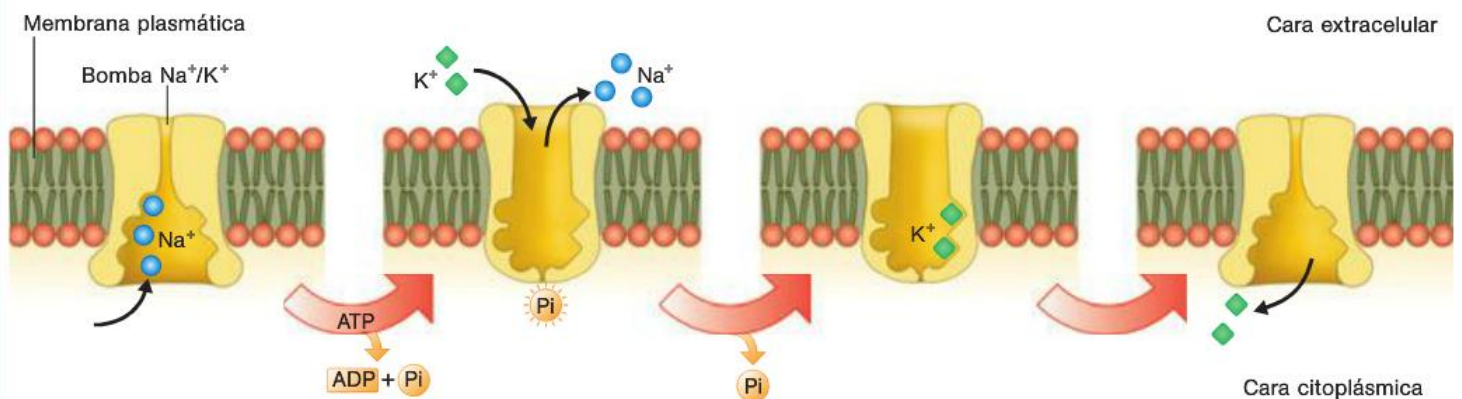
BOMBA DE SODIO-POTASIO

La bomba de sodio-potasio es uno de los mecanismos más importantes de este tipo de transporte. La mayor parte de las células animales tienen en su medio interno una elevada concentración de **iones K^+** , mientras que la de **Na^+** es superior en el medio extracelular.

Las diferencias de concentración se deben a la actividad de la bomba de Na^+/K^+ , que bombea de manera simultánea tres iones Na^+ hacia el exterior y dos iones K^+ hacia el interior, en contra del gradiente de concentración; para ello, se necesita consumir la energía liberada en la hidrólisis del ATP. La bomba de Na^+/K^+ también tiene actividad enzimática ATPasa.

Desde el punto de vista estructural, la bomba de Na^+/K^+ está constituida por un tetrámero que consta de dos subunidades: una subunidad grande, llamada α , que se encarga del transporte, y una subunidad más pequeña, β , que mantiene la bomba unida a la membrana. Esta segunda es una glucoproteína.

La bomba es responsable del mantenimiento del **potencial de membrana**, que es la diferencia de carga eléctrica entre los dos lados de la membrana, es decir, entre la matriz extracelular y el citoplasma. El exterior de la membrana es positivo, frente al interior, que es negativo. También regula el volumen celular e interviene en otros sistemas de transporte, debido a que en algunas células es capaz de transportar glucosa y aminoácidos desde el exterior al interior.



MOLÉCULAS GRAN TAMAÑO (elevada masa molecular)

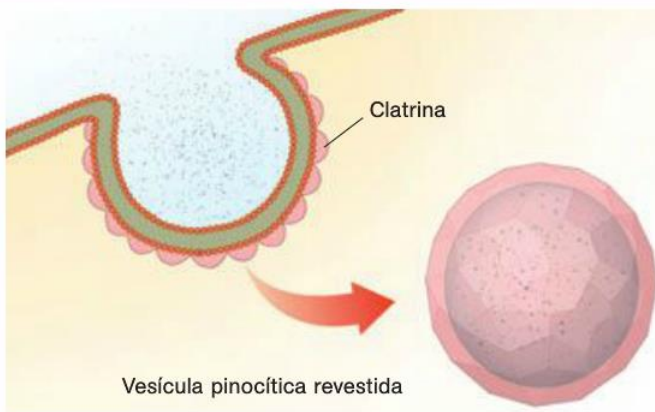
1. Endocitosis

Receptores de endocitosis

Tipos:

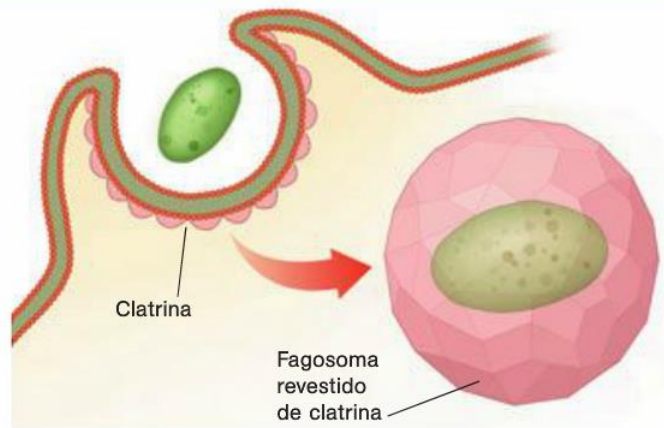
- Pinocitosis: ingestión de moléculas disueltas, vesículas de pequeño tamaño (pinocíticas)
- Fagocitosis: ingestión de macromoléculas, microorganismos o restos celulares, vesículas de gran tamaño (fagocíticas o fagosomas)
- Endocitosis mediada por receptor

PINOCITOSIS O ENDOCITOSIS DE FASE FLUIDA



Implica la ingestión de líquidos y partículas en disolución por **pequeñas vesículas revestidas** de clatrina (de diámetro inferior a 150 nm).

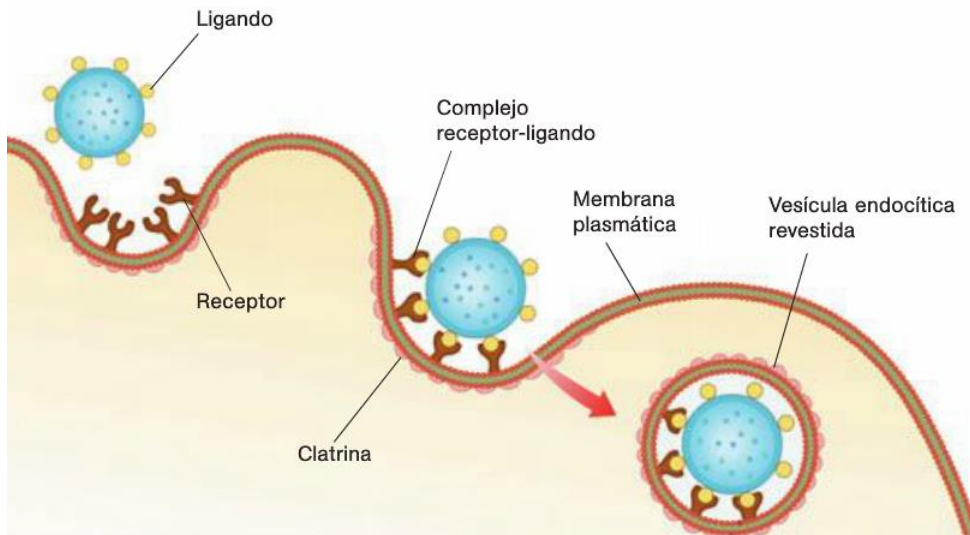
FAGOCITOSIS O ENDOCITOSIS DE FASE SÓLIDA



Se forman **grandes vesículas revestidas** (de diámetro mayor de 250 nm) o **fagosomas** que ingieren microorganismos y restos celulares.

ENDOCITOSIS MEDIADA POR RECEPTOR

La endocitosis mediada por receptor es un mecanismo en el que solo se endocita la sustancia para la cual existe el correspondiente receptor en la membrana. Una vez formado el **complejo ligando-receptor**, se forma la correspondiente **vesícula endocítica revestida**, que sufrirá diversos procesos en el interior celular.



Es un procedimiento característico para la incorporación de macromoléculas como la insulina, el colesterol o el hierro, que pueden estar presentes en concentraciones no muy altas en el medio extracelular.

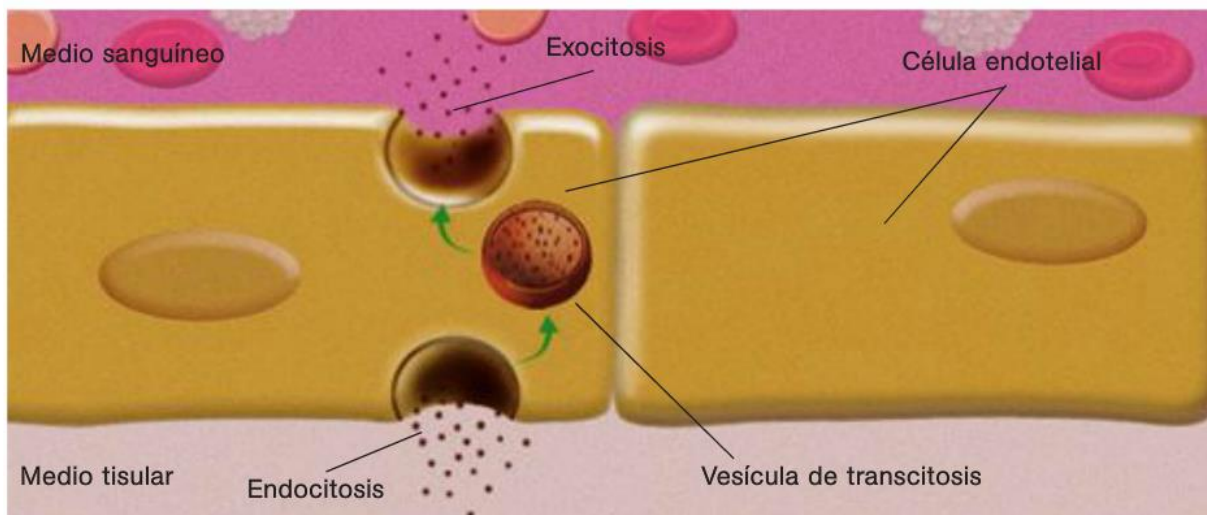
Esta modalidad de endocitosis es típica de células como los macrófagos, los histiocitos o los neutrófilos.

2. Exocitosis

3. Transcitosis

MECANISMO DE LA TRANSCITOSIS

Es un mecanismo de transporte transcelular. La célula engloba la sustancia extracelular mediante una invaginación que da lugar a una vesícula (endocitosis) que se mueve a través de la célula para expulsar la sustancia en el lado opuesto de la membrana (exocitosis).



2. Reconocimiento celular

3. Recepción y transmisión de estímulos.

Diferenciaciones de la membrana plasmática

Modificaciones de la membrana celular que permiten la unión de células

Tipos:

1. Atendiendo a su extensión:

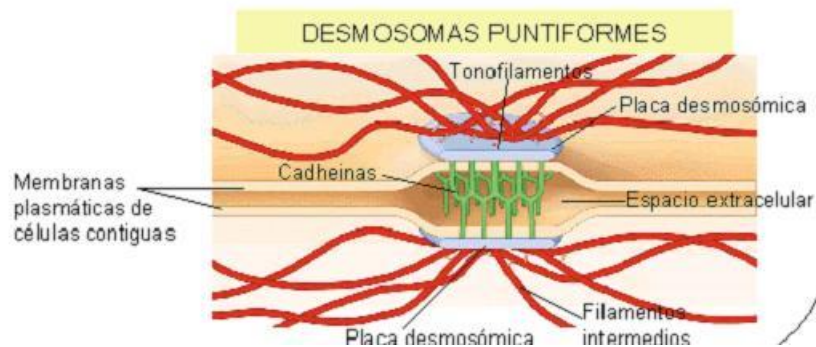
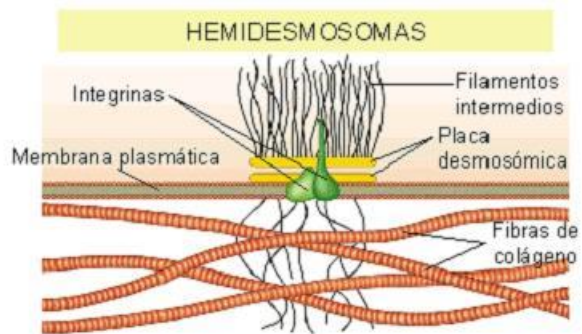
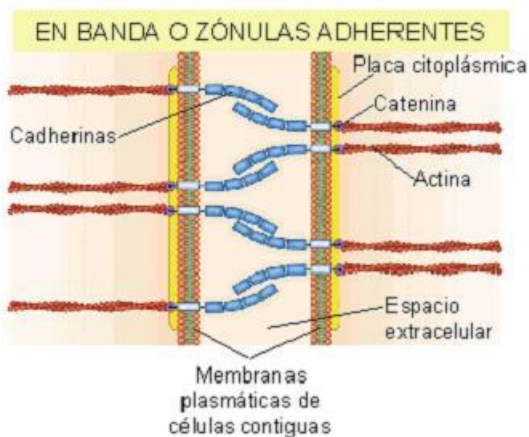
- Tipo zónula, afecta a todo el contorno de la célula
- Tipo mácula, afecta sólo a una zona concreta de la membrana plasmática

2. Atendiendo a su estructura y función:

- Uniones de anclaje, adherentes o desmosomas
 - a) Mantienen unidas a las células mecánicamente
 - b) En tejidos sometidos a fuertes tensiones mecánicas (músculo cardíaco, cuello del útero, intestino, piel)
 - c) Se sitúan en superficies laterales y basales de las células

Estructura general: a través de una proteína transmembrana, conectan los filamentos del citoesqueleto de dos células o de una célula con la matriz extracelular

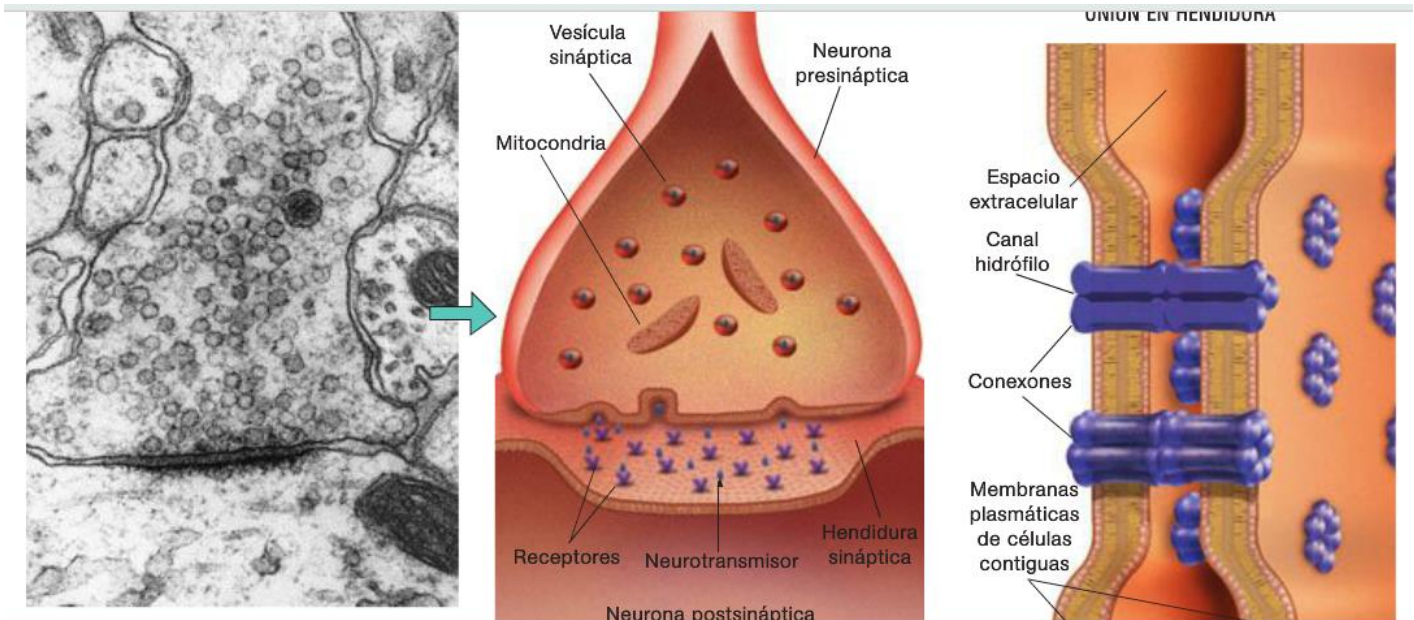
Tipos de desmosomas



- Uniones impermeables, ocluyentes, oclusivas o estrechas (zónula ocludens)
 - a) Impiden el paso de moléculas entre las células
 - b) Se forman en la región lateral superior de células epiteliales
 - c) En células endoteliales de vasos sanguíneos, enterocitos y hepatocitos
 - d) Se conectan bandas de proteínas de transmembrana de dos células



- Uniones comunicantes o en hendidura
 - a) Sinapsis químicas
 - b) Uniones en hendidura o gap, permiten el paso de iones y moléculas hidrosolubles a través de canales proteicos conexones (formados por proteínas de transmembrana: conexinas), comunicando el citoplasma de dos células
 - c) Permiten el funcionamiento coordinado de varias células (músculo cardíaco)



En células vegetales: plasmodesmos

La pared celular vegetal

Composición química

1. Polisacáridos
 - Celulosa en algas y plantas superiores
 - Quitina en hongos
 - Hemicelulosa
 - Pectina
2. Matriz proteica

Organización de la pared celular (primaria y secundaria)

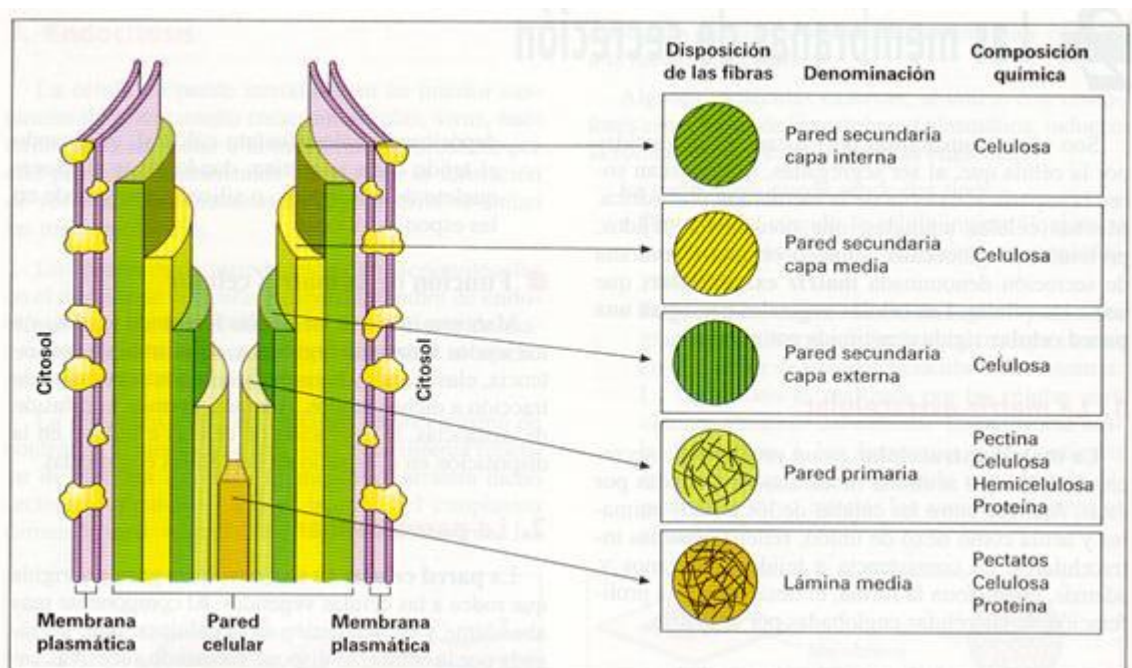
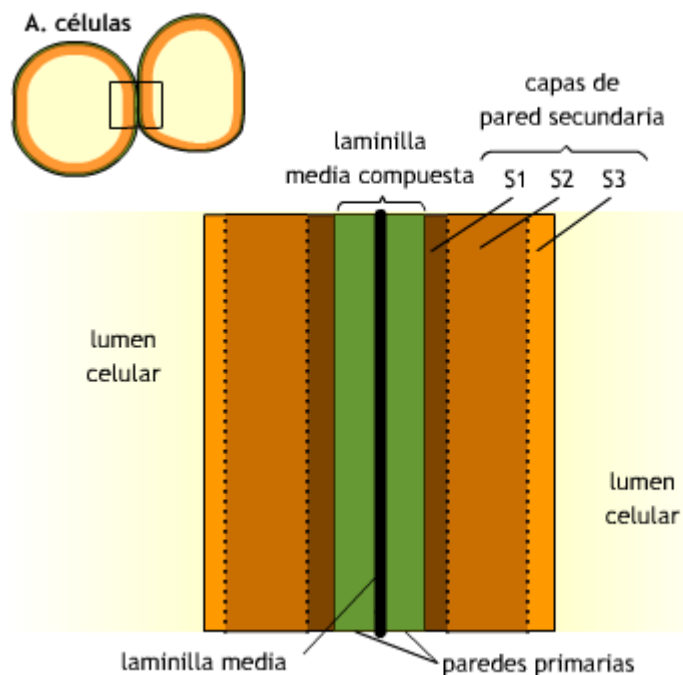
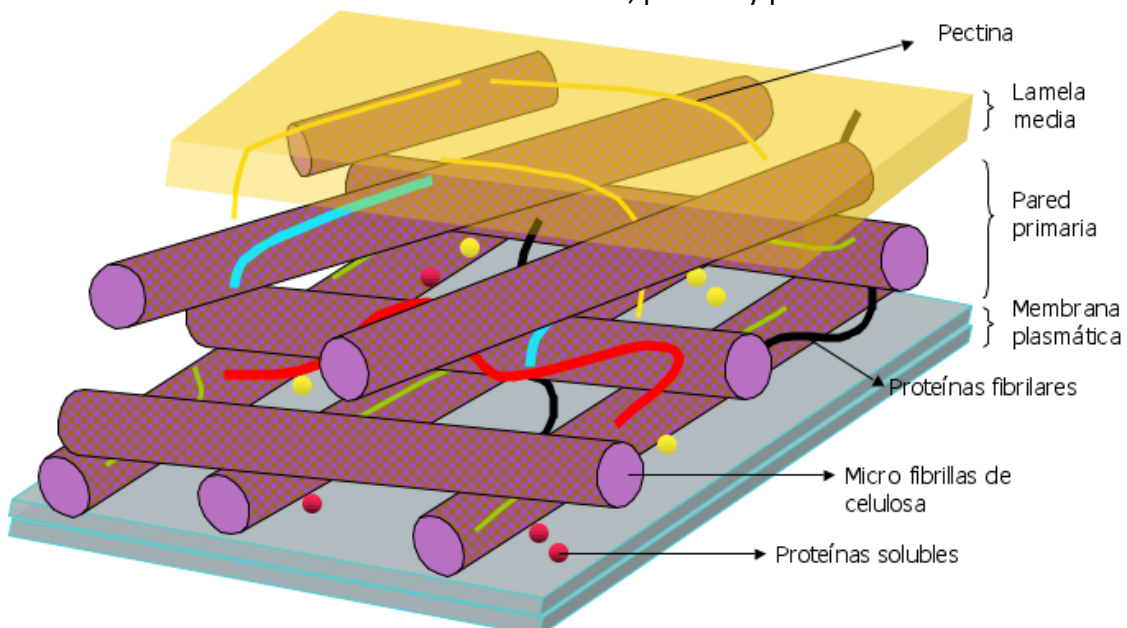


Lámina media

- Capa más externa de la pared celular
- Entre las láminas primarias de células vecinas, interrumpiéndose en los plasmodesmos
- Compuesta fundamentalmente por proteínas y pectina
- Puede tener lignina cuando las células mueren

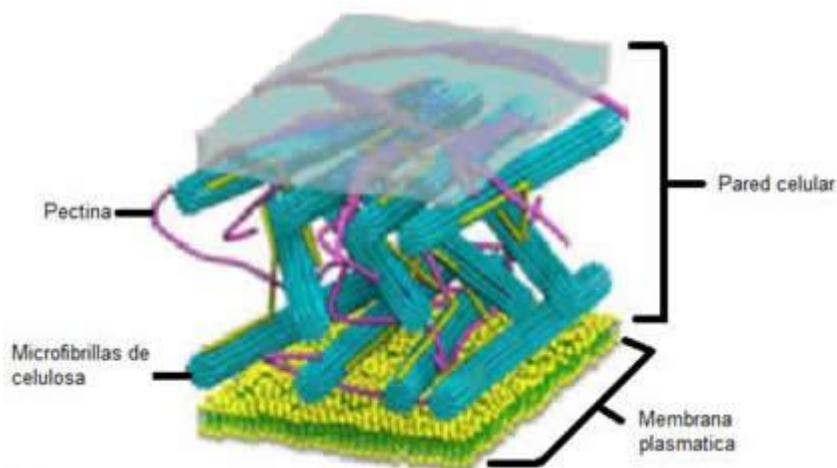
Pared primaria

- Células en crecimiento
- Delgada y flexible
- Permite el crecimiento celular
- Compuesta de microfibrillas de celulosa y moléculas de hemicelulosa.
- Fibrillas inmersas en una matriz de hemicelulosa, pectina y proteínas



Pared secundaria

- Gruesa y rígida, formada por varios estratos
- Adosada a la membrana plasmática
- Presente en células que han finalizado su crecimiento
- Compuesta por abundante celulosa (microfibrillas) y poca pectina
- Puede contener lignina (resistencia), suberina y cutina (impermeable)



Función de la pared

1. Soporte mecánico de las células y del conjunto de la planta: exoesqueleto
2. Responsable de mantener la planta erguida
3. Impide fenómenos osmóticos desfavorables y permite la turgencia celular
4. Protección frente a abrasiones y patógenos

Matriz extracelular en células animales (ECM)

Composición

Proteínas estructurales fibrosas: colágeno y elastina

Proteínas de adhesión: fibronectina

Proteoglicanos: gel en el que se encuentran las proteínas fibrosas, formado por heteropolisacáridos y proteínas

Función de la matriz

Forma celular

Soporte mecánico, resistencia y elasticidad

Relleno de espacios intercelulares

Comunicación y contactos celulares

Regular diferenciación celular

Permitir el movimiento celular

El citosol o hialoplasma

Citoplasma, es el contenido de la célula eucariótica comprendido entre la membrana plasmática y la nuclear.
Citosol, citoplasma fundamental o hialoplasma, es la fase acuosa del citoplasma.

Composición

Agua 70-80%

Proteínas 20-30%

Iones

Moléculas orgánicas de pequeño tamaño (aminoácidos, glúcidos, ATP)

El proteosoma es un complejo proteico grande presente en todas las células eucariotas y arqueas, así como en algunas bacterias, que se encarga de realizar la degradación de proteínas no necesarias o dañadas. En las células eucariotas los proteosomas suelen encontrarse en el citoplasma.

Estructura: sol y gel

Función como sede de reacciones metabólicas

Regulador del pH intercelular

Síntesis, plegamiento y degradación de proteínas

La mayor parte de las reacciones del metabolismo intermediario

Citoesqueleto

Red de filamentos proteicos extendidos por todo el citoplasma. Se anclan en la membrana plasmática de la célula eucariota.

Microfilamentos de actina

Imprescindibles en los movimientos celulares

Se polimerizan y despolimerizan con facilidad

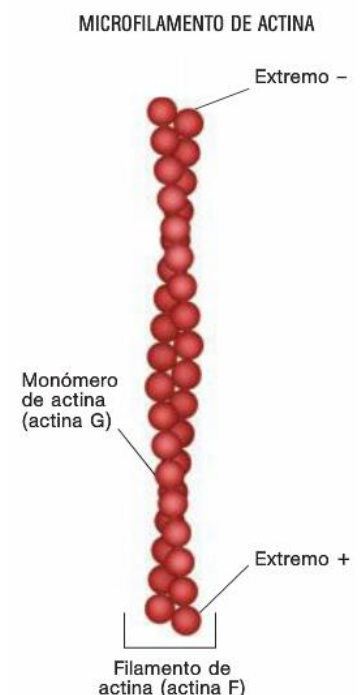
Formados por:

Actina

- Forma polimerizada (F)
- No polimerizada (G)
ABPs (proteínas asociadas)
- Estructurales, unión de filamentos de actina con membrana
- Reguladoras, intervienen en la contracción muscular (miosina)

Funciones

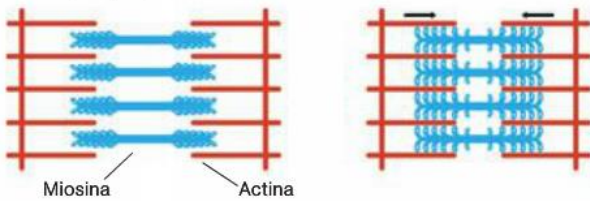
- Contracción muscular
- Formación del esqueleto de microvellosidades
- Cariocinesis
- Movimiento ameboide (pseudópodos)



FUNCIONES DE LOS MICROFILAMENTOS DE ACTINA

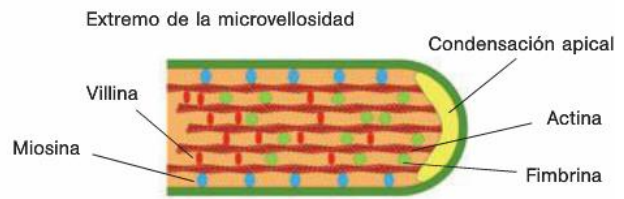
CONTRACCIÓN MUSCULAR

En las células musculares estriadas, la actina se asocia a la miosina, permitiendo que los microfilamentos de actina se acorten al deslizarse unos sobre otros, lo que provoca la contracción de la célula muscular.



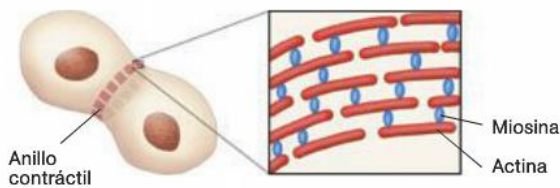
FORMACIÓN DEL ESQUELETO MECÁNICO DE LAS MICROVELLOSIDADES

Algunas células, como las del epitelio intestinal, presentan en la membrana unas prolongaciones denominadas microvellosidades, que se mantienen rígidas porque contienen un haz de microfilamentos de actina.



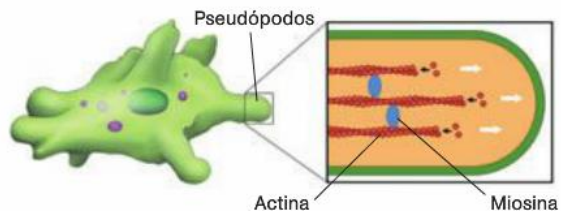
CARIOCINESIS CELULAR

En la telofase de la división celular se forma un anillo contráctil en la zona ecuatorial de la célula, constituido por **fibras de actina y miosina**, cuya contracción provocará la separación de las células hijas.



MOVIMIENTO AMEBOIDE

Algunos organismos unicelulares, como por ejemplo la ameba, son capaces de desplazarse activamente mediante la formación de pseudópodos, que son prolongaciones celulares que contienen microfilamentos de actina.



Microtúbulos de tubulina

Dispersos por el citoplasma o formando centriolos, cuerpos basales cilios y flagelos

Se polimerizan y despolimerizan según las necesidades de la célula

Formados por tubulina, se asocia formando dímeros y éstos protofilamentos de 13 subunidades

Funciones

- Formación del huso mitótico
- Transporte intracelular (pigmentos, neurotransmisores)
- Movimiento de la célula (cilios, sólo en algunas células animales, y flagelos)

Filamentos intermedios (de queratina y otras proteínas)

Formados por **IFAPs** (proteínas asociadas a filamentos intermedios), proteínas fibrosas, específicas para cada tipo celular.

Forman redes que rodean al núcleo

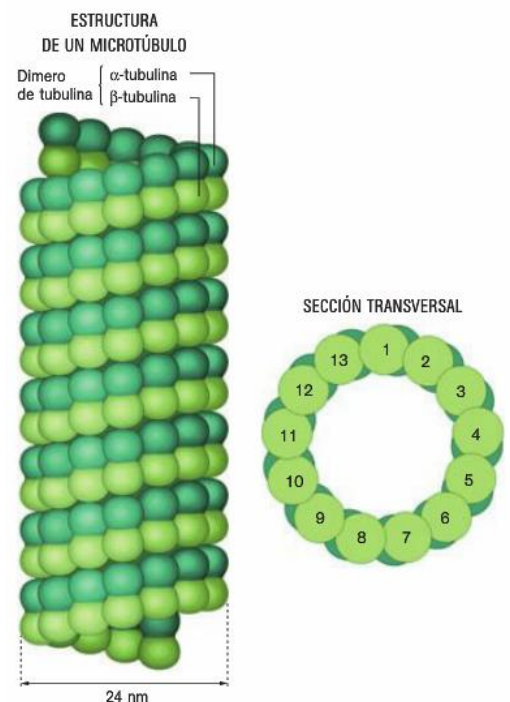
Muy resistentes, soportan tensiones fuertes

Clases:

- Filamentos de queratina (tonofilamentos)
- Neurofilamentos
- Filamentos de vimentina, desmina, de proteína glial ácida

Funciones

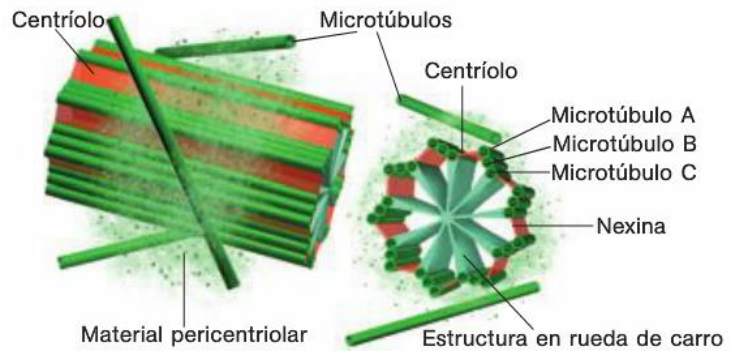
- Estructurales
- Mantenimiento de la forma celular



Centrosoma (centro organizador de microtúbulos COMT)

Material pericentriolar
Centríolo o diplosoma

Estructura



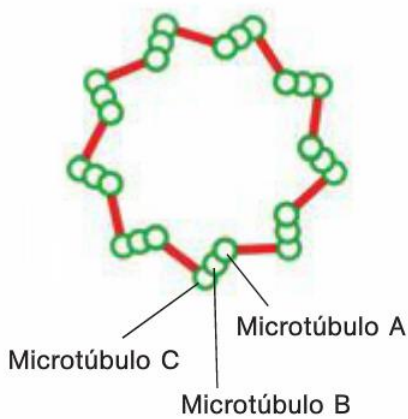
Función

Orden y dirige a los filamentos del citoesqueleto
Formación del huso mitótico

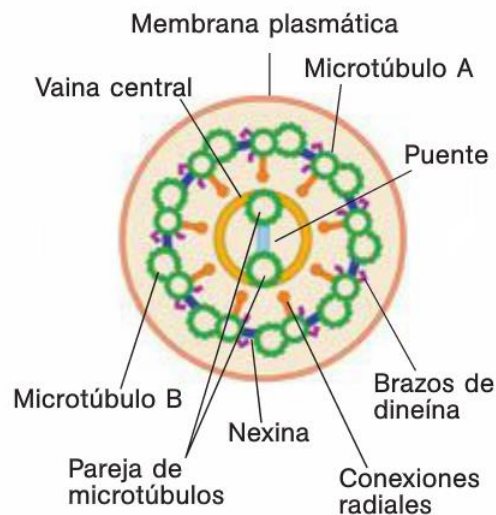
Cilios y flagelos

Estructura y función

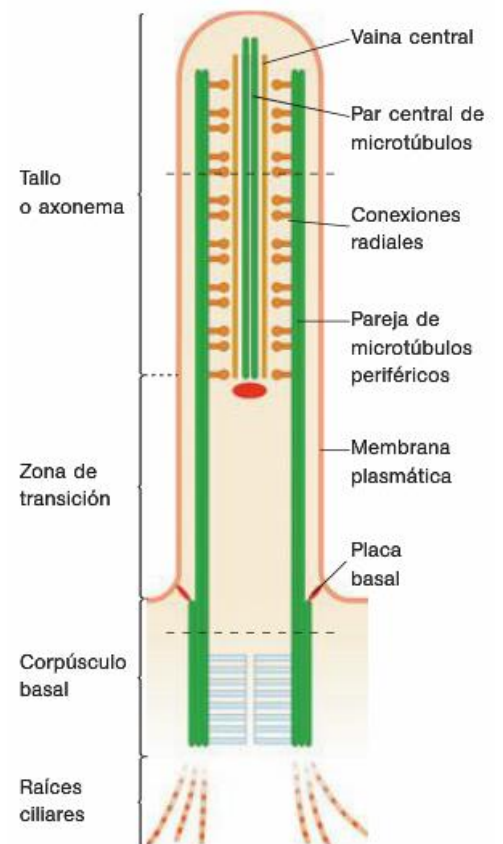
CORTE DEL CORPÚSCULO BASAL



CORTE DEL TALLO



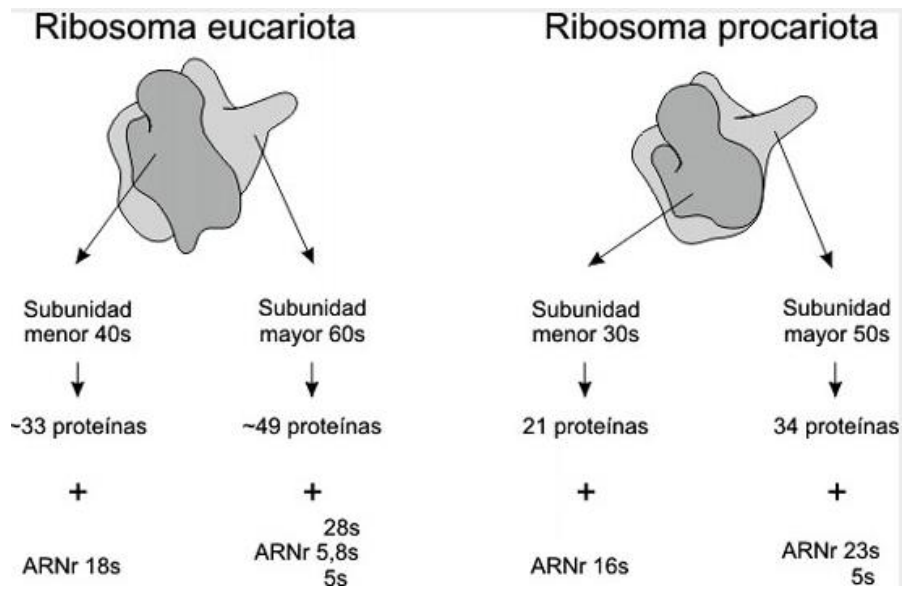
ESTRUCTURA DEL APARATO CILIAR



Ribosomas

Estructura: 80S, RNAr+proteínas

Función



Inclusiones

Composición

Tipos

Función, almacenan nutrientes, productos de excreción, y gránulos de pigmento

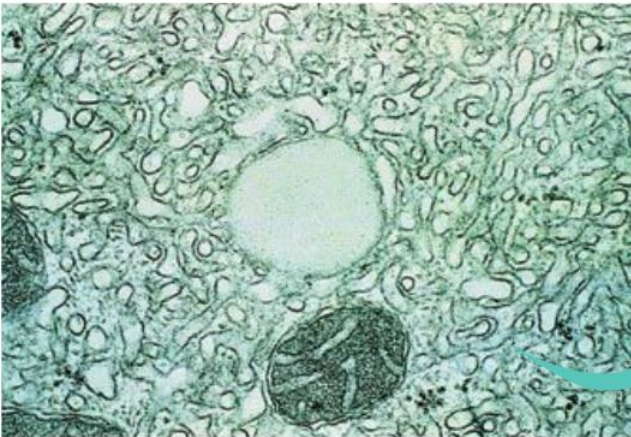
Orgánulos membranosos

Retículo endoplásmico

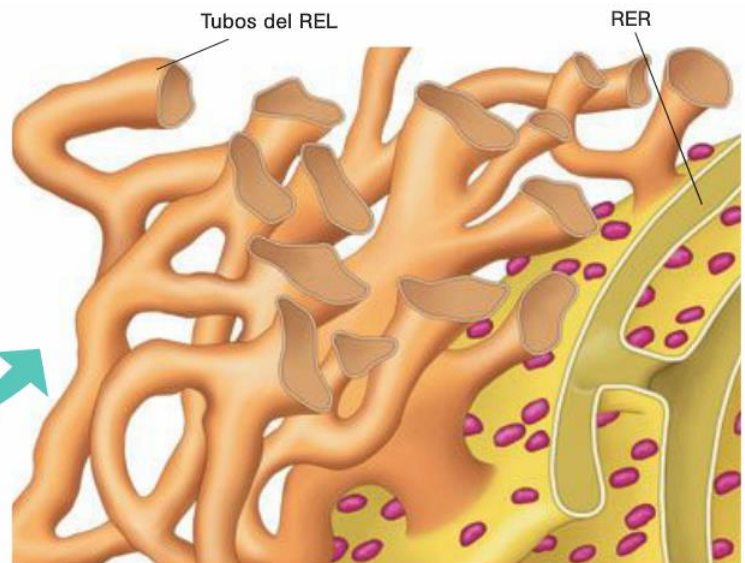
Sistema membranoso intracelular que se extiende entre las membranas plasmática y nuclear, formado por cisternas y tubos comunicados entre sí, con un espacio interno denominado lumen.

Tipos: Rugoso y liso

Estructura



Ultraestructura y esquema del retículo endoplásmico liso. Los túbulos del REL se muestran en el esquema en continuidad con el RER.



RER

Constituido por sacos aplanados o cisternas

Ribosomas adheridos a la cara citosólica

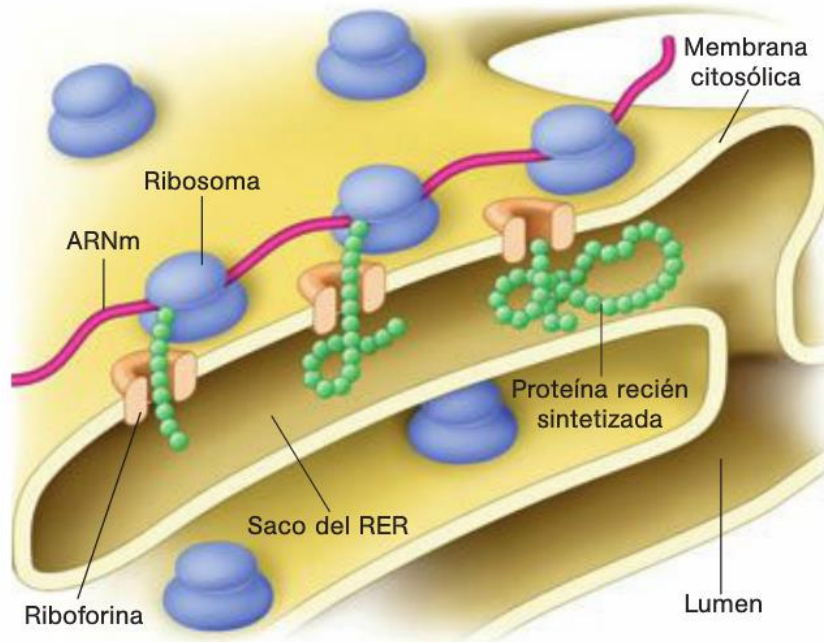
Presencia en la membrana de riboforinas (proteínas transmembrana)

Muy desarrollado en células que participan activamente en la síntesis de proteínas

Funciones

- Síntesis y almacenamiento de proteínas
- Glucosilación de proteínas

SÍNTESIS DE PROTEÍNAS EN EL RER



REL

Red tubular formada por finos tubos o canalículos interconectados

No lleva ribosomas adheridos

Abundante en:

- Células musculares estriadas (retículo sarcoplásmico)
- Células intersticiales de Leydig, del testículo y corteza suprarrenal, secretoras de hormonas esteroideas
- Hepatocitos, donde fabrica lipoproteínas

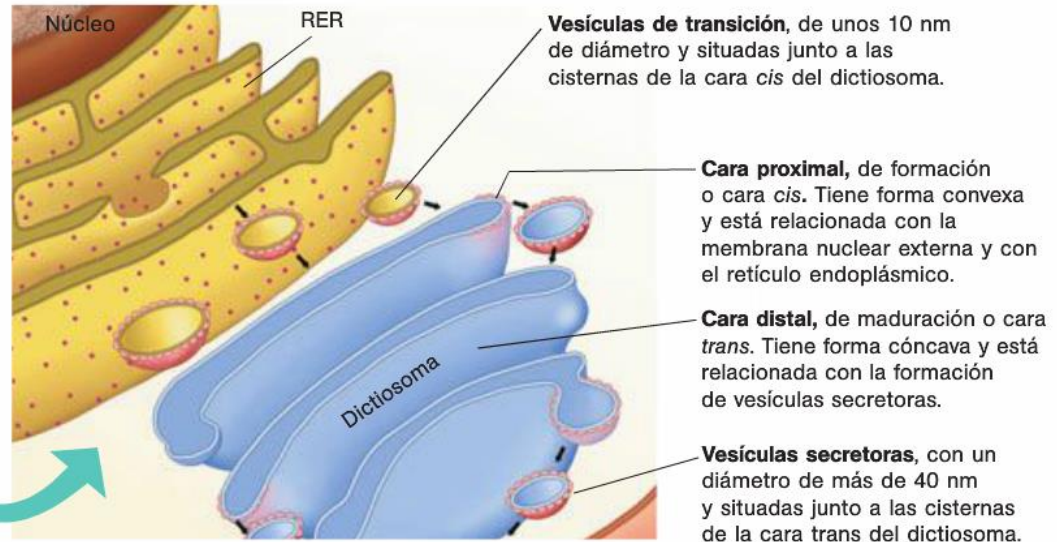
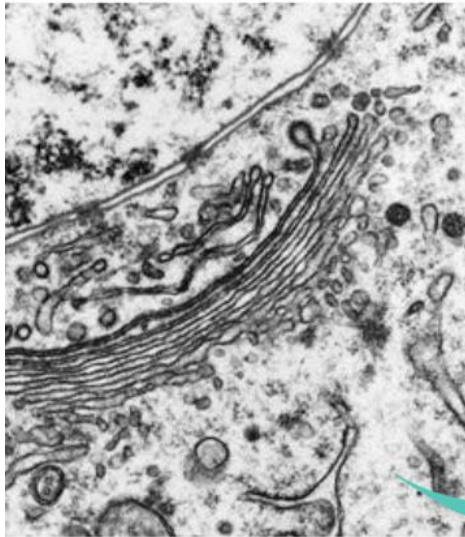
Funciones

- Síntesis de lípidos
- Contracción muscular
- Detoxificación
- Liberación de glucosa a partir de los gránulos de glucógeno presentes en el hepatocito

Aparato de Golgi

Estructura

Constituido por una o varias unidades llamadas dictiosomas, sistema membranoso formado por la agrupación de sacos aplanados o cisternas y vesículas asociadas (transición y secretoras)



Ultraestructura y esquema del aparato de Golgi.

Funciones

- Transporte golgiano: distribución y secreción (constitutiva y regulada) de proteínas.
- Glucosilación de proteínas.
- Síntesis de glucolípidos y esfingomiélna, para regenerar la membrana plasmática.
- Formación del tabique telofásico (fragmoplasto) en células vegetales.
- Formación del acrosoma del espermatozoide.

Lisosomas

Composición

Órganulos formados a partir de vesículas desprendidas del aparato de Golgi, que contienen en su interior enzimas hidrolíticas

Todas las enzimas son hidrolasas ácidas (pH óptimo 4.6)

Función

Actúan como sistema digestivo celular

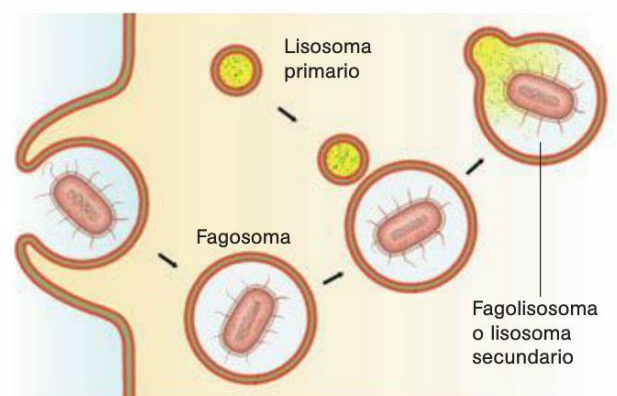
- Autofagia: Digieren materiales que proceden del interior celular
- Heterofagia: Digieren material captado del exterior por pinocitosis o fagocitosis

Tipos de lisosomas

- primarios
- secundarios (fagolisosomas y autofagolisosomas)

[Lisosoma | NHGRI \(genome.gov\)](https://www.genome.gov/27532019/lysosomes)

FUNCIÓN FAGOCÍTICA DE LOS LISOSOMAS



Peroxisomas

Composición y estructura

Orgánulos formados a partir de vesículas desprendidas del aparato de Golgi, que contienen en su interior dos tipos de enzimas:

1. Enzimas oxidasas, llevando a cabo reacciones de oxidación de diferentes sustratos.
2. Catalasa, enzima que elimina el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) producido en las reacciones anteriores.

Funciones

- Oxidación de ácidos grasos (producción de energía)
- Oxidación de aminoácidos (producción de energía)
- Ciclo del glioxilato (glioxisomas, células vegetales)
- Fotorrespiración (células vegetales)
- Detoxificación de moléculas en hígado y riñón
- Síntesis de ciertos fosfolípidos (plasmalógenos en cerebro y corazón)
- β -oxidación de ácidos grasos

Vacuolas

Composición

Orgánulos celulares membranosos, más abundantes en células vegetales
Constan de una membrana llamada tonoplasto o membrana tonoplásmica
Jugo vacuolar amorfo (agua principalmente)

Tipos

Digestivas

Pulsátiles

Almacenamiento

Funciones

- Mantenimiento de la turgencia celular
- Digestión celular
- Almacenamiento de sustancias (transitorio, reserva, desechos, sustancias tóxicas)
- Constituyen el medio de transporte de sustancias entre orgánulos del sistema endomembranoso

Mitocondrias

Orgánulos membranosos presentes en todas las células eucariotas

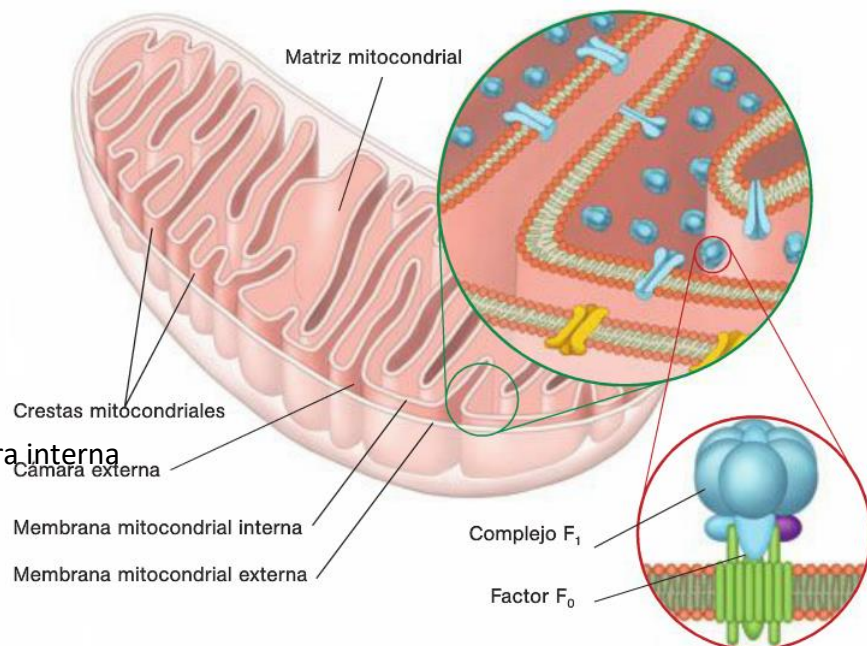
Número variable según las necesidades energéticas de la célula (condrioma celular)

Composición y estructura

- Membrana mitocondrial externa
40% lípidos, 60% proteínas (mayor que en la plasmática, enzimas del metabolismo de lípidos y porinas)
- Membrana mitocondrial interna
Con crestas mitocondriales
20% lípidos y 80% proteínas (ATP sintasa, fosforilación oxidativa, cadena respiratoria, β -oxidación de ácidos grasos)
- Partículas elementales F
Cara externa de las crestas
Son complejos ATP-sintasa
- Cámara interna o matriz mitocondrial
Agua (50%), proteínas, ADN y ARN mitocondrial, enzimas (replicación, transducción y traducción de ADN, ciclo de Krebs y β -oxidación de ácidos grasos), iones calcio y fosfato, ribonucleoproteínas (ribosomas)
- Cámara externa o espacio intermembrana

Funciones

- Respiración celular
 - a. Ciclo de Krebs
 - b. Cadena respiratoria
 - c. Fosforilación oxidativa
- β -oxidación de ácidos grasos
- Apoptosis
- Concentración de sustancias en la cara interna
- Síntesis de ADN, ARN y proteínas



Origen y grado de autonomía

Procederían junto con cloroplastos, de células procariotas que hicieron simbiosis con células eucariotas (primitivas eucariotas): **teoría endosimbionte** (Lynn Margulis, 1967)

Poseen ADN de estructura similar al bacteriano (doble hélice y circular)

Se replica de forma independiente al ADN nuclear

Posee 37 genes codificantes

Se heredan por vía materna

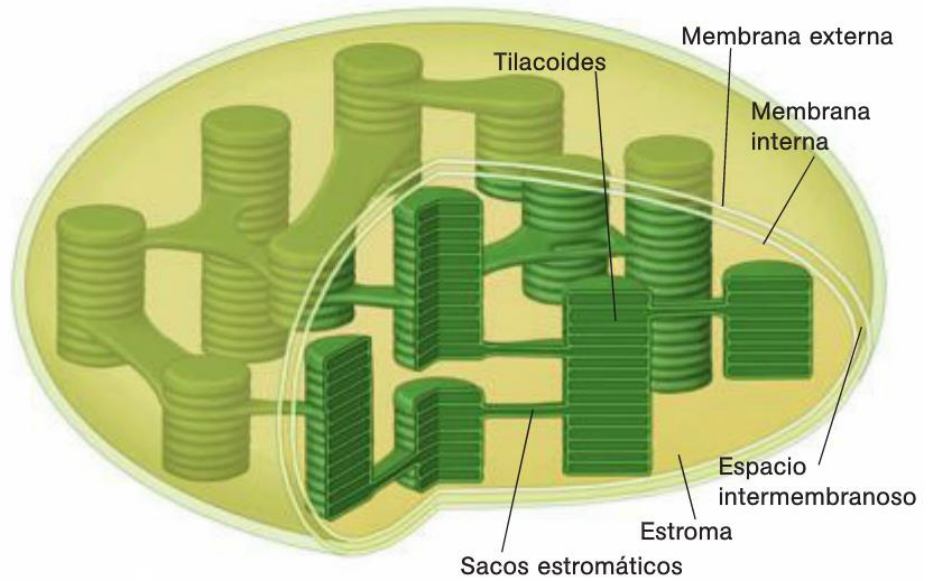
Cloroplastos

Orgánulos exclusivos de células vegetales

Se caracterizan por poseer pigmentos (clorofila y carotenoides) y por sintetizar y acumular sustancias de reserva (almidón, aceites y proteínas)

Se clasifican en:

- Leucoplastos
- Cromoplastos



Composición y estructura

- Membrana externa (permeable a iones y grandes moléculas) e interna (muy impermeable)
- **Tilacoides**, sacos aplanados aislados o superpuestos e intercomunicados (**grana**). Sobre su cara externa se sitúan los complejos F y los pigmentos fotosintéticos. Aquí se realizan los procesos de la fase lumínica de la fotosíntesis
- **Estroma** o matriz interna amorfa. Aquí se realizan los procesos de la fase oscura de la fotosíntesis, y los procesos genéticos del cloroplasto. Contiene ADN circular de doble cadena, plastosomas, y enzimas como rubisco, y las encargadas de replicación, transcripción y traducción del ADN.

Funciones

- Fotosíntesis
- Biosíntesis de ácidos grasos
- Reducción de nitratos a nitritos y de nitritos a amoníaco (fuente de nitrógeno para AA y nucleótidos)

Origen y grado de autonomía

Teoría endosimbionte

Núcleo

Orgánulo celular que contiene la información genética en forma de ADN, donde tiene lugar la replicación y la síntesis de todos los ARN.

Dependiendo del momento del ciclo celular en que se encuentra la célula, se habla de núcleo interfásico y núcleo mitótico.

Núcleo interfásico

Componentes

Envoltura nuclear (doble membrana)

Nucleoplasma, carioplasma o matriz nuclear

Nucléolo (síntesis de ARN ribosómico)

Cromatina (ADN + proteínas asociadas)

Tamaño

Ocupa normalmente un 10% del volumen celular

Número

Suele haber uno por célula

Excepciones:

- Células anucleadas, como los eritrocitos de mamíferos
- Células binucleadas, como los paramecios y los hepatocitos
- Células plurinucleadas, como los osteoblastos y células musculares estriadas

Envoltura nuclear

Frontera entre el núcleo y el citoplasma de la célula eucariótica

Doble membrana con espacio intermembranoso

1. Membrana externa
 - Estructura trilaminar
 - Ribosomas adosados en la cara citoplásmica
 - Suele estar unida al retículo endoplásmico
2. Espacio perinuclear o intermembranoso
3. Membrana nuclear interna
 - Lámina fibrosa o corteza nuclear (tres capas de polipéptidos similares a filamentos intermedios del citoesqueleto)
 - Sirve de anclaje al material cromatínico
 - Regula el crecimiento de la envoltura nuclear

Poros nucleares

Perforaciones circulares capaces de aparecer y desaparecer que se encuentran en la membrana nuclear

Cantidad variable, proporcional a su actividad transcripcional

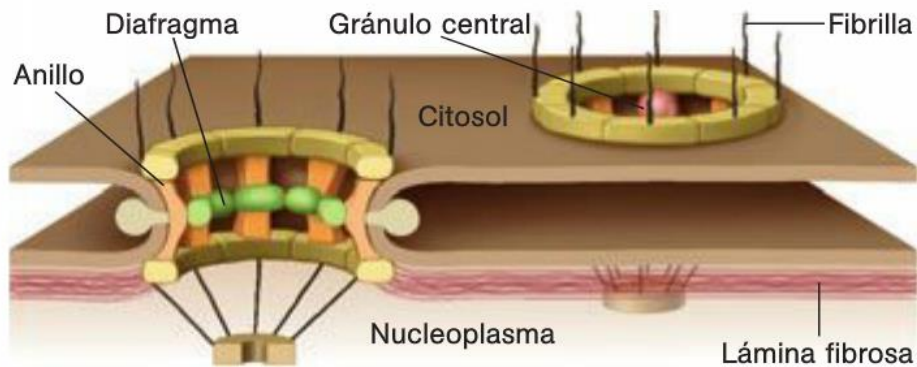
Función

Regulan los intercambios de moléculas entre el núcleo y el citosol

- Circulación libre de moléculas hidrosolubles
- Transporte activo de moléculas no hidrosolubles (ARN y proteínas)

Estructura

- Anillo o estructura cilíndrica (8 partículas proteicas)
- Diafragma



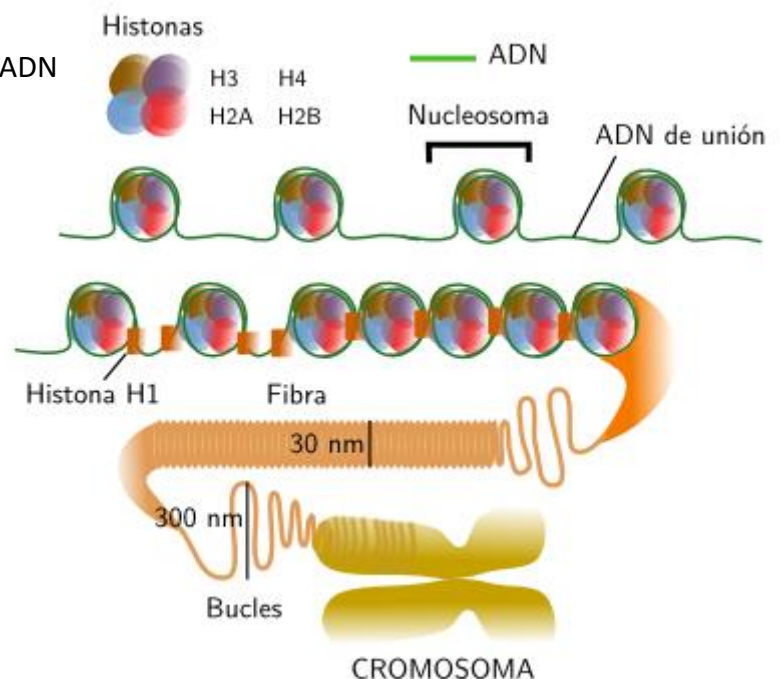
Cromatina

Estructura formada en las células eucariotas por la asociación de ADN y proteínas

- Histonas, proteínas básicas de bajo peso molecular, con abundante Arg y Lys, cinco clases H₁, H_{2A}, H_{2B}, H₃ y H₄.
- No histonas, enzimas implicadas en la replicación, transcripción y regulación del ADN

Ultraestructura de collar de cuentas:

- Nucleosoma: 8 histonas (2H_{2A}, 2H_{2B}, 2H₃ y 2H₄) + ADN
- Filamento de ADN + H1, que une los nucleosomas



Tipos

- **Eucromatina**, menos condensada, la más abundante en la interfase. Tinción débil
 - **Heterocromatina**, mayor grado de compactación. Se tiñe intensamente.
- Tipos
- a. **Constitutiva**, aparece condensada durante todo el ciclo celular en todas las células del organismo, y por tanto su ADN no se transcribe, se localiza en el ADN satélite y el centrómero de los cromosomas, estructuralmente importante en el movimiento de los cromosomas durante la mitosis y meiosis.
 - b. **Facultativa**, genes que se inactivan de manera específica en cada estirpe celular durante el desarrollo embrionario. Distintas en cada tipo de célula, escasa en tejidos embrionarios, pero aumenta a medida que las células se especializan.

Nucléolo

Estructura con un alto contenido en ARN y proteínas

Próximo a la envoltura nuclear

Tamaño mayor en células que presentan una alta actividad de síntesis de proteínas

Funciones:

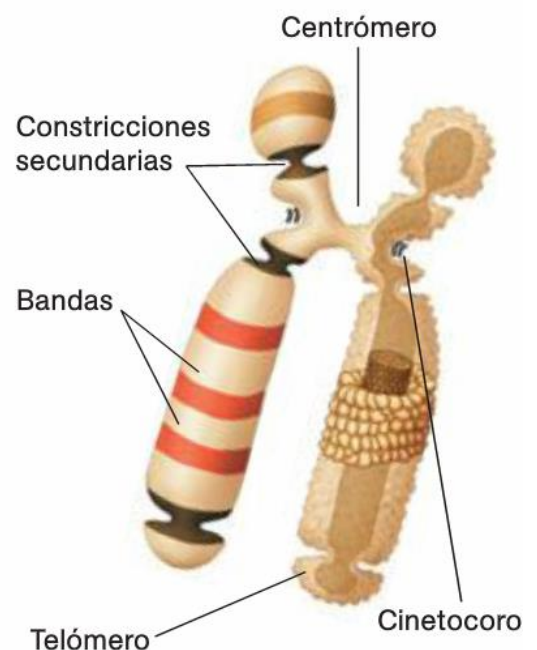
- Síntesis de ARNr
- Procesado y empaquetamiento de subunidades ribosomales
- Indispensable para el desarrollo normal de la mitosis

Núcleo mitótico

Cromosoma metafásico: constituido por dos cromátidas, unidas por el centrómero

Estructura

1. **Centrómero o constricción primaria**
 - Divide al cromosoma en dos brazos del mismo o diferente tamaño
 - Posición variable en cada cromosoma
 - Contienen heterocromatina constitutiva (compacta y genéticamente inactiva)
2. **Cinetocoro**, zona de la región centromérica, formado por un complejo de proteínas donde se insertan los microtúbulos cinetocóricos.
3. **Constricciones secundarias u organizadores nucleolares**, zonas asociadas a los nucléolos, delimitan un corto segmento de ADN, denominado satélites.
4. **Telómeros**
 - Estructuras protectoras
 - Situadas en el extremo de los cromosomas eucarióticos



- Evitan la pérdida de información en cada ciclo de replicación
- Protegen al cromosoma contra nucleasas
- Evitan la fusión de los extremos del cromosoma
- Facilitan la interacción de los extremos del cromosoma y la membrana nuclear

5. Bandas, segmentos de cromatina que presentan distinta intensidad de tinción

Tipos de cromosomas

METACÉNTRICOS	SUBMETACÉNTRICOS	ACROCÉNTRICOS	TELOCÉNTRICOS
 <p>El centrómero ocupa una posición medial. Los dos brazos son de igual o similar longitud. Cuando se separan las cromátidas durante la anafase, adquieren forma de V.</p>	 <p>El centrómero ocupa una posición submedial. Uno de los brazos tiene un tamaño ligeramente superior. Cuando se separan las cromátidas en la anafase, adquieren forma de L.</p>	 <p>El centrómero ocupa una posición subterminal. Uno de los dos brazos es muy largo, mientras que el otro es muy corto.</p>	 <p>El centrómero ocupa uno de los extremos del cromosoma. Esto da lugar a un cromosoma que posee un único brazo.</p>

También podemos clasificarlos en función de la información que contienen:

- **Cromosomas somáticos o autosomas:** los que contienen información genética del soma y no relacionada con el sexo. Comunes a ambos sexos, son todos los cromosomas excepto el X e Y.
- **Cromosomas sexuales o gonosomas o heterocromosomas:** los que contienen información relativa al sexo del individuo y son por lo tanto los responsables de la determinación del sexo. Son los cromosomas X e Y.

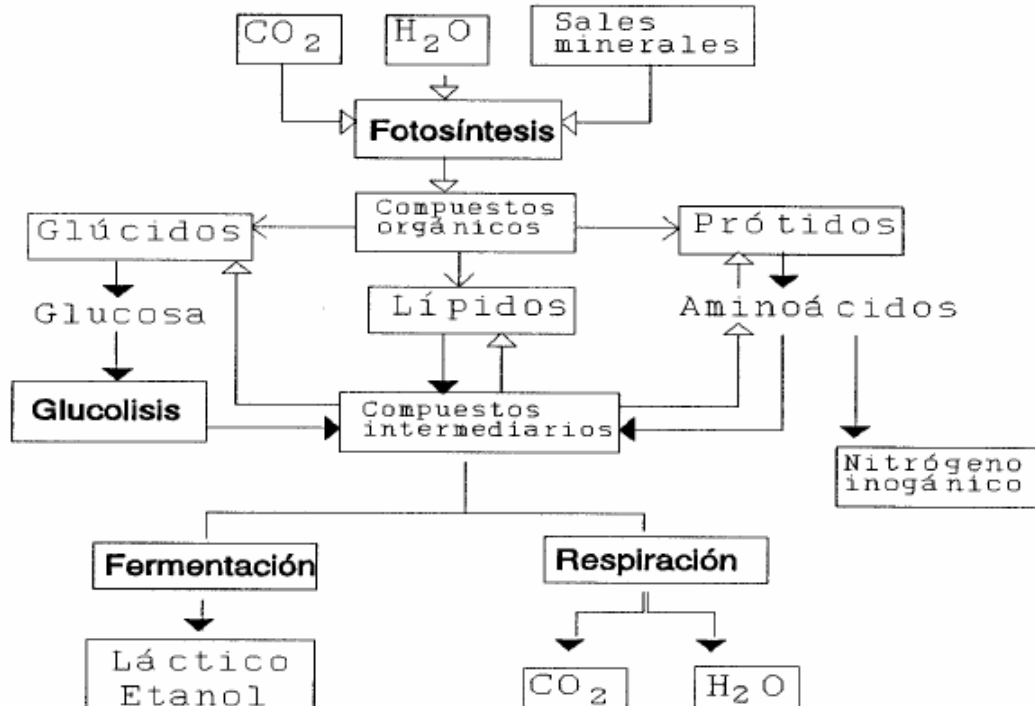
El alumno deberá saber reconocer y representar esquemas de las estructuras celulares; así como de la célula procariota y de las células animales y vegetales.

EL METABOLISMO: ANABOLISMO Y CATABOLISMO

Metabolismo

Concepto

La nutrición de las células supone una serie de complejos procesos químicos catalizados por enzimas que tienen como finalidad la obtención de materiales y/o energía. Este conjunto de procesos recibe el nombre de metabolismo.



Tipos de reacciones metabólicas

- **Catabólicas**

Son aquellas reacciones químicas que se producen en la célula en la que las moléculas complejas son degradadas formándose moléculas más simples. Se trata de procesos destructivos generadores de energía. Es el metabolismo de degradación oxidativa de moléculas. Son rutas catabólicas la glucólisis, fermentación y respiración.

- **Anabólicas**

Son aquellas reacciones químicas que se producen en la célula y que tienen como finalidad la obtención de sustancias orgánicas complejas a partir de sustancias más simples con un consumo de energía. Es posible gracias al catabolismo. Son anabólicos la fotosíntesis, la síntesis de proteínas o la replicación del ADN.

Anfibólicos, es un proceso anabólico y catabólico al mismo tiempo, ya que son procesos metabólicos en los que se oxidan metabolitos y se almacena gran cantidad de energía, que después se utilizará en el anabolismo, además son fuente de precursores que son utilizados para diversas reacciones de biosíntesis. Este es el caso del ciclo de Krebs.

Interdependencia entre ellas: La energía liberada en los procesos de catabolismo, es utilizada en los de anabolismo

Clasificación de los organismos en relación con los tipos de metabolismo

Autótrofos

- fotosintéticos o fotoautótrofos
- quimiosintéticos o quimioautótrofos, quimiolitotrofos

Heterótrofos

- quimioheterótrofos

Reacciones de óxido-reducción en el metabolismo celular

Reconocimiento de este tipo de reacciones en el metabolismo

Oxidación

- Todas las reacciones que desprenden energía en el catabolismo, son reacciones de oxidación
- Las oxidaciones se acompañan de pérdidas de átomos de hidrógeno
- Las moléculas que ceden hidrógeno, se oxidan

Reducción

- Las reacciones que absorben energía en el metabolismo, son reacciones de reducción
- Las reducciones van acompañadas de ganancia de electrones (átomos de hidrógeno)
- Las moléculas que captan hidrógenos, se reducen

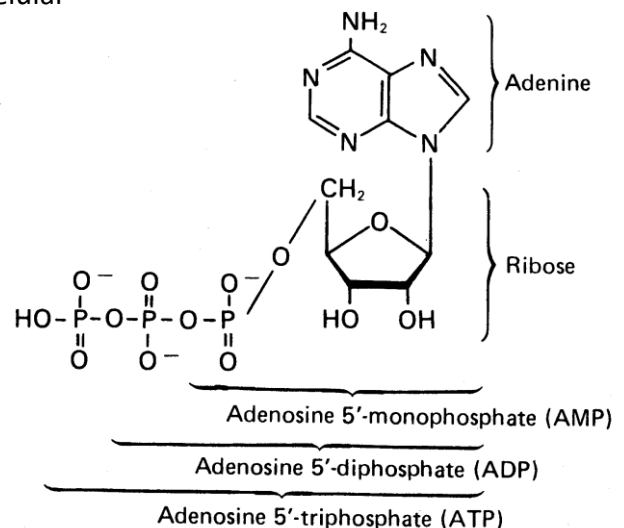
Cuanto mayor es el grado de oxidación de los compuestos, menor es su contenido energético, y cuanto mayor es el grado de reducción de los compuestos orgánicos, mayor es su contenido energético.

Función de las coenzimas NAD⁺, NADP⁺, FMN y FAD en el metabolismo

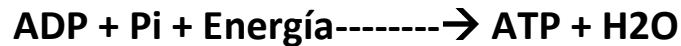
1. Son nucleótidos
2. Posibilitan la oxidación o la reducción de los metabolitos
3. Actúan como transportadores de electrones
4. Pueden existir en diferentes grados de oxidación
5. Intervienen en
 - NAD⁺ (NADH), glucólisis, fermentación y respiración celular
 - NADP⁺ (NADPH), fotosíntesis
 - FMN (FMNH₂), respiración celular
 - FAD (FADH₂), respiración celular

Función del ATP en el metabolismo celular

Representación esquemática de la molécula de ATP



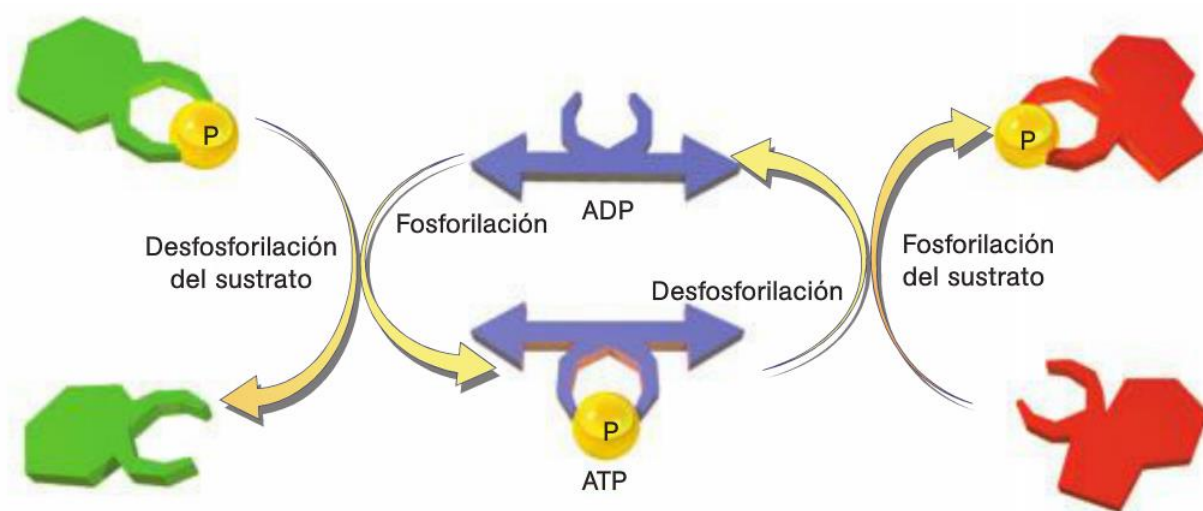
Sistema ATP-ADP como sistema de transferencia de energía en los seres vivos



MECANISMOS DE OBTENCIÓN DE ATP

Fosforilación a nivel de sustrato

Este proceso consiste en transferir un grupo fosfato de alta energía desde una molécula fosforilada hasta el ADP, formándose ATP. En este proceso se aprovecha la energía que se libera al hidrolizarse el grupo fosfato de la molécula fosforilada, para transferir dicho grupo fosfato al ADP y formar ATP. Este tipo de fosforilación se da en la glucólisis y, también, en alguna de las etapas del ciclo de Krebs.



Fosforilación debida al transporte de electrones mediante enzimas ATP-sintetasas

En este caso, la fosforilación del ADP para formar ATP se realiza gracias a la energía que se libera al transportar electrones a través de una serie de proteínas situadas en la membrana mitocondrial o en la de los cloroplastos. Esta energía es aprovechada por el complejo enzimático ATP-sintetasa para fosforilar el ADP y formar ATP.

Existen dos procesos de este tipo: la fosforilación oxidativa ocurre en las mitocondrias, y la fotofosforilación tiene lugar en los cloroplastos.

*De las rutas metabólicas que se indican a continuación **los alumnos deberán conocer**: su finalidad, los productos iniciales y finales, localización celular, tipo de célula, orgánulo o parte del orgánulo donde tienen lugar. También deberán reconocer las distintas rutas metabólicas dados los productos iniciales y finales.*

http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/Fisiologia_celular/contenidos.htm

Catabolismo

Catabolismo de los glúcidos

Glucólisis

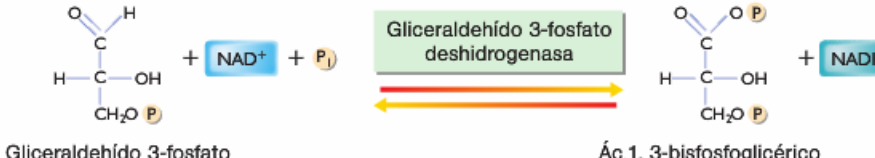
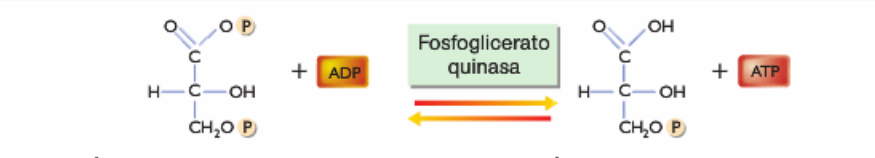
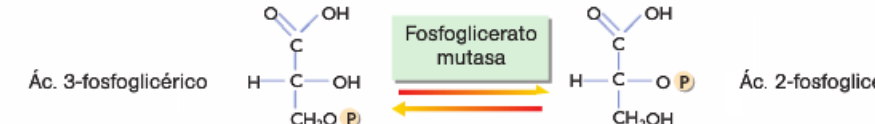

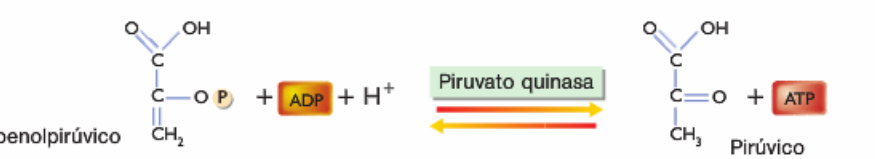
Concepto. o glicolisis es la ruta metabólica mediante la que se degrada la glucosa hasta dos moléculas de piruvato, a la vez que se produce energía en forma de ATP y de NADH. Es una ruta metabólica universalmente distribuida en todos los organismos y células.

- Relación con la síntesis de ATP
- Finalidad
- Productos iniciales y finales
- Localización celular
- Tipo de célula
- Orgánulo o parte del orgánulo donde tienen lugar

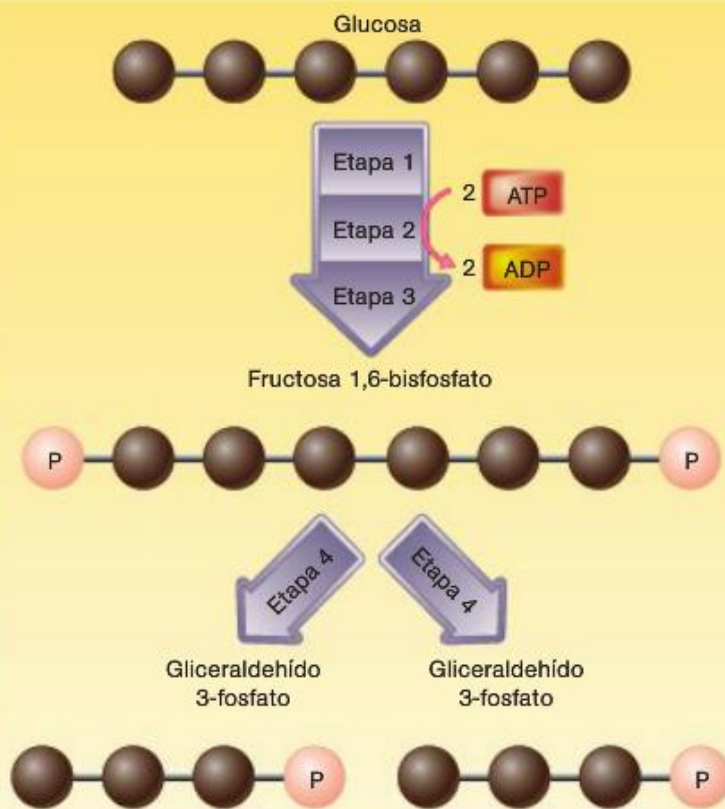
ETAPAS DE LA GLUCÓLISIS

La glucólisis transcurre en nueve etapas enzimáticas, en cada una de las cuales se transforman metabolitos fosforilados.

Etapa 1	<p>Fosforilación de la glucosa en una reacción endérgica que consume una molécula de ATP.</p>	<p>Glucosa + ATP $\xrightarrow{\text{Hexoquinasa}}$ Glucosa 6-fosfato + ADP + H⁺</p>
Etapa 2	<p>Isomerización de la glucosa 6-fosfato, que consiste en una reorganización de la molécula para formar el anillo pentagonal de fructosa.</p>	<p>Glucosa 6-fosfato $\xrightleftharpoons{\text{Fosfoglucosa isomerasa}}$ Fructosa 6-fosfato</p>
Etapa 3	<p>Fosforilación de fructosa 6-fosfato con gasto de una molécula de ATP.</p>	<p>Fructosa 6-fosfato + ATP $\xrightarrow{\text{Fosfofructoquinasa}}$ Fructosa 1,6-bisfosfato + ADP + H⁺</p>
Etapa 4	<p>Escisión de la fructosa 1,6-bisfosfato en dos triosas que coexisten en equilibrio. Se puede considerar que se obtienen dos moléculas de gliceraldehído 3-fosfato. A partir de esta etapa, el número de moléculas que intervienen se duplica.</p>	<p>Fructosa 1,6-bisfosfato $\xrightleftharpoons{\text{Aldolasa}}$ Dihidroxiacetona fosfato + Gliceraldehído 3-fosfato</p>

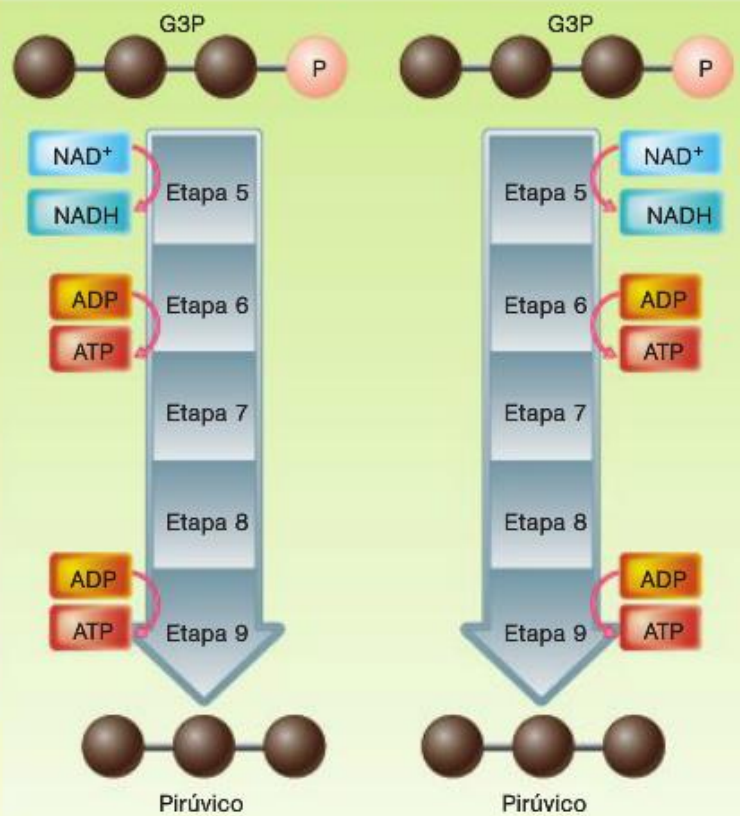
Etapa 5	Oxidación y fosforilación del gliceraldehído 3-fosfato. Se emplea un fosfato inorgánico (Pi) y se reducen dos moléculas de NAD⁺ .	 <p>Gliceralehído 3-fosfato + NAD⁺ + P_i → Ác. 1,3-bisfosfoglicérico + NADH</p>
Etapa 6	Desfosforilación del ácido 1,3-bisfosfoglicérico, formándose una molécula de ATP por cada molécula de ácido 1,3-bisfosfoglicérico desfosforilada.	 <p>Ác. 1,3-bisfosfoglicérico + ADP → Ác. 3-fosfoglicérico + ATP</p>
Etapa 7	Isomerización del ácido 3-fosfoglicérico, en el que el grupo fosfato cambia su posición del C ₃ al C ₂ .	 <p>Ác. 3-fosfoglicérico → Ác. 2-fosfoglicérico</p>
Etapa 8	Formación de un doble enlace como consecuencia de la pérdida de un átomo de hidrógeno y un grupo -OH en el ácido 2-fosfoglicérico.	 <p>Ác. 2-fosfoglicérico → Fosfoenolpirúvico + H₂O</p>
Etapa 9	Desfosforilación del ácido fosfoenol pirúvico, obteniéndose ácido pirúvico y ATP (una molécula por cada molécula de ácido fosfoenolpirúvico).	 <p>Fosfoenolpirúvico + ADP + H⁺ → Pirúvico + ATP</p>

ENERGÍA CONSUMIDA



BALANCE PARCIAL: -2 ATP

ENERGÍA PRODUCIDA



BALANCE PARCIAL: 4 ATP + 2 NADH

BALANCE TOTAL: 2 ATP Y 2 NADH

Destino del ácido pirúvico en condiciones de:

Aerobiosis, respiración celular

Anaerobiosis, fermentaciones

Metabolismo anaerobio: Fermentaciones

Concepto

Son rutas de degradación del ácido pirúvico, en las que el aceptor final de hidrógenos (o electrones), es una molécula orgánica sencilla, son rutas anaerobias

- Finalidad

El NADH obtenido en la glucólisis (oxidación del GAL-3-P) debe volver a oxidarse, porque en caso contrario, el proceso de la glucólisis se detiene.

En condiciones anaerobias, ya sea en bacterias, levaduras o células eucariotas, el NADH extramitocondrial se oxida a NAD⁺ mediante la reducción del ácido pirúvico.

- Productos iniciales y finales

Producto inicial: ácido pirúvico

Producto final: etanol y/o ácido láctico

- Localización celular

Citosol

- Tipo de célula

Células procariontas bacterianas

Células eucariotas: levaduras, vegetales, animales (músculo estriado)

Tipos de fermentación

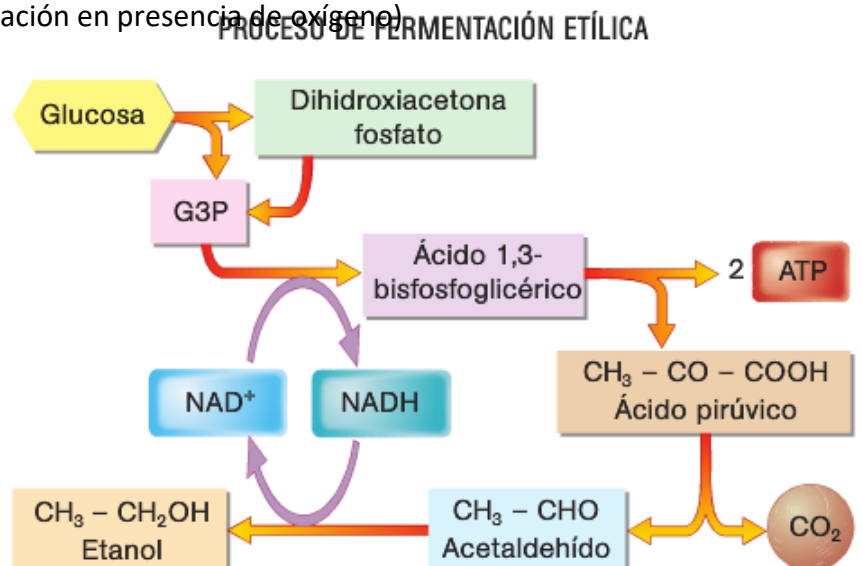
Fermentación etílica

Levaduras (anaerobias facultativas)

- Saccharomyces cerevisiae*
- Producción de bebidas alcohólicas
- Efecto Pasteur (inhibición de la fermentación en presencia de oxígeno)

Bacterias

Células vegetales



PROCESO DE FERMENTACIÓN LÁCTICA

Fermentación láctica

Bacterias

Homofermentativas

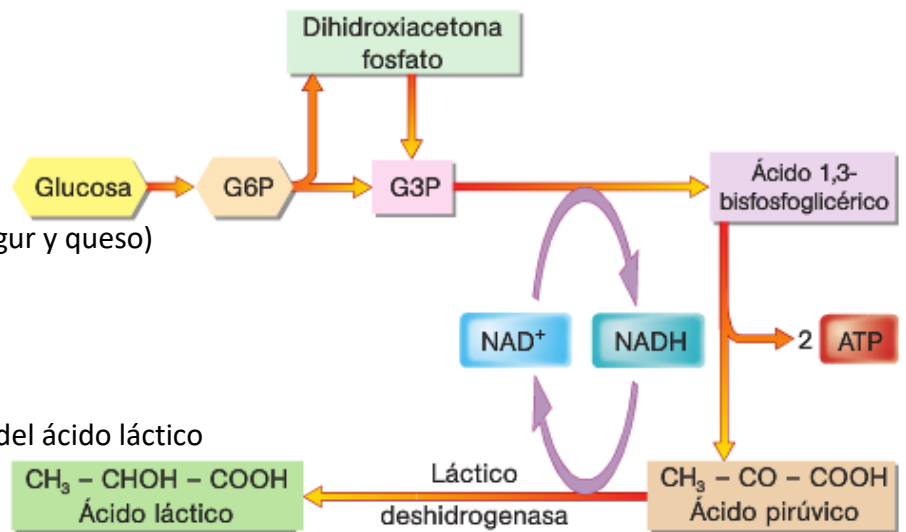
- *Lactobacillus* (leche fermentada, yogur y queso)
L.lactis, *L.bulgaricus*, *L.casei*
- *Streptococcus faecalis* (intestino)

Heterofermentativas

Producen otras sustancias, además del ácido láctico

- *Lactobacillus brevis*
- *Lactobacillus bifidus*
- *Leuconostoc*

Células musculares estriadas



Metabolismo aerobio: respiración celular

Concepto

Proceso por el que el ácido pirúvico obtenido en la glucólisis, se oxida completamente a CO₂ y H₂O

• Finalidad

Oxidación completa de la materia orgánica
Obtención de gran cantidad de energía en forma de ATP

• Productos iniciales y finales

Inicial: ácido pirúvico
Final: CO₂, H₂O, ATP

• Localización celular

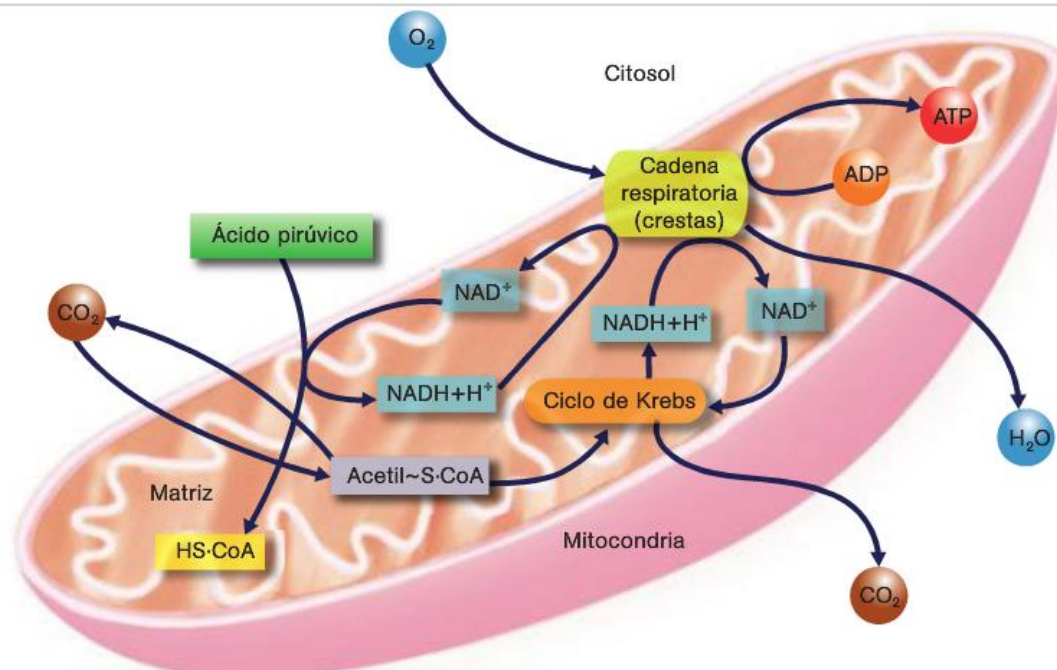
Mitocondrias

- Oxidación del ácido pirúvico: atravesando las membranas mitocondriales hasta la matriz
- Ciclo de Krebs: matriz mitocondrial
- Cadena de transporte electrónico: crestas mitocondriales

• Tipo de células

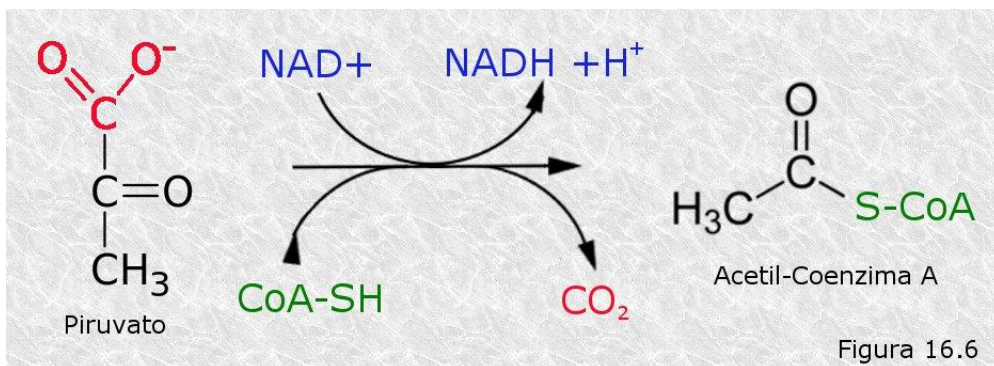
Células eucariotas animales y vegetales

Fases



1. Formación del acetil-CoA a partir del piruvato

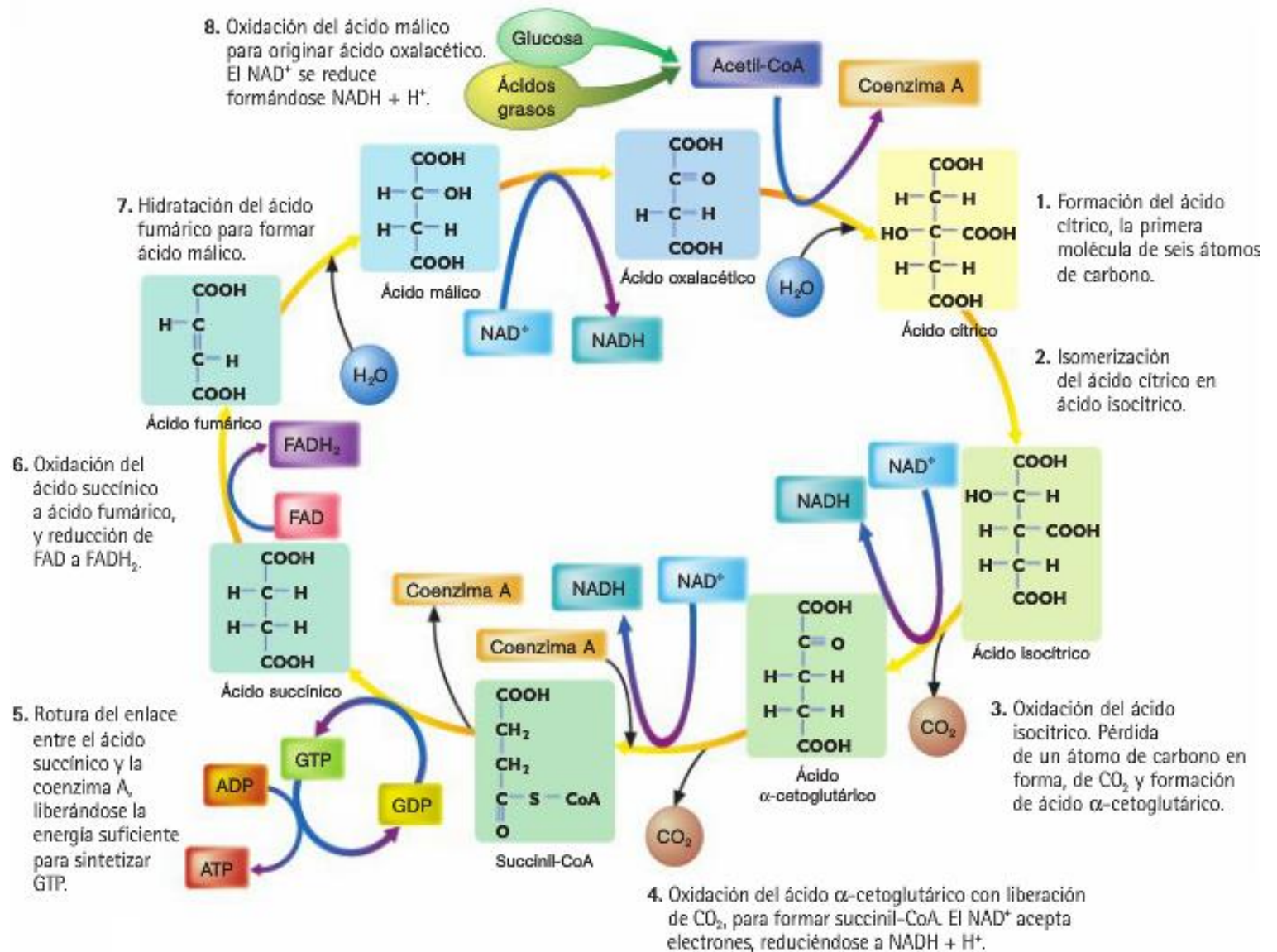
Se produce la oxidación del ácido pirúvico y su activación con CoA



Se obtienen 2 NADH por cada glucosa

2. Ciclo de Krebs, ciclo del ácido cítrico o ciclo de los ácidos tricarbónicos

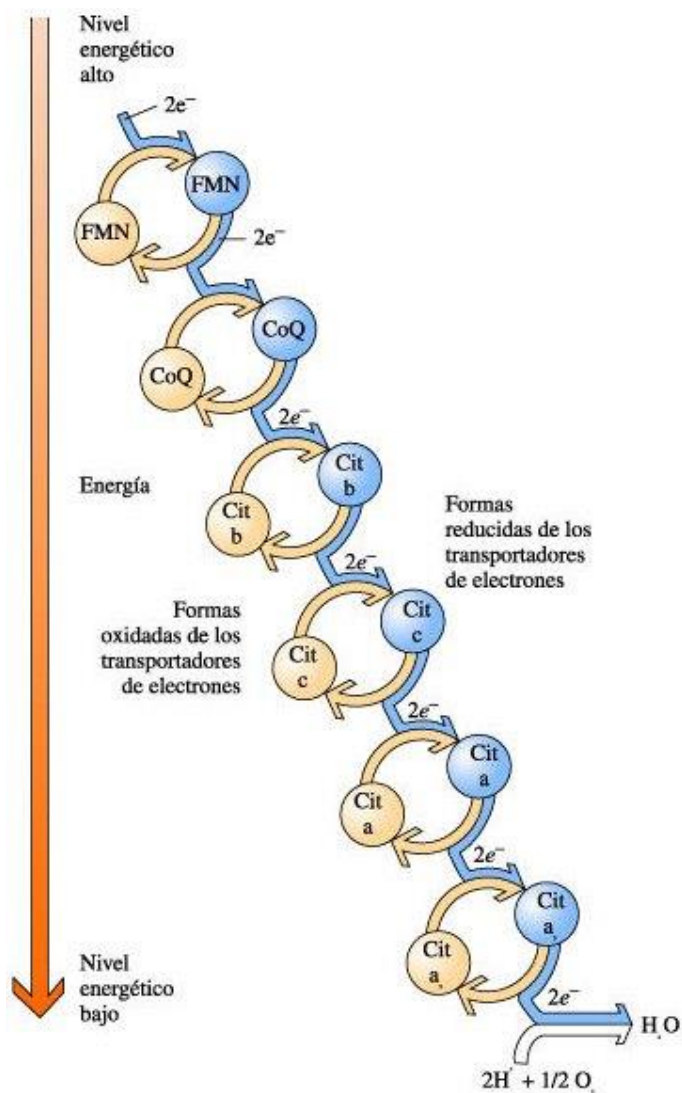
- Ruta común en la oxidación completa de glúcidos, ácidos grasos y aminoácidos
- Se producen descarboxilaciones oxidativas, obteniéndose nucleótidos reducidos
- Se forman en cada vuelta del ciclo (se necesitan 2 vueltas para oxidar la glucosa)
 1. Una molécula de GTP, que transfiere su grupo fosfato dando ATP
 2. Tres de NADH
 3. Una de FADH₂
- Ruta anfibólica
- No necesita oxígeno directamente



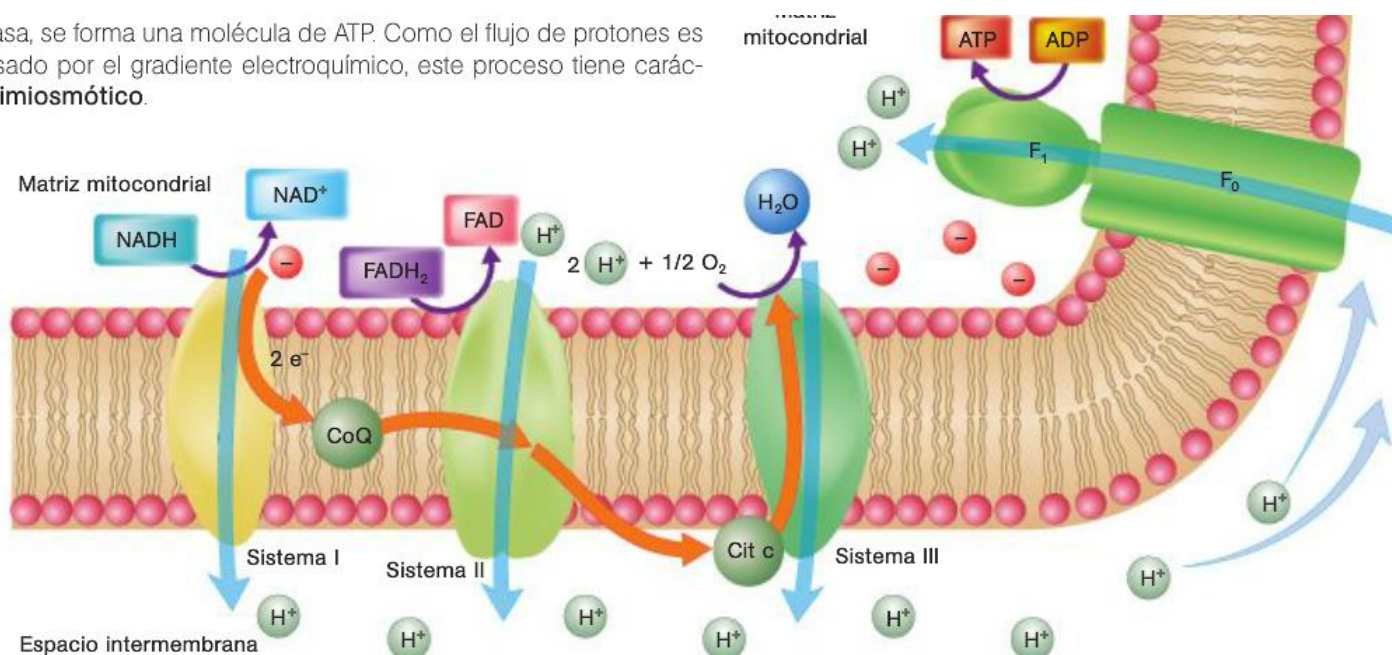
3. Cadena respiratoria

- Oxidación de nucleótidos (las coenzimas) reducidos
- Transporte de electrones, cada vez que los electrones pasan de un aceptor a otro de nivel energético inferior, se libera energía que se aprovecha para bombear H^+ al espacio intermembrana desde la matriz mitocondrial
Desde el NADH , se bombean 8 H^+
Desde el FADH_2 , se bombean 6 H^+
- El oxígeno como molécula aceptora final de electrones
- Fosforilación oxidativa
Se produce gracias al gradiente de H^+ generado
Los protones vuelven a la matriz a través de las partículas F (ATP sintasa)
Por cada tres H^+ , se sintetiza un ATP

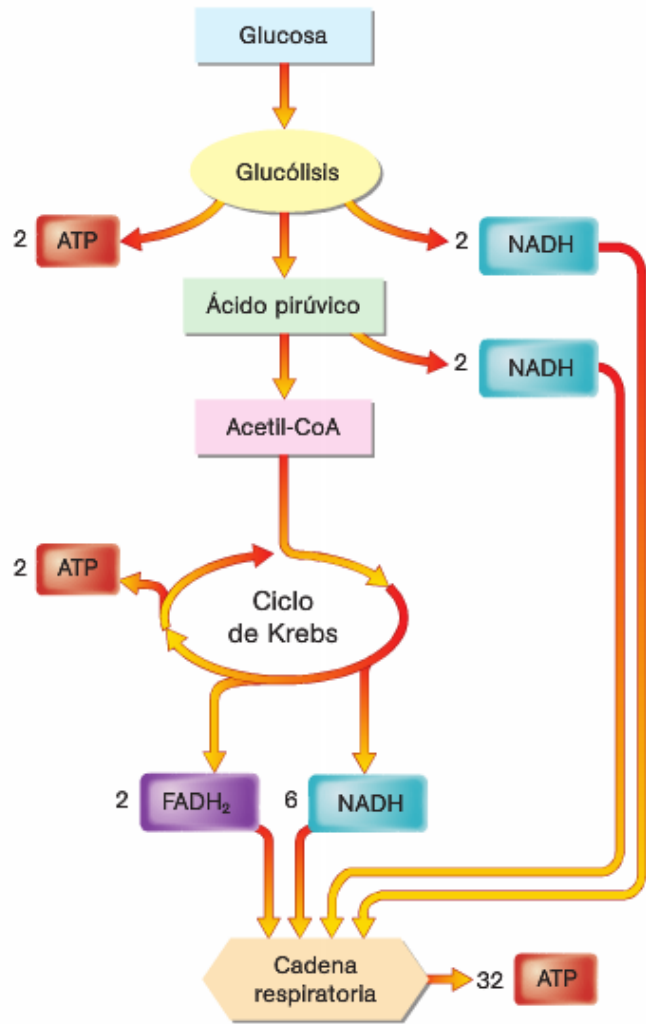
- Resultado:
 Por cada 2 electrones cedidos desde el NADH al oxígeno, se sintetizan 3 ATP
 Por cada 2 electrones cedidos por el FADH₂ al oxígeno se sintetizan 2 ATP



sintetasa, se forma una molécula de ATP. Como el flujo de protones es impulsado por el gradiente electroquímico, este proceso tiene carácter **quimiosmótico**.



Comparación entre las vías aerobia y anaerobia del catabolismo de la glucosa



VIA DE LAS PENTOSAS

La glucosa se oxida y se obtiene NADPH+H⁺ y una pentosa (ribosa-5-P)

Catabolismo de los lípidos

Catabolismo de acilglicéridos

Los triacilglicéridos sufren una hidrólisis por acción de lipasas, obteniéndose glicerol y ácidos grasos

Los fosfolípidos al hidrolizarse forman glicerol, ácidos grasos y ácido fosfórico

Esta reacción tiene lugar en el citoplasma celular

El glicerol se oxida a DHA fosfato, y se incorpora a la glucólisis

β -oxidación de los ácidos grasos o hélice de Lynen

Activación en la membrana mitocondrial externa, uniéndose a Coenzima A. Gasto en la activación de 2 ATP.

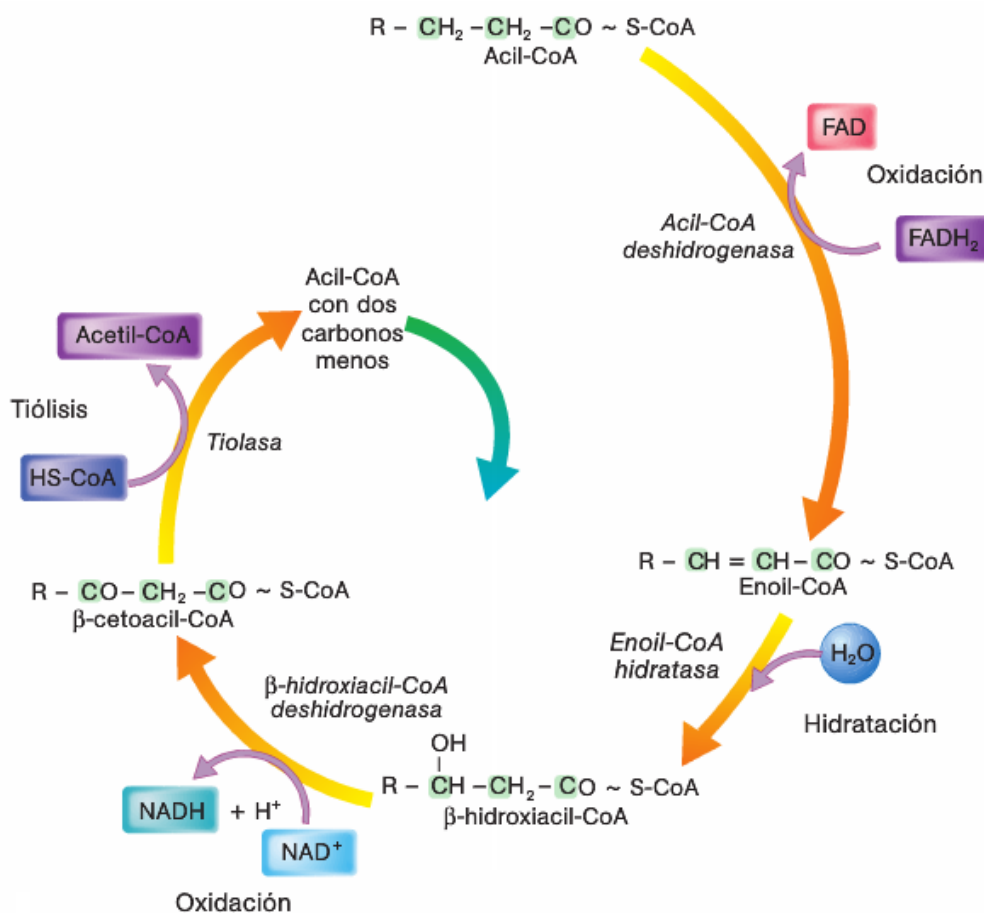
Oxidación en la matriz mitocondrial y en peroxisomas

Se oxida el carbono β (C_3) de la molécula, eliminándose de forma secuencial unidades de dos átomos de carbono

El acetil CoA se incorpora al ciclo de Krebs, y el resto (acil-CoA acortado en dos carbonos) experimenta un nuevo ciclo de oxidación

Se liberan dentro de la mitocondria, tantas unidades de acetil-CoA como permita el número par de carbonos del ácido graso.

OJO!!



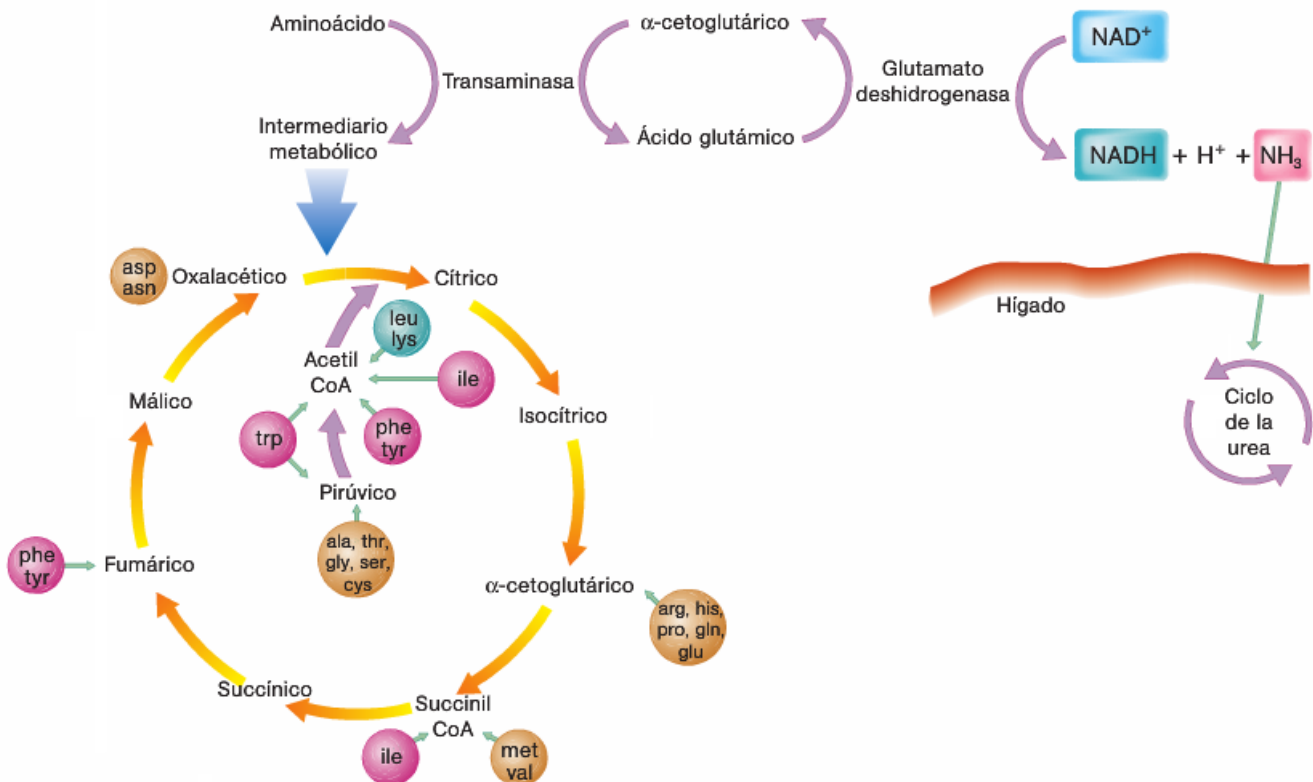
Oxidación de los aminoácidos

Los aminoácidos asimilados en la digestión

- Se utilizan para sintetizar proteínas y otras biomoléculas
- El excedente no puede almacenarse como sucede con glucosa y ácidos grasos
- No puede excretarse
- Se utilizan como combustible metabólico para obtener energía

En su degradación se separan grupo α -amino y esqueleto carbonado

- grupo α -amino, se convierte en urea y es excretado (desaminación oxidativa), o es transferido a otra molécula (trasaminación)
- esqueleto carbonado, forma intermediarios metabólicos que se incorporan al ciclo de Krebs



Anabolismo

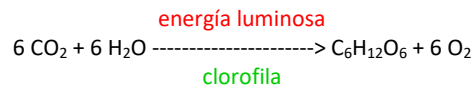
Fotosíntesis

- Finalidad, es un proceso que:

Permite que las células capturen la energía luminosa del Sol y la transformen en energía química

Permite fijar la materia inorgánica en materia orgánica, utilizando CO₂ como fuente de carbono

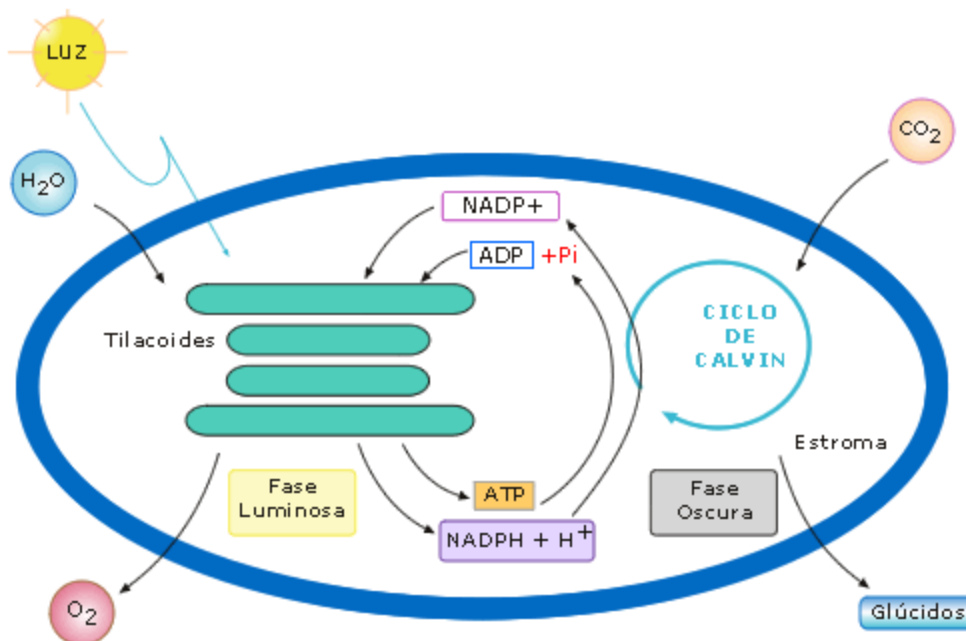
El conjunto de procesos que tienen lugar en la fotosíntesis vegetal se puede resumir en la siguiente ecuación:



Los procesos que se llevan a cabo en la fotosíntesis se dividen en dos fases:

Fase luminosa. Ocurre en la membrana tilacoidal de los cloroplastos. En ella la energía de la luz impulsa la formación de poder energético, en forma de ATP (fotofosforilación), y poder reductor, en forma de NADPH.

Fase oscura. Ocurre en el estroma de los cloroplastos. En ella la energía del ATP y el NADPH, obtenidos anteriormente, impulsan las reacciones para la formación de compuestos orgánicos simples a partir de sustancias inorgánicas.



- Productos iniciales y finales

Inicial: CO₂ y H₂O

Final: glúcidos, O₂

- Tipo de células

Células procariontas (bacterias fotosintéticas)

Células eucariotas vegetales

- Localización celular

Cloroplastos

Fases

1. Luminosa o fotoquímica: tilacoides
2. Oscura o biosintética: estroma del cloroplasto

- Organismos que la realizan

Organismos autótrofos fotosintéticos

1. Bacterias fotosintéticas del azufre y cianobacterias.
2. Vegetales con clorofila
3. Algas

Fotosíntesis oxigénica y anoxygenica: características y diferencias

Se pueden diferenciar dos modalidades de fotosíntesis:

- Fotosíntesis oxigénica.

Se denomina así porque en ella se desprende O_2 (a partir del H_2O). Es la que realizan las plantas, las algas y las cianobacterias

- Fotosíntesis anoxygenica.

Llamada así porque en ella no se libera O_2 , ya que el agua no interviene como dadora de electrones. Existen diferentes modalidades y la realizan algunas bacterias sulfúreas y no sulfúreas.

Sistemas de captación de la luz

Para que la energía de la luz pueda ser utilizada, debe ser absorbida por los pigmentos que se encuentran en las membranas de los tilacoides del cloroplasto.

Entre estas moléculas se encuentran:

- Clorofilas (a, b, bacterioclorofila)
- Xantofila
- Carotenoides

Los pigmentos captan fotones y pasan a un estado excitado (sufrir un cambio en la distribución de sus electrones al absorber la energía), cuando vuelven al estado inicial, ceden energía que puede excitar a una molécula contigua.

Los cloroplastos contienen más moléculas de clorofila de las que necesitan para la fotosíntesis. Estas moléculas actúan de forma conjunta formando un fotosistema, en el que una sola molécula de clorofila, la clorofila del centro de reacción, actúa transfiriendo los electrones a un aceptor.

El resto de las moléculas forman una especie de antena para captar fotones de diferente longitud de onda.

Tipos de fotosistemas localizados en las membranas de los tilacoides de los vegetales:

- Fotosistema I (PSI)

Se localiza principalmente en tilacoides no apilados en contacto con el estroma

Contiene en el centro de reacción dos moléculas de clorofila a (P_{700})

Impulsan los electrones a un nivel energético por encima del NADP

- Fotosistema II (PSII)
 - Se localiza en los grana
 - Contiene en el centro de reacción dos moléculas de clorofila b (P_{680})
 - Impulsan los electrones desde un nivel energético menor que el del agua, a un nivel intermedio

Los electrones de los pigmentos son transferidos a un aceptor primario de electrones, oxidándose al ceder uno de sus electrones, y atrayendo nuevos electrones, comenzando así el flujo electrónico.

Etapas del proceso fotosintético

Absorción y conversión de la energía luminosa

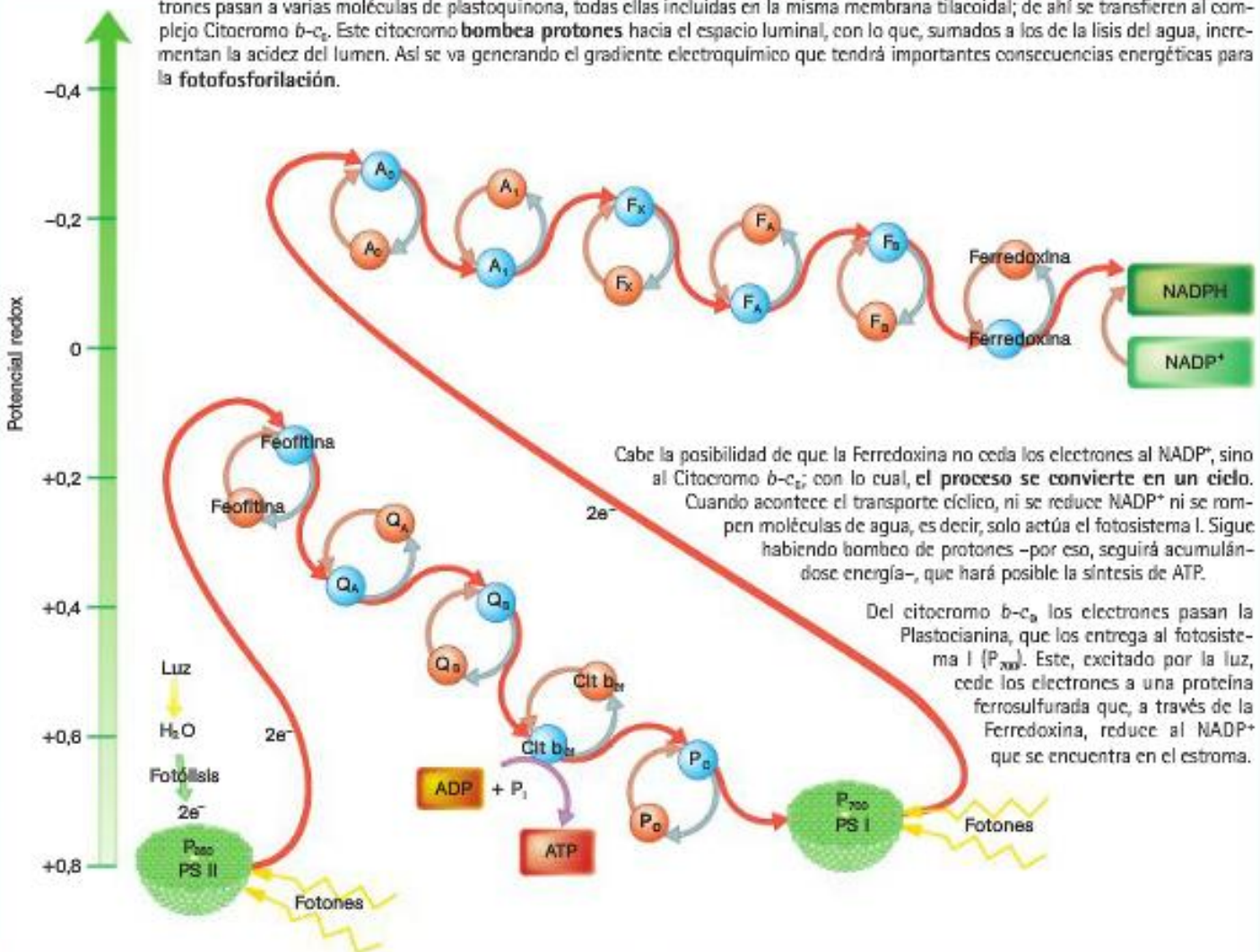
Localización: membrana de los tilacoides de los cloroplastos

Cadena de transporte electrónico

Componentes de la cadena

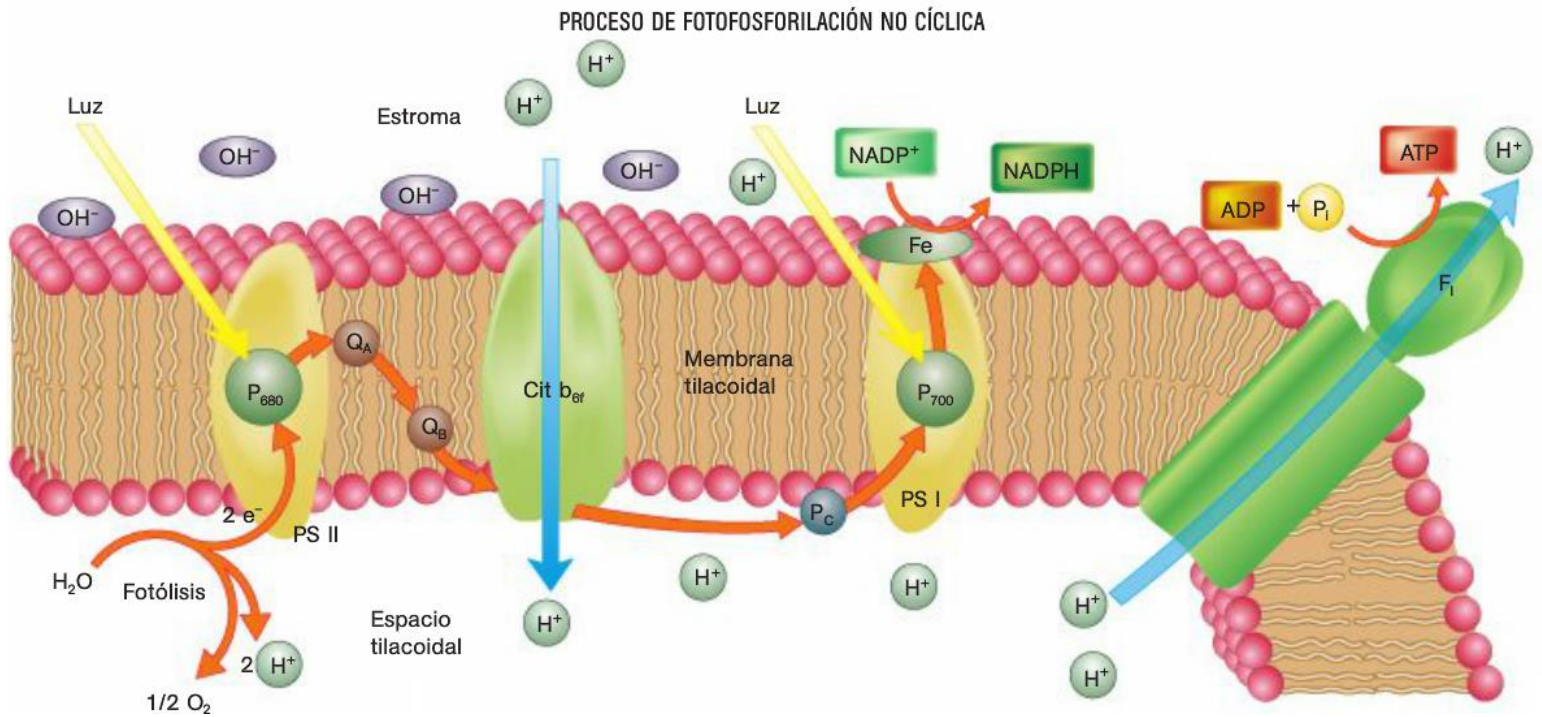
Producción de ATP y NADPH

trones pasan a varias moléculas de plastoquinona, todas ellas incluidas en la misma membrana tilacoidal; de ahí se transfieren al complejo Citocromo $b-c_1$. Este citocromo **bombee protones** hacia el espacio luminal, con lo que, sumados a los de la lisis del agua, incrementan la acidez del lumen. Así se va generando el gradiente electroquímico que tendrá importantes consecuencias energéticas para la **fotofosforilación**.



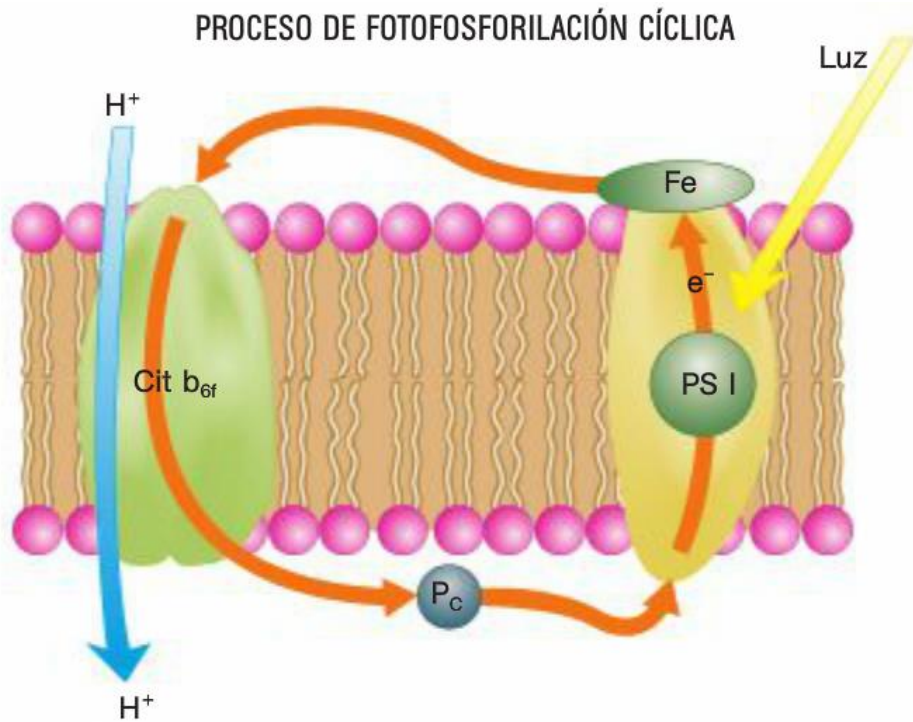
Fotofosforilación no cíclica

Se obtiene ATP y NADPH



Fotofosforilación cíclica

Sólo actúa PSI
No se rompen moléculas de H_2O ni se obtiene NADPH
Se sintetiza ATP



Explicación: <https://www.youtube.com/watch?v=ZrJPwibyzTo>

Fijación del CO₂ y biosíntesis de fotoasimilados

Ciclo de Calvin

- Finalidad

El Ciclo de Calvin es una ruta metabólica cíclica que tiene lugar en el estroma del cloroplasto. Durante esta fase se utiliza el ATP y el NADPH obtenidos en la fase luminosa, para transformar sustancias inorgánicas oxidadas (CO₂, NO₃, SO₄) en moléculas orgánicas reducidas que participarán en la síntesis de moléculas orgánicas complejas.

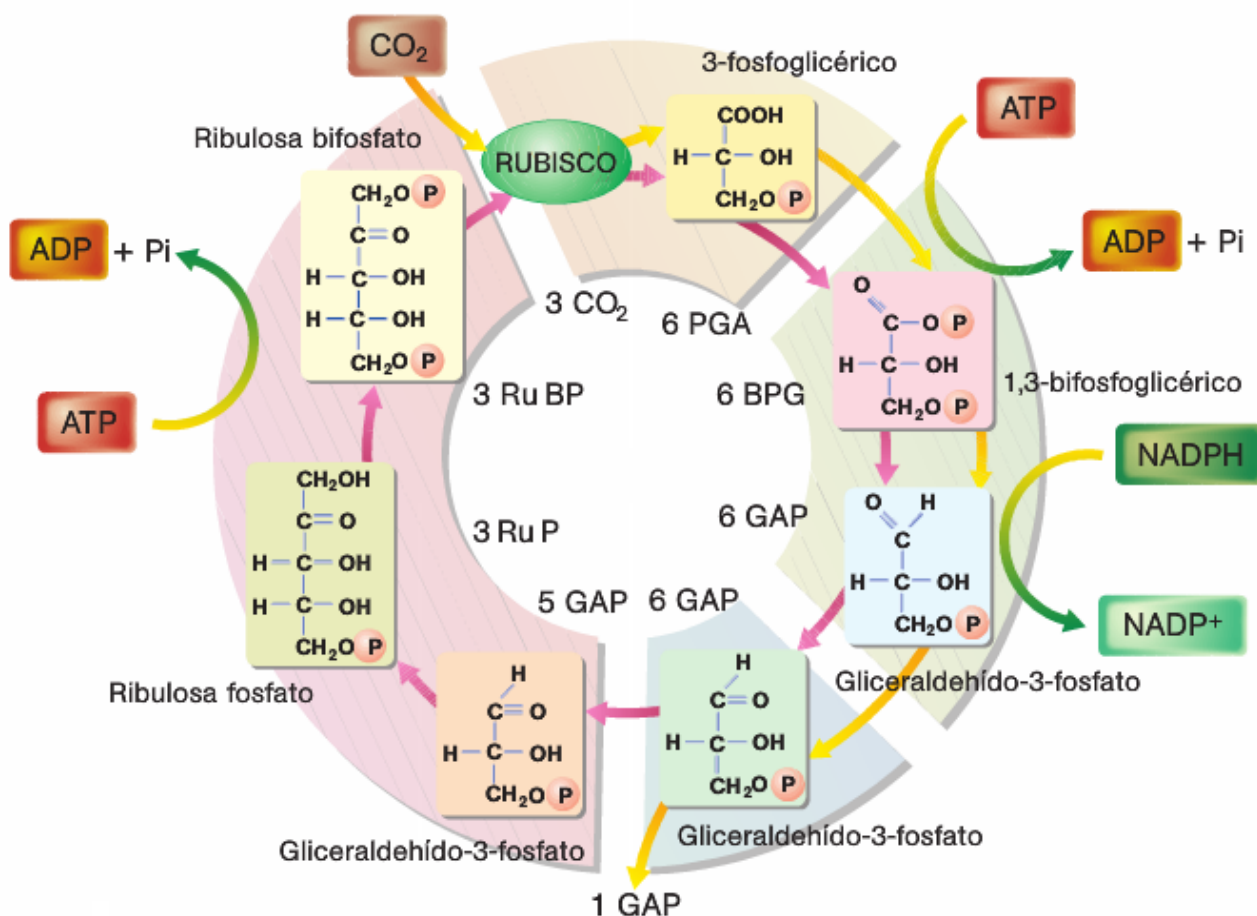
Sus reacciones se producen sin necesidad de luz

- Localización, en el estroma del cloroplasto

- Fases

En esta ruta podemos diferenciar tres fases:

1. Fase de fijación del dióxido de carbono a la ribulosa 1,5 difosfato por acción de la rubisco obteniéndose dos moléculas de ácido fosfoglicérico. Se produce en el estroma del cloroplasto
2. Fase reductiva. El ácido fosfoglicérico, a expensas del ATP y NADPH, se reduce a gliceraldehído-3-fosfato.
3. Estos dos fosfatos de triosa son utilizados en parte para regenerar la ribulosa-difosfato mediante una serie de reacciones que implican gasto de ATP, y en parte son desviados hacia el anabolismo para servir de precursores a distintos tipos de biomoléculas.



Ecuación global

Para sintetizar una molécula de glucosa se necesitan 6 vueltas del ciclo de Calvin puesto que en cada una de ellas se reduce una molécula de CO₂. Por cada CO₂ fijado se gastan 3ATP y 2NADPH. Como para la formación de una molécula de glucosa (molécula que contiene 6C) necesitamos 6 CO₂, el gasto total es de 18ATP y 12NADPH.

Para una hexosa como la glucosa son 6 vueltas el resumen sería:



Plantas C4 y CAM (fosfoenol piruvato carboxilasa, PEPCo)

Factores que influyen en la fotosíntesis:

Tipo de planta (C3, C4, CAM)

Intensidad de la luz

Concentración de gases (O₂ y CO₂)

Temperatura

Escasez de agua

Longitud de onda de la luz

Quimiosíntesis

La quimiosíntesis es un tipo de nutrición autótrofa. Consiste en la obtención de materia orgánica a partir de 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:

1. Obtención de energía. En la quimiosíntesis la energía se obtiene de reacciones químicas inorgánicas y exotérmicas, en las que se produce una oxidación que desprende energía en forma de ATP y coenzimas reducidas (NADH).
2. Producción de materia orgánica. El ATP y el NADH obtenidos en la fase anterior se utilizan para la síntesis de materia orgánica por medio del ciclo de Calvin.

Los organismos quimiosintéticos o quimiolitotrofos presentan una serie de características comunes:

- Son procariontes autótrofos. Solamente algunas bacterias poseen metabolismo quimiosintético.
- Viven de una fuente inorgánica: agua, sales, O₂, CO₂ y compuestos inorgánicos de cuya oxidación obtienen energía.
- Obtienen la energía de una reacción química específica. Solamente crecen con compuestos específicos de origen inorgánico, o producidos por la actividad de otros organismos (descomposición, excreción).
- Son aerobios. Utilizan el oxígeno como último aceptor de electrones.
- Sintetizan materia orgánica por medio de reacciones equivalentes a las del ciclo de Calvin.

- Los organismos quimiosintéticos desarrollan una función fundamental en la naturaleza, puesto que participan como elementos clave de los ciclos biogeoquímicos.
Se clasifican según el tipo de quimiosíntesis que realizan:
- Bacterias quimiosintéticas del nitrógeno: nitrificantes (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*)
- Bacterias quimiosintéticas del azufre: sulfobacterias
- Bacterias quimiosintéticas del hierro: ferrobacterias
- Bacterias quimiosintéticas del hidrógeno: metanogénicas (producen metano a partir de CO₂)

Otros procesos anabólicos

Biosíntesis de algunos aminoácidos a partir de metabolitos precursores (AA no esenciales)

Biosíntesis de ácidos grasos (lipogénesis), en el citosol a partir de moléculas de Acetil-CoA

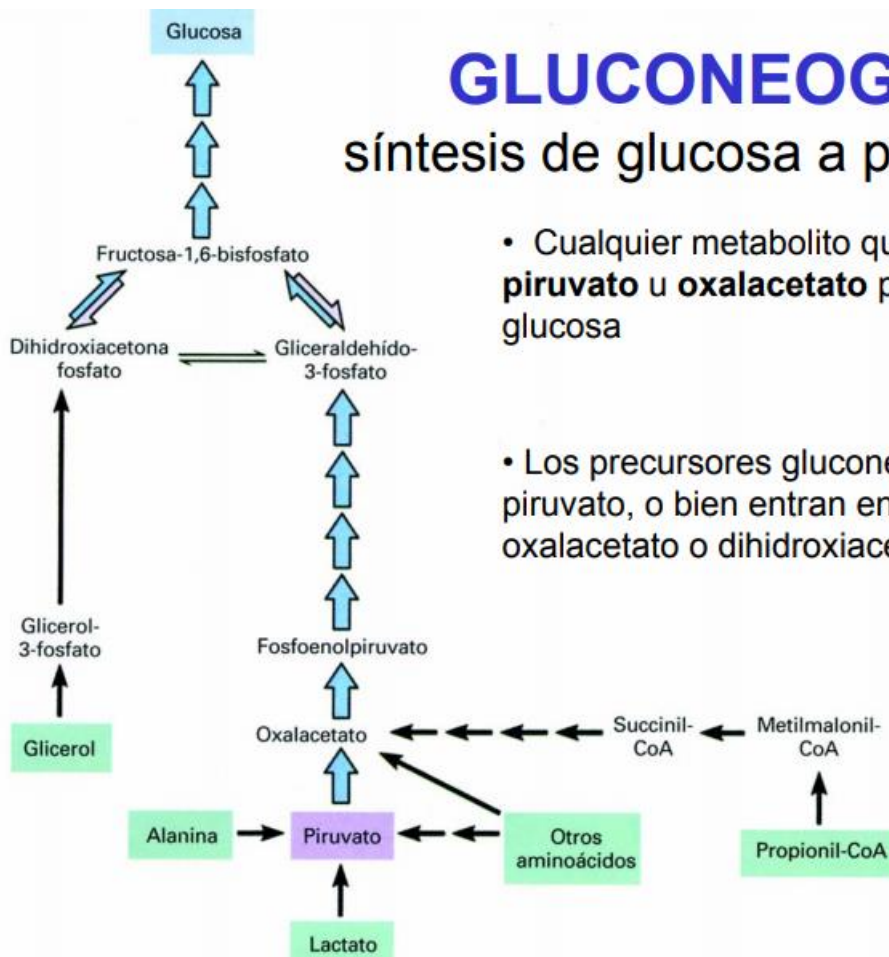
Gluconeogénesis, que permite obtener glucosa a partir de ácido pirúvico. Tiene lugar en el hígado y riñón de mamíferos.

Determinados tejidos NECESITAN un aporte CONTINUO de glucosa: f

- Cerebro: depende de glucosa como combustible primario f
- Eritrocito: utiliza glucosa como único combustible

GLUCONEOGENESIS: síntesis de glucosa a partir de precursores que no sean hidratos de carbono: f

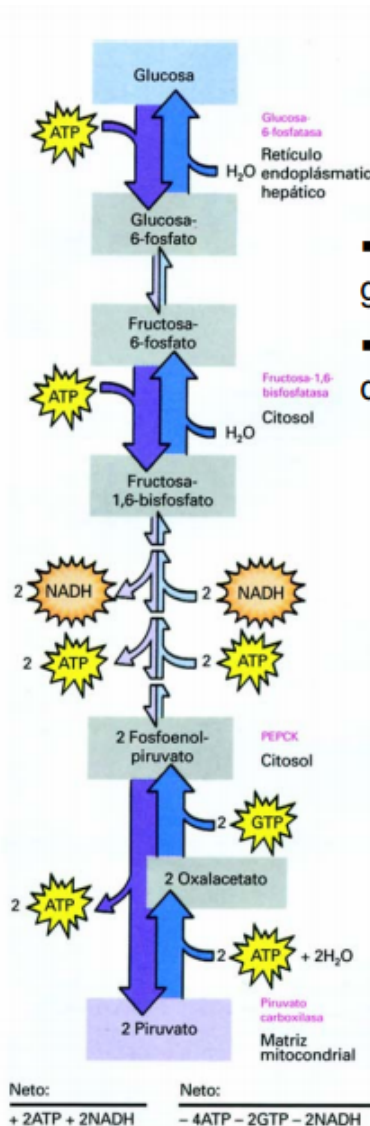
- LACTATO: músculo esquelético activo cuando Glicolisis > fosforilación oxidativa f
- AMINOACIDOS: degradación de proteínas de la dieta o proteínas de músculo esquelético. f
- GLICEROL: hidrólisis triacilglicéridos en células adiposas.



GLUCONEOGENESIS: síntesis de glucosa a partir de piruvato.

- Cualquier metabolito que pueda ser convertido a **piruvato** u **oxalacetato** puede ser un precursor de glucosa

- Los precursores gluconeogénicos se convierten a piruvato, o bien entran en la ruta por conversión a oxalacetato o dihidroxiacetona fosfato

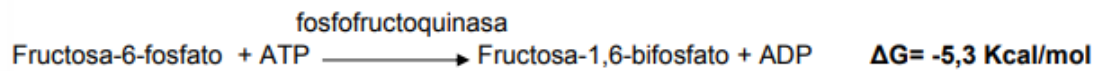


GLICOLISIS:



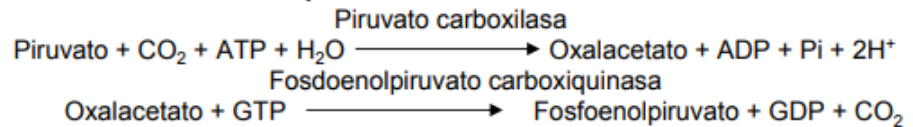
GLUCONEOGENESIS: Piruvato \longrightarrow Glucosa

- Sin embargo, la gluconeogénesis **no es el proceso inverso** de la glicólisis
- Razon termodinámica: 3 reacciones de la **glicólisis** están muy desplazadas del equilibrio, prácticamente irreversibles

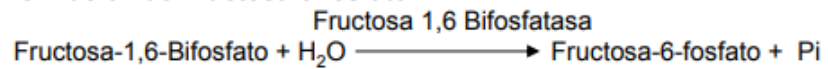


- En la **gluconeogénesis** estas reacciones son sustituidas por reacciones nuevas:

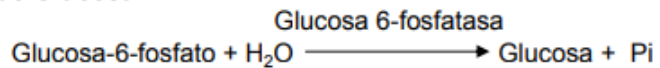
• Formación de Fosfoenolpiruvato:



• Formación de Fructosa-6-fosfato:



• Formación de Glucosa:



EL MUNDO DE LOS MICROORGANISMOS Y SUS APLICACIONES

1. Concepto y tipos de microorganismos.
2. Formas acelulares: los virus.
 - 2.1 Estructura y composición de los virus.
 - 2.2 Ciclo biológico de los virus.
 - 2.3 Virus animales y vegetales.
3. Otras formas acelulares: viroides y priones.
4. Las eubacterias.
 - 4.1 Estructura bacteriana.
 - 4.2 Fisiología bacteriana.
5. Las arqueobacterias.
6. Los microorganismos eucariotas.
 - 6.1 Protoctistas microscópicos (protistas).
 - 6.2 Hongos microscópicos.
7. Métodos de estudio de los microorganismos.

Microbiología

Es la ciencia que estudia los microorganismos, grupo de seres vivos que incluye tanto a seres unicelulares (bacterias, protozoos), seres formados por una simple agrupación celular (algas, hongos), como a formas acelulares (virus). Son organismos no visibles a simple vista, y para observarlos es necesario un microscopio.

Este estudio comprende la identificación, clasificación de los microorganismos, su origen y evolución, sus relaciones y las que establecen con otros seres vivos. También se encarga del estudio de las enfermedades que puedan producir.

En la actualidad se ha desarrollado el uso de microorganismos en la industria, para la fabricación de pan, antibióticos y bebidas alcohólicas.

La Microbiología comenzó y se desarrolló, gracias a dos grandes sucesos:

- Aparición de grandes epidemias en Europa
- Desarrollo del microscopio

Desde el punto de vista humano, la mayoría de los microorganismos son inofensivos; muchos beneficiosos e imprescindibles, y algunos, claramente nocivos. La importancia de estos últimos hace que el término microbio suela ser sinónimo de perjudicial.

Para comprender la diversidad de los microorganismos es necesario conocer las raíces evolutivas de los mismos. Hoy día se ha abordado este problema mediante estudios bioquímicos, entre ellos destaca la secuencia de los ARN ribosómicos, y se admite que, una vez surgida la vida, ya desde épocas remotas, se diferenciaron tres líneas evolutivas celulares diferentes: *Archaea*, *Bacteria* y *Eukarya*.

Bacteria (grupo conocido también como **Eubacterias**) y *Archaea* (llamadas también **Arqueobacterias**), son seres procariontes, mientras que las *Eukarya* son eucariotas. Los microorganismos se distribuyen en tres reinos: **monera** (Eubacterias y Arqueobacterias), **protocistas** (protozoos, algas microscópicas y hongos mucosos) y **fungi** (hongos), estos dos últimos constituidos por células con organización eucariota.

Se incluyen también dentro del mundo microbiano los virus, viroides y priones, todos ellos organismos acelulares.

Microorganismo

Concepto, son organismos de tamaño microscópico.

GRUPO	TAMAÑO MEDIO	ORGANIZACIÓN	NUTRICIÓN	REINO
VIRUS	0,1 μm (*)	Acelular	Parásitos obligados	VIRUS
BACTERIAS	10 μm	Procariota	Todos los tipos	MONERA
PROTOZOOS	>250 μm	Eucariota	Heterótrofos	PROTOCTISTA
ALGAS			Autótrofos	
HONGOS			Heterótrofos	FUNGI

(*) μm = Micrómetro = 10^{-6} metros

Heterogeneidad

Bacterias y arqueobacterias:

Reino Monera

Organización procariota

Ejemplos: Salmonella, Clostridium, Lactobacillus y Mycobacterium (G+), Rhizobium (G-)

Protozoos y algas

Reino Protoctista (Eucariotas)

Ejemplo: Trypanosoma, Plasmodium

Hongos microscópicos: levaduras y mohos

Reino Fungi (Eucariotas)

Ejemplos: Rhizopus, Penicillium, Candida, Saccharomyces

Formas acelulares

Virus

Priones

Viroides

Son formas acelulares, no son organismos

Los microorganismos y sus relaciones bióticas

- Simbiosis Es el tipo de relación en el que dos especies se benefician. La relación es obligada (líquenes, micorrizas, flora intestinal).
- Parasitismo pequeños organismos que viven dentro (endoparásito) o sobre un ser vivo (ectoparásito) de mayor tamaño (hospedador o huésped), perjudicándole.
Son ejemplo de esta relación las tenias, los mosquitos, garrapatas, piojos o el muérdago.
- Microorganismos saprofitos, aquéllos que se alimentan de materia orgánica y la descomponen.

- Microorganismos oportunistas, son aquéllos que generalmente no perjudican pero que se vuelve patógeno en un huésped.
- Microorganismos patógenos, es un organismo parásito que produce una enfermedad infecciosa.

Características estructurales y funcionales de los distintos grupos de microorganismos

VIRUS (VER APUNTES CÉLULAS PÁGINA 91)

- 1.- Concepto, y composición química: Ácido nucleico (ADN o ARN), cápsida. Virus con envoltura externa (ej. el VIH). Concepto de partícula viral o virión.
- 2.- Clasificación de virus: Según el huésped que parasitan (bacteriófagos, virus animales y virus vegetales). Según el material hereditario Virus de ADN (cadena sencilla o doble, ej. adenovirus). Virus de ARN (cadena sencilla o doble). Según la forma de la cápsida (icosaédrica, helicoidal, compleja, ej. bacteriófagos).
- 3.- Multiplicación vírica:
 - **Ciclo lítico:** Descripción de sus fases en un bacteriófago.
 - **Ciclo lisogénico:** Concepto de virus atenuado. Provirus. Descripción del ciclo (como ejemplo en un bacteriófago)
 - **Ciclo de un retrovirus** (el del VIH)

Otras formas acelulares: Partículas infectivas subvirales.

Concepto de viroides.

Concepto de priones. Relación con enfermedades neurodegenerativas como las encefalopatías espongiformes (enfermedad de Creutzfeldt-Jakob en el hombre) o en otros animales, (encefalopatía espongiforme bovina o mal de las vacas locas)

BACTERIAS Y ARQUEOBACTERIAS (VER APUNTES CÉLULAS)

- 1.- Estructura
- 2.- Metabolismo: Variedad de formas metabólicas: Autótrofas. Heterótrofas. Aerobias, anaerobias y facultativas.
- 3.- Capacidad colonizadora.
- 4.- Reproducción: Reproducción asexual por bipartición. Procesos de transferencia de material genético entre bacterias: Concepto de transformación, transducción y conjugación.
- 5.- Formas de resistencia: Endosporas bacterianas. Ej. género *Clostridium*.
- 6.- **Clasificación**, se hace comparando las secuencias de ARN ribosómico

EUBACTERIAS, de ellas descienden las procariontas actuales

- **Bacterias purpúreas y verdes**, fotosintéticas aerobias, pueden ser sulfurosas o no sulfurosas
- **Cianobacterias**, o algas verde azuladas, sus masas forman los estromatolitos, se asocian con hongos formando líquenes. Realizan fotosíntesis OXIGÉNICA. Gram+
- **Enterobacterias**, simbiontes de humanos, frecuentes en la flora intestinal. Gram-
- **Proclorofitas**, tienen aspecto de cloroplastos, son endosimbiontes de ascidias
- **Bacterias nitrificantes y bacterias fijadoras de nitrógeno**, forman nitratos para las plantas

- **Espiroquetas**, espirilos frecuentes en medios acuáticos
- **Bacterias del ácido láctico**, anaerobias, causan la fermentación láctica
- **Micoplasmas**, sin pared celular, cocos pequeños o filamentosos, la mayoría parásitos

ARCHIBACTERIAS

Semejantes a los primitivos coacervados, ligadas a condiciones de vida inhóspitas

La mayoría anaerobias

Células procariotas con membrana sin ácidos grasos y pared sin peptidoglucano

Las hay halofíticas (Mar Muerto), termófilas (aguas termales y medios ricos en azufre), metanógenas (anaerobias, estómago de rumiantes)

PROTISTAS (protozoos y algas)

HONGOS

Hongos microscópicos

Características biológicas

- Eucariotas
- Unicelulares o pluricelulares
- Heterótrofos
- Con pared celular de quitina
- Almacenan glucógeno como glúcido de reserva
- Aunque muchos son parásitos, la mayoría son saprófitos y contribuyen junto con las bacterias a degradar la materia orgánica
- Forman líquenes en simbiosis con algas
- Reproducción:
 1. Unicelulares, gemación
 2. Pluricelulares, esporulación

Tipos de hongos

Mohos (Hongos microscópicos pluricelulares)

EJEMPLOS

Moho negro del pan, aparece también sobre fruta, aspecto algodonoso: género *Rhizopus*

Mohos de las frutas (las descomponen) y producen antibióticos: género *Penicillium*

Contribución de Fleming al descubrimiento de la penicilina

Levaduras (Hongos microscópicos unicelulares)

EJEMPLOS

Género *Saccharomyces*, fermentaciones alcohólicas, pan

Especies patógenas, género *Candida*

Aplicaciones:

- Transformación de alimentos, producción de vino, cerveza (*S. cerevisiae*), queso (*Penicillium*) y pan.
- Producción de sustancias químicas, vitaminas y antibióticos.
- Agentes causantes de enfermedades, infecciones micóticas (*Cándida albicans*), hongos responsables de la tiña.

Protozoos

Características biológicas y ejemplos

- Organización celular eucariótica
- Unicelulares sin pared celular
- Generalmente móviles
- Heterótrofos
- Reproducción asexual o sexual
- Vida libre o parásita
- Reino Protocista
- En función de su movilidad:

GRUPO	LOCOMOCIÓN	MORFOLOGÍA	HÁBITAT	EJEMPLOS
FLAGELADOS	Flagelos	Unicelulares, algunos forman colonias	Aguas dulces	Ej. Trypanosoma, que produce la enfermedad del sueño
SARCODINOS	Pseudópodos	Unisexuales. Se reproducen asexualmente por división celular	Aguas dulces y marinas, y abundan en el suelo.	Ej. Género Amoeba (amebas) o los Foraminíferos (con poros a través de los cuales extienden sus pseudópodos)
CILIADOS	Cilios	Unicelulares	Aguas dulces y marinas	Ej. Género Paramecium (paramecios), con dos núcleos (macro, que controla el metabolismo y crecimiento y micronúcleo, que controla la reproducción) Vacuola contráctil. Reproducción binaria pero, a veces, por conjugación.
ESPOROZOOS	Por contracciones	Unicelulares. Alternancia de reproducción sexual y asexual. Esporas	Parásitos intracelulares. En algún momento de su vida forman esporas. Generalmente, pasan parte de su vida en un parásito y parte en otro organismo	Ej. Plasmodium que causa la malaria (paludismo)

Algas microscópicas

Características biológicas y ejemplos

- Organización celular eucariótica
- Autótrofos fotosintéticos
- Unicelulares o forman colonias microscópicas
- Viven en medios acuáticos como el mar donde forman el fitoplancton, aguas dulces, fuentes termales, o medios terrestres con suficiente humedad
- Forman parte de los líquenes
- Tienen pigmentos fotosintéticos: clorofila (a,b,c), xantofila y carotenos
- Pared normalmente de celulosa, pueden contener componentes minerales como carbonato cálcico (algas calcáreas) o sílice (diatomeas)
- Algunas algas unicelulares, carecen de pared (euglenas)
- Reproducción asexual por bipartición o sexual. Muy frecuente alternancia de generaciones

- Pueden ser sésiles o móviles por flagelos o movimientos deslizantes

Aplicaciones:

- Alimentación
- Medicina, antibióticos y antifúngicos, tratamiento de linfomas
- Industria
- Ecología

Métodos de estudio de los microorganismos

Generalidades

Los microorganismos colonizan gran diversidad de medios, teniendo una procedencia muy variada. En las muestras obtenidas para estudio, suelen encontrarse mezclas de microorganismos que viven en condiciones de vida similares.

Para el estudio de un microorganismo se requiere:

- Población microbiana en crecimiento activo (cultivo)
- Medio de cultivo con nutrientes. Pueden ser:
 1. Sólidos: para bacterias y hongos, contienen agar-agar (solidificante), en placas de cultivo o placas Petri
 2. Líquidos o caldo de cultivo, matraces Erlenmeyer, tubos o flask.

El tipo de medio depende del microorganismo que está cultivando y el por qué de dicho cultivo.

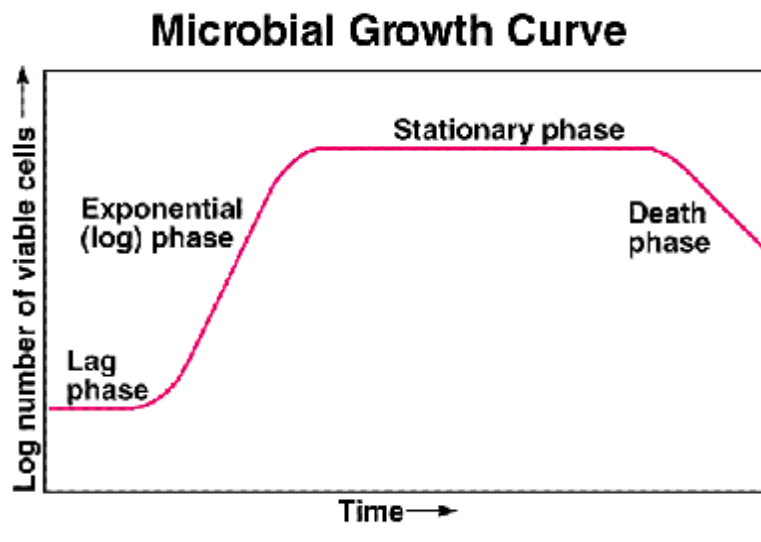
Se utiliza un medio mínimo para determinar los requerimientos nutricionales de un organismo y un medio rico si se desea obtener masa celular de una forma rápida.

No sólo la falta de nutrientes es problemática, sino que las concentraciones altas pueden resultar tóxicas. Los medios se pueden formular para el desarrollo de una especie o para distinguir entre especies o cepas.

- Medios de cultivo enriquecidos, selectivos o indicadores (permite diferenciar colonias de distintos organismos).
- Debe ser un cultivo axénico, puro o clonal, es decir, formado por individuos genéticamente homogéneos
- Se debe someter a la muestra a métodos de aislamiento, para separar la especie microbiana que interesa estudiar, de las otras presentes en la muestra.

Fases del crecimiento microbiano

Lanning N, Procco B, Jelen P, Harlow D, and A. Klein. *Biochemical Engineering: An Introduction*. © 1989 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.



Fases:

1) Fase de retardo o de latencia (fase "lag")

Es el período de tiempo durante el que el inóculo se adapta a las condiciones del medio fresco sobre el que se ha sembrado. Se trata de un período de ajuste metabólico.

Su duración depende del tamaño y el estado metabólico previo del inóculo.

2) Fase de crecimiento exponencial

Una vez adaptadas, las células crecen de forma exponencial, es decir, se duplican cada cierto período de tiempo. Disponen de condiciones óptimas en el medio.

3) Fase estacionaria

Esta fase se caracteriza porque el coeficiente neto de crecimiento se hace nulo, pero aún existe crecimiento. Lo que ocurre es que el crecimiento se equilibra con las muertes celulares.

En este período se agotan nutrientes especiales y se acumulan sustancias de desecho. Incluso el pH del medio empieza a hacerse inadecuado para el crecimiento celular.

4) Fase de muerte

Se da muerte y lisis masiva del cultivo. Se debe a la falta de nutrientes y la acumulación de sustancias tóxicas en el medio.

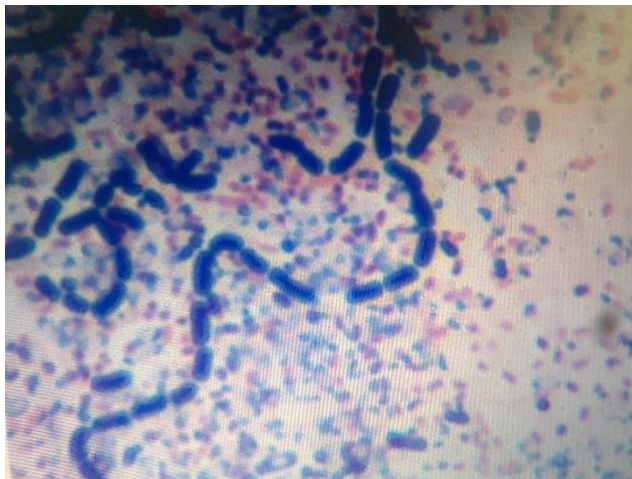
Técnicas de tinción

Conceptos generales

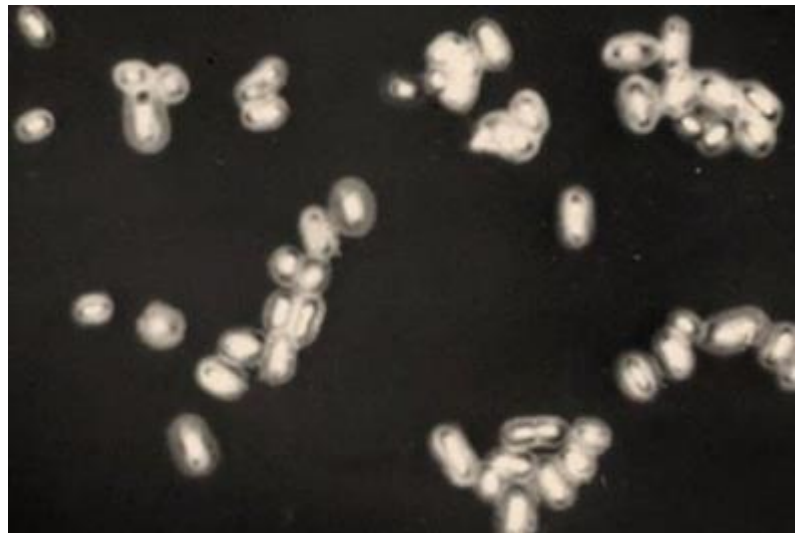
Son técnicas que permiten observar e identificar diferentes tipos de microorganismos. En ocasiones se usan tinciones para destacar las estructuras.

Puede hacerse:

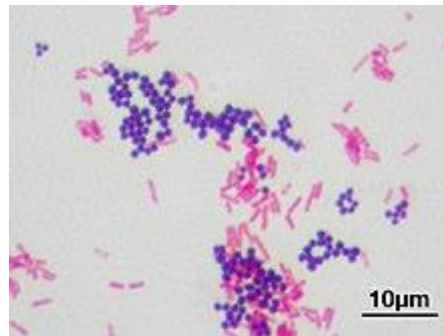
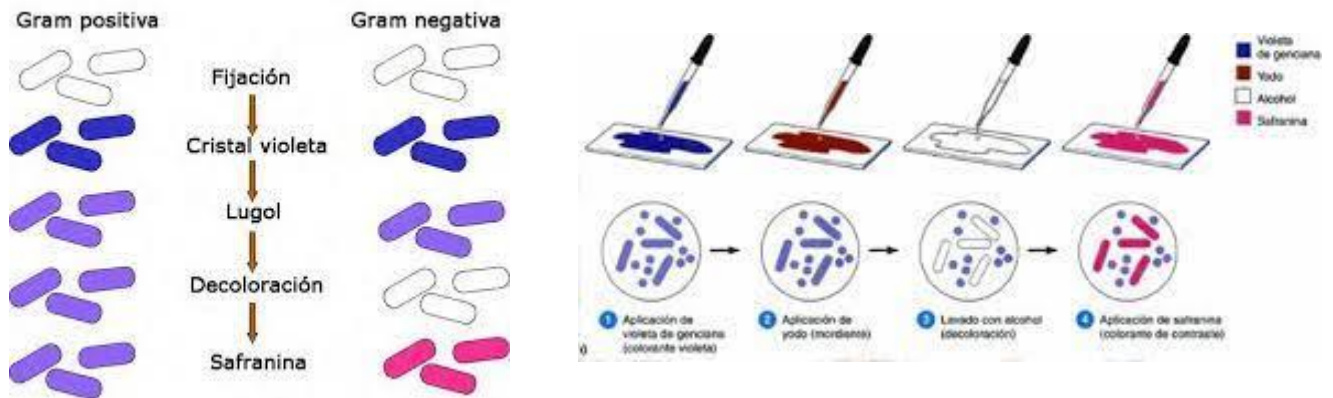
1. Tinción simple con un solo colorante (safranina, cristal violeta, etc.)



2. Negativa, utilizando negrosina o tinta china sobre la cual se pone la muestra



3. Tinciones diferenciales nos permiten separar los grandes grupos de bacterias (Gram positivas y Gram negativas)



Esterilización

Concepto

Consiste en la eliminación de todo microorganismo vivo de un medio de cultivo, utensilios y material de laboratorio.

Métodos físicos:

1. Calor
 - Autoclave, recipiente metálico que esteriliza por **calor húmedo**, alcanza 120 °C y debe mantenerse sobre los objetos durante 20 minutos
 - Mechero y Horno Pasteur, esteriliza con **calor seco** a temperaturas cercanas a 200 °C
2. Filtración
 - Se utiliza cuando la temperatura puede destruir algunas sustancias del medio de cultivo, es el método de elección para esterilizar soluciones de vitaminas, antibióticos y otros compuestos termolábiles, que son añadidos a los medios.
 - Los microorganismos quedan retenidos en los poros del filtro, mientras que el medio sí lo atraviesa
 - Normalmente se utilizan los **filtros de membrana**, compuestos de nitrocelulosa, con un poro de 0,45 μm; este tamaño es lo suficientemente pequeño como para eliminar todos los microorganismos, con excepción de los virus y algunas bacterias muy pequeñas.
3. Radiaciones
 - Radiaciones UV

- Rayos γ
 - Radiaciones ionizantes
- Alteran las moléculas de ácido nucleico de las células

Métodos químicos:

Se utilizan sustancias químicas que pueden:

1. detener el crecimiento de los microorganismos: bacteriostáticos, fungistáticos y virustáticos
2. causan la muerte de los microorganismos: bactericidas, fungicidas y viricidas

El hipoclorito sódico (lejía doméstica) se utiliza para destruir los cultivos de la mayoría de los microorganismos patógenos, para que no contaminen el medio ambiente. Para esterilizar materiales termolábiles, tales como ropas y contenedores de plástico, se utiliza óxido de etileno, pero exige muchas precauciones: se aplica en cámaras presurizadas especiales, parecidas a la autoclave.

Pasteurización

Concepto y aplicaciones. Contribución de Pasteur

La pasteurización es el proceso térmico realizado a líquidos (generalmente alimentos) con el objetivo de reducir los agentes patógenos que puedan contener: bacterias, protozoos, mohos y levaduras, etc. El proceso de calentamiento recibe el nombre de su descubridor, el científico-químico francés Louis Pasteur.

Uno de los objetivos del tratamiento térmico es una "esterilización parcial" de los alimentos líquidos, alterando lo menos posible su estructura física, sus componentes químicos y sus propiedades organolépticas. A diferencia de la esterilización, la pasteurización no destruye totalmente las esporas de los microorganismos, ni elimina todas las células de microorganismos termófilos.

En la pasteurización, el objetivo primordial no es la "eliminación completa de los agentes patógenos" sino la disminución sustancial de sus poblaciones, reduciéndolas a niveles que no causen intoxicaciones alimentarias a los humanos (siempre que el producto pasteurizado se mantenga refrigerado correctamente y que se consuma antes de la fecha de caducidad indicada).

La temperatura de pasteurización es inferior a los 100°C ya que temperaturas más elevadas afectan de manera irreversible a las características fisicoquímicas del producto. Se somete el alimento a 75°C durante 15 segundos, y se enfría.

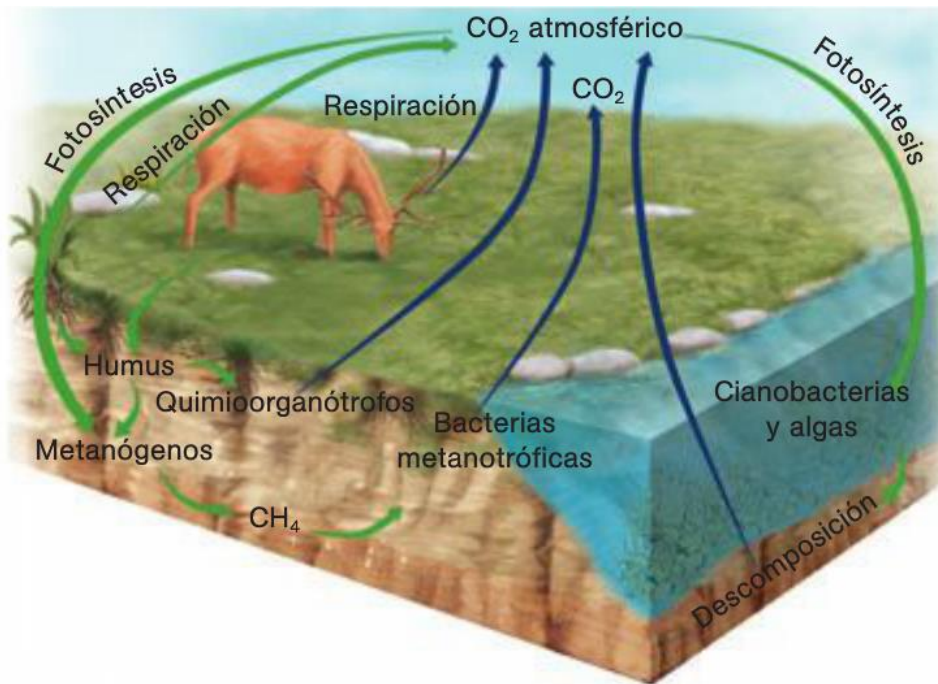
Conservación

Técnicas que se emplean para conservar alimentos sensibles a la acción de microorganismos: desecación, deshidratación, uso de conservantes.

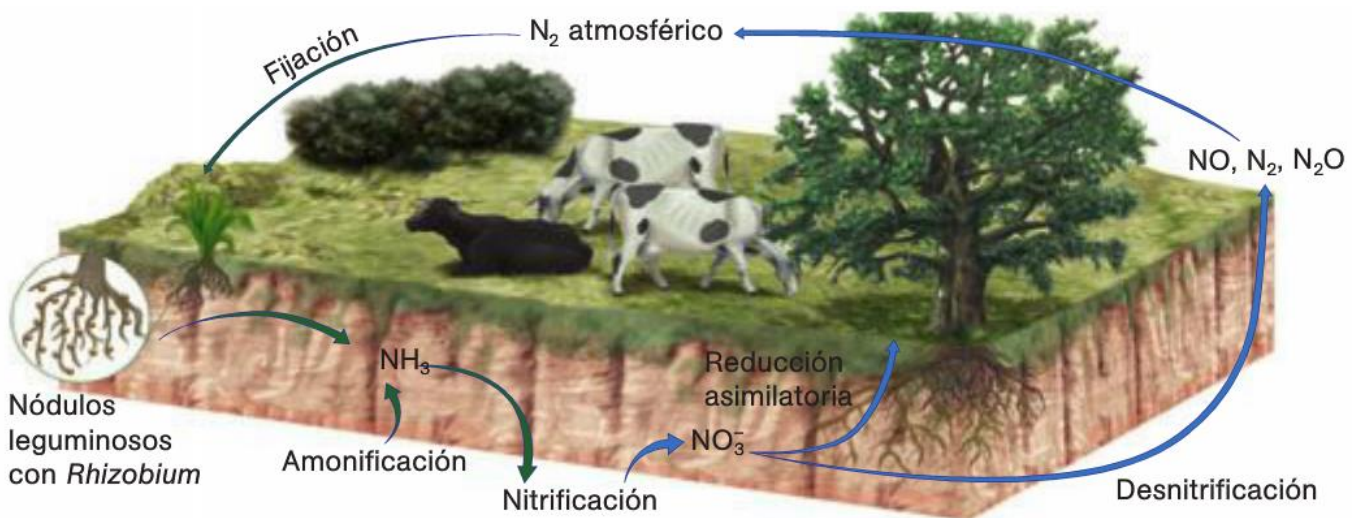
Los microorganismos en los ciclos biogeoquímicos

Bacterias y hongos intervienen como descomponedores en la biosfera.

Ciclo del carbono



Ciclo del nitrógeno



Fijación del nitrógeno, llevada a cabo por bacterias fijadoras de nitrógeno, como las cianobacterias y *Clostridium*, *Rhizobium*. Convierten el nitrógeno atmosférico en amonio.

Amonificación. El nitrógeno de la materia orgánica se transforma en amoníaco (NH_3) o ion amonio (NH_4^+), que es excretado al exterior. Lo realizan bacterias y hongos descomponedores.

Nitrificación. Se usa el amoníaco o el amonio para producir nitritos (NO_2^-), y a partir de ellos se producen nitratos (NO_3^-).

Lo realizan las bacterias nitrificantes: *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*.

Las plantas incorporan los nitratos a las moléculas orgánicas.

Desnitrificación. Conversión de nitratos a nitrógeno atmosférico.
Lo realizan las bacterias desnitrificantes: *Agrobacterium*, *Pseudomonas*.

Fijación del N₂ atmosférico a nitratos: Cianobacterias, *Azotobacter* y *Rhizobium* (simbiontes).

Los microorganismos como agentes productores de enfermedades infecciosas

Infección

Cualquier situación en la que un microorganismo patógeno se introduce y crece en un huésped, independientemente de que éste sea o no dañado.

Enfermedad infecciosa

La enfermedad infecciosa, implica que el huésped sufra un daño.

Microorganismo oportunistas: Son aquellos, en principio no patógenos, que pueden producir enfermedades cuando las defensas del hospedador se ven debilitadas por unos u otros motivos (otra enfermedad, por ejemplo).

Microorganismo patógeno, son aquéllos que causan enfermedades infecciosas. La infección es el ataque de los microorganismos a un ser vivo hospedador. La virulencia o patogenicidad depende de la capacidad que tenga el patógeno de producir una enfermedad.

Patogenicidad, es la capacidad de un microorganismo para producir enfermedades.

Virulencia, es el grado de patogenicidad de un microorganismo y generalmente es el número de microorganismos necesarios para producir la enfermedad.

Las poblaciones que no producen enfermedades son inocuas o no virulentas.

La capacidad patógena de un microorganismo es debida a los factores de virulencia. Estos son:

- Enzimas extracelulares que actúan sobre tejidos degradándolos, como hialuronidasa (*Staphylococcus aureus*), lecitinasa (*Clostridium perfringens*), y hemolisinas.
- Hemoaglutinina, molécula de la pared bacteriana que permite la unión a los eritrocitos.
- La capacidad de escapar a la respuesta inmune, por ejemplo, rodeándose de membrana celular perteneciente al huésped.
- Toxinas: son sustancias producidas por el patógeno que tienen efecto tóxico. Actúan sin que exista colonización por parte del patógeno. Pueden ser:
 1. Exotoxinas. Proteínas sintetizadas y segregadas por bacterias gram+. Se eliminan por calor. Tipos: enterotoxinas (toxina colérica de *E.Coli*), citotoxinas (toxina diftérica), neurotoxinas (toxina botulínica o tetánica).
 2. Endotoxinas. Quedan retenidas en la célula y se corresponden con lipopolisacáridos de las paredes celulares de bacterias gram-. Resistentes al calor, provocan fiebre, diarrea y hemorragias internas.

Epidemiología, estudio de la incidencia y distribución de enfermedades infecciosas, de su control y prevención.

Frecuencia, número de casos de una enfermedad que aparece en una población, está determinada por:

- **Incidencia,** contabiliza el número de casos nuevos que aparecen en un período de tiempo determinado
- **Prevalencia,** proporción de la población que padece la enfermedad en un momento determinado

Epidemia, cuando la enfermedad infecciosa afecta a un número elevado de la población en un tiempo corto, frecuencia mayor de la esperada en un tiempo corto. Suelen producir un gran número de muertes. Un ejemplo es la Viruela o la gripe.

Enfermedad endémica, si la enfermedad afecta a las personas de una determinada población o en una zona geográfica, con carácter permanente. No suele producirse un gran número de casos. La malaria es un ejemplo de endemia, se produce en zonas tropicales y en épocas de lluvia. La varicela en España.

Pandemia, son epidemias que afectan a un gran número de individuos en poco tiempo y en una región muy grande. Por ejemplo el sida, o la peste en la Edad Media.

Zoonosis, transmisión de una enfermedad infecciosa que padecen los animales a seres humanos.

Reservorios, lugares donde los agentes infecciosos permanecen vivos y donde pueden surgir las infecciones.

Portadores, individuos infectados sin síntomas de la enfermedad, pero que pueden transmitirla.

Principales vías de transmisión de las enfermedades infecciosas y ejemplos

- Vía aérea o respiratoria, la infección se origina por absorción a través del tracto respiratorio de secreciones infectadas.

Bacterianas

Tuberculosis (*Mycobacterium tuberculosis*)

Faringitis (*Streptococcus pyogenes*)

Neumonía causada por (*Streptococcus pneumoniae*)

Difteria (*Corynebacterium diphtheriae*)

Legionelosis (*Legionella pneumophila*)

Tosferina (*Bordetella pertussis*)

Víricas

Varicela

Rubéola

Sarampión

Gripe

Resfriado común

- Ingestión de alimentos en mal estado o agua contaminada

Poliomelitis (vírica)

Cólera (bacteria *Vibrio cholerae*)

Salmonelosis (bacteria *Salmonella*)

Legionelosis (bacteria *Legionella pneumophila*)

Disentería (protozoo *Entamoeba histolytica*)

- Contacto directo entre personas, heridas, vía materno-lilial, picaduras o mordeduras.

Enfermedades de transmisión sexual:

Hepatitis B (virus)

SIDA (virus VIH)

Sífilis (bacteria)

Candidiasis (hongo)
Tricomoniasis (protozoo)

Heridas:

Rabia (virus)
Tétanos (bacteria)

A través de animales:

Fiebre amarilla, virus transmitido por un mosquito
Peste, bacteria transmitida por ratas y roedores salvajes
Malaria, protozoo transmitido por un mosquito
Enfermedad del sueño, protozoo transmitido por la mosca tse-tse

EJEMPLOS MICROORGANISMOS

PRIONES

Enfermedad de Creutzfeldt-Jakob en humanos: vacas locas

VIRUS

Según su cápside:

- Icosaédrica: papiloma humano
- Helicoidal: rabia, mosaico del tabaco
- Complejos: bacteriófagos
- Con envoltura: HIV (Sida), gripe

Material genético:

- ADN monocatenario: Parvovirus
- ADN bicatenario: papiloma, viruela
- ARN monocatenario: hepatitis A, gripe, HIV, Ébola
- ARN bicatenario: Reovirus (diarrea infantil)

BACTERIAS

Bacterias implicadas en el ciclo del Nitrógeno:

- Clostridium: fijan Nitrógeno
- Rhizobium: simbioses de leguminosas, fijan nitrógeno
- Nitrosomonas, Nitrobacter: producen nitratos que absorben las plantas
- Pseudomonas, Agrobacterium: desnitrificantes

Bacterias patógenas:

- Streptococcus: faringitis, neumonía
- Salmonella: salmonelosis
- Clostridium tetani: tétanos

- *Vibrio cholerae*: cólera
- *Mycobacterium* (Bacilo de Koch): tuberculosis

Fermentativas:

- *Lactobacillus*: fermentan leche

Ejemplos de bacterias grampositivas

1. *Staphylococcus aureus*. Responsable de abscesos, dermatitis, infecciones localizadas y posibles gastroenteritis.
2. *Streptococcus pyogenes*. Causante de infecciones supurativas en el trayecto respiratorio, así como de fiebre reumática.
3. *Streptococcus agalactiae*. Frecuente en casos de meningitis neonatal, endometritis y neumonía.
4. *Streptococcus faecalis*. Usual en infecciones en vías biliares y urinarias, habita en el colon humano.
5. *Streptococcus pneumoniae*. Responsable de neumonías e infecciones en las vías respiratorias, así como otitis, meningitis y peritonitis.
6. *Streptococcus sanguis*. Causante de endocarditis, cuando ingresa al
7. *Clostridium tetani*. Bacterias responsables de los tétanos, entran al cuerpo desde el suelo por traumatismos en las extremidades.
8. *Bacillus anthracis*. Se trata de la conocida bacteria del ántrax, tanto en su versión cutánea como en la pulmonar.
9. *Clostridium botulinum*. Causante del botulismo clásico y el infantil, habita en el suelo y en los alimentos mal conservados.
10. *Clostridium perfringens*. Esta bacteria segrega toxinas que destruyen la pared celular, y es responsable de las gangrenas gaseosas, la enteritis necrosante y la endometritis.
11. *Mycobacterium*

Ejemplos de bacterias gramnegativas

1. *Neisseria meningitidis*. Peligrosa bacteria causante de meningitis y meningococemias, coloniza las vías respiratorias humanas.
2. *Neisseria gonorrhoeae*. Conocidísima por ser la causante de la gonorrea, común enfermedad de transmisión sexual.
3. *Escherichia coli*. Habitante usual del colon humano, está involucrada en las llamadas “diarreas del viajero”, así como en meningitis neonatal, sepsis e infecciones urinarias.
4. *Salmonella typhi*. Bacteria responsable de la enfermedad conocida como fiebre tifoidea, suele transmitirse por vía fecal-oral: contaminación de aguas, mala disposición de excretas o higiene defectuosa.
5. *Salmonella enteritidis*. Suele ocasionar enterocolitis y septicemia con abscesos si llega a pasar del intestino a la sangre.
6. *Haemophilus influenzae*. Bacilo usualmente aerobio, es responsable de numerosas meningitis, otitis, sinusitis, bronconeumonías, celulitis y artritis séptica.
7. *Bordetella pertussis*. Causante de la enfermedad conocida como Tos ferina, de alta mortalidad infantil.
8. *Brucella abortus*. Ocasiona la brucelosis, una enfermedad del ganado que se transmite al hombre por contacto con los animales o por ingesta de lácteos sin pasteurizar.

9. *Francisella tularensis*. Responsable de la llamada “fiebre del conejo” o tularemia, se transmite al hombre mediante vectores (ácaros u otro tipo de exoparásitos) de los conejos, ciervos y animales semejantes.
10. *Pasteurella multocida*. Bacilo anaeróbico, transmitido por la mordedura de animales domésticos infectados, tales como perros y gatos. Se disemina a través de la piel e infecta el sistema respiratorio, causando también celulitis.

PROTOZOOS

- Plasmodium (malaria)
- Trypanosoma (enfermedad del sueño)
- Entamoeba histolytica (disentería)

HONGOS

- *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*): fermentaciones
- *Penicillium*: produce antibióticos
- Cándida: enfermedad candidiasis
- *Rhizopus*: frutas y verduras en descomposición
- Enfermedades producidas por hongos: pie de atleta, tiña, candidiasis

Algunos ejemplos de enfermedades humanas producidas por virus y por microorganismos

Bacterianas

INFECCIONES BACTERIANAS

Enfermedad	Bacteria	Características
Peste bubónica	<i>Pasteurella pestis</i>	La peste asoló poblaciones enteras en la Antigüedad. La bacteria infecta a las ratas, y se transmite entre ellas por picaduras de pulgas. Estas pican al hombre, y así el microorganismo puede llegar al sistema linfático; por eso, los ganglios se inflaman y aumentan de tamaño (bubones).
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	Es una bacteria anaerobia, y que se transmite a través del agua. Es un azote para la humanidad porque aparece en guerras o en catástrofes naturales, debido a la contaminación del agua. El vibrio llega al intestino por la bebida, y allí libera una toxina que lesiona la mucosa y produce una diarrea que conduce a la deshidratación y la muerte. Las deposiciones de los enfermos (heces de agua de arroz) son el medio de cultivo de nuevos vibrios y de su propagación. Este microorganismo fue identificado por Koch en 1883.
Tuberculosis	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	La bacteria se propaga por el aire y por contagio a través de objetos, y coloniza las vías respiratorias destruyendo los pulmones. El pecho de los enfermos aparece hundido, los omóplatos salientes, presentan ojeras y eliminan esputos con sangre. Es el llamado bacilo de Koch, descubierto en 1882; aunque la constancia de la tuberculosis existe desde la época griega. Hipócrates se refiere a ella como “tisis”. Desciende su incidencia a principios del siglo xx, pero se recrudece a partir de 1914 hasta los años sesenta.
Meningitis	<i>Neisseria meningitidis</i>	La bacteria se transmite por el aire por contacto con las vías respiratorias. Al principio, la infección no produce síntomas; estos aparecen cuando la bacteria llega a la sangre y al sistema nervioso, instalándose en las meninges. Produce dolor de cabeza y rigidez de cuello, además de espasmos musculares. Es mortal y no tiene tratamiento.
Tétanos	<i>Clostridium tetani</i>	Se trata de una bacteria anaerobia residente en el suelo y en excrementos de animales. Infecta heridas que, cuando cicatrizan, generan el ambiente anaerobio que la bacteria necesita para proliferar. La exotoxina es muy potente y afecta al sistema nervioso, bloqueando el impulso nervioso de forma irreversible. Las contracciones musculares que produce son cada vez más violentas y sin períodos de relajación, y el corazón acaba deteniéndose en sístole.
Difteria	<i>Corynebacterium diphterie</i>	La bacteria coloniza el tracto respiratorio en niños, donde se forman unas falsas membranas en la glotis que llegan a obstruir el paso de aire provocando asfixia. Hoy es una enfermedad muy rara debido a la vacunación (DTP), pero anteriormente era una enfermedad con una elevada tasa de mortalidad en niños de entre 6 meses y 6 años.
Salmonelosis	<i>Salmonella sp.</i>	La salmonelosis es una infección alimentaria. La bacteria se transmite por agentes fecales o por alimentos contaminados, y produce una endotoxina muy potente que afecta al intestino, la sangre, el bazo y los ganglios linfáticos. Produce fuertes diarreas, fiebre alta y manchas rosadas en el tronco. Algunos pacientes, supuestamente curados, son portadores y pueden contaminar alimentos por manipulación. Las llamadas fiebres tifoideas están causadas por bacterias de este mismo género.

Fúngicas

Protozoos

INFECCIONES PRODUCIDAS POR PROTOZOOS

Enfermedad	Protozoos	Características
Malaria o paludismo	Género <i>Plasmodium</i> (esporozoos)	Enfermedad endémica de países tropicales, que está causada por esporozoos transmitidos por la picadura de la hembra del mosquito <i>Anopheles</i> , la cual alberga el parásito en sus glándulas salivares. La infección afecta a células hepáticas y a glóbulos rojos. Causa fiebres recurrentes, escalofríos, dolores de cabeza, musculares y anemia.
Toxoplasmosis	<i>Toxoplasma gondii</i> (esporozoo)	Se contrae al ingerir verduras lavadas en aguas contaminadas con excrementos, o carne poco hecha que contenga el parásito. Este se instala en los músculos o en el sistema nervioso central, pero no produce lesiones. Es una enfermedad grave en la mujer embarazada, porque puede producir malformaciones al feto.
Enfermedad del sueño	<i>Trypanosoma gambiense</i> , <i>T. rhodesiense</i> y <i>T. brucei</i> (flagelados)	Afecta primero a los vasos sanguíneos, pero puede alcanzar al sistema nervioso central, causando inflamación cerebral y medular. El hombre es el principal reservorio de la enfermedad, que es común en el centro y el oeste de África, y se transmite por las picaduras de la mosca tse-tse (<i>Glossinia</i>).
Enfermedad de Chagas	<i>Trypanosoma cruzi</i> (flagelado)	Se extiende por América Central y del Sur, y es transmitida por chinches hematófagas. Los síntomas son cansancio, fiebre y pérdida de apetito.
Tricomiasis	<i>Trichomonas vaginalis</i> (flagelado)	Es una infección vaginal que produce un flujo anormal y dolor durante la micción en la mujer. En el hombre, la infección afecta a la uretra y las vesículas seminales. En muchos casos es asintomática.
Disentería amebiana	<i>Entamoeba histolytica</i> (sarcodino)	Infección causada por los quistes del protozoo presentes en el agua o en alimentos contaminados por heces. Se ulcera el epitelio intestinal, y la diarrea contiene sangre y moco. El parásito puede invadir el pulmón, el hígado o el cerebro.

Víricas

INFECCIONES VÍRICAS

Enfermedad	Características
Gripe	El virus se transmite de una persona a otra a través del aire. Se instala en las membranas respiratorias y raramente accede al pulmón, pero facilita su colonización posterior por bacterias. Produce fiebre, dolores de garganta, musculares y articulares. El catarro es también una virosis, pero causada por otro virus.
Poliomielitis	El virus de la polio se contagia por contaminación fecal de alimentos, e infecta primero al intestino para pasar luego al sistema nervioso. La infección puede llegar a paralizar el organismo y producir la muerte, pero lo más habitual es la parálisis y la pérdida de masa muscular de una o de las dos piernas. Existe vacuna desde los años sesenta; hasta entonces, afectaba fundamentalmente a niños.
Sarampión	La infección comienza en las vías respiratorias, pero luego se extiende a todo el organismo. Produce fiebre, escalofríos, tos y ronchas rojizas. Existe vacuna.
Hepatitis	Existen cinco tipos de hepatitis causadas por virus, nombrados de la letra A a la E. Las hepatitis B y C son las más graves. Se contagia de madres a hijos durante el embarazo, la lactancia o el parto, por vía sexual y por vía sanguínea. El virus destruye los hepatocitos, genera cirrosis y puede degenerar en cáncer. Las hepatitis de tipo A y E se transmiten mediante la ingestión o el contacto con elementos contaminados con el virus, y su desarrollo es más leve; no evolucionan a enfermedad hepática crónica. El virus de la hepatitis D es poco importante, y solo infecta si coexiste con el virus de la hepatitis B.
Rabia	La infección llega al humano debido a mordeduras de perros, roedores o murciélagos, con el virus alojado en sus glándulas salivares. Produce fuertes dolores en la herida, espasmos musculares, aumento de la sensibilidad al ruido y la luz, y una enorme producción de saliva. Finalmente, sobreviene la muerte.
Varicela	El virus se desarrolla en el tracto respiratorio y en los ganglios linfáticos. Tras la diseminación por la sangre, aparece, en principio, una erupción cutánea basada en manchas rojas que luego se transforma en vesículas llenas de líquido. Finalmente, se secan produciendo costras. Las lesiones causan un picor intenso, y se curan sin señales si se evita el rascado. El virus puede permanecer en el paciente de modo latente; si llega a reactivarse, produce lesiones muy dolorosas que siguen todas las terminaciones nerviosas de un nervio. Es el llamado herpes zóster.
Viruela	Esta enfermedad llegó a Europa desde oriente con los cruzados en el siglo XVIII, y en las épocas de mayor apogeo era la causa de una de cada cinco muertes. Poco después, Pasteur plantea las bases de la vacunación. La enfermedad está erradicada desde 1977.

Medidas de prevención y tratamiento de enfermedades infecciosas

Prevención o profilaxis, higiene personal y los alimentos, emplear desinfectantes y antisépticos, vacunación.

Tratamiento, uso de agentes antimicrobianos, quimioterapia (antibióticos producidos por hongos y bacterias, antivirales)

Biotecnología

Utilización de los microorganismos vivos o sus productos, en beneficio del hombre o su entorno.
Importancia social y económica

Concepto y aplicaciones

Biotecnología aplicada a la industria alimentaria

Fermentación alcohólica para la elaboración de bebidas (vino, cerveza, sake o vino de arroz) y del pan.
Microorganismos implicados. Cepas de la levadura *Saccharomyces*, hongo *Aspergillus* (sake).

Fermentación láctica para la elaboración de derivados lácteos (queso, yogur, cuajada, etc.).
Microorganismos que la llevan a cabo: bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Streptococcus*

Biotecnología aplicada a la salud y la industria farmacéutica:

Producción de antibióticos. Ejemplos de especies de bacterias (*Streptomyces*) y de hongos implicados (*Penicillium*)

Producción industrial de vacunas y sueros y su importancia para disminuir la incidencia de enfermedades infecciosas.

Producción de proteínas: Hormonas (Insulina, hormona del crecimiento; algunos factores de coagulación sanguínea (factor VIII); activador de plasminógeno tisular (diluye coágulos que producen embolias) ; EPO, eritropoyetina; Interferón para tratamiento de hepatitis A y B, melanoma y leucemia ;

Producción de hormonas esteroideas.

Biotecnología enzimática:

ADN polimerasa

Celulasa, alimentación y vaqueros lavados a la piedra

Subtilisina, amilasa y lipasa, en detergentes

Biotecnología aplicada a industrias agropecuarias:

Producción de proteínas microbianas para suplemento de piensos.

Producción de insecticidas biológicos.

Obtención de plantas y animales transgénicos.

Uso de microorganismos como armas biológicas.

Biotecnología y medio ambiente

Biorremediación

Se define como biorremediación a cualquier proceso que utilice microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para retornar un medio ambiente alterado por contaminantes a su condición natural. La biorremediación puede ser empleada para atacar contaminantes específicos del suelo, por ejemplo en la degradación bacteriana de compuestos organoclorados o de hidrocarburos. Un ejemplo de un tratamiento más generalizado es el de la limpieza de derrames de petróleo por medio de la adición de fertilizantes con nitratos o sulfatos para estimular la reproducción de bacterias nativas o exógenas (introducidas) y de esta forma facilitar la descomposición del petróleo crudo.

Bioestimulación, introducción de modificaciones en el ambiente para favorecer la biorremediación natural.

Bioaumentación o siembra, se añaden microorganismos especializados, para ayudar a los nativos del medio.

Biodegradación

Es el resultado de los procesos de digestión, asimilación y metabolización de un compuesto orgánico llevado a cabo por bacterias, hongos, protozoos y otros organismos. En principio, todo compuesto sintetizado biológicamente puede ser descompuesto biológicamente. Sin embargo, muchos compuestos biológicos (lignina, celulosa, etc.) son difícilmente degradados por los microorganismos debido a sus características químicas. La biodegradación es un proceso natural, ventajosa no sólo por permitir la eliminación de compuestos nocivos impidiendo su concentración, sino que además es indispensable para el reciclaje de los elementos en la biosfera, permitiendo la restitución de elementos esenciales en la formación y crecimiento de los organismos (carbohidratos, lípidos, proteínas). La descomposición puede llevarse a cabo en presencia de oxígeno (aeróbica) o en su ausencia (anaeróbica). La primera es más completa y libera energía, dióxido de carbono y agua, es la de mayor rendimiento energético. Los procesos anaeróbicos son oxidaciones incompletas y liberan menor energía.

El alumno deberá conocer la importancia de las plantas acumuladoras y la función de los microorganismos en el tratamiento de residuos: depuración de aguas residuales, basuras, residuos industriales y agrícolas; utilización de microorganismos para la eliminación de mareas negras (ej. bacterias del género Pseudomonas). Producción microbiana de compuestos biodegradables, ej. bioplásticos, etc.

LA INMUNOLOGÍA Y SUS APLICACIONES

Respuesta inmune

Los parásitos son microorganismos que viven a expensas de sus hospedadores; cuando el crecimiento de las colonias de estos organismos ocasiona un daño a las células, tejidos u órganos del hospedador se les puede considerar como patógenos

Patogenicidad: Capacidad potencial de provocar una enfermedad.

Virulencia: Medida del número de microorganismos necesarios para producir una enfermedad y extenderse por el organismo, es función de la toxicidad y capacidad de proliferación de los microorganismos.

La infección, por lo tanto, es el crecimiento y colonización de microorganismos patógenos en un individuo. Existen algunos microorganismos que pueden convertirse en patógenos bajo ciertas circunstancias (patógenos oportunistas)

La flora microbiana normal de un organismo ocupa su superficie, la cavidad bucal y tractos respiratorios, intestinales y genitourinarios. La colonización de estas zonas por parte de otras bacterias que no sean la normal, puede provocar diversos tipos de enfermedades.

En la piel y la cavidad bucal proliferan estafilococos y levaduras que a veces originan las típicas “espinillas” de los adolescentes (*Propionibacterium acnes* o los estreptococos de las placas dentarias). En el tracto intestinal proliferan las gram negativos como el *Escherichia coli*, muy útil en la síntesis de algunas vitaminas. En las mucosas genitales abundan los hongos como el *Candida albicans* que podría dar una infección si el pH se hace más ácido de lo normal.

Si un microorganismo patógeno consigue introducirse en un organismo, se puede producir el fenómeno conocido como enfermedad infecciosa. Si logra atravesar nuestras barreras naturales (piel, mucosa etc) gracias a una herida, abrasión o utilizando un vector, puede ocurrir una proliferación del microorganismo extraño y provocar una infección.

Desarrollo de la infección: Si el patógeno evita los mecanismos de defensa puede llegar a la sangre, diseminándose por todo el organismo y pudiendo provocar una infección generalizada (septicemia). A partir de este momento puede ocurrir el desarrollo de la enfermedad por diversas causas:

- Lesión directa o destrucción de las células o tejidos.
- Producción de factores de virulencia que facilitan la infección.
- Producción de toxinas que destruyen o inhiben los enzimas celulares.

La Inmunología, es la parte de la Ciencia que estudia los mecanismos que se encargan de la defensa del organismo, manteniendo su integridad, y que constituyen el sistema inmune.

El sistema inmune está formado por un conjunto de órganos, células y moléculas dispersos por todo el organismo, que son responsables de su defensa frente a agentes externos y frente a células propias modificadas.

Su respuesta frente a estas sustancias extrañas, llamadas antígenos, se denomina respuesta inmunitaria. Existen hasta tres niveles de defensa para evitar las enfermedades:

- Barreras físicas y químicas
- Sistema inmunitario.

Hay dos tipos de sistema inmunitario:

- Innato o inespecífico, proporciona un mecanismo de defensa durante las primeras fases de la vida, se lo transfiere la madre al feto durante el embarazo

Defensas inespecíficas

Produce la respuesta natural o inespecífica

La respuesta es inmediata

Constituye la primera línea de defensa frente a las infecciones

Carece de especificidad y memoria

- Adquirido o específico (vertebrados), el desarrollado por el organismo al ir entrando en contacto con diferentes antígenos

Defensas específicas, desarrolladas por el sistema inmune adaptativo:

Produce la respuesta inmune adaptativa, adquirida o específica

Tiene como características esenciales:

1. tolerancia, tiene la capacidad de diferenciar lo propio de lo ajeno
2. memoria
3. especificidad

CONCEPTO DE ANTÍGENO Y ANTICUERPO

ANTÍGENO (Ag) o inmunógeno, es cualquier molécula ajena al organismo, independientemente de que sea o no perjudicial y de que se encuentre libre o formando parte de un agente infeccioso, contra la que el organismo desarrolla una respuesta inmune.

La mayoría de los antígenos son proteínas, aunque muchos polisacáridos tienen también este comportamiento. Como son macromoléculas de elevado peso molecular (casi todas superiores a 5 Dalton), pueden poseer más de una zona con actividad antigénica. A estas regiones superficiales se las conoce como determinantes antigénicos o epítomos, y por ellas se unen con los anticuerpos o con los receptores de membrana de los linfocitos.

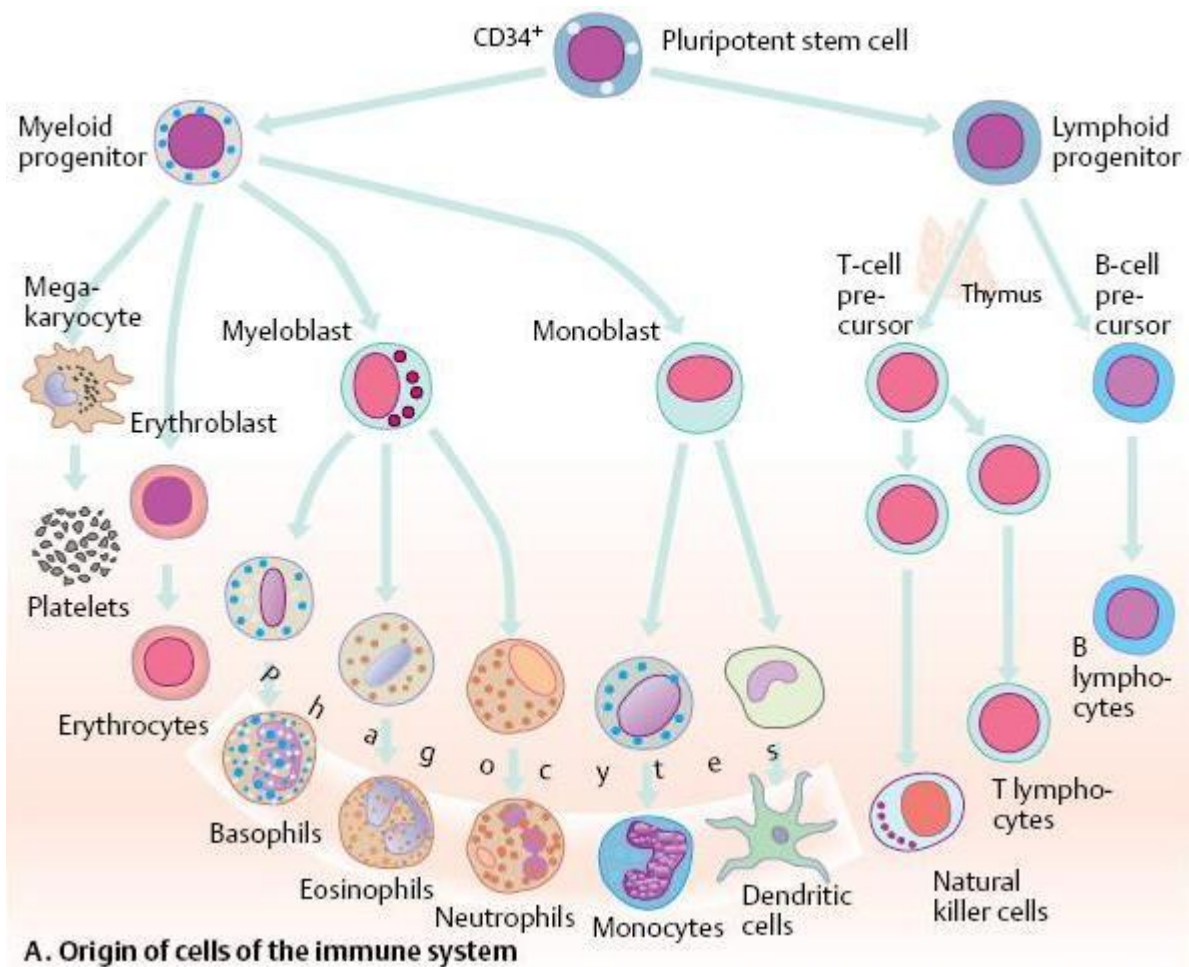
Según el número de determinantes antigénicos, pueden ser: univalentes o polivalentes.

Según su procedencia, puede ser:

- Heteroantígeno
- Isoantígeno (grupo sanguíneo)
- Autoantígeno (enfermedad autoinmune)

Haptenos, pequeñas moléculas con capacidad antigénica (se unen a anticuerpos), pero no inmunogénica (no activan el sistema inmune, no estimulan a células inmunocompetentes, ni la producción de anticuerpos). Adquieren esa capacidad al unirse a moléculas transportadoras, normalmente proteínas.

ANTICUERPO (Ac) es una proteína específica fabricada por los linfocitos B, capaz de reconocer y unirse a antígenos concretos, destruyéndolos.



Defensas inespecíficas

TIPOS:

1. Barreras primarias:

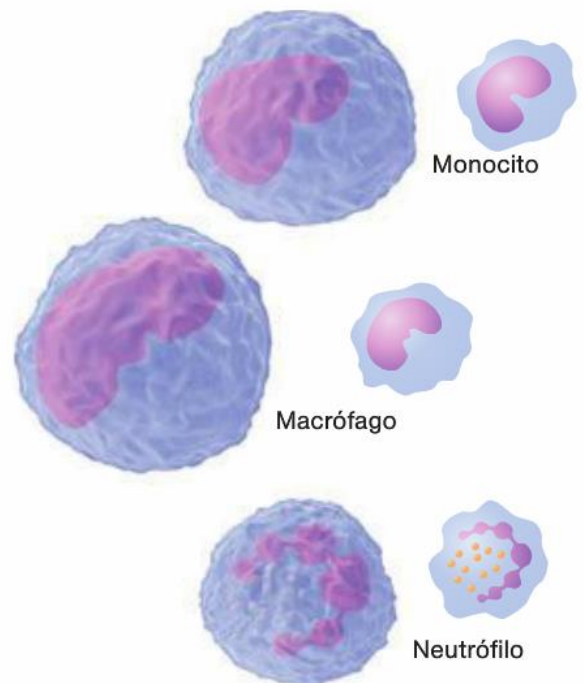
- Mecánicas
Piel, estrato germinativo y estrato córneo (manto ácido)
Mucosas
- Químicas: secreciones
- Biológicas

2. Barreras secundarias: mecanismos de defensa

- Defensas celulares inespecíficas: fagocitos

Hay varios tipos de leucocitos encargados de la fagocitosis:

1. Monocitos, linfocitos que tras estar varios días en el torrente circulatorio, pueden migrar a pulmones, médula ósea, ganglios, bazo o hígado, y transformarse en macrófagos.
2. Macrófagos, células con gran capacidad de fagocitosis que constituyen el sistema retículoendotelial
3. Neutrófilos, más abundantes pero de vida más corta que los monocitos. Son atraídos por sustancias liberadas por tejidos infectados y abandonan los vasos sanguíneos (DIAPÉDESIS) alcanzando la zona de la infección.
4. Células dendríticas, células con capacidad de fagocitosis



Otras células que participan en la reacción inflamatoria:

- ✚ Plaquetas
Son fragmentos de los megacariocitos de la médula ósea
Forman el coágulo sanguíneo
Liberan serotonina
Participan en la reparación del tejido dañado
- ✚ Mastocitos o células cebadas
Se encuentran en el tejido conjuntivo y en mucosas
Poseen gránulos de histamina (respuesta inflamatoria y alergia)

- ✚ Leucocitos basófilo
Tienen gránulos de histamina y otras sustancias que contribuyen a la reacción inflamatoria

Linfocitos NK

Carecen de especificidad y memoria

Destruyen células tumorales o infectadas por virus, produciendo su lisis o induciendo apoptosis

Liberan citoquinas.

- Reacción inflamatoria

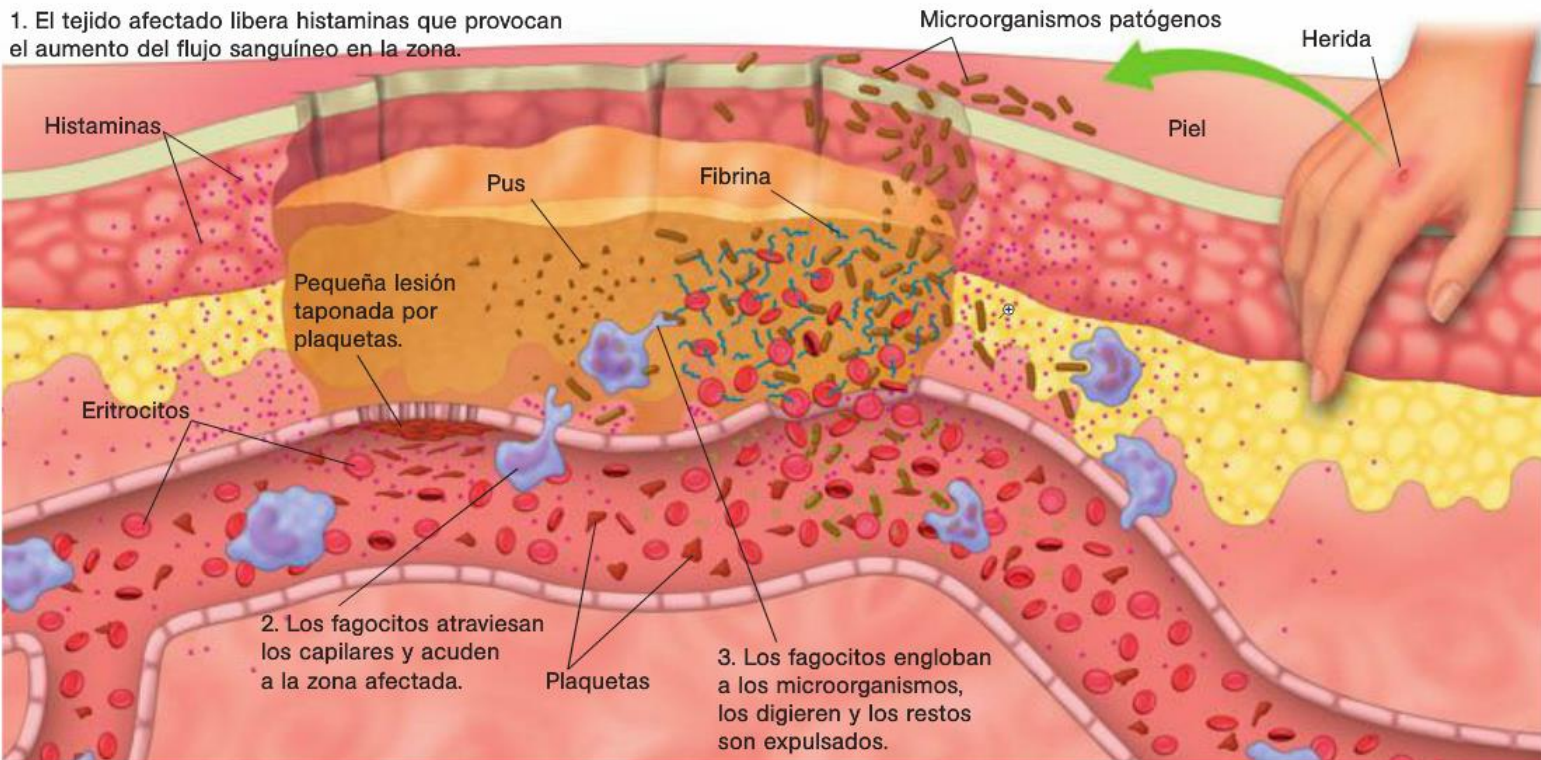
Se produce cuando las células de los tejidos infectados liberan mediadores, sustancias como **histamina** y **serotonina**, que son vasodilatadores y atraen a las células fagocíticas, produciendo se la inflamación de la zona.

Fenómenos producidos durante el proceso de inflamación:

1. **Edema**, salida del plasma desde los capilares al espacio intersticial
2. **Eritema**, enrojecimiento debido al incremento del flujo sanguíneo
3. Calor y dolor
4. Producción de pus (suero+ bacterias+ glóbulos blancos)
5. Fagocitosis

En ocasiones, fiebre.

1. El tejido afectado libera histaminas que provocan el aumento del flujo sanguíneo en la zona.



- Liberación y acción de los mediadores:

Citoquinas:

- a) proteínas que sirven para poner en comunicación células del sistema defensivo
- b) controlan procesos como proliferación y diferenciación celular, inflamación, quimiotaxis, producción de anticuerpos, reparación tisular, hematopoyesis

Tipos:

- Interleuquinas, mensajeros entre linfocitos (linfoquinas y monoquinas)
- Factores de crecimiento celular, estimulan proliferación y diferenciación (EPO)
- Quimoquinas, atraen linfocitos por quimiotaxis
- Factores de necrosis tumoral (TNF), fase aguda de la inflamación
- Interferones, glucoproteínas producidos como respuesta a infección vírica y presencia de células cancerosas. Al unirse a células sanas, inducen la formación de enzimas específicas, capaces de destruir el ARNm vírico, e impide su replicación. Activan NK y macrófagos.

Sistema del complemento

Es un conjunto formado por 20 proteínas plasmáticas que se sintetizan en el hígado, y se encuentran normalmente inactivas, activándose con ciertos factores desencadenantes.

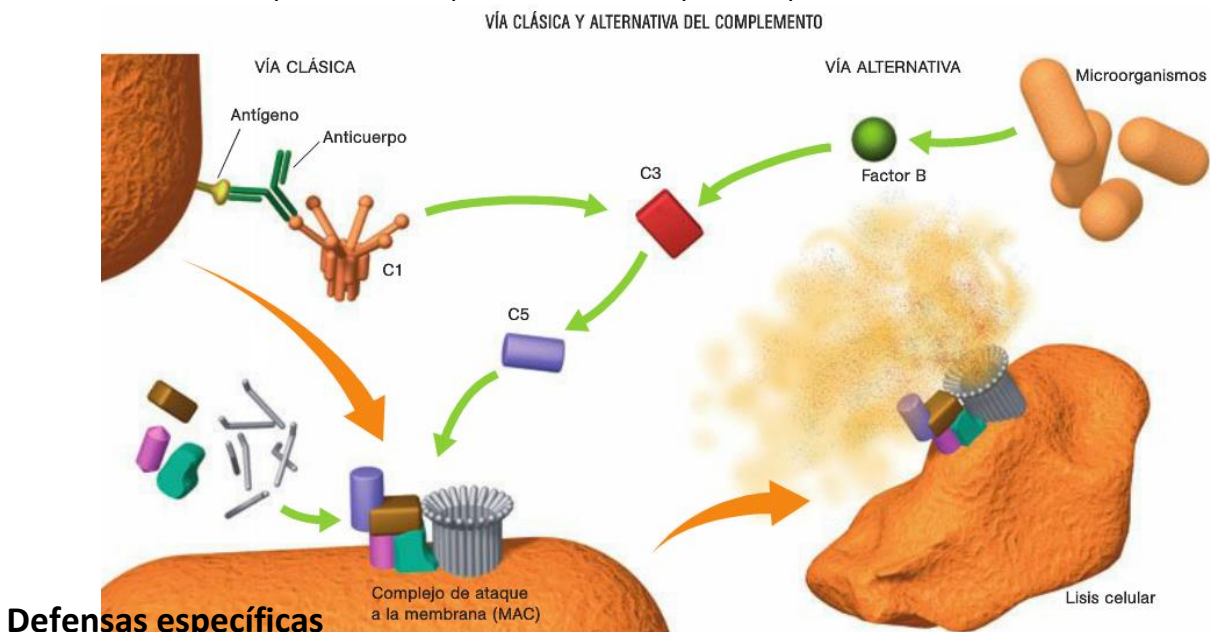
Su función es complementar y potenciar la acción de la respuesta inmune, y para hacerlo:

1. Actúan como mediadores de la inflamación, provocando la dilatación de capilares
2. Señalan células extrañas a los macrófagos y a los anticuerpos
3. Provocan la lisis de las células invasoras por rotura de la membrana plasmática

Se puede activar de dos formas:

Vía alternativa: mecanismo de inmunidad innata, poniéndose el sistema en marcha ante la presencia de moléculas microbianas, sin respuesta inmune específica previa

Vía clásica: se activa ante complejos antígeno-anticuerpo situados en la superficie de los microorganismos, provocando su lisis. Requiere una respuesta inmune específica previa.



Cuando se supera la barrera secundaria, se pone en marcha el sistema inmunitario, que es el conjunto de moléculas, células, tejidos y órganos, implicados en la respuesta inmune.

El sistema inmunitario está formado por:

- Elementos celulares, LINFOCITOS
- ANTICUERPOS

Utilizan en su transporte y difusión el aparato circulatorio y el sistema linfático

La formación, maduración y acumulación de los linfocitos, tiene lugar en los órganos linfoides, que pueden ser de dos tipos:

Órganos linfoides primarios

En ellos se produce la formación y la maduración de las células del sistema inmunitario.

Médula ósea

En ella se originan las células madre precursoras de todos los tipos de glóbulos blancos: linfocitos, monocitos, basófilos, neutrófilos y eosinófilos.

Si los linfocitos maduran aquí se transforman en linfocitos B

Timo

Si migran al timo se someten a un fuerte proceso de selección y se transforman en linfocitos T

Se atrofia en el adulto

Órganos linfoides secundarios

En ellos se acumulan los linfocitos y entran en contacto con los elementos extraños, y se produce la respuesta inmunitaria.

Bazo

Aquí se destruyen células sanguíneas defectuosas, desechos celulares y bacterias

Acumula linfocitos B y T

Ganglios linfáticos

Pequeñas masas de tejido linfoide encapsuladas e intercaladas en los vasos linfáticos

Especialmente abundantes en las zonas de pliegues anatómicos

Se inflaman ante una infección microbiana

En ellos las células fagocíticas filtran y atrapan las partículas antigénicas

Estructuras linfoepiteliales

Masas difusas de tejido linfoide asociados a epitelios mucosos del tubo digestivo

Amígdalas

Elementos que intervienen en la respuesta inmune

Células

- Linfocitos T
- Linfocitos B
- Macrófagos

Linfocitos B

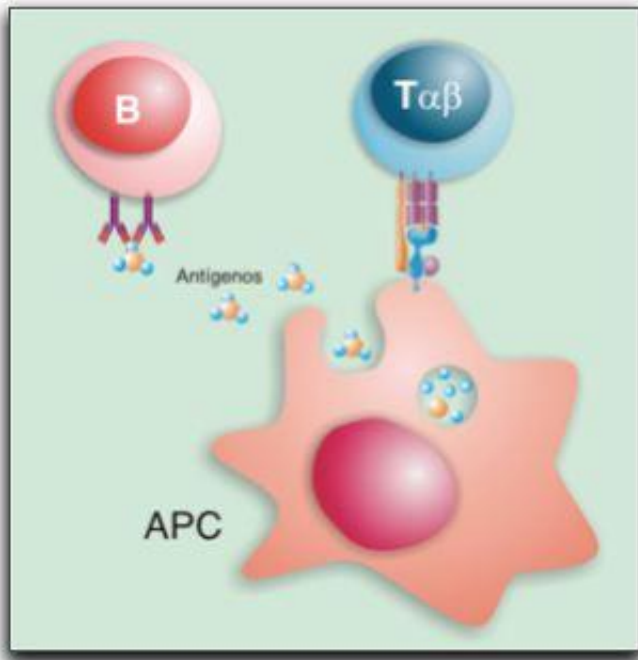
- Origen y maduración (célula plasmática) y función
En mamíferos adultos se originan y maduran en la médula ósea
Responsables de la respuesta inmune humoral
Reconocen a los antígenos gracias a los receptores de su membrana (anticuerpos de membrana)
Al activarse se diferencian a células plasmáticas que producen anticuerpos libres que neutralizan a los antígenos

Linfocitos T

- Origen y maduración
Se generan en la médula ósea y maduran en el timo
- Función
Intervienen en la respuesta inmune celular
Mediante receptores de su membrana, detectan antígenos localizados en la superficie de otras células
Sus receptores son macromoléculas formadas por dos cadenas de proteínas, unidas a proteínas de su membrana
- Tipos
 1. Linfocitos colaboradores o auxiliares (TH)
Ayudan a los linfocitos B, activándolos para que produzcan anticuerpos, y a los linfocitos T para que se activen a Tc
Aumentan la capacidad de fagocitar de los macrófagos
Producen interleucinas, que son moléculas que activan y hacen proliferar a los linfocitos Tc
Sus receptores son glucoproteínas CD4
 2. Linfocitos citotóxicos (Tc)
Destruyen células tumorales o infectadas por virus, mediante perforinas (perforan la membrana celular) que lisan la célula.
Sus receptores son glucoproteínas CD8
 3. Linfocitos supresores (Ts)
inhiben las respuesta humoral y celular, atenuando la actividad de los colaboradores

Macrófagos y células dendríticas

- Origen
Se producen en la médula ósea
- Función en la respuesta inmune
Fagocitar microorganismos que producen la infección
Actúan como células presentadoras de antígenos (APC)



Los anticuerpos o inmunoglobulinas

Naturaleza química

Son proteínas de conformación globular, INMUNOGLOBULINAS

Estructura

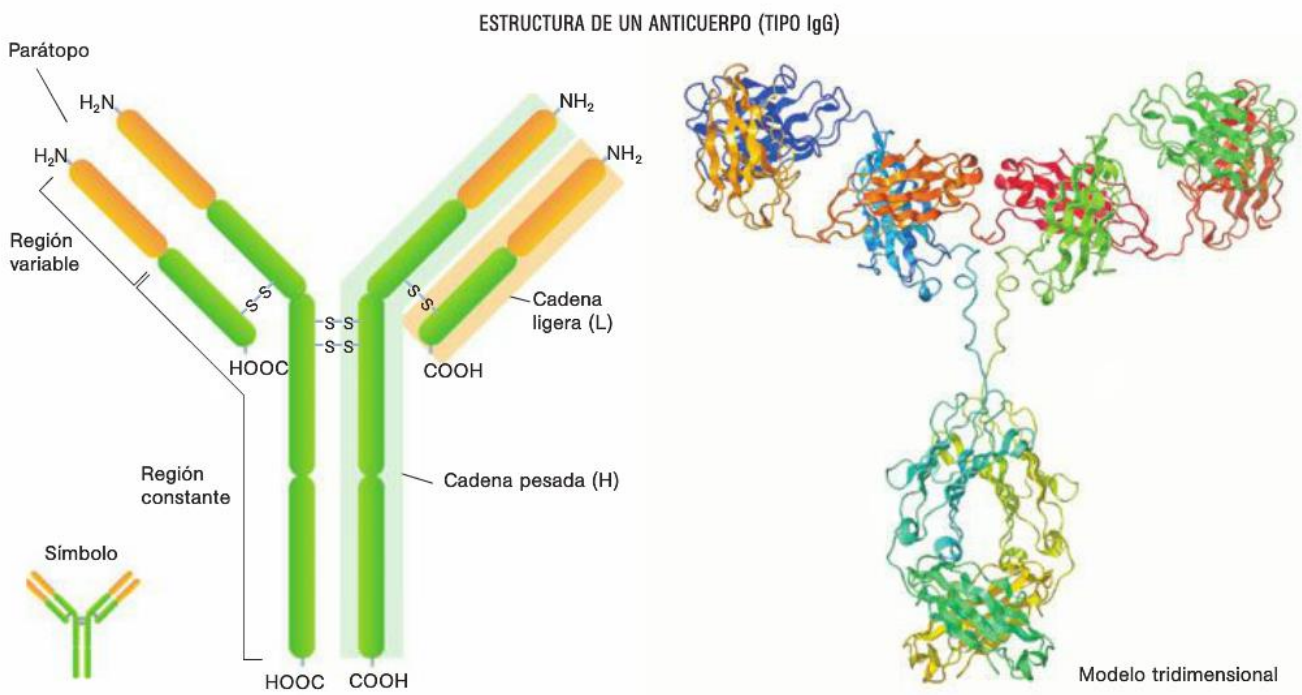
Formadas por cuatro cadenas de aminoácidos:

- Dos cadenas H (pesadas), iguales entre sí y de gran tamaño
- Dos cadenas L (ligeras), también iguales entre sí, y de menor tamaño

Las cadenas se mantienen unidas por puentes disulfuro (covalentes), y tienen forma de **Y**

Un anticuerpo consta de una región constante y dos regiones variables, formadas por los extremos de las cuatro cadenas. La región variable constituye el sitio de unión al antígeno o **parátipo**, y permite la unión de, al menos, dos moléculas del mismo antígeno.

Su secuencia viene codificada por segmentos génicos separados que pueden combinarse aleatoriamente y cuya tasa de mutación es muy alta.



Origen

Producidas por las células plasmáticas, linfocitos B activados como respuesta a la presencia de antígenos

Tipos

En los mamíferos hay 5 tipos (isotipos) de inmunoglobulinas: IgG, IgM, IgA, IgE, IgD

Se diferencian en función de la estructura de las cadenas H y el número de subunidades que las forman

Función general

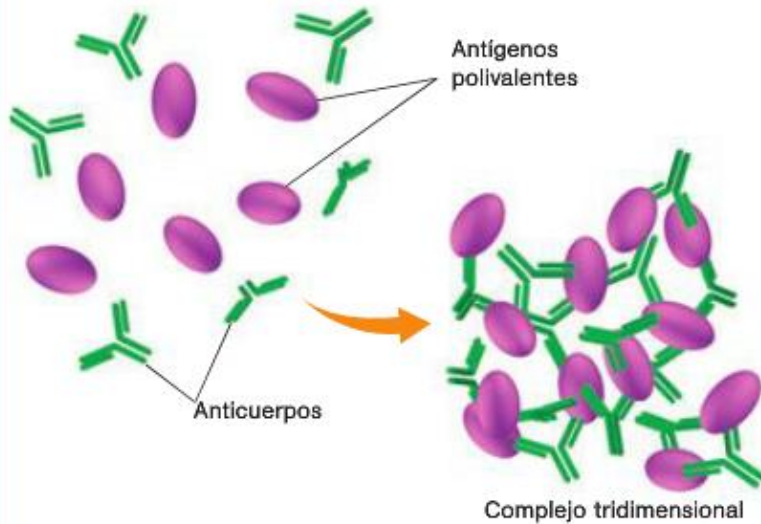
Su función es unirse de forma específica a los antígenos, acoplándose el determinante antigénico del antígeno (epítopo), con la región variable del anticuerpo (parótopo), formando complejos Ag-Ac que posteriormente son fagocitados

Tipos de reacción Ag-Ac:

- Precipitación
- Aglutinación
- Neutralización
- Oponización

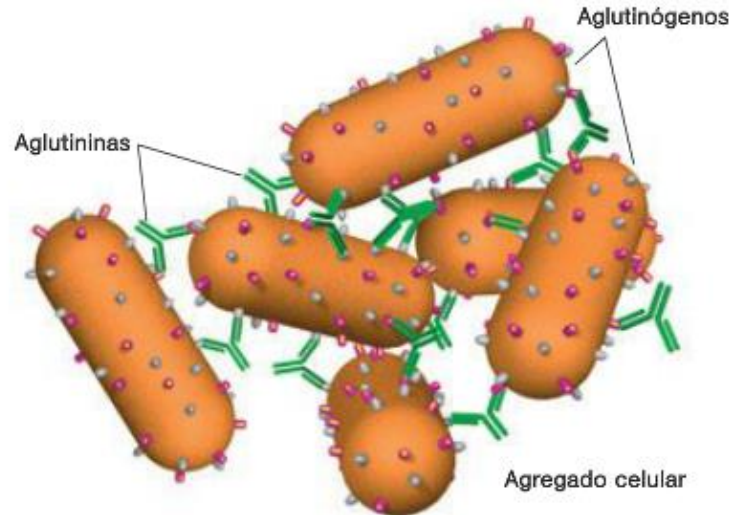
PRECIPITACIÓN

Tiene lugar cuando los antígenos son polivalentes. En este caso, los anticuerpos libres se unen a ellos formando **complejos tridimensionales** muy grandes que dejan de ser solubles y precipitan. La precipitación es máxima cuando las concentraciones del antígeno y del anticuerpo son iguales.



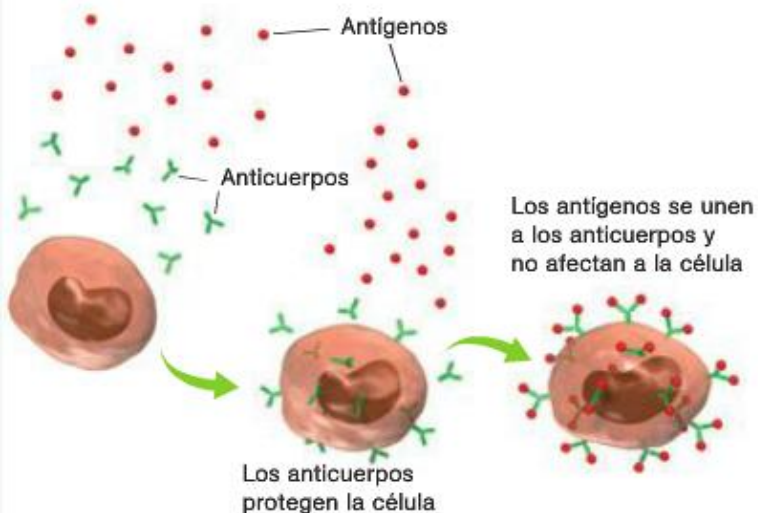
AGLUTINACIÓN

Este proceso ocurre cuando los anticuerpos, **aglutininas**, se encuentran con antígenos situados en la superficie de bacterias o de otras células, formándose agregados celulares que sedimentan con facilidad.



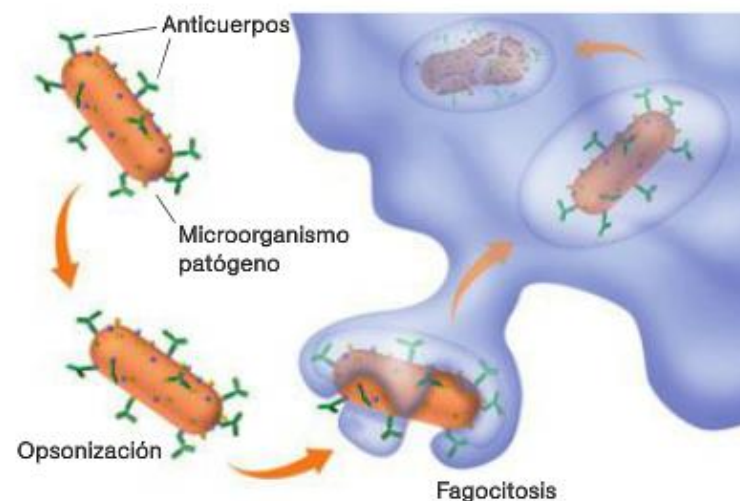
NEUTRALIZACIÓN

Consiste en eliminar los efectos negativos del antígeno, y es un proceso reversible. Actúan así los anticuerpos que se comportan como **antitoxinas**, o los que se fijan a la cápsida o a la envuelta de un virus, disminuyendo su capacidad infectante.

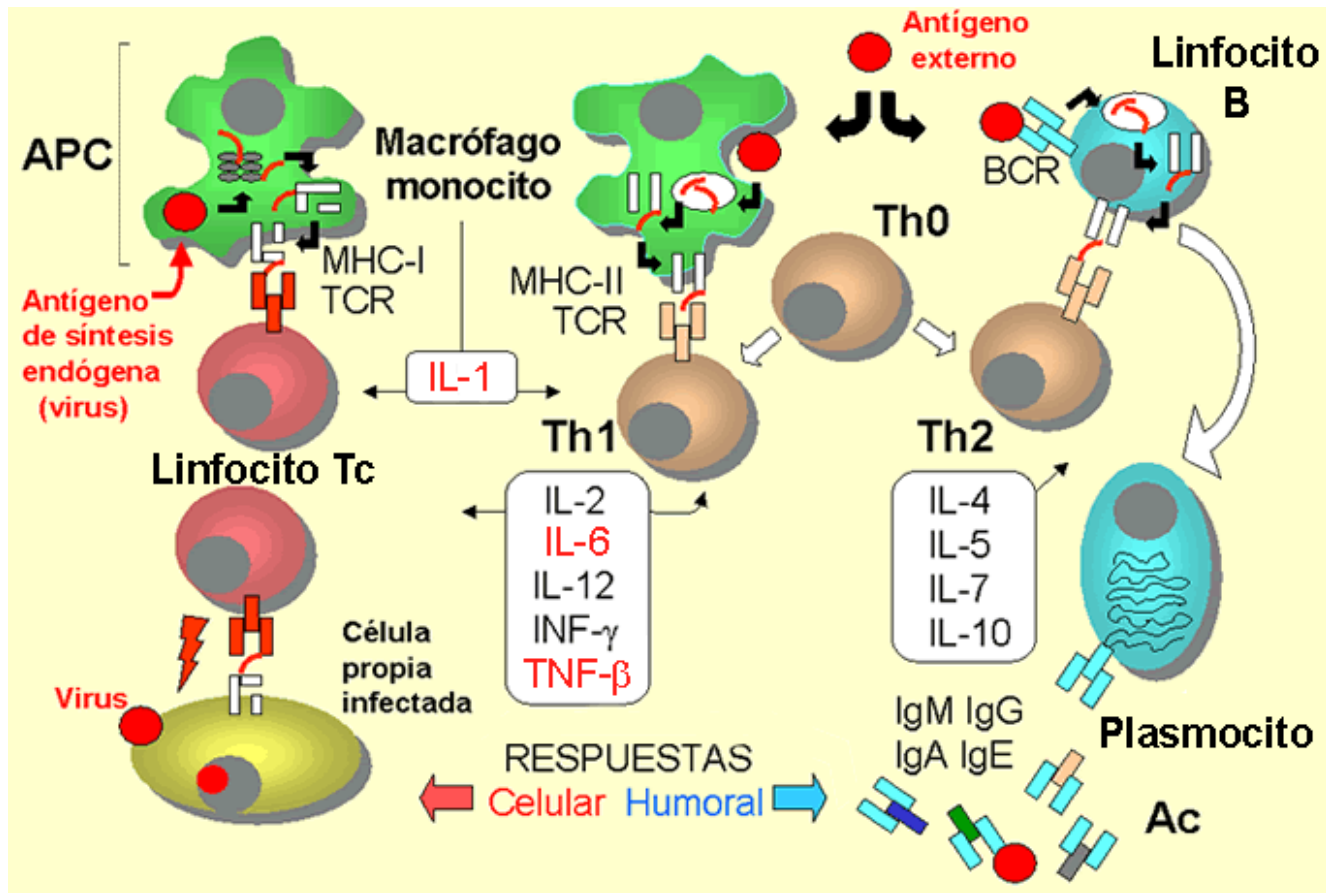


OPSONIZACIÓN

Las **opsoninas** son anticuerpos que se fijan en la superficie de los microorganismos, marcándolos para que las células fagocíticas los localicen mejor y los fagociten.



Tipos de respuesta inmune



Inmunidad humoral

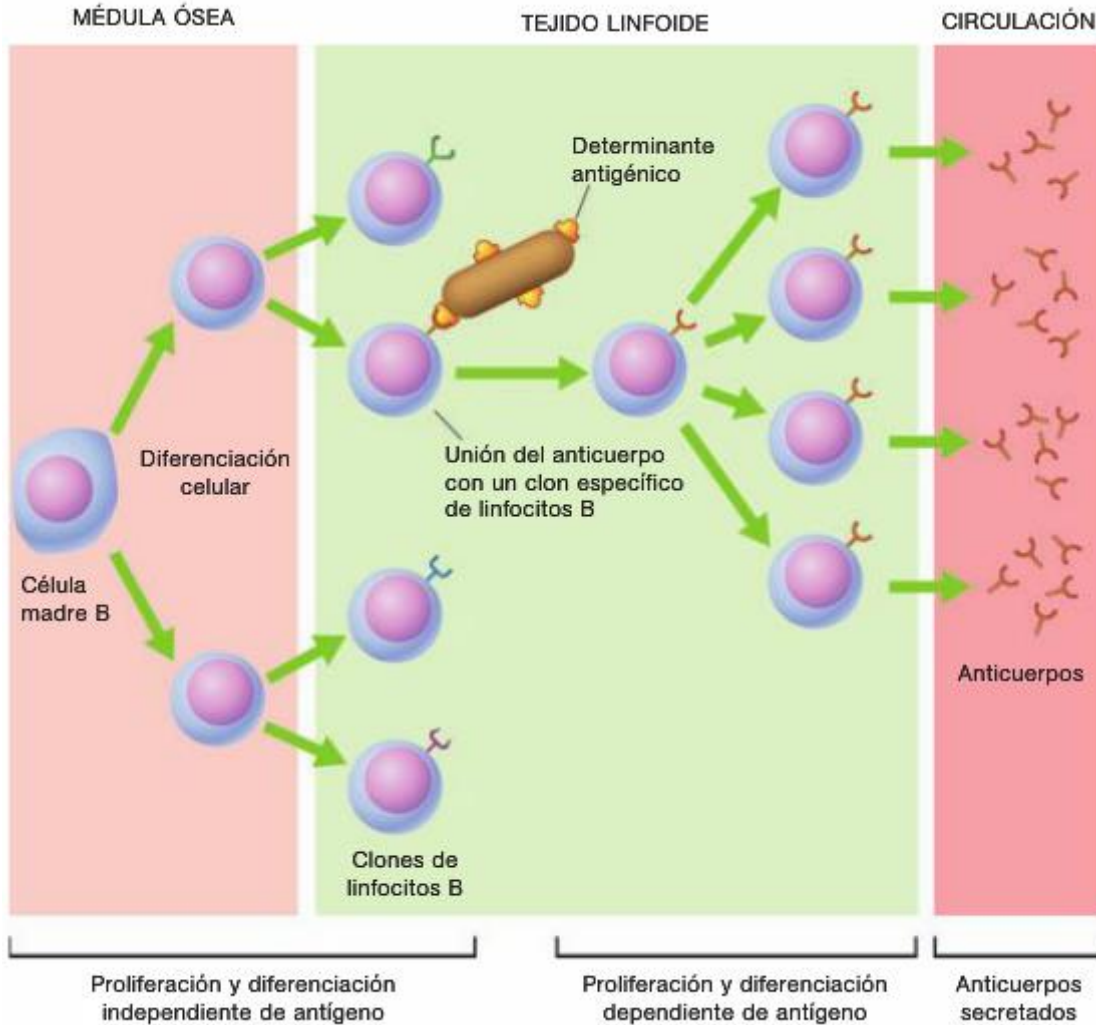
Es la que está mediada por anticuerpos

SELECCIÓN CLONAL: La llegada de un antígeno al organismo, estimula la proliferación selectiva de aquellos linfocitos que tienen en su membrana anticuerpos específicos para ese antígeno, originando un clon de linfocitos

El sistema inmune está formado por miles de clones de linfocitos formados a medida que el organismo se va encontrando con patógenos

En una etapa muy temprana del desarrollo embrionario, las células madre de los linfocitos empiezan a diferenciarse originando miles de tipos de linfocitos distintos. Aquellos que poseen en su superficie autoantígenos (anticuerpos complementarios de moléculas de superficie de las células del embrión) sufrirán apoptosis.

Sólo sobreviven los linfocitos que no han encontrado ningún antígeno



Mecanismo de la respuesta inmune humoral

Activación del linfocito B

Unión del antígeno al receptor del linfocito B (BCR), que es una inmunoglobulina de superficie del linfocito

La activación de los linfocitos B se puede realizar por dos mecanismos:

- Directamente, cuando el Ag se une con aquellos linfocitos B inmaduros o vírgenes que contienen en su membrana los Ac complementarios.

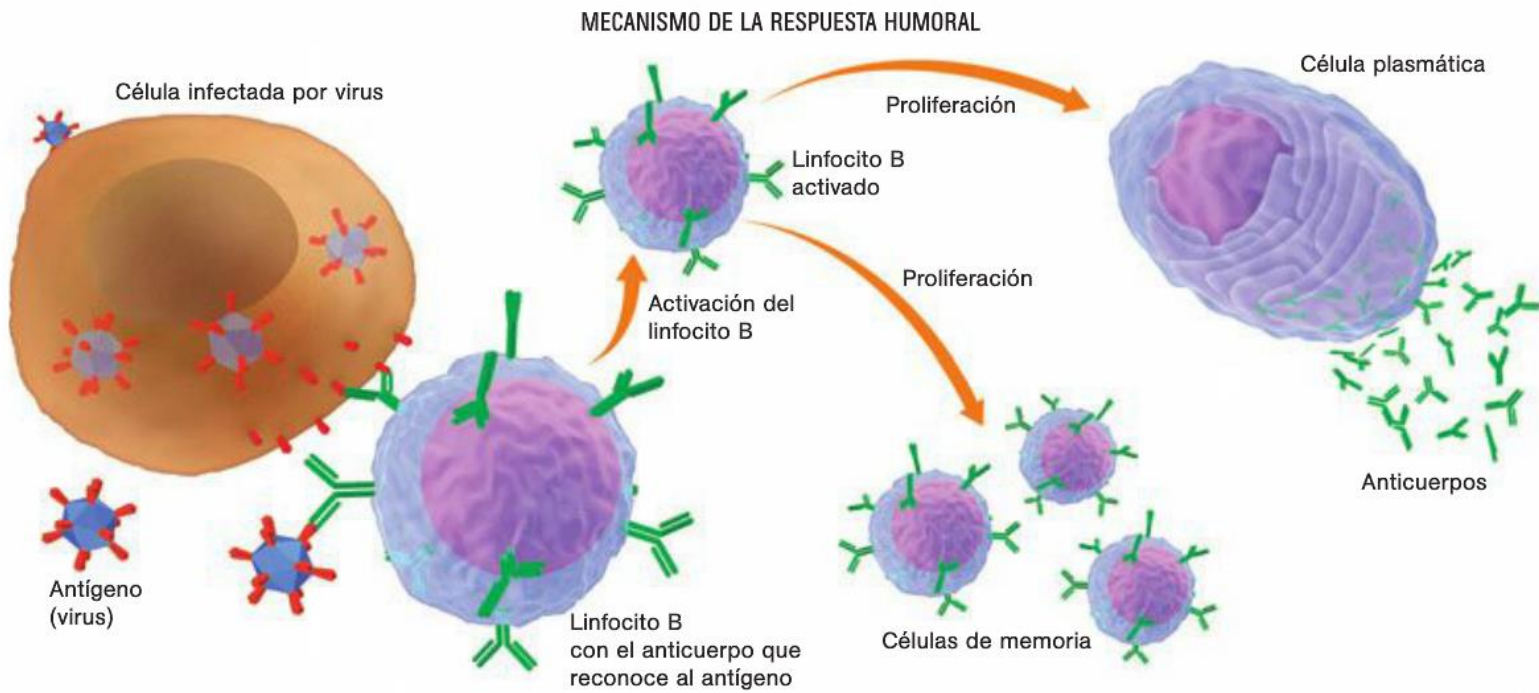
Mediante la colaboración de linfocitos colaboradores T4. Estos se activan en contacto con el Ag o fragmentos del mismo presentados por las células presentadoras de Ag o CPA y liberan linfocinas que estimulan al linfocito B a proliferar y transformarse en células plasmáticas y en linfocitos B de memoria.

Respuesta

El linfocito prolifera activamente, generando dos estirpes celulares:

1. Células plasmáticas
 - El linfocito B aumenta de tamaño
 - Desarrolla una gran masa de RER

- Genera enormes cantidades de anticuerpos IgM
 - Las células plasmáticas se sitúan en la corteza de los ganglios y secretan los Ac
2. Células de memoria
- Permanecen en la sangre y fabrican pequeñas cantidades de anticuerpos durante mucho tiempo
 - Si el organismo entra de nuevo en contacto con el patógeno:
 - a. Dispone de cierta cantidad de Ac específicos contra él.
 - b. Las células de memoria proliferan rápidamente y generan plasmáticas secretoras de IgG y nuevas células de memoria



Inmunidad celular

Intervienen los linfocitos T y los macrófagos

Es efectiva en la destrucción de células infectadas por virus, células que contienen parásitos en crecimiento, células tumorales o células extrañas

Activación

La unión del antígeno al TCR, se hace presentando el antígeno unido a la superficie de una célula presentadora de antígenos (macrófagos, células dendríticas de órganos linfoides)

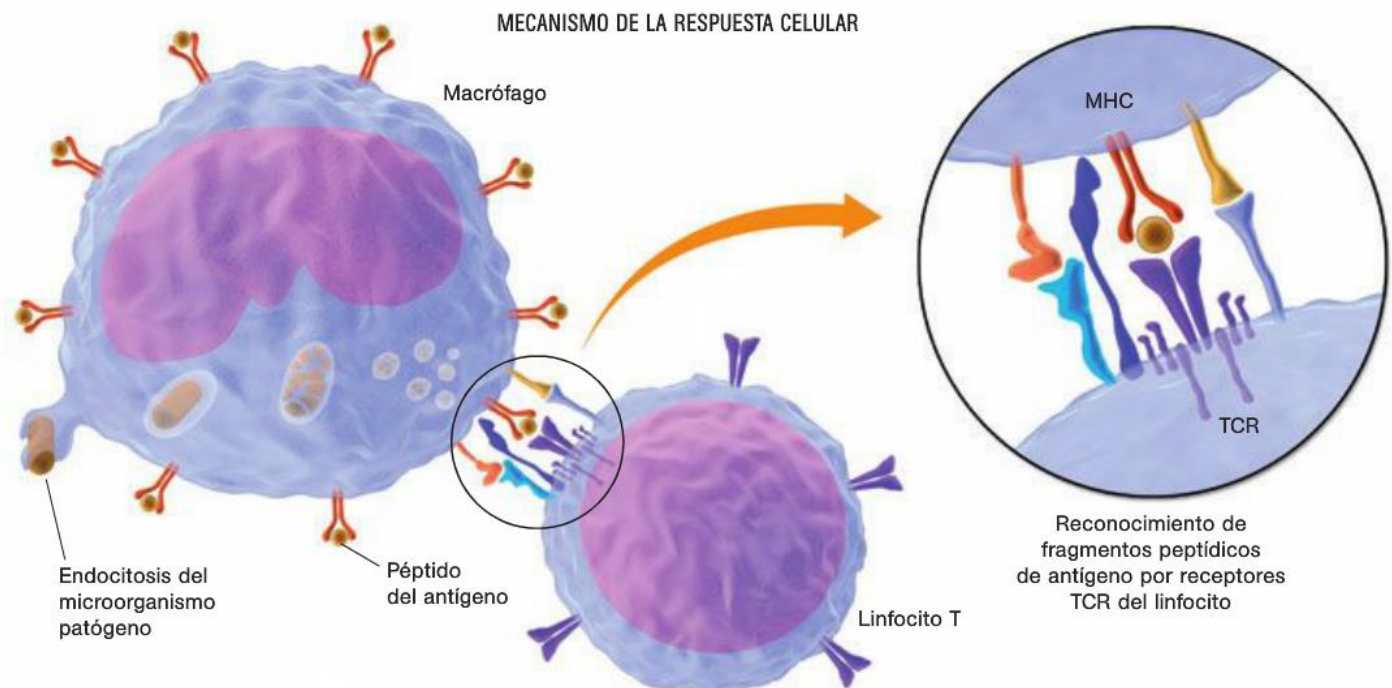
El macrófago fagocita el microorganismo, lo digiere con sus lisosomas, y transforman las proteínas del antígeno en pequeños péptidos que se exponen en la superficie del macrófago, unidos a su complejo principal de histocompatibilidad (MHC)

El TCR reconoce esos péptidos unidos al MHC (complejos antigénicos) en la superficie de otras células

Las proteínas MHC pueden ser de dos tipos:

- Clase I
 - Presente en todas las células nucleadas del organismo
 - Implicadas en la presentación de antígenos endógenos de células infectadas por virus o de células cancerosas
 - Son reconocidas por los linfocitos Tc (citotóxicos) CD8

- Clase II
Aparecen en APC que procesan antígenos exógenos
Son reconocidas Th (colaboradores) CD4



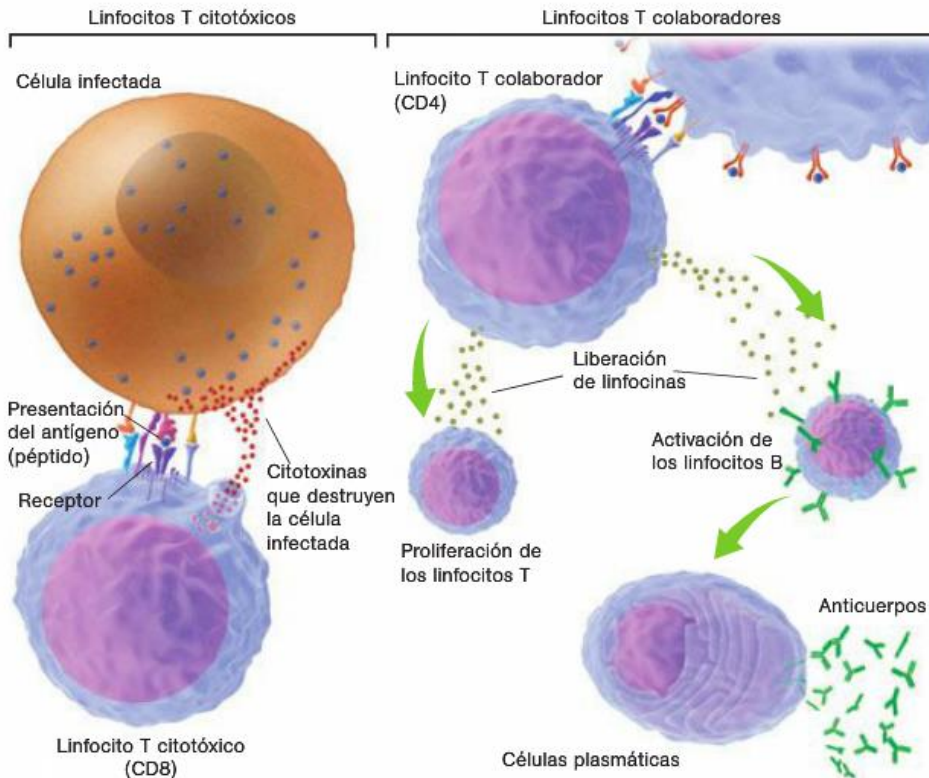
Respuesta

Una vez activado, el linfocito T se divide y se diferencia en:

- Linfocito Tc CD8
Destruyen células que tienen en su superficie péptidos extraños, fijándose sobre ellas y liberando proteínas, que pueden ser:
 - ✓ Citotoxinas, degradan la membrana celular
 - ✓ Citocinas, impiden la replicación de los virus
 - ✓ Linfocinas, activan a los macrófagos
- Linfocito Th CD4
Liberan linfocinas, que promueven la proliferación y activación de linfocitos B y Tc
- Linfocito Ts
- Células de memoria

INTERFERONES: son unas proteínas producidas naturalmente por el sistema inmunitario de la mayoría de los animales como respuesta a agentes patógenos, tales como virus y células cancerígenas. Los interferones son glicoproteínas de la clase de las citocinas. Reciben su nombre debido a su capacidad para interferir en la replicación de los virus en las células hospedadoras. Se unen a receptores en la superficie de las células infectadas, activando diferentes vías de señalización en las que participan diversas proteínas antivirales, para impedir la replicación de una amplia variedad de virus de ARN y ADN. Cumplen, además, otras funciones: activan células inmunes, como los macrófagos y las células NK; incrementan el reconocimiento de células cancerígenas o infecciones al dinamizar la presentación de antígenos a los linfocitos T y, finalmente, incrementan la capacidad de las células sanas para resistir a nuevas infecciones víricas. Ciertos síntomas como el dolor muscular y la fiebre están relacionados con la producción de interferones durante la infección.

MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS LINFOCITOS



La memoria inmunológica

Respuesta primaria y secundaria

Tras un primer contacto con un antígeno (**respuesta primaria**), el organismo “recuerda” dicho antígeno, de forma que en contactos sucesivos (**respuesta secundaria**) la respuesta es más intensa y rápida, pudiendo incluso no llegar a manifestarse la enfermedad, en cuyo caso se dice que el organismo es inmune a la enfermedad.

Respuesta primaria

Es la que se produce ante el primer contacto con un determinado antígeno. Al cabo de varios días de este contacto, empiezan a aparecer anticuerpos en la sangre del animal infectado cuya producción va en aumento exponencial hasta una fase estacionaria en la que empiezan a declinar. Los anticuerpos que se forman en esta respuesta son del tipo de las IgM. Al cabo de varias semanas, estas IgM son casi imperceptibles en la sangre.

Consta de tres fases sucesivas:

1. Fase de latencia
 - Duración de una o dos semanas
 - El antígeno es identificado
 - Se produce la proliferación de los linfocitos
2. Fase logarítmica
 - Dura varios días
 - La producción de anticuerpos IgM llega hasta el máximo

3. Fase de declinación

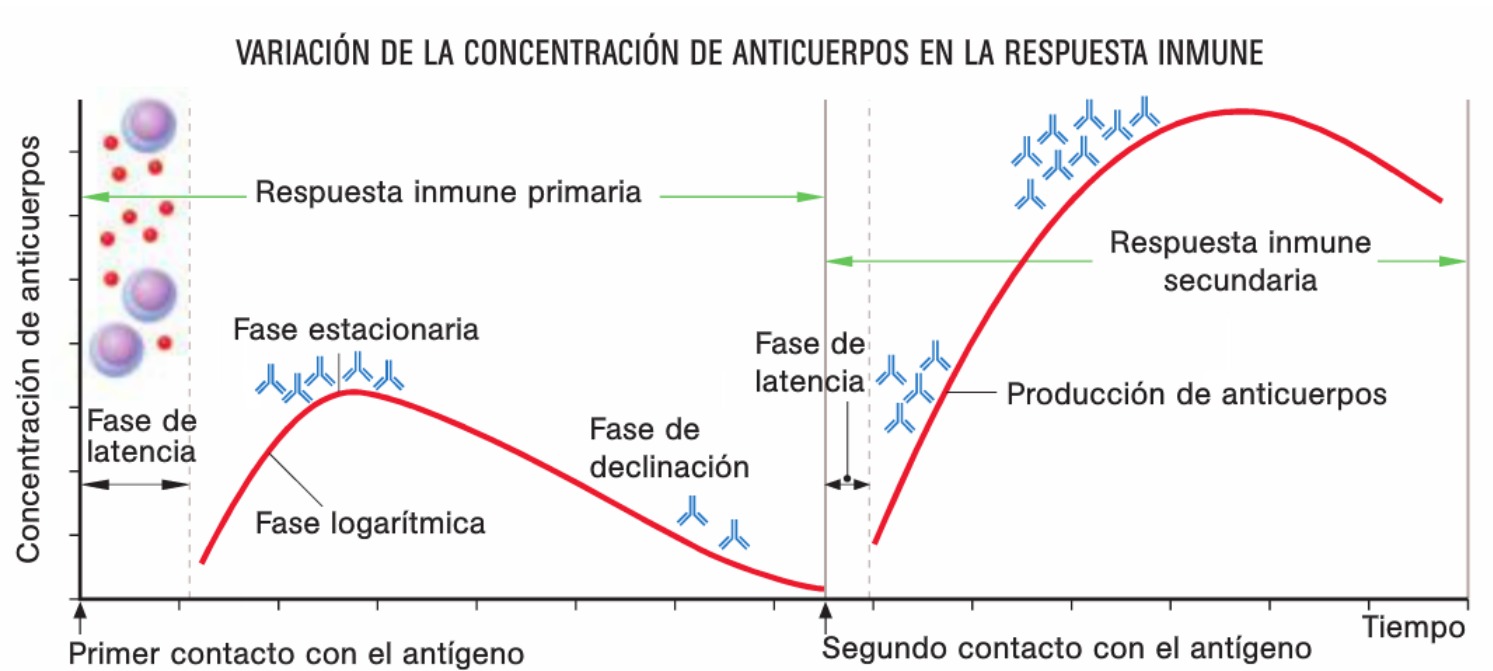
- La concentración de anticuerpos se reduce progresivamente hasta alcanzar niveles muy bajos o desaparecer
- Cuando esto ocurre, la respuesta primaria ha eliminado la infección

Respuesta secundaria

Se produce cuando el antígeno accede por segunda vez al organismo, independientemente del tiempo transcurrido desde el primer contacto.

Diferencias con la primaria:

1. Fase de latencia mucho más corta. Las células de memoria reconocen el antígeno, y rápidamente proliferan
2. Producción de anticuerpos IgG más rápida y de mayor intensidad

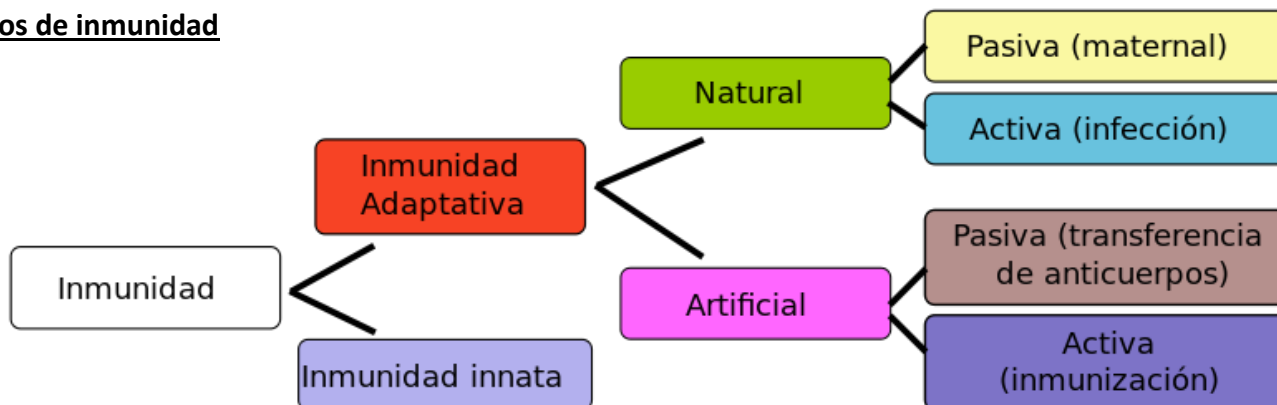


Los linfocitos de memoria (B y T) son los responsables del estado de inmunidad de un individuo.

Concepto de inmunidad

Describe el estado de tener suficientes defensas biológicas para evitar la infección, enfermedad u otra invasión biológica no deseada. La inmunidad involucra tanto a componentes específicos y no específicos. Los componentes no específicos actúan como barreras o como eliminadores de patógenos para detener la infección por microorganismos antes de que puedan causar la enfermedad. Otros componentes del sistema inmunitario se adaptan ellos mismos a cada nueva enfermedad encontrada y son capaces de generar inmunidad específica contra el germen patógeno.

Tipos de inmunidad



Inmunidad innata o congénita (natural)

El individuo es resistente a gérmenes que causan infecciones en otras especies desde su nacimiento.

Inmunidad adaptativa

Inmunidad natural

- activa (infección), genera memoria inmunológica
- pasiva (lactancia, placenta), no genera memoria inmunológica

Inmunidad artificial

- activa (vacuna), genera memoria inmunológica. Pueden necesitar dosis de recuerdo para reforzar la memoria inmune
- pasiva (suero), no genera memoria inmunológica, poco duradera

Inmunización, consiste en inducir artificialmente un estado inmune frente a una enfermedad, de forma activa o pasiva

Disfunciones y deficiencias del sistema inmunitario

Enfermedades autoinmunes

Son las enfermedades producidas por un defecto en la tolerancia inmune (capacidad del organismo para diferenciar entre lo propio y lo extraño), reaccionando ante las propias moléculas.

La capacidad de diferenciar lo propio y lo extraño, se debe adquirir mediante un proceso de aprendizaje durante las primeras etapas del desarrollo, y se lleva a cabo en el timo y la médula ósea, mediante un mecanismo de selección clonal:

- Linfocitos T. Durante su maduración en el timo, desarrollan receptores de membrana que les permiten reaccionar con moléculas MHC propias, con las que contactan mediante autoantígenos. Sólo sobreviven los linfocitos T que tienen receptores que reconocen a antígenos extraños unidos a los autoantígenos del MHC, los demás son eliminados.
- Linfocitos B. Se seleccionan los linfocitos B que no producen anticuerpos contra autoantígenos

Enfermedades autoinmunes: esclerosis múltiple, miastema gravis, artritis reumatoide, lupus eritematoso, diabetes mellitus.

Alergias

Son un tipo de hipersensibilidad: respuesta inmune exagerada que provoca alteraciones en el organismo, se da ante sustancias inocuas.

Hipersensibilidad inmediata (Tipo I), o **alergia**.

Consiste en una respuesta muy rápida que aparece 15 ó 20 minutos después del contacto con el alérgeno

Fases:

- Fase de sensibilización
- Fase de activación de los mastocitos
- Fase de alergia

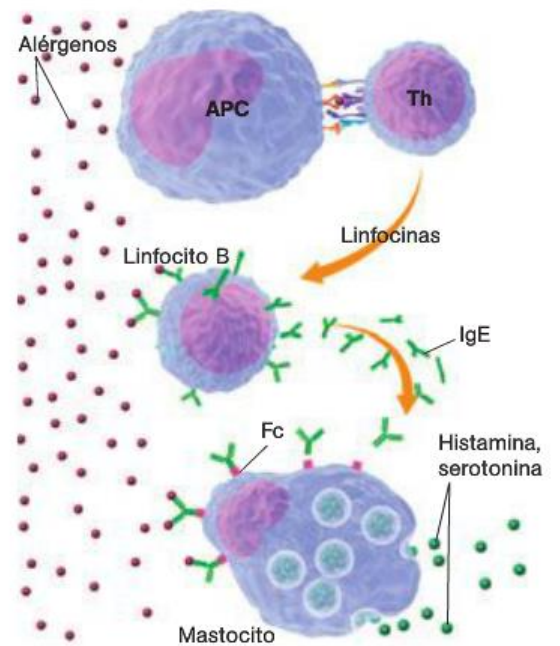
1. **Fase de sensibilización.** Cuando el organismo entra en contacto por primera vez con el alérgeno, los macrófagos lo captan, lo fagocitan y muestran sus fragmentos en superficie gracias a las proteínas del MHC. Los linfocitos T colaboradores los reconocen, se anclan a ellos y liberan linfocinas que causan la maduración de los linfocitos B vecinos. Estos se transforman en células plasmáticas y liberan grandes cantidades de inmunoglobulinas de tipo E. Las IgE se unen y recubren la superficie de los **mastocitos** de los tejidos (células cebadas del tejido conjuntivo) y de los **basófilos** de la sangre. Esta fase transcurre sin síntomas.

2. **Fase de activación de los mastocitos.** Tiene lugar a partir del segundo contacto, cuando las moléculas del alérgeno se unen a las IgE de estas células y de los basófilos. Se produce una liberación de mediadores químicos como la **histamina**, la **serotonina** o las **prostaglandinas**.

3. **Fase de alergia.** La liberación de mediadores químicos provoca los síntomas de la alergia, que pueden ser: inflamación de párpados, ojos y mucosas; congestión nasal y estornudos; afecciones como el asma cuando inciden en el árbol bronquial; vómitos, náuseas y espasmos abdominales en el tracto gastrointestinal.

Algunos alérgenos inyectados directamente en sangre pueden provocar la muerte por asfixia o por un descenso brusco de la presión sanguínea (**anafilaxia**).

Como tratamiento, se usan **antihistamínicos** (compiten por la histamina con las IgE), pero que no causan sus efectos. También se somete al paciente a procesos de **desensibilización**, que son similares a la administración de una vacuna; ante dosis crecientes de alérgeno, el sistema inmune genera grandes cantidades de IgG que se unen a él, impidiendo su acceso a las IgE.



Síndromes de inmunodeficiencias

Se producen cuando el sistema inmune es incapaz de detectar una infección, de forma que el organismo se vuelve vulnerable a todo tipo de infecciones. Pueden ser:

1. Inmunodeficiencia congénita

Tienen un origen genético y son hereditarias

Aparecen en el recién nacido o a los pocos meses de edad

Se producen enfermedades infecciosas graves de tipo repetitivo

Se deben a:

- Linfocitos B que no producen anticuerpos o lo hacen en cantidades insuficientes, son las más frecuentes y leves. Provocan mayor sensibilidad a procesos infecciosos debidos a patógenos extracelulares. Ejemplo: agammaglobulemia
- Linfocitos T anómalos, son las más graves. Se manifiestan mediante infecciones causadas por virus, hongos, protozoos o bacterias intracelulares.

Inmunodeficiencias combinadas (B y T), niños burbuja SCID

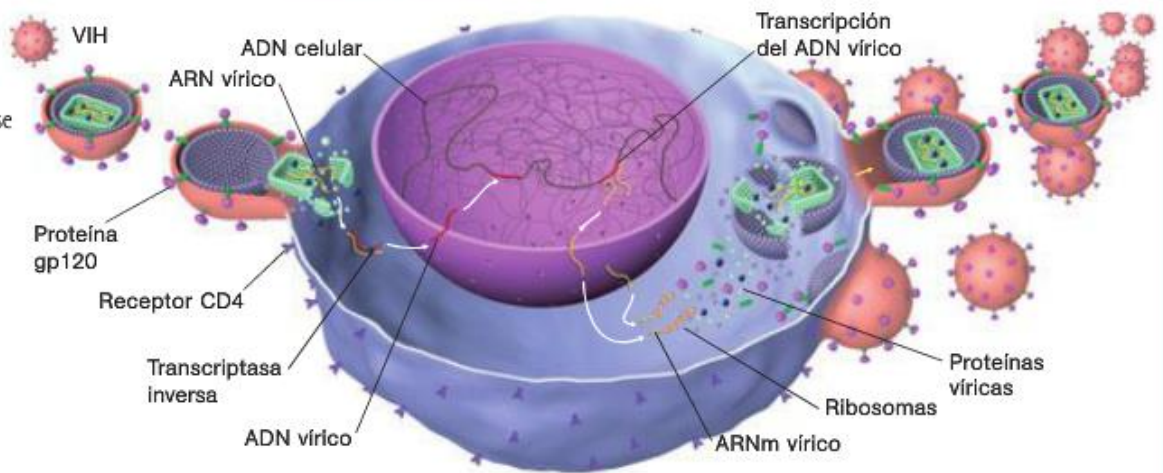
- Inmunodeficiencias inespecíficas:
 - a. Fallos en la síntesis de proteínas del sistema complemento, enfermos especialmente sensibles a infecciones bacterianas del género *Neisseria* (meningitis) y enfermedades autoinmunes (lupus)
 - b. Disminución en el número o funcionalidad de macrófagos, éstos no fagocitan, proliferando las micosis e infecciones bacterianas
 - c. Desarrollo anormal de los órganos linfoides

TRATAMIENTO: terapia continuada con agentes antimicrobianos específicos, inyecciones de gammaglobulina, aislamiento hasta el trasplante de médula ósea, técnicas de ingeniería genética

2. Inmunodeficiencias adquiridas por causa de factores externos: Infecciones víricas (SIDA), radiaciones, tratamientos inmunosupresores, tratamiento de cáncer, leucemias, malnutrición.
SIDA: causante, efectos, formas de transmisión, tratamiento y prevención.

CICLO DE REPRODUCCIÓN

Cuando el virus entra en contacto con los linfocitos T colaboradores, la glucoproteína gp120 de la envuelta del virus se une a las membranas de estos linfocitos (también a las de los macrófagos), que poseen la proteína CD4 en su superficie. Se produce una fusión de membranas por la cual la cápsida del virus queda libre en el citoplasma del linfocito. Se reabsorben sus proteínas liberándose el ARN, que gracias a la transcriptasa inversa se copia en ADN.



Las hebras de ARN desaparecen gracias a las ribonucleasas, y el ADN formado se autocopia, dando lugar a dos fragmentos de doble hélice que se desplazan hasta el núcleo del linfocito y se integran en su genoma. Se completa así el **ciclo lisogénico** del virus, que puede permanecer inactivo en estado provirus hasta 10 años, en una **fase asintomática**. Durante este tiempo y cada vez que el linfocito se divide, se transmite una copia del ADN vírico a cada una de las células hijas. A los dos meses desde el comienzo de la infección, pueden detectarse en el suero anticuerpos contra el virus, y se habla entonces de un individuo **seropositivo**.

Más pronto o más tarde, el ADN vírico se separa del genoma del linfocito y se expresa: entra en **ciclo lítico**, formándose moléculas de ARN y de ARNm que migran al citoplasma donde se codificarán las proteínas de la cápsida. Tras el ensamblaje con sus respectivos fragmentos de ARN, los virus tratan de abandonar la célula, arrastrando una porción de su membrana. Así se constituye la envuelta. El linfocito libera lentamente virus hasta que muere, y estos virus infectan a otros linfocitos. El número de linfocitos T va disminuyendo hasta que es incapaz de generar la respuesta inmune celular (menos de 200 linfocitos por mm³ de sangre). Los linfocitos B sin el estímulo de los T no producen suficientes anticuerpos para contrarrestar al virus, por lo que la respuesta humoral también se ve afectada.

Entonces comienza la fase sintomática o fase sida, en la que el sistema inmune está tan debilitado que las infecciones microbianas, incluso las llamadas "oportunistas", se generalizan. También se desarrollan ciertos tipos de cáncer. El tiempo que media entre la infección por el virus y la aparición de los primeros síntomas del sida puede oscilar entre uno y diez años.

Trasplantes o injertos

Concepto

Consiste en sustituir un órgano, tejido o célula, enfermo o defectuoso, por otro que funciona correctamente

Tipos de trasplantes según el origen del órgano trasplantado

- autotrasplantes
- isotrasplantes
- alotrasplantes
- xenotrasplantes

Ejemplos de trasplantes de órganos

Rechazo inmunológico

Causas del rechazo del órgano (sistema mayor de histocompatibilidad, HLA en humanos)

Se debe a la entrada en funcionamiento del sistema inmune del receptor, cuyos linfocitos T reconoce un antígeno en la superficie del órgano del donante (proteínas MHC de las células del injerto), no reconociéndolo como propio, desencadenándose la respuesta inmune en su contra.

El trasplante es invadido por CTL que activan a los macrófagos y producen interferón, que activa células NK que producen la necrosis del órgano trasplantado.

Los neutrófilos fagocitan células y las plaquetas forman trombos. Se producen anticuerpos en respuesta a los antígenos MHC, activando el sistema complemento y causando la lisis celular.

Prevención del rechazo. Uso de fármacos inmunodepresores, como las ciclosporinas.











Transfusiones de sangre y rechazo inmunológico

EL SISTEMA ABO

De entre los muchos grupos de antígenos que definen el grupo sanguíneo, el más importante es el **sistema ABO**.

Cuando el grupo sanguíneo es A, el individuo sintetiza anticuerpos anti B. Cuando el grupo sanguíneo es B, se sintetizan anticuerpos anti A. Si el grupo es O, los anticuerpos que se sintetizan son anti A y anti B. Finalmente, cuando el grupo sanguíneo es AB no se formarán anticuerpos frente a ninguno de los antígenos.

Para averiguar el grupo sanguíneo se utiliza una muestra de sangre y unos reactivos que contienen, uno el anticuerpo anti A y otro, el anticuerpo anti B. Se mezcla cada uno de los reactivos con una gota de sangre, y si la sangre presenta el antígeno para el anticuerpo que se está probando, ambos se combinan y se forman grumos de aglutinación, que se ven a simple vista.

	Grupo A	Grupo B	Grupo AB	Grupo O
Eritrocitos	 A	 B	 AB	 O
Anticuerpos	 Anti-B	 Anti-A	Ninguno	 Anti-A y Anti-B
Antígenos	 A	 B	 A y B	No hay antígenos

