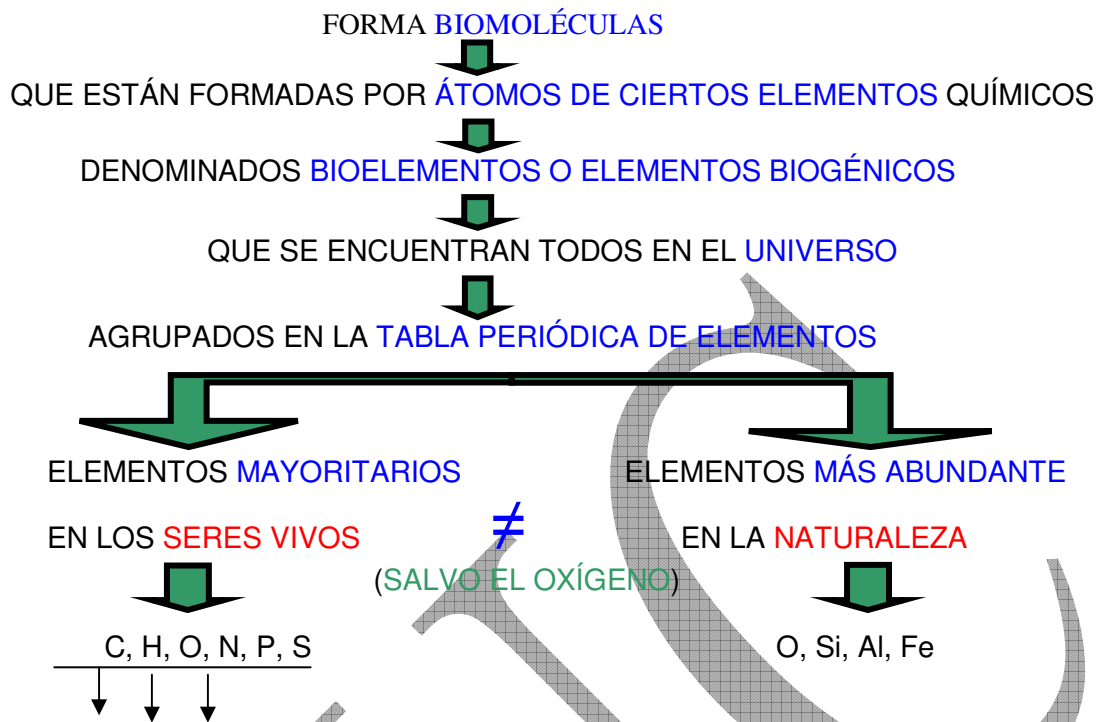


LA MATERIA CONSTITUYENTE DE LOS SERES VIVOS



Poseen e^- sin compartir: facilita la formación de enlaces.
 nº atómico bajo: lo cual da estabilidad de las moléculas.
 O y N alta electronegatividad: dan carácter dipolar.

C. esencial pq tiene 4 orbitales con e^- desapareados que permiten la formación de enlaces covalentes con:

1. **otros c** formando cadenas estables de morfología y tamaños complejos.
2. **otros átomos** formando grupos funcionales que confieren propiedades especiales a las biomoléculas.

BIOELEMENTOS

La materia viva está constituida por unos 70 elementos, que son prácticamente la totalidad de los elementos estables que existen en la tierra exceptuando los gases nobles.

De estos 70 elementos: 25 están presentes en todos los seres vivos y 45 sólo en determinados grupos

CLASIFICACIÓN

1. **bioelementos primarios**: llamados así porque son indispensables para la formación de las biomoléculas orgánicas: glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos y son: **C, H, O, N, P Y S**. Con ellos se constituye el 99% del total de la materia de los seres vivos.
2. **bioelementos secundarios**: en % inferior a los anteriores pero igualmente indispensables y son: **Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Y Cl⁻**
3. **oligoelementos o elementos traza**: presentes en proporción inferior al 1% pero aun así desempeñan funciones esenciales y son: **Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Y Co**: en la mayoría de los seres vivos y **Si, F, Cr, Li, B, Mo y Al**, sólo en determinados grupos.

BIOMOLÉCULAS

Todos los compuestos químicos que se pueden separar de los organismos vivos por procedimientos puramente físicos como decantación, filtración centrifugación o destilación forman los principios inmediatos.

TIPOS

Principios inmediatos inorgánicos: son los que están presentes tanto en la materia viva como en la materia inerte y son el agua y las sales minerales.

Principios inmediatos orgánicos: están presentes sólo en la materia viva y los clasificamos en: glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

H₂O

Sustancia química **más abundante** en la materia viva.

No en vano, la vida se origina en los **mares primigenios** hace 3500 millones de años y la **conquista del medio terrestre** sólo fue posible cuando los organismos vivos crearon las estructuras capaces de retener el agua. Surge así el **medio interno** que permite el desarrollo de la vida celular en condiciones semejantes a las del medio marino donde se originaron.

El agua se encuentra en la materia viva de tres formas:

1. **agua circulante**: sangre, savia, etc.
2. **agua intersticial**: entre las células de los tejidos.
3. **agua intracelular**: citosol e interior de orgánulos celulares.

¿De qué depende el porcentaje de agua en los seres vivos?

1. de la **especie**: los organismos acuáticos cuentan con un 95% en peso mientras que los desérticos tienen valores inferiores.
2. de la **edad**: las estructuras biológicas de los organismos jóvenes, presentan mayor porcentaje de agua que los adultos.
3. del **tipo de tejido u órgano**: dado que las reacciones biológicas transcurren en medio acuoso, los tejidos con importante actividad bioquímica contienen un porcentaje más elevado de agua que los tejidos pasivos, por ejemplo músculos y huesos.

En los seres humanos, el agua circulante supone el 8% de su peso, el agua intersticial el 15%, y el agua intracelular el 40%.

Los organismos pueden obtener el agua directamente a partir del **exterior** o a partir de **otras biomoléculas** mediante diferentes reacciones bioquímicas; es lo que se denomina **agua metabólica**.

Por ejemplo, a partir de la oxidación de la glucosa: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{ATP}$

El alto contenido de H₂O presente en los seres vivos es un indicativo de sus importantes funciones biológicas. Funciones que vienen dadas por sus propiedades físico-químicas, que a su vez derivan de su estructura química

La molécula de agua está formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno y se caracteriza por:

	La compartición de dos electrones. • El oxígeno comparte cada uno de los dos electrones de su último nivel de energía con un átomo de hidrógeno. • Cada uno de los dos átomos de hidrógeno comparte con el oxígeno su único electrón. La compartición de electrones permite mantener una configuración más estable.
	La polaridad de las moléculas de agua. • El oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno, es decir, su núcleo atrae con más fuerza a los electrones. • Esto produce un reparto desigual de las cargas; la molécula se comporta como un dipolo eléctrico, en el cual el polo negativo corresponde al oxígeno y el polo positivo a los hidrógenos.
	La formación de enlaces o puentes de hidrógeno. • La atracción entre los átomos de oxígeno y los de hidrógeno de distintas moléculas de agua da lugar a un tipo de enlaces débiles denominados enlaces o puentes de hidrógeno. • Cada molécula de agua puede unirse a un máximo de cuatro moléculas mediante puentes de hidrógeno.

PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL AGUA

1. Disolvente universal (reacciones químicas)
2. Termorregulador (sudor corporal)
3. Lubricante (estructuras de rozamiento)
4. Transporte (savia en las plantas y sangre en los animales)

SALES MINERALES

Una cierta proporción de los seres vivos está constituida por dispersiones acuosas cuya composición se asemeja mucho a la del medio en el que surgió la vida hace 3500 millones de años.

De las sales presentes en los seres vivos, unas se han conservado y otras han sufrido adaptaciones específicas como mecanismo de adaptación a los medios conquistados. Esto nos conduce a pensar en la importancia que estos compuestos desempeñan en el desarrollo de la vida.

Las diferentes funciones que ejercen en los seres vivos dependen del estado en que se encuentren:

1. **sales precipitadas**: formando parte de endoesqueletos de vertebrados, conchas de moluscos, espículas de esponjas, óxidos de Fe en las aves migratorias, otolitos del oído

2. **sales disueltas**: constituyentes de todos los plasmas tanto extra como intracelular:

aniones: Cl^- , PO_4^{3-} , CO_3^{2-}

cationes: Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , y Fe^{2+} y $3+$

FUNCIONES DE LAS SALES MINERALES

Las sales son parcialmente responsables de la homeostasis celular ya que controlan el pH y la presión osmótica.

1.- REGULACIÓN DEL EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE

Las sales son sustancias tamponadoras ya que impiden que los valores del pH se alejen del rango de tolerancia para la vida.

2.- REGULACIÓN DE LOS FENÓMENOS OSMÓTICOS

Entendemos por **ósmosis** el paso de un disolvente a través de una membrana semipermeable que separa dos disoluciones de distinta concentración, hasta que ambas se igualen.

Las membranas celulares pueden considerarse semipermeables.

Si comparamos dos disoluciones, éstas pueden ser entre sí:

a.- **isotónicas**: si poseen la misma concentración

b.- **anisotónicas**: si las dos son diferentes, en cuyo caso

b.1- una es **hipotónica**, la de menor concentración

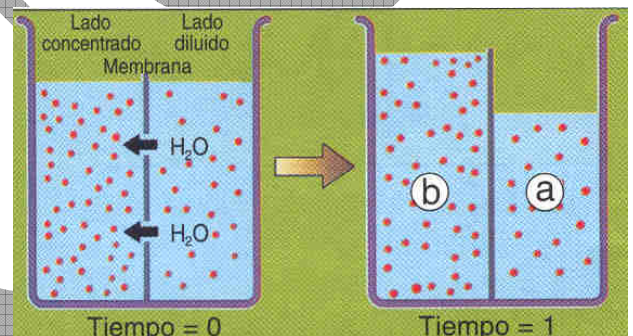
b.2- otra es **hipertónica**, la de mayor concentración

El agua pasará de los medios hipotónicos a los hipertónicos, ejerciendo sobre la membrana una presión llamada **presión osmótica**.

El fenómeno de la ósmosis puede provocar intercambios de agua entre el interior y el exterior celular. Así, si el medio externo es hipertónico, se produce la salida de agua de la célula al medio. El resultado es que la célula se contrae: **plasmólisis**.

Si por el contrario el medio externo es hipotónico entra agua en la célula, provocando que la célula se hinche: **turgencia**, llegando incluso a estallar las células animales, no así las vegetales debido a la presencia de la pared celular vegetal.

De este modo, las sales disueltas son responsables de los intercambios hídricos de las células con el medio extracelular



GLÚCIDOS

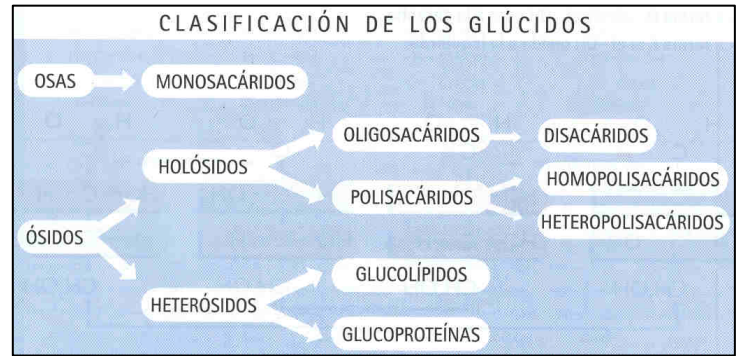
Los glúcidos son compuestos orgánicos derivados de una fórmula general que incluye átomos de **carbono, hidrógeno, y oxígeno** en la proporción “carbono-agua” $C_n (H_2O)_n$ por lo que en otro tiempo fueron llamados hidratos de carbono.

1.- MONOSACÁRIDOS

La fórmula general de un monosacárido es $C_n (H_2O)_n$ donde **n** corresponde al número de carbonos, que en los monosacáridos varía entre 3 y 7.

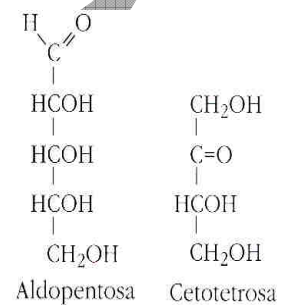
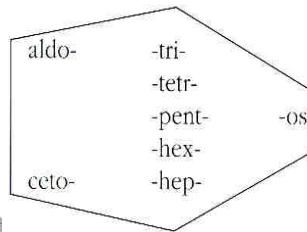
Desde el punto de vista químico se trata de polialcoholes: cadena hidrocarbonada con función OH unida a cada carbono, excepto al primero o al segundo carbono, donde se presenta un grupo carbonilo ($C=O$), formando **polihidroxialdehidos** si se une al primer carbono o **polihidroxicetonas** si lo hace al segundo.

Si el grupo carbonilo está en el C_1 el monosacárido es un **aldehído** que se llama **aldosa**, si lo está en el C_2 se trata de una **cetona** y se denomina **cetosa**.



GRUPOS FUNCIONALES						
hidroxilo	carbonilo	carbonilo	carboxilo	éster	amino	ion fosfato
$-OH$	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C \\ \\ OH \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C \\ \\ OR \end{array}$	$-NH_2$	$\begin{array}{c} O \\ \\ -O-P-O^- \\ \\ O^- \end{array}$
(alcohol)	(cetona)	(aldehído)	(ácido)	(éster)	(amina)	(éster fosfórico)

NOMENCLATURA DE LOS MONOSACÁRIDOS



PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS MONOSACÁRIDOS

Todos son de color **blanco** y **algunos** son de sabor **dulce**.

Todos poseen **poder reductor** debido a la presencia del grupo carbonilo, que es capaz de oxidarse dando un grupo ácido.

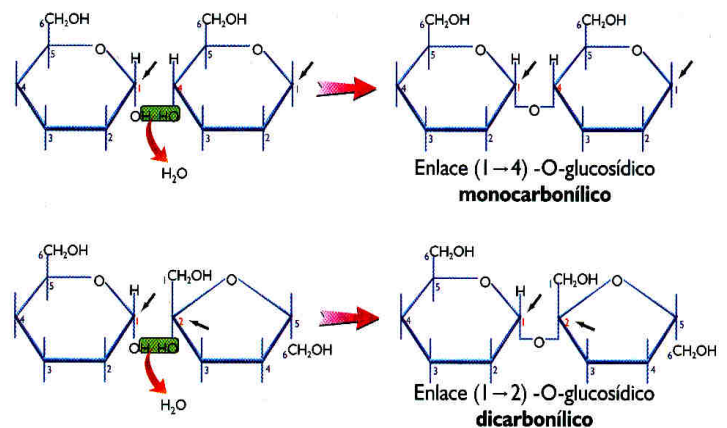
OLIGOSACÁRIDOS

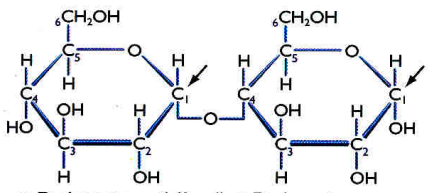
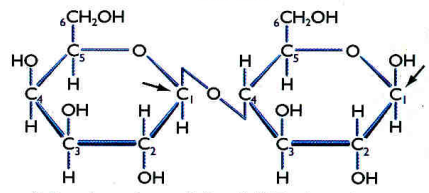
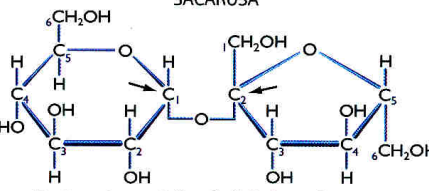
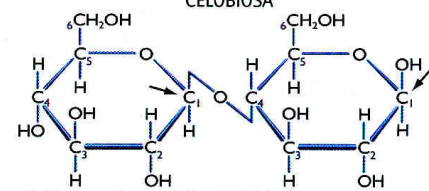
Son el resultado de la unión de dos a diez monosacáridos mediante un enlace denominado **enlace o-glucosídico** y en el que siempre se pierde una molécula de agua.

Los más destacados son los **disacáridos**.

El enlace glucosídico puede ser:

- 1.- **monocarbonílico**, si tiene lugar entre el OH del carbono carbonilo del primer azúcar y cualquier otro OH del segundo que no sea el carbonilo. Hay que indicar los carbonos implicados (1-4).
- 2.- **dicarbonílico**, si tiene lugar entre los dos OH de los dos carbonos carbonilos



DISACÁRIDOS DE MAYOR INTERÉS BIOLÓGICO	
MALTOSA  α-D-glucopiranosil (1 $\rightarrow$ 4) α-D-glucopiranososa Llamado azúcar de malta, es producto de la hidrólisis del almidón o del glucógeno. Formado por dos moléculas de α-D-glucosa unidas por enlace monocarbonílico α(1 $\rightarrow$ 4) fácilmente hidrolizable. Posee carácter reductor.	LACTOSA  β-D-galactopiranosil (1 $\rightarrow$ 4) β-D-glucopiranososa Es el azúcar de la leche de los mamíferos. Está formada por la unión monocarbonílica β(1 $\rightarrow$ 4) de β-D-galactosa y β-D-glucosa. Posee carácter reductor y se encuentra libre, ya que no forma polímeros.
SACAROSA  α-D-glucopiranosil (1 $\rightarrow$ 2) β-D-fructofuranosa Es el azúcar de consumo habitual. Se extrae de la caña de azúcar y la remolacha. Está formada por la unión dicarbonílica α(1 $\rightarrow$ 2) de α-D-glucosa y β-D-fructosa. Se almacena como reserva energética en las células vegetales. No tiene carácter reductor.	CELOBIOSA  β-D-glucopiranosil (1 $\rightarrow$ 4) β-D-glucopiranososa No existe libre en la naturaleza, pues resulta de la hidrólisis de la celulosa. Está formada por dos moléculas de β-D-glucosa unidas con enlace β(1 $\rightarrow$ 4) monocarbonílico. Posee carácter reductor y se hidroliza con dificultad.

POLISACÁRIDOS

Son los glúcidos más abundantes en los organismos vivos. Pueden ser clasificados con arreglo a dos criterios:

1. por su estructura

- ❑ **homopolisacáridos**: polímeros constituidos por un solo tipo de monosacáridos. por ejemplo el almidón.
- ❑ **heteropolisacáridos**: polímeros constituidos por dos o más monosacáridos distintos o derivados de éstos. Por ejemplo la hemicelulosa

2.- por su función

- ❑ **polisacáridos de reserva**: pueden ser degradados para la obtención de energía. Almidón (vegetal) y Glucógeno (animal).
- ❑ **polisacáridos estructurales**: formarán parte de estructuras tales como paredes celulares, exoesqueletos, cubiertas, etc. Quitina (animal) y Celulosa (vegetal).
- ❑

HETERÓSIDOS: polisacáridos con una parte glucídica y otra no glucídica (lípidos o proteínas) dando lugar a un glucolípido o a una glicoproteína respectivamente

FUNCIONES DE LOS GLÚCIDOS

	GLÚCIDO	FUNCIÓN Y LUGAR DONDE SE ENCUENTRA
Monosacáridos	Gliceraldehído y Dihidroxiacetona	Intermediarios metabólicos (Citosol)
	Ribosa	Componente de nucleótidos y ácidos nucleicos
	Glucosa	Combustible metabólico (Citosol)
Disacáridos	Sacarosa	Forma de transporte de azúcares (Savia elaborada de las plantas)
	Lactosa	Azúcar de la leche (Leche de los mamíferos)
Polisacáridos	Almidón	Reserva de combustible (energía) (Vegetales)
	Glucógeno	Reserva de combustible (Animales [hígado y músculo])
	Celulosa	Estructural (Pared de células vegetales)
	Hemicelulosa, Pectinas	Estructural (Pared de células vegetales)
	Quitina	Estructural (Exoesqueleto de artrópodos)
	Proteoglucanos y Glicoproteínas	Estructural (Paredes, membranas celulares. Estructuras de tejidos diversos)

LÍPIDOS

Su nombre deriva de la palabra griega *lypos* que significa grasa. Químicamente están compuestos por C, H, O y a veces P, S, Y N.

PROPIEDADES

1. insolubles en agua y otros disolventes polares.
2. solubles en disolventes orgánicos: eter, cloroformo, etc.
3. compuestos orgánicos reducidos, que contienen gran cantidad de energía química que puede ser extraída por reacciones de oxidoreducción, lo que explica que determinados lípidos sean importantes depósitos de reserva y formas de transporte de energía en los organismos.
4. son malos conductores del calor, por tanto las acumulaciones lipídicas que existen bajo la piel de muchos animales actúan como aislantes térmicos eficaces.
5. algunas hormonas y vitaminas son lípidos.

ÁCIDOS GRASOS

Son ácidos orgánicos monocarboxílicos que poseen una cadena hidrocarbonada más o menos larga denominada alifática y siempre con un número par de átomos de carbono.

Responden a la fórmula general: $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$

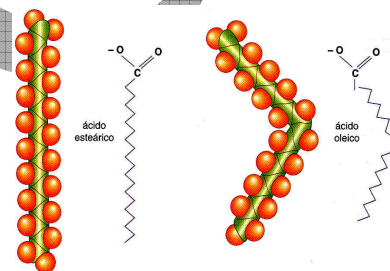
1.- CARACTERÍSTICAS QUE DIFERENCIAN A LOS DISTINTOS ÁCIDOS GRASOS

1. longitud de la cadena alifática
2. presencia de dobles enlaces en la molécula

Lo que nos permite distinguir:

Ácido graso **saturado**: sin dobles enlaces, las cadenas se disponen en el espacio en zig-zag con ángulos de 100° entre sus enlaces.

Ácido graso **insaturado**: con dobles enlaces, en cuyo caso aparece un codo de acortamiento del enlace entre aquellos puntos donde se encuentre el doble enlace. Cuando existe más de un doble enlace se denomina poliinsaturado.



2.- PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS ÁCIDOS GRASOS

1. Son moléculas **ANFIPÁTICAS**: poseen dos zonas
 - a.-una **zona polar** formado por el grupo $-\text{COOH}$, de carácter **hidrófilo**.
 - b.-otra **zona apolar**, formada por la cadena alifática y de carácter **hidrófobo**.
2. Reaccionan con los alcoholes para dar un éster + agua, denominándose a esta reacción **esterificación**.
3. Se hidrolizan con sosa (NaOH) o potasa (KOH) para dar sales básicas o jabones, denominándose a esta reacción **saponificación**.
4. Su **punto de fusión** depende de:
 - a.-el **grado de insaturación**: al tener dobles enlaces las moléculas se acortan haciendo disminuir el punto de fusión.
 - b.-la **longitud de la cadena**: que hará aumentar el punto de fusión porque se incrementan las uniones con otras moléculas.

LÍPIDOS SAPONIFICABLES

Están formados por **ácidos grasos** y dan lugar a **jabones** al ser hidrolizados con álcalis como la sosa o la potasa: **saponificación**.

Son **apolares** e **insolubles en agua**

Son sustancias que **almacenan energía** en:

vegetales: **vacuolas** de células de frutos y semillas.

animales: células del **tejido adiposo**.

A pesar de que, el glucógeno y almidón, por su rápida movilización al ser solubles en agua, son considerados como los productos de reserva energética, por excelencia, de animales y vegetales respectivamente, son las grasas las moléculas de mayor aporte energético pues:

1 gr de **grasa** contiene **9 kcal**.

1 gr. de **glúcido** contiene **3'75 kcal**.

Ácidos grasos	
Lípidos saponificables (ésteres de ácidos grasos)	• Acilglicéridos. • Ceras. • Glicerolípidos. • Esfingolípidos.
Lípidos insaponificables (sin ácidos grasos en su molécula)	• Terpenos. • Esteroides. • Prostaglandinas.

Estas dependencias de grasa subcutánea en los animales sirven de: amortiguador de golpes y aislamiento térmico.

Distinguimos:

➤ **ACILGLICÉRIDOS O GRASAS**

Resultan de la esterificación del polialcohol glicerina con uno, dos o tres ácidos grasos (iguales o diferentes) dando lugar a un mono, di o triacilglicérido.



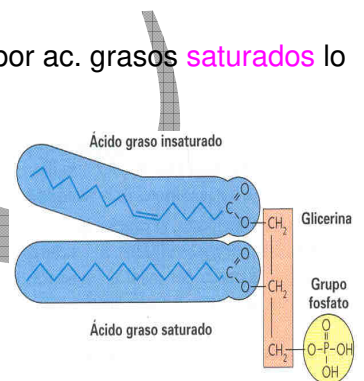
CLASIFICACIÓN

1. **grasas de origen vegetal:**
líquidas a temperatura ambiente y formadas por ac. grasos insaturados, lo que favorece su bajo punto de fusión.
Se trata de los aceites de girasol, maíz, sésamo y soja.
2. **grasas de origen animal:** sólidas a temperatura ambiente y formadas por ac. grasos saturados lo que favorece su alto punto de fusión.
Se trata de los sebos de carnero, buey, cabra y manteca de cerdo

➤ **GLICEROLÍPIDOS**

Son lípidos complejos donde los tres grupos alcoholícos del polialcohol glicerina se encuentran esterificados con:

- a.- dos ac. grasos, iguales o diferentes
- b.- y el tercer alcohol lo está con:
 - b.1.- un monosacárido: gliceroalcolípido
 - b.2.- un ac. ortofosforico: gliceroalfosfolípido ➤ **FOSFOLÍPIDO**



Son los lípidos más abundantes en las membranas biológicas.

El fosfolípido más sencillo es el ácido fosfatídico

Se trata de moléculas bipolares, con una:

- cabeza polar o hidrófila formada por el fosfato y el alcohol
- y una cola hidrófoba formada por los ácidos grasos.

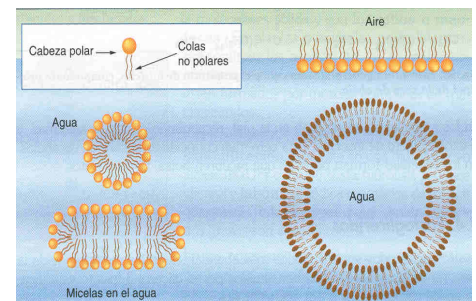
LÍPIDOS INSAPONIFICABLES

No forman jabones al carecer de ac. grasos. Se clasifican en:

- 1.- **Terpenos:** derivados de una estructura básica: el isopreno. Según el nº de isoprenos distinguimos:
 - a.- esencias vegetales: vainilla, mentol y alcanfor
 - b.- vitaminas A, E y K.
 - c.- pigmentos; carotenoides, fitol y clorofila.
 - d.- cadena de transporte electrónico: plastoquinona, coenzima Q.
- 2.- **Esteroides:** derivan del ciclopentano-perihidro-fenantreno. Distinguimos:
 - a.- esteroides: colesterol (función estructural entre los fosfolípidos de membrana) y vitamina D.
 - b.- hormonas esteroideas: testosterona, progesterona y cortisol.
 - c.- ácidos biliares: ac. cólico y dexocólico.
- 3.- **Prostaglandinas:** descubiertas por Van-Euler en 1930 en la próstata, de ahí su nombre. Sin embargo, hoy día se ha descubierto que pueden ser sintetizadas por la mayoría de las células del cuerpo actuando como hormonas locales.

Efectos:

1. potente vasodilatador arterial
2. potente acción sobre la musculatura lisa (contracciones)
3. relacionados con procesos que cursan fiebre, dolor, rubor y edema: la aspirina inhibe la síntesis de prostaglandinas, de ahí su efecto antipirético (baja la fiebre).



PROTEÍNAS

Polímeros de unas subunidades denominadas **aminoácidos (aa)**. En la naturaleza existen 20 aa distintos cuyas combinaciones dan lugar a cientos de miles de proteínas distintas.

Se trata de **sustancias anfóteras**, es decir, que en solución acuosa suelen ionizarse y dan lugar a un ion dipolar y por ello, con la capacidad de comportarse como ácidos o bases según el medio en que se encuentren:

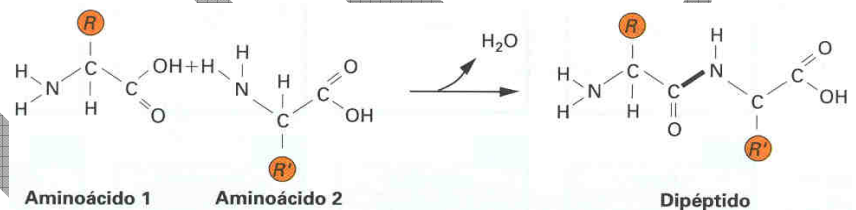
- a $\text{ph} < 7$ el aa capta protones y se comporta como una **base**
- a $\text{ph} > 7$ el aa cede protones y se comporta como un **ácido**
- a $\text{ph} = 7$ el aa está en forma dipolar neutra se le denomina **punto isoeléctrico**

CLASIFICACIÓN DE LOS aa: según la R distinguimos:

- ❖ **aa alifáticos:** R de cadena abierta
 1. **neutros:** igual nº de NH_2 que de COOH
 2. **ácidos:** mayor nº de COOH que de NH_2
 3. **básicos:** mayor nº NH_2 de que de COOH
- ❖ **aa aromáticos:** R de cadena cerrada (benceno)
- ❖ **aa heterocíclicos:** R de cadena cerrada pero con átomos distintos de c e h

ENLACE PEPTÍDICO

Enlace que se establece entre el grupo ácido de un aa y el grupo amino del aa siguiente con pérdida de una molécula de H_2O



ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS PRIMARIA

nº, y **orden** de disponerse los aa constituyendo la **cadena polipeptídica**.

Nomenclatura: para nombrar las cadenas polipeptídicas lo haremos empezando por el que tiene libre el extremo N terminal hasta el que tiene libre el C terminal.

SECUNDARIA

Se obtiene como resultado del **plegamiento** de la estructura primaria hasta conseguir la configuración más estable o de mínimo gasto energético.

Existe un tipo muy particular de estructura secundaria en la proteína del **colágeno** y consiste en una hélice especial más alargada que la normal debido a la presencia de los aa **prolina** e **hdroxiprolina**, que dificultan la formación de puentes de H.

La estabilidad la consiguen asociándose 3 hélices entre sí por enlaces covalentes consiguiéndose entonces una **superhélice**.

TERCIARIA

Esta estructura nos da información de la disposición en el espacio de la estructura secundaria, distinguiéndose dos tipos:

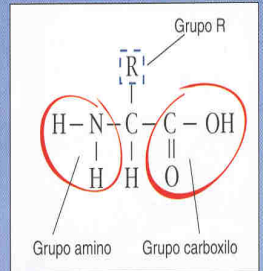
1. **filamentosa:** se retuerce ligeramente la estructura secundaria pero **permanece alargada**. Se trata de proteínas **insolubles en H_2O** y un ejemplo es la **superhélice de colágeno**.
2. **globular:** la estructura secundaria se pliega sobre sí misma hasta adoptar **formas casi esféricas**. Son **solubles en H_2O** . Cumplen funciones **enzimáticas, hormonales, de transporte...**

Características de los aminoácidos

Están formados por un átomo de carbono central, denominado **carbono α** , al cual se unen un grupo carboxilo (COOH), un grupo amino (NH_2) y un **grupo R** o **cadena lateral** variable según cada aminoácido.

El carbono α es un carbono asimétrico. Así pues, los aminoácidos presentan dos isómeros ópticos, uno de los cuales es imagen especular del otro y, por tanto, son enantiómeros.

Si utilizamos como referencia el monosacárido gliceraldehído, los isómeros se clasifican en D y L. En los **isómeros D**, el grupo amino se sitúa a la derecha del carbono α y en los **isómeros L** se localiza a la izquierda. Solamente los isómeros L constituyen las proteínas.



El diagrama ilustra dos tipos de estructura secundaria: la **Hélice α** y la **Conformación β** (Hoja β plegada).

- Hélice α :**
 - La cadena polipeptídica se enrolla en forma de hélice que gira en el sentido de las agujas del reloj.
 - Cada giro de la hélice incluye 3,6 aminoácidos.
 - Las vueltas de la hélice se mantienen unidas por puentes de hidrógeno que se establecen entre los grupos $-\text{C}=\text{O}$ y los grupos $-\text{N}-\text{H}$.
- Conformación β (Hoja β plegada):**
 - La cadena polipeptídica está plegada en zigzag, cada pliegue corresponde a un enlace peptídico.
 - La estructura se mantiene por la formación de puentes de hidrógeno.
 - En ocasiones, se establecen uniones entre distintas cadenas o entre partes de la misma cadena, lo que da lugar a una estructura denominada **hoja β plegada**.

Este tipo de estructura secundaria es característica de proteínas que forman estructuras de estabilidad considerable. Por ejemplo, la α -queratina, que se encuentra en el pelo, las uñas y las plumas.

Las proteínas que presentan esta estructura forman filamentos suaves y flexibles. Por ejemplo, la **fibrina** de la seda.

3. CUATERNARIA

Se consigue con la **asociación de varias cadenas** polipeptídicas.

Cada una de las cadenas recibe el nombre de **protómero** y el conjunto se llama **oligómero**.

ejemplo: **hemoglobina (hb)**

Se trata de un oligómero formado por **4 protómeros**: 2 α de 141 aa cada uno y 2 β de 146 cada uno.

Es el principal componente de los **glóbulos rojos** de la sangre.

Se trata de una **heteroproteína** que tienen como grupo prostético al grupo hemo (anillo tetrapirrólico)

PROPIEDADES DE LAS PROTEÍNAS

ESPECIFICIDAD

A diferencia de otras biomoléculas, como glúcidos o lípidos, las proteínas son específicas de cada especie e incluso de cada individuo, ya que dependen de la información genética.

En conclusión la especificidad depende de la secuencia de aa y por tanto, de la estructura primaria.

SOLUBILIDAD

Es debida a la interacción que se establece entre las cargas + y – distribuidas por toda la proteína y el carácter dipolar de la molécula de H_2O .

DESNATURALIZACIÓN

Al elevarse la T, cambios de pH o por rotura de los puentes de H o disulfuro debido a la presencia de $\neq$ iones, se consigue perder la configuración espacial y por tanto, la anulación de su funcionalidad biológica o lo que es lo mismo la pérdida de la estructura terciaria.

CLASIFICACIÓN DE LAS PROTEÍNAS

HOLOPROTEÍNAS o PROTEÍNAS SIMPLES

Las que por hidrólisis dan lugar únicamente a aa.

HETEROPROTEÍNAS o PROTEÍNAS CONJUGADAS

Las formadas por aa a los que se encuentran unidas por enlaces covalentes otras moléculas distintas denominadas grupos **prostéticos**. Según la naturaleza de éstos, distinguimos:

1. **glucoproteínas**: como grupo prostético cuentan con uno o varios azúcares.
2. **lipoproteínas**: los grupos prostéticos son ácidos grasos o fosfolípidos.
3. **hemoproteínas**: como grupo prostético cuentan con el grupo hemo, una molécula nitrogenada en cuyo centro se encuentra un átomo de hierro.

ENZIMAS

Se trata de proteínas especiales que ejercen su acción uniéndose selectivamente a otras moléculas denominadas sustratos.

Inducen modificaciones químicas en los sustratos a los que se unen por:

- 1.- ruptura o modificación de enlaces
- 2.- formación, introducción o pérdida de grupos funcionales

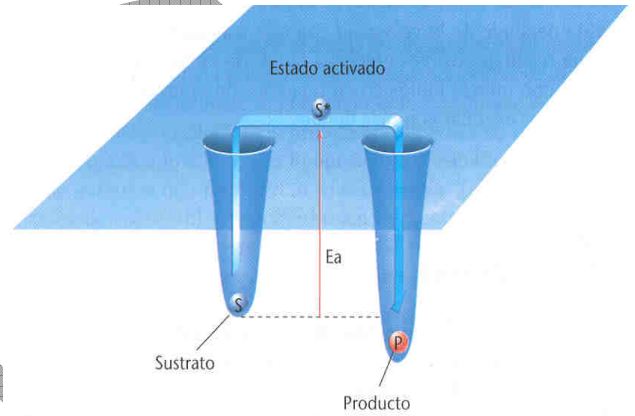
ECUACIÓN GENERAL $E + S \leftrightarrow ES \rightarrow P + E$

Actúan a concentraciones muy bajas y sin sufrir modificación alguna, con lo cual, quedan intactas para tomar otro sustrato y transformarlo en producto.

CATÁLISIS ENZIMÁTICA

Hemos de suponer que las reacciones bioquímicas transcurren por una serie de superficies energéticas en las que los sustratos y los productos se encuentran en sendos pozos.

Para que una molécula de sustrato (s) se transforme en producto (p), sus átomos deben trasladarse a través de la superficie energética desde un pozo a otro. En primer lugar para que los átomos de la molécula de sustrato abandonen su pozo deben **ganar energía** que luego deben **ceder** cuando caigan en el pozo del producto. El punto más elevado de esta trayectoria se corresponde con el **estado de activación**, estado altamente inestable y energético donde están ocurriendo todas las modificaciones químicas que transformarán el sustrato en producto.



La energía que necesita adquirir la molécula de sustrato para alcanzar el estado de activación se denomina **energía de activación (ea)**, que se define como la barrera energética que deben superar todas las moléculas de sustrato para convertirse en producto. Cuanto mayor sea la energía de activación, más difícil será alcanzar el estado de activación, por lo que la velocidad de la reacción $S \rightarrow P$ será más lenta.

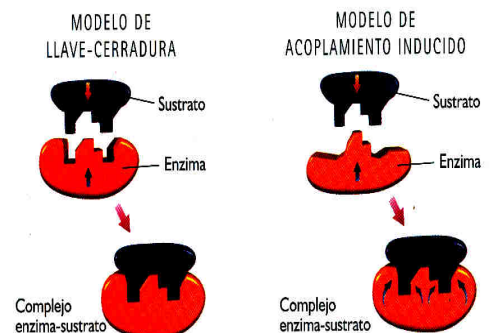
Los enzimas, y en general todos los catalizadores, **aceleran las reacciones químicas disminuyendo la energía de activación**.

ESPECIFICIDAD DE LOS ENZIMAS

Los enzimas son altamente específicos ya que poseen en su superficie activa un **lugar totalmente complementario** del sustrato al que se va a unir denominado **centro catalítico o activo**.

La complementariedad en la unión del enzima con el sustrato para formar el complejo intermediario se ha equiparado con la existente entre una llave y su cerradura por lo que se le llama **modelo llave-cerradura**.

Sin embargo, esta unión no es rígida, es decir, la unión del propio sustrato induce un cierto cambio conformacional en el centro activo del enzima que provoca finalmente el perfecto y definitivo acoplamiento enzima-sustrato. Se le denomina **modelo de acoplamiento inducido**.



COFACTORES: COENZIMAS Y VITAMINAS

Algunos enzimas están **sólo formados por aa**. Sin embargo, otros denominados **holoenzimas**, carecen en su centro catalítico de los componentes químicos apropiados para la actividad que debe realizar, por lo que necesitan, aparte de la parte proteica, denominada **apoenzima**, de la ayuda de determinadas sustancias no proteicas, denominadas **cofactores**.

$$\text{HOLOENZIMA} = \text{APOENZIMA} + \text{COFACTOR}$$

TIPOS DE COFACTORES:

coenzima: si el cofactor es un complejo orgánico unido por enlaces débiles al apoenzima.

ejemplos: **NAD⁺** y **FAD**.

muchas **vitaminas**, especialmente las hidrosolubles son coenzimas o precursores de las mismas
grupo prostético: si la unión entre el cofactor orgánico y el apoenzima se lleva a cabo por enlaces fuertes
ejemplo: el **grupo hemo** de la mioglobina, **hemoglobina** y los **citocromos**.

VITAMINAS

Son sustancias orgánicas de naturaleza y composición variable.
Son indispensables para el buen funcionamiento del metabolismo
Se necesitan en cantidades mínimas pero se ingieren con la dieta.

CLASIFICACIÓN: se hace en función de su solubilidad en agua:

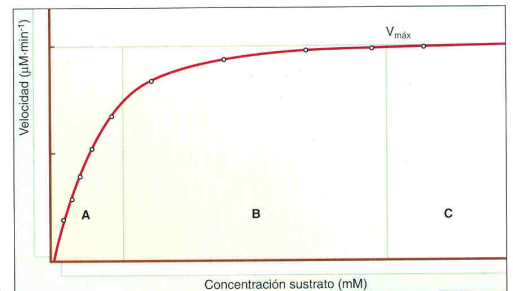
HIDROSOLUBLES: actúan como coenzimas o precursores. Ejemplos: **vit. C y complejo B**

LIPOSOLUBLES: son insolubles en agua y solubles en otros compuestos polares. Son **lípidos insaponificables**. Son la **vit. A, D, E, y K**. Excepto la **K** no se comportan como coenzimas.

FACTORES QUE MODIFICAN LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

CONCENTRACIÓN DE SUSTRATO

En la mayoría de las reacciones catalizadas por enzimas, la **relación entre la velocidad y la concentración** de sustrato describe una curva, en la que se distinguen varias etapas.



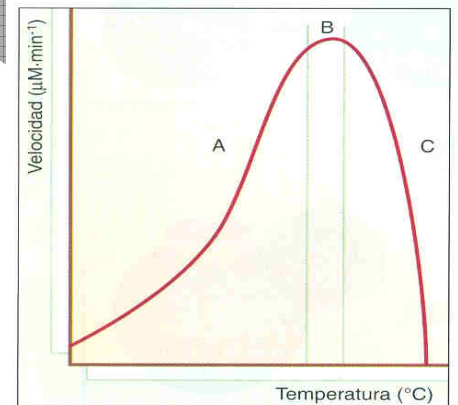
VARIACIONES DE LA TEMPERATURA

La gráfica muestra el efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción:

- la velocidad aumenta con la temperatura.
- la velocidad alcanza su valor máximo, que se corresponde con la temperatura óptima.
- en la mayoría de los enzimas a partir de 60°C, comienza a descender la velocidad de reacción.

Esto tiene lugar debido a que como toda proteína, los enzimas se desnaturalizan a determinadas temperaturas:

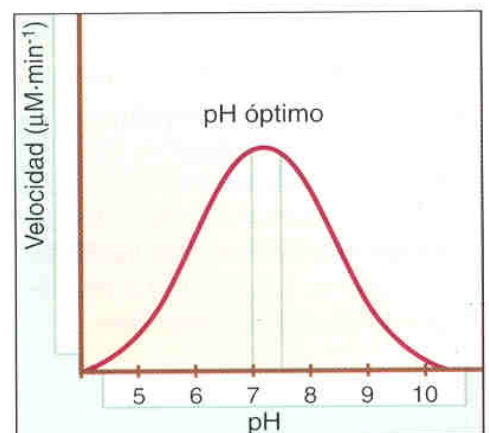
- 50 – 60°C excepto en las bacterias termófilas (100°C)
- el descenso de la temperatura hace descender la actividad de los enzimas, lo que permite a los animales poiquiloterms la hibernación.
- existen casos, como en la pigmentación de los gatos siameses, donde un mismo enzima puede tener efectos diferentes según a la temperatura a que se encuentre.



CAMBIOS DE pH

El **pH óptimo** se encuentra entre 7 y 7.5, por debajo de 4 o por encima de 10, los enzimas se desnaturalizan.

Los cambios de pH modifican el estado de ionización de los grupos funcionales del enzima. Por ello, pequeñas variaciones de pH provocan cambios notables de la velocidad de reacción



ACIDOS NUCLEICOS

Se trata de moléculas fibrilares gigantes no ramificadas y con unas funciones biológicas trascendentales para todos los seres vivos:

1. cuentan con la información codificada de todo lo necesario para que los seres vivos desarrollen sus ciclos biológicos desde su nacimiento hasta su muerte.
2. y no sólo cuentan con la información genética (genes) sino con los instrumentos para su decodificación

Se trata de polímeros de unas subunidades denominadas: **NUCLEÓTIDOS = NUCLEÓSIDO + H₃PO₄**

Características de los nucleótidos

Están formados por la unión de una base nitrogenada, una pentosa y ácido fosfórico.

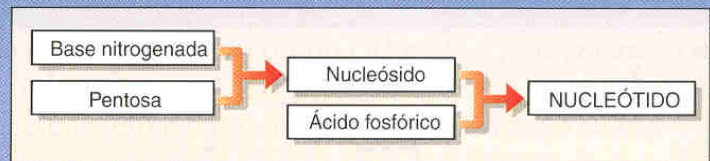
El compuesto formado por una base nitrogenada y la pentosa recibe el nombre de **nucleósido**.

Las bases nitrogenadas son compuestos cíclicos formados por cadenas de carbono y grupos amina o amida. Se clasifican en dos grupos según deriven de la purina o de la pirimidina. Las bases derivadas de la purina son la **adenina** y la **guanina** y las derivadas de la pirimidina son la **citosa**, la **timina** y el **uracilo**.

La pentosa es cíclica y puede ser una desoxi-D-ribosa o D-ribosa.

La unión entre la base nitrogenada y la pentosa se establece mediante un **enlace N-glucosídico** entre el carbono 1' de la pentosa y el nitrógeno en posición 9, si la base es derivada de la purina, o el nitrógeno en posición 1, si la base es derivada de la pirimidina. El ácido fosfórico se une al C-5' de la pentosa mediante **enlace éster**.

Se clasifican en **desoxirribonucleótidos** y **ribonucleótidos** según la pentosa y la base nitrogenada que los constituye.



Pentosa	Bases	Desoxirribonucleótidos
Desoxirribosa	Adenina Timina Guanina Citosina	Adenina Timina Guanina Citosina
Pentosa	Bases	Ribonucleótidos
Ribosa	Adenina Uracilo Guanina Citosina	Adenina Uracilo Guanina Citosina

ADN

Polímeros de 2-desoxirribonucleótidos 5' monofosfato de A, G, C, y T nunca U

ESTRUCTURA PRIMARIA

Viene dada por la **secuencia** de nucleótidos unidos por enlace fosfodiéster entre el grupo fosfato en posición 5' de un nucleótido y el grupo oh en posición 3' del azúcar del nucleótido siguiente con pérdida de una

molécula de H_2O y así sucesivamente ($5'3'-5'3'-5'3'....$) de tal forma que en todo polinucleótido podemos diferenciar dos partes:

- esqueleto de polidesoxirribosa-fosfato con el extremo $5'$ libre del 1° y el OH del extremo $3'$ del último
- las distintas bases (A, G, C, y T) alineadas según la secuencia específica de cada individuo.

ESTRUCTURA SECUNDARIA

Su existencia data de los años 50 y está basada en las hipótesis de Chargaff:

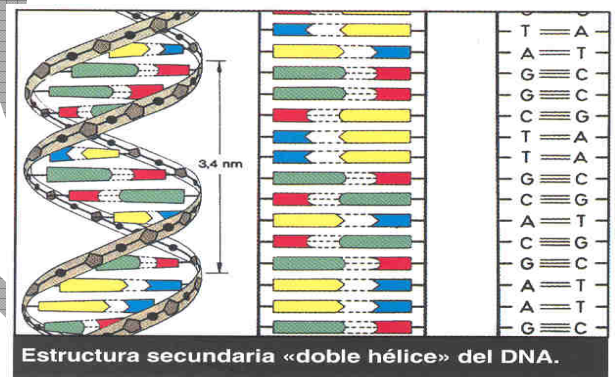
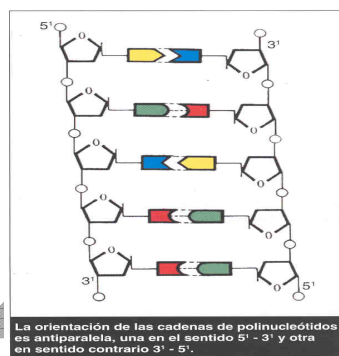
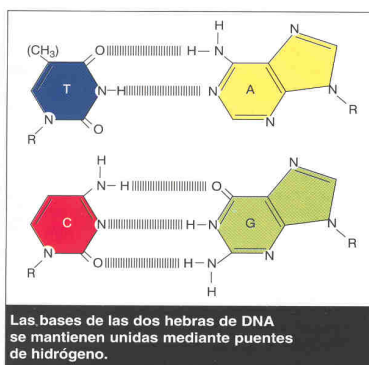
$$A = T \text{ y } G = C \text{ pero } A + T \neq G + C$$

La única forma posible de explicar estos resultados dio pie a W & C a postular el modelo que se acepta actualmente sobre la estructura del ADN:

Se trata de **2 cadenas** de polinucleótidos enfrentados por sus bases, unidas entre sí por **puentes de H** y que se pliega sobre si misma adoptando la estructura de una **doble hélice** en la que podemos distinguir que:

1. son antiparalelas ($5'-3'$ y la otra $3'-5'$)
2. enrollamiento dextrogiro y plectonímico
3. complementariedad entre las bases: $A = T$ y $G \equiv C$

similar : escalera de caracol.



ESTRUCTURA TERCIARIA

¿Cómo almacenar grandes cantidades de ADN en la célula?

VIRUS: presentan todas las alternativas

1. monocatenario lineal o circular
2. bicatenario lineal o circular

BACTERIAS Y MITOCONDRIAS DE CÉLULAS EUCARIOTAS

El problema se plantea al tener que empaquetar una molécula de **ADN de 1 mm de larga** en una estructura de **1/1000 mm de larga**.

Esto se consigue formando una **doble hélice circular** con **superenrollamiento en forma de 8** pero no asociado a proteínas ($\approx$ histonas) de forma permanente, en cuyo caso recibe el nombre de **ADN desnudo**.

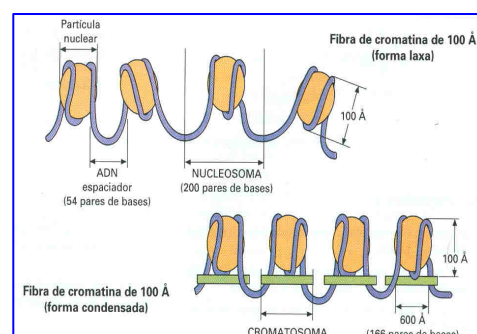
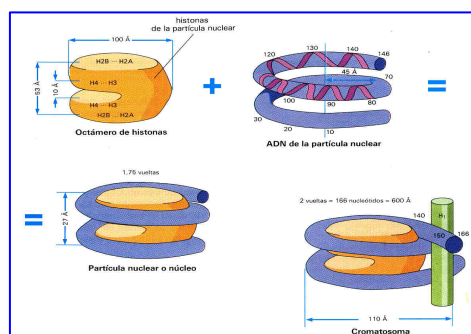
El mecanismo consiste en un complejo aparato multienzimático de topoenzimas como la ADN ligasa

EUCARIOTAS:

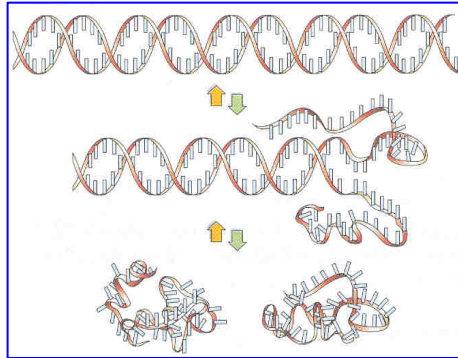
El problema es tener que empaquetar una molécula de casi **2 mts de larga** en una estructura de **10^{-6} mts de diámetro**, el núcleo.

MECANISMO:

El ADN se asocia a 8 histonas constituyendo un **OCTÁMERO**, a continuación da 2 vueltas de hélice y constituye un **NUCLEOSOMA**. Los nucleosomas así unidos forman un **CROMATOSOMA** (o fibra de 100 Å o collar de perlas), 6 cromatosomas forman un **SOLENOIDE** (o fibra de 300 Å). Este se asocia formando **BUCLES**. 6 bucles forman una **ROSETA**, 30 rosetas un **RODILLO** que ya es en última instancia el **CROMOSOMA**.



DESNATURALIZACIÓN DEL ADN



Si las cadenas se colocan en un medio a temperaturas superiores a los 80-90 °C, o bien, a valores extremos de pH, las dos cadenas se disocian rápidamente.

Se ha observado que las zonas donde abundan los pares adenina-timina se separan más rápidamente que las zonas donde hay pares guanina-citosina.

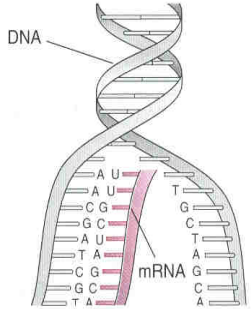
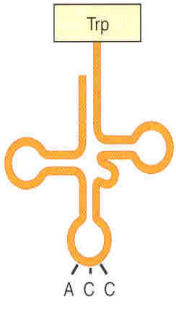
La **renaturalización** se produce fácilmente si existe algún fragmento que no se ha separado y mantiene la estructura de la doble hélice.

En el caso de que las dos cadenas se hayan separado totalmente, la renaturalización es un proceso más lento, ya que se ha de producir el encuentro entre las dos cadenas para poder formar la doble hélice.

ARN

Polímeros de ribonucleótidos 5' monofosfato de A, G, C y U nunca T
Son monocatenarios salvo el ARN_t y el del reovirus

CLASES DE ARN

RNA mensajero (mRNA)	RNA de transferencia (tRNA)	RNA ribosómico (rRNA)
		
El mRNA se encarga de transportar la información que contiene el DNA hasta los ribosomas.	Suelen ser moléculas muy pequeñas que transportan los aminoácidos a las cadenas proteicas en la secuencia que determina el mRNA. La unión entre los tRNA y los correspondientes aminoácidos se establece mediante enlaces covalentes.	Las moléculas de rRNA son las más abundantes y están asociadas a proteínas, constituyendo los ribosomas.

NUCLEÓTIDOS NO NUCLEICOS

Los polímeros de nucleótidos son los ácidos nucleicos, pero también se encontrarán en la célula nucleótidos libres con importantes funciones biológicas. Muchos son coenzimas de las reacciones celulares y otros son transportadores de electrones o de grupos orgánicos. Algunos son incluso dinucleótidos unidos por un grupo fosfato.

ATP: transportador de energía de la célula



CoA: se une a los radicales de ácidos orgánicos y los transporta por la célula. El ac. pirúvico se une a la CoA formando el acetil CoA para poder pasar del citoplasma al interior mitocondrial

NAD: coenzima de reacciones de óxido-reducción, principalmente de procesos de respiración celular.

NADP: actúa aportando electrones en los procesos de biosíntesis.

FAD, FMN: se encuentran unidos a enzimas responsables de reacciones redox de la célula. Sus formas reducidas son FADH₂ y FMNH₂

GENÉTICA MOLECULAR: DEL ADN A LAS PROTEÍNAS

Los ácidos nucleicos son los **portadores** de toda la información biológica, es decir: como son y serán las características morfológicas y fisiológicas de todo ser vivo tanto a nivel celular como molecular.

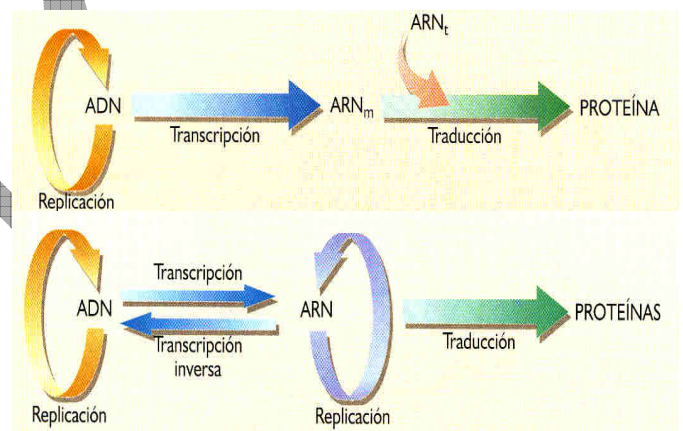
Todos los seres vivos son **temporales**:

minutos:	bacterias
años:	hombre
siglos:	quelonios
milenarios:	olivos

Pero para que **la especie no se extinga** debe haber un momento en que la **información genética se replique** y a partir de las nuevas copias **aparezcan los descendientes**.

La **estructura en doble hélice** del ADN permite comprender dicha replicación: separación de las dos hebras y a partir de desoxirribonucleótidos 5' trifosfato libres y en función de la complementariedad existente entre las bases se sintetizan las réplicas. Todo esto, claro está en presencia de un complejo aparato multienzimático.

DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR



EXCEPCIÓN AL DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR

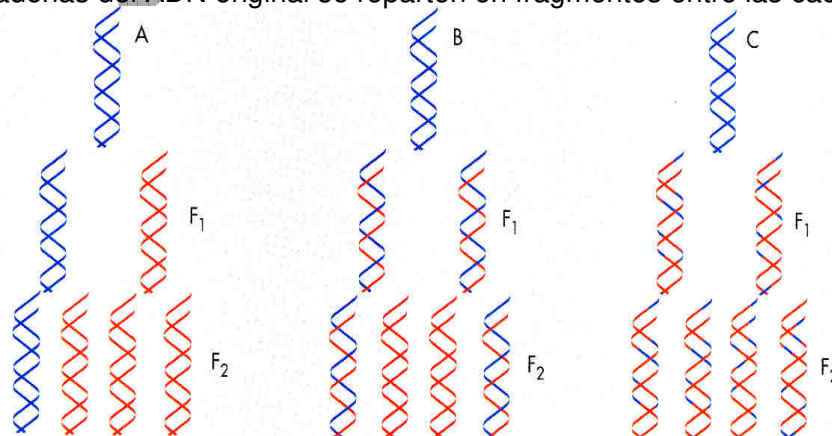
REPLICACIÓN O DUPLICACIÓN DEL ADN

La molécula que constituyera el material genético o hereditario debería cumplir una serie de requisitos, entre ellos ser capaz de autorreplicarse, es decir, de formar copias idénticas a ella.

Esta cualidad del ADN se pudo demostrar poco después del descubrimiento de su estructura, pues ya W & C propusieron una forma de llevarse a cabo: las dos cadenas de nucleótidos se separan –como cuando se abre una cremallera– y a medida que ocurre esto las cadenas actúan como moldes de modo que cada una dirige la formación de una nueva cadena complementaria.

En 1958, M. Meselson y F. Stahl llevaron a efecto un elegante diseño experimental para decidir entre las tres posibilidades posibles que se habían sugerido:

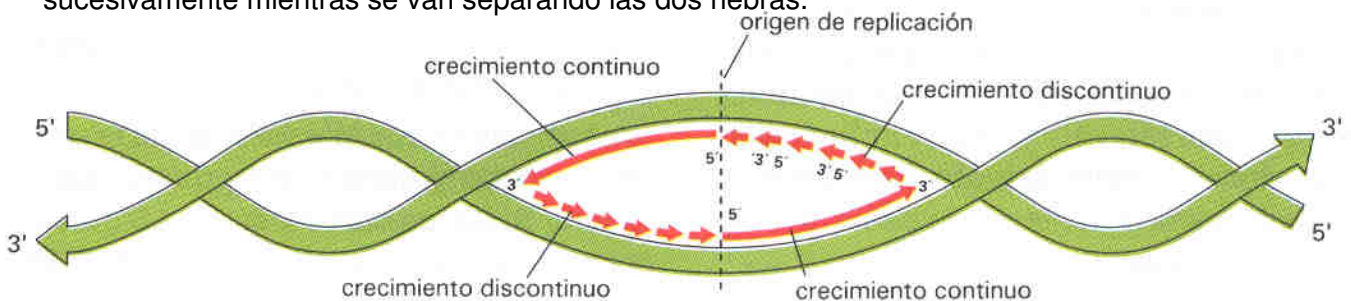
1. **conservativa**: las dos cadenas originales se mantienen juntas en un ADN, siendo la otra molécula de ADN totalmente nueva.
2. **semiconservativa**: se conserva una de las dos cadenas del ADN original en cada replica, la otra es de nueva formación. (sugerida por W & C)
3. **dispersiva**: las dos cadenas del ADN original se reparten en fragmentos entre las cadenas formadas en la replicación.



Modelos de las hipótesis de replicación conservativa (A), semiconservativa (B) y dispersiva (C).

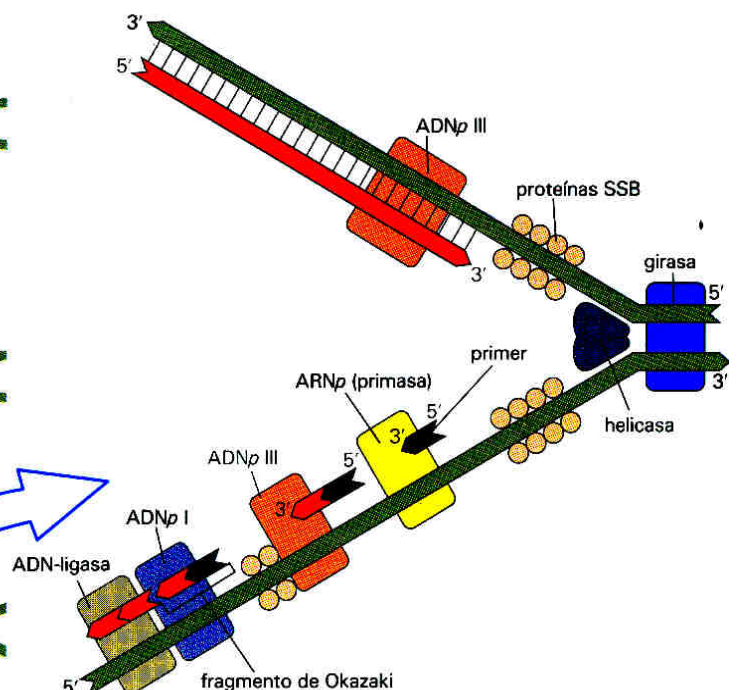
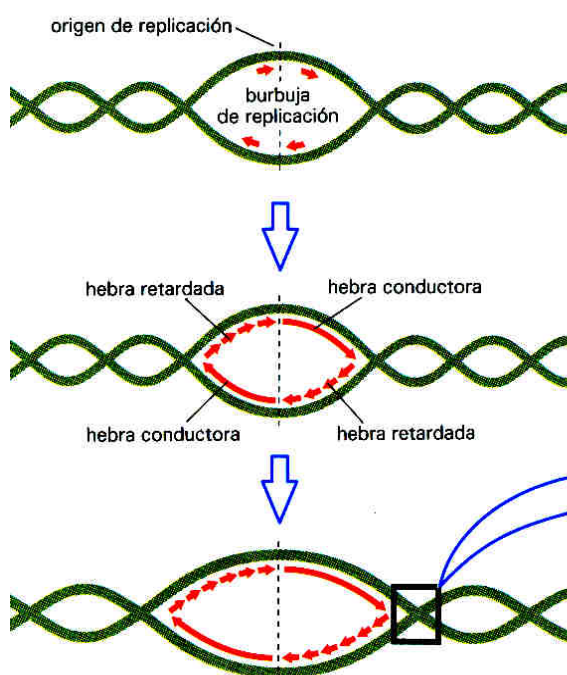
MECANISMO DE LA REPLICACIÓN EN PROCARIONTES

1. Señal de iniciación
2. **HELICASA**: rompe los enlaces que mantienen unidas a las dos hebras del ADN.
3. **GIRASA**: impide el superenrollamiento.
4. **PROTEÍNAS SSB**: mantiene la estabilidad de las dos hebras sueltas.
5. Formación de la **HORQUILLA DE REPLICACIÓN**
6. Como crecimiento es bidireccional se crea la **BURBUJA DE REPLICACIÓN**.
7. **PRIMASA**: crea el **primer o cebador** de unos 10 nucleótidos ≠.
8. La **ADN POL III** sintetiza ADN en dirección 5' - 3' a partir de desoxirribonucleótidos 5' trifosfato que sufren una doble hidrólisis que aporta la energía necesaria para crear la **HEBRA CONDUCTORA** de manera continua.
9. **HEBRA ANTIPARALELA**: como el crecimiento es bidireccional, mientras la hebra conductora va creando ADN en la dirección 5' - 3' de la hebra molde, a los 1000 nucleótidos de la señal de iniciación en la hebra complementaria de la molde la **ARN POL II** sintetiza un **cebador de 40 nucleótidos** a partir del cual la ADN POL II sintetiza los 960 nucleótidos restantes de ADN en dirección 5' - 3' dando lugar al **fragmento de Okazaki**. Sigue el crecimiento de la hebra conductora otros 1000 nucleótidos en dirección 5' - 3' y en la hebra molde complementaria se vuelve a crear otro fragmento de Okazaki y así sucesivamente mientras se van separando las dos hebras.



Explicación del proceso gracias a los fragmentos de Okazaki

10. **ADN POL I** presenta dos actividades:
11. **exonucleasa** que elimina los 40 nucleótidos de ARN del cebador de los fragmentos de Okazaki:
12. **polimerasa** que rellena los nucleótidos con ADN.
13. **ADN LIGASA**: empalma los distintos fragmentos de Okazaki hasta conseguir una única hebra de crecimiento discontinuo llamada **HEBRA RETARDADA**.
14. El proceso continúa hasta duplicarse por completo el ADN.
15. como el crecimiento es bidireccional cada nueva hebra se sintetiza la mitad de manera continua y la otra mitad de forma discontinua.



MECANISMO DE LA REPLICACIÓN EN EUCARIOTAS

El proceso es similar al de las bacterias salvo dos diferencias:

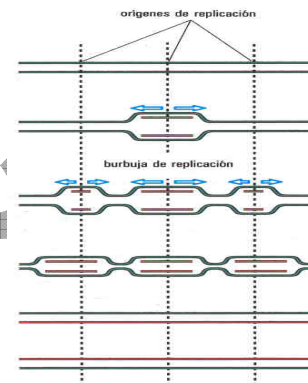
- la presencia de **histonas**:
 - la hebra patrón de la hebra continua y la continua se quedan con las histonas del ADN patrón
 - la hebra patrón de la hebra retardada y la retardada sintetizan nuevas histonas
- la longitud del ADN bacteriano es de 1 mm y el de los eucariotas es de 50 mm esto hace que:
el proceso de replicación sea más lento (10 veces + lento)

↓
100 señales de iniciación

↓
100 burbujas de replicación replicones

↓
fragmentos de okazaki + pequeños (100-200 nucleótidos)

↓
durante el **periodo S** de la interfase (6-8 horas)



MECANISMO DE LA TRANSCRIPCIÓN EN BACTERIAS

Se trata del paso de secuencia de nucleótidos **de ADN a ARN**, bien sea mensajero, ribosómico o transferente. Intervienen: ADN / A, G, C y U / ARN pol / cofactores δ y p

INICIACIÓN:

ARN pol + δ permite a la enzima reconocer y asociarse a una región concreta del ADN denominada **promotor** que contiene la secuencia TTGACA ó TATATT, situadas a distintas distancias del punto de inicio de la transcripción.

ARN pol pasa de **configuración cerrada a abierta** lo que permite desenrollar una vuelta de hélice del ADN y polimerizar ARN a partir de una sola de las hebras del ADN patrón.

Se libera el cofactor δ

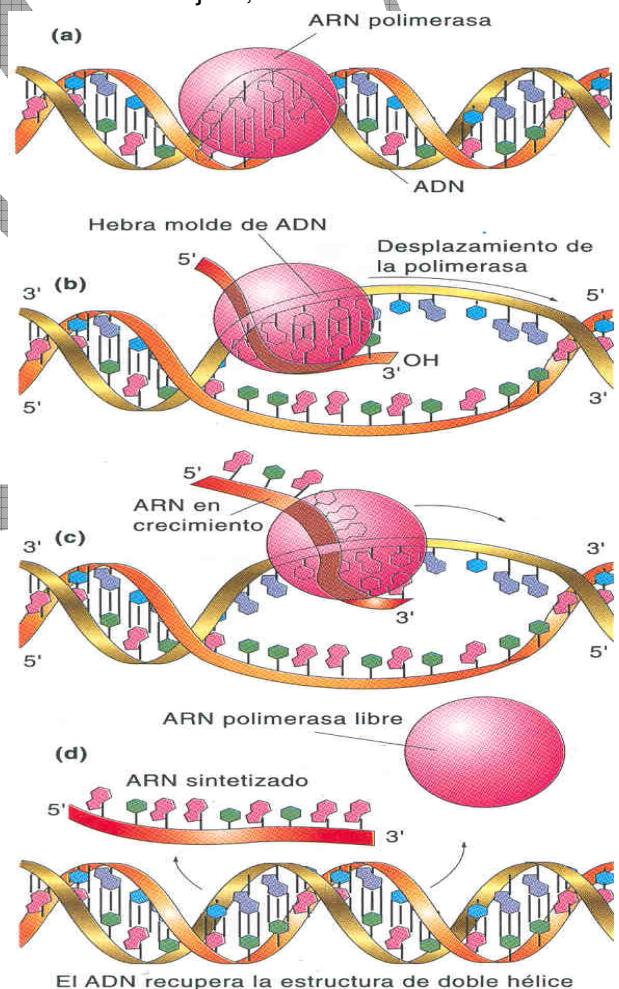
ELONGACIÓN: el proceso continúa a razón de **40 nucleótidos / seg.** A medida que la ARN POL recorre la hebra de ADN patrón hacia su extremo 5', se sintetiza una hebra de ARN complementaria en dirección 5' - 3'.

Así, por ejemplo:

hebra de ADN patrón: 3' - T A C G C T - 5'
hebra de ARN hija: 5' - A U G C G A - 3'

FINALIZACIÓN: dos variantes: con y sin p . En ambos casos tiene lugar cuando se llega a una **zona rica en C y G**, lo que posibilita su autocomplementariedad formándose un bucle final que implica la separación del ARN del ADN molde que de nuevo se reorganiza en doble hélice. Se separa la ARN POL

MADURACIÓN: si lo que se sintetiza es **ARN_m** no existe **maduración**. Si se trata de ARN_t ó ARN_r si existe maduración



MECANISMO DE LA TRANSCRIPCIÓN EN EUCARIONTES

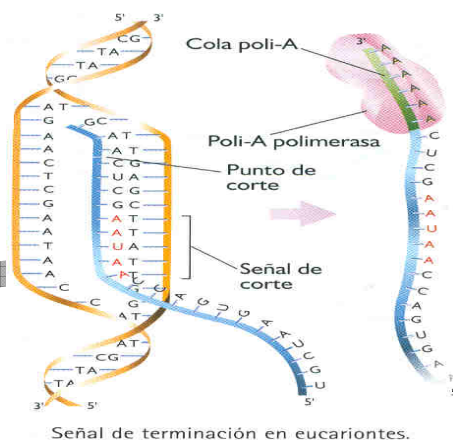
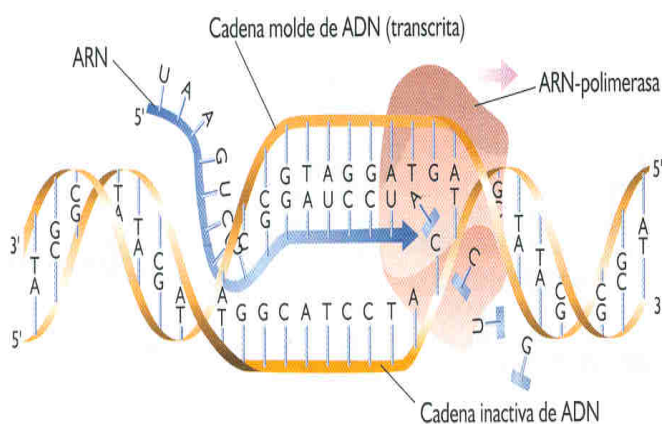
Diferencias con procariontes:

- existen **tres tipos de ARN_{POL}** según sintetizen ARN_m, ARN_t ó ARN_r.
- los **genes están fragmentados**, lo cual implica un proceso de **maduración** que elimine los **fragmentos sin sentido** (**intrones**) y empalme luego los que **tienen sentido** (**exones**).

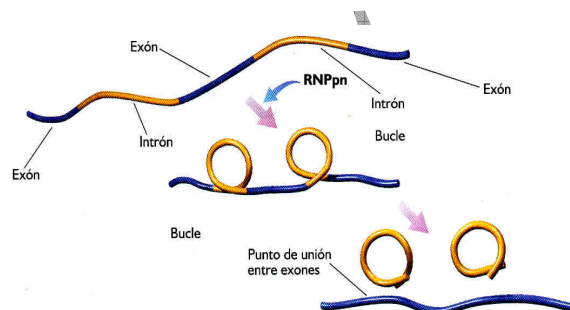
INICIACIÓN: existe una región promotora con dos señales situadas a distintas distancias del punto de inicio: **CAAT y TATA**. a la región promotora se fija la ARN_{POL} II.

ELONGACIÓN: comienza la síntesis en dirección 5' - 3'. A los 30 nucleótidos transcritos se añade una caperuza de metil-guanosina fosfato al extremo 5' que durante la traducción será una señal de reconocimiento de inicio de lectura. Sigue la transcripción sintetizando ARN en sentido 5' - 3'.

FINALIZACIÓN: se llega con la secuencia **TTATTT**. En ese momento la polimerasa añade una secuencia de 200 **ribonucleótidos de A** al extremo 3', formando la **cola poli-a**, que termina por separar definitivamente el transcrito primario de ARN del ADN molde.



MADURACIÓN: tiene lugar en el núcleo, en presencia de la enzima ribonucleoproteína pequeña nuclear, que contiene secuencias complementarias de los extremos de los intrones, a los que curva y termina desprendiendo. A continuación a las ARN ligasas empalman los exones.



TRADUCCIÓN: SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

Toda traducción **supone un cambio de lenguaje**: vamos a cambiar de secuencia de nucleótidos de ARNm a secuencia de aa de una proteína.

Si los ac. nucleicos se escriben en un lenguaje con 4 letras correspondientes a las 4 bases nitrogenadas, su traducción a proteínas se deberá hacer en base a un lenguaje de 20 letras que son los 20 aa que constituyen las proteínas.

Está claro que un solo nucleótido no puede constituir la clave de un aa, tampoco 2 pueden traducir los 20 aa, ya que el número máximo de combinaciones diferentes sería de 16 ($C_{4,2} = 16$). Sin embargo, las combinaciones de 3 nucleótidos sí permiten ya la lectura de los 20 aa que constituyen las proteínas, pues se pueden combinar de 64 formas diferentes ($C_{4,3} = 64$).

Llamaremos **CODON** a cada triplete de bases que codifique para un aa. a todas las combinaciones posibles de codones que codifique para los distintos aa lo llamaremos **CÓDIGO GENÉTICO**.

Conocido el hecho de que existe una correspondencia entre codones y aa, el paso siguiente consiste en descifrar el código genético, o lo que es lo mismo averiguar que codones codifican para que aa. Una vez conseguido se constató que era el mismo para todos los seres vivos por lo que diremos que el código genético **ES UNIVERSAL**.

Dado que hay 64 codones para codificar a los 20 aa, resulta evidente que existe más de un codon para cada aa pero no para varios aa. Por ello diremos que el código genético **ES DEGENERADO**.

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

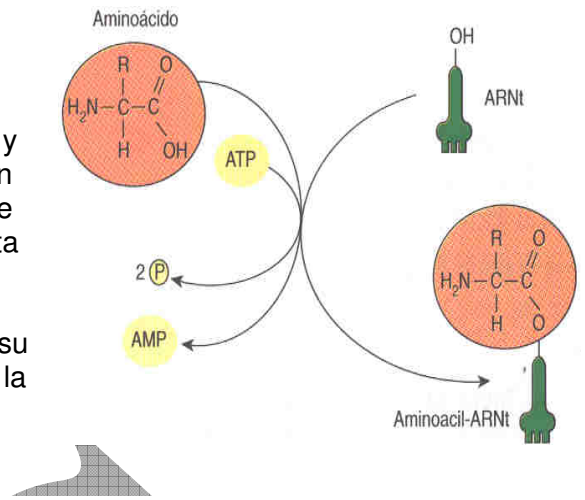
MECANISMO DE LA TRADUCCIÓN

PRIMERA FASE

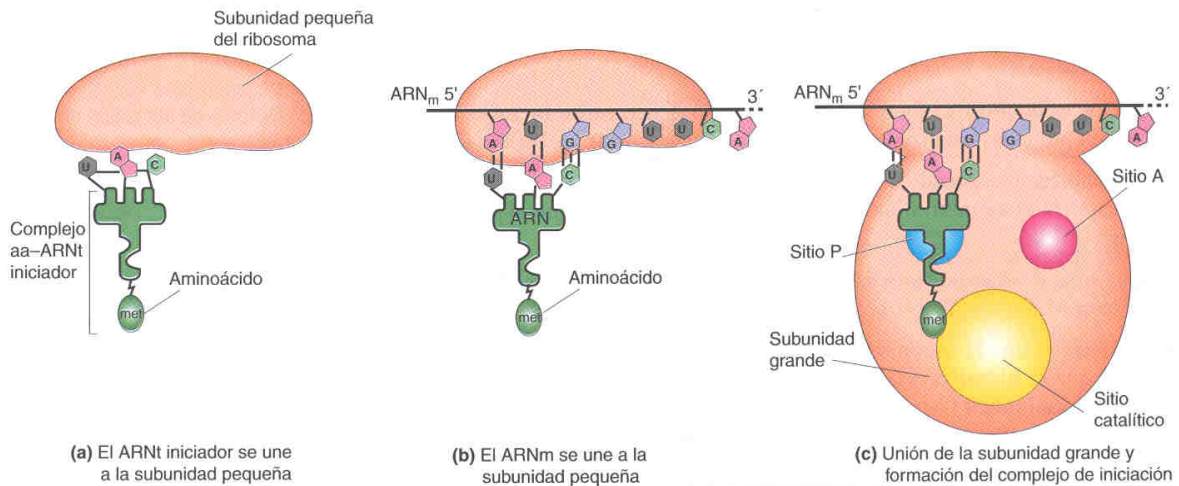
ACTIVACIÓN DE LOS aa que van a formar parte de la proteína y unión de cada uno de ellos a su ARN_t. Estas reacciones suponen un gasto de energía en forma de ATP que pasa a AMP + ppi y se lleva a cabo en el **citósol** de la célula. La enzima que cataliza esta unión es la aminoacil-ARNt-sintetasa, enzima muy estricta que reconoce sólo a un aa y a su ARNt específico.

Una unión incorrecta del ARNt con un aa que no corresponda a su **ANTICODÓN** dará origen a un error en la estructura primaria de la proteína, con las consecuencias que esto puede acarrear a su estructura terciaria y, por tanto, a su función.

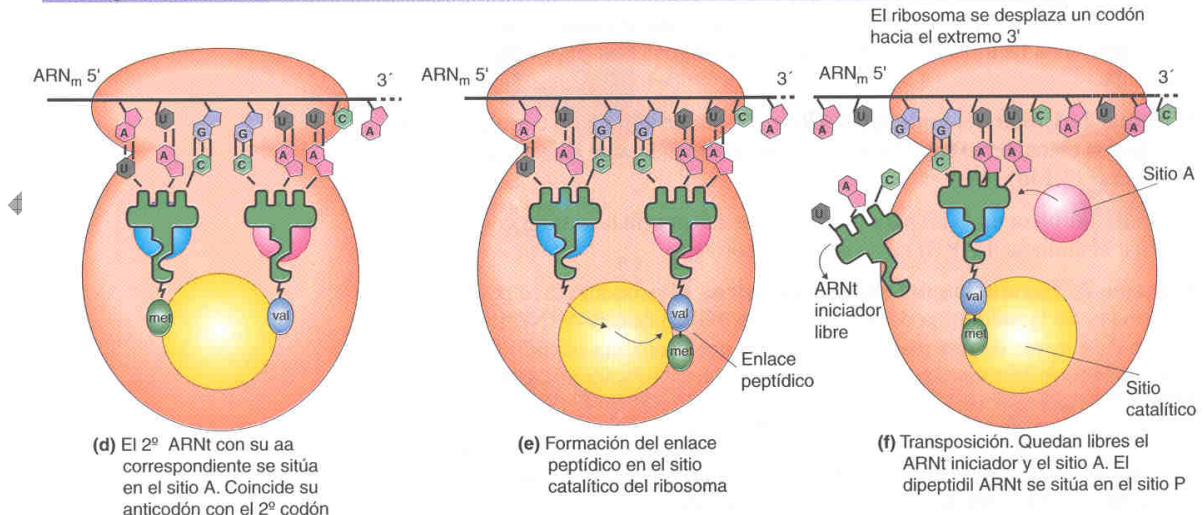
SEGUNDA FASE



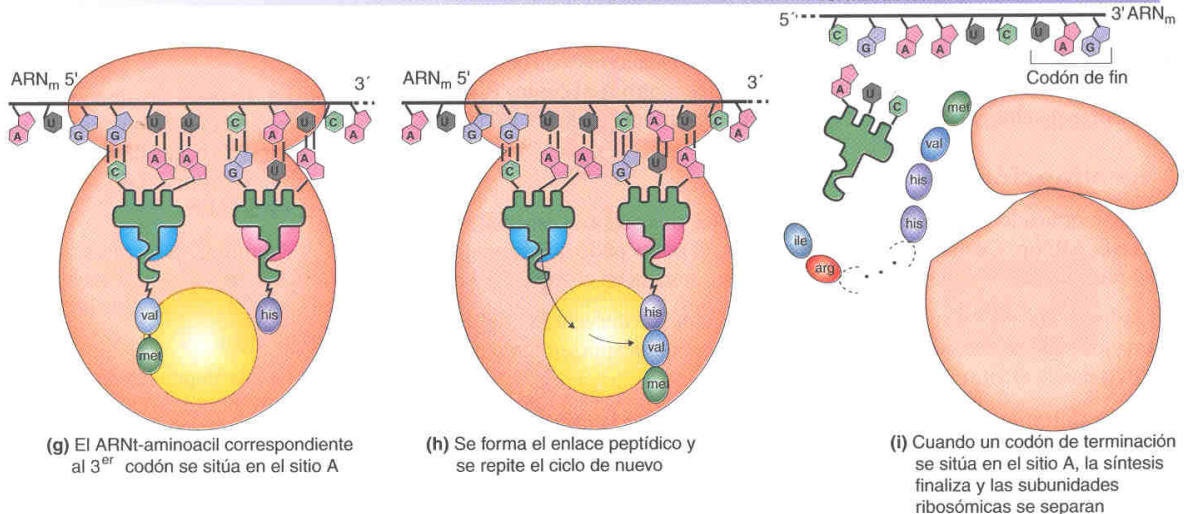
Iniciación



Elongación



Terminación



ALTERACIONES DEL MATERIAL GENÉTICO: MUTACIONES

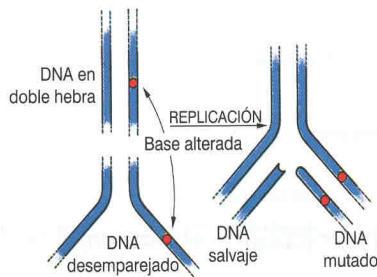
Las mutaciones son alteraciones en el material genético (ADN en las células y ADN o ARNm en los virus) de un individuo. Sus efectos pueden pasar desapercibidos externamente o provocar grandes cambios en el funcionamiento de los seres vivos que, pueden significar la aparición de graves enfermedades como el cáncer.

Desde el punto de vista evolutivo, las mutaciones son el origen de la variabilidad genética de las poblaciones; sin ellas, la evolución no se habría producido, pues no existiría la diversidad genética necesaria para permitir actuar a la selección natural.

Así, a pesar de ser negativas para la especie son positivas para la población, pues, si se produce un cambio en las condiciones del medio y estas son adversas para los individuos normales, la existencia de individuos mutantes hace que pueda haber algunos que si soporten esas nuevas condiciones y que, a través de ellos la especie no se extinga. En eso consiste la selección natural.

Por la tanto, las mutaciones permiten la evolución de las especies y con ellas la continuidad de la vida durante millones de años.

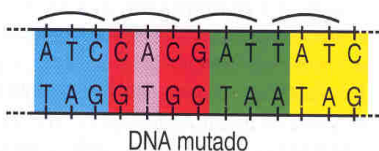
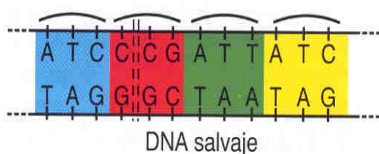
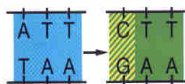
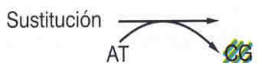
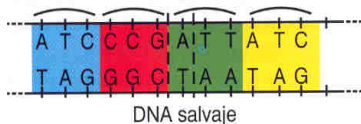
Estas alteraciones ocurren en una de las cadenas de ADN, generalmente en la fase en que éstas están separadas, y la cadena afectada actúa de molde para la síntesis de una cadena, que de esta forma copia la mutación.



TIPOS DE MUTACIONES	
Por su origen	Espontáneas o naturales
	Inducidas o artificiales
Por el tipo de células al que afectan	Somáticas
	Germinales
Por la viabilidad del mutante	Letales
	Patológicas
	Teratológicas
	Neutras o inocuas

CLASIFICACIÓN DE LAS MUTACIONES

Según la extensión del material genético afectado se distinguen tres tipos de mutaciones:



A partir de la inserción el resto de los tripletes se ha modificado.

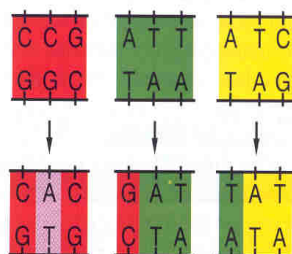
GÉNICAS O PUNTUALES: si afecta a la secuencia de nucleótidos de un gen.

1.1 mutaciones génicas por **sustitución**: cambio de una base por otra.

Puede ocurrir que la sustitución de la base no implique la sustitución de un aa por otro, ya que al estar el código genético degenerado, el nuevo triplete de bases codifique el mismo aa anterior.

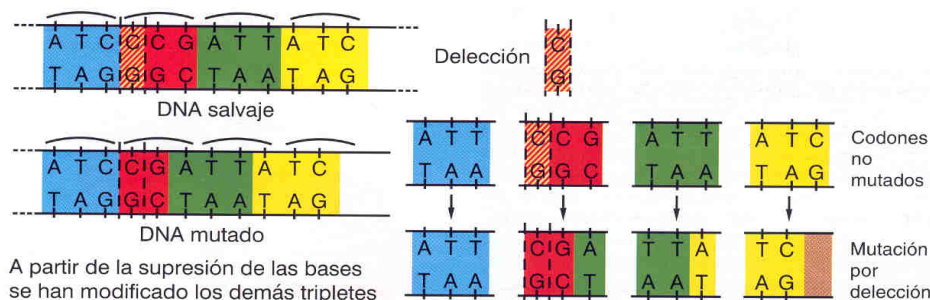
Por ejemplo, la leucina está codificada por los tripletes CUU, CUC, CUA y CUG, por tanto una mutación que supusiese la sustitución de la tercera base, no modificaría la lectura del mensaje, que seguiría codificando leucina.

Inserción → AT



1.2 mutaciones génicas por **adición**: se **añade una base**.

En este caso es prácticamente imposible que el mensaje no se altere, pues afecta a muchos más tripletes.

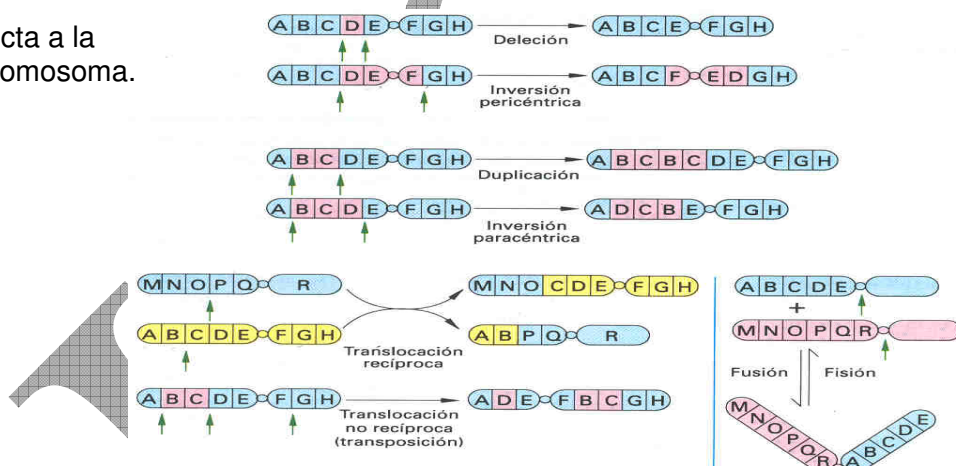


1.3 mutaciones por **delección**: se consigue cuando se suprime una base. De nuevo vuelve a ser prácticamente imposible que el mensaje genético no se altere, pues se ven afectados muchos tripletes.

SÍMIL: una adición o una delección de una letra (semejando un nucleótido con su base) provoca el cambio del mensaje a partir de la modificación.

CON LUZ VEO ESA HOZEL MENSAJE TIENE SENTIDO
 CON LZV EOE SAH OZDELECCIÓN DE UNA LETRA, MENSAJE SIN SENTIDO
 CON LRU ZVE OES AHO ZADICIÓN DE UNA LETRA, MENSAJE SIN SENTIDO

2.- CROMOSÓMICAS: si afecta a la secuencia de genes de un cromosoma.



3.- GENÓMICAS: si afecta al número de cromosomas. Distinguimos:

aneuploidía: consiste en la alteración de ejemplares de uno o más tipos de cromosomas. Por ejemplo:

1. **nulisomías**: ningún cromosoma de un par.
2. **monosomías**: un solo miembro de un par.
3. **trisomía**: tres miembros de un par.

euploidía: alteración en el número normal de dotaciones haploides (juegos de cromosomas). Por ejemplo:

1. **monoploidía** o haploidía: un solo ejemplar de cada par.
2. **poliploidía**: más de 2 ejemplares de cada tipo (triploidía, tetraploidía,...).

AGENTES MUTÁGENOS

Son aquellos factores que aumentan sensiblemente la frecuencia normal de mutación. distinguimos:

Agentes físicos: radiaciones

1. **no ionizantes**: las radiaciones ultravioleta favorecen la formación de dímeros de timina y formas tautoméricas.
2. **ionizantes**: los rayos x, rayos γ y las emisiones de partículas α y β causan rotura en los cromosomas promoviendo mutaciones cromosómicas y también pueden modificar las bases nitrogenadas promoviendo mutaciones puntuales.

Agentes químicos: sustancias mutágenas

1. **modificaciones de las bases nitrogenadas**. por ejemplo:
el HNO_2 provoca desaminación de las bases nitrogenadas.
2. **sustitución de una base por otra**. por ejemplo:
5 bromouracilo se sustituye por la timina.
2 aminopurina se sustituye por la adenina.
3. **intercalación de moléculas**. por ejemplo:
el benzopireno, presente en el humo del tabaco, provoca mutaciones al intercalarse entre las dos cadenas del ADN al unirlas covalentemente.

VIRUS

De las tres funciones vitales de todo ser vivo: nutrición, relación y reproducción, sólo cumple la de reproducción, lo cual les obliga a ser parásitos obligados. Se trata de **partículas acelulares**

Su **tamaño** es más pequeño que el de cualquier otra célula. No excede de 2.500Å.

Su **ciclo vital** consta de dos fases:

- extracelular**: donde son totalmente inertes y sin metabolismo propio.
- intracelular**: donde utiliza toda la maquinaria metabólica de la célula huésped para su reproducción.

1.- ESTRUCTURA DE LOS VIRUS

GENOMA VÍRICO

1 ó varias moléculas de ADN o ARN, pero nunca los dos a la vez:

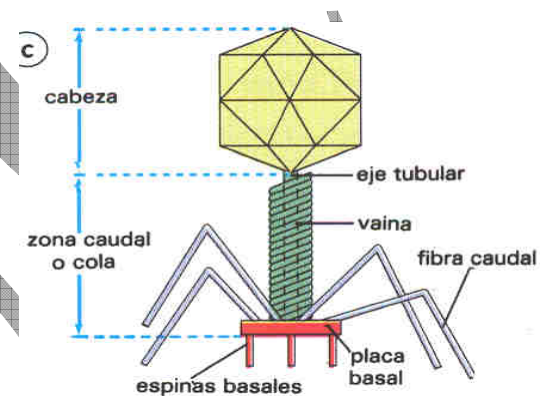
monocatenario: circular o lineal / bicatenario: circular o lineal

CÁPSIDE

Cubierta que protege al genoma vírico y permite el reconocimiento de los receptores de membrana de las células a las que parasita.

Vista la cápside a rX se observa que está formada por una serie de : unidades denominadas capsómeros, y según la disposición de éstos distinguimos:

- ❑ cápside icosaédrica
- ❑ cápside helicoidal
- ❑ cápside compleja:
 - cabeza: contiene el ácido nucleico
 - cola: adaptada a la inyección
 - Eje tubular
 - Vaina
 - Fibras caudales
 - Placa basal con espigas basales: con proteínas y enzimas para destruir la pared bacteriana y facilitar la penetración del ácido nucleico.



ENVOLTURA MEMBRANOSA

Rodean a la nucleocápside. Está formada por una doble capa lipídica y glucoproteínas implicadas en:

- reconocimiento de la célula huésped
- inducción a la penetración por fagocitosis.

2.- CICLO DE LOS VIRUS

CICLO LÍTICO

Característico del bacteriophago T₄: ADN bicatenario.

Provocan la **muerte** de la célula huésped. Fases:

a) Fase de fijación o adsorción

Ciertos componentes moleculares de la superficie de la célula huésped (proteínas o polisacáridos) inducen a la adhesión de los virus actuando como receptores.

Primero: se fijan con las puntas de las fibras caudales por enlaces químicos

Segundo: clavan las espigas basales

b) fase de penetración

Primero: mediante la acción de enzimas lisozimas de la placa basal perforan la pared celular bacteriana
Segundo: contraen la vaina de la cola e inyecta el ADN a través del orificio practicado.

c) fase de eclipse

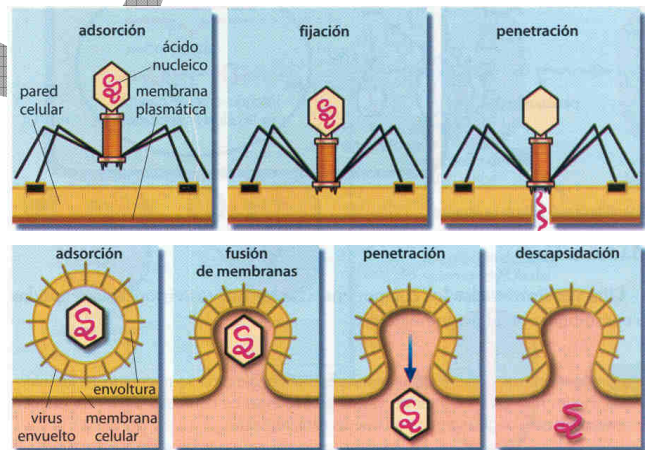
El pequeño filamento de ADN viral utiliza toda la maquinaria metabólica de la célula huésped para replicarse y sintetizar:

- ARN_m viral que sintetiza proteínas de la cápside
- enzimas endonucleasas que destruirán el ADN bacteriano impidiendo su replicación
- enzimas endolisinas que destruirán la pared bacteriana

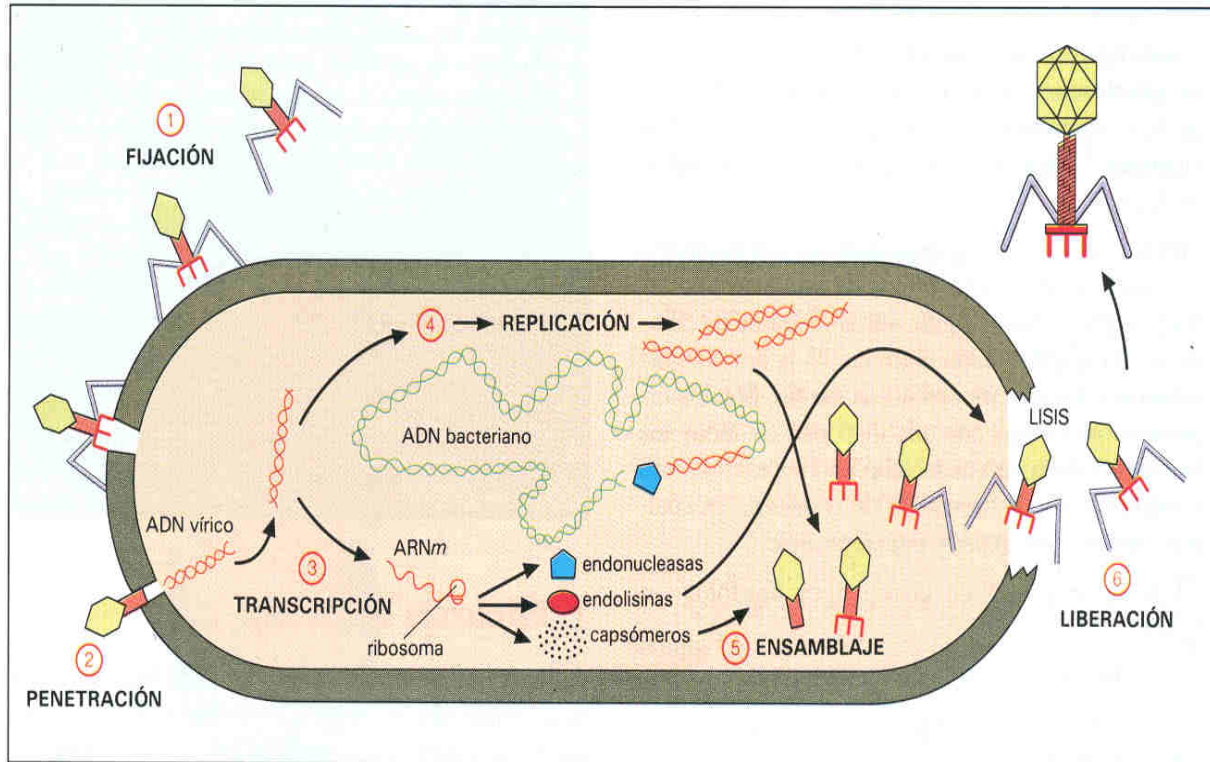
d) Fase de ensamblaje

Se reorganizan pequeños virus recién sintetizados

e) fase de lisis o liberación



La enzima endolisina induce la lisis de la bacteria, quedando liberados los virus hijos para infectar otra bacteria.

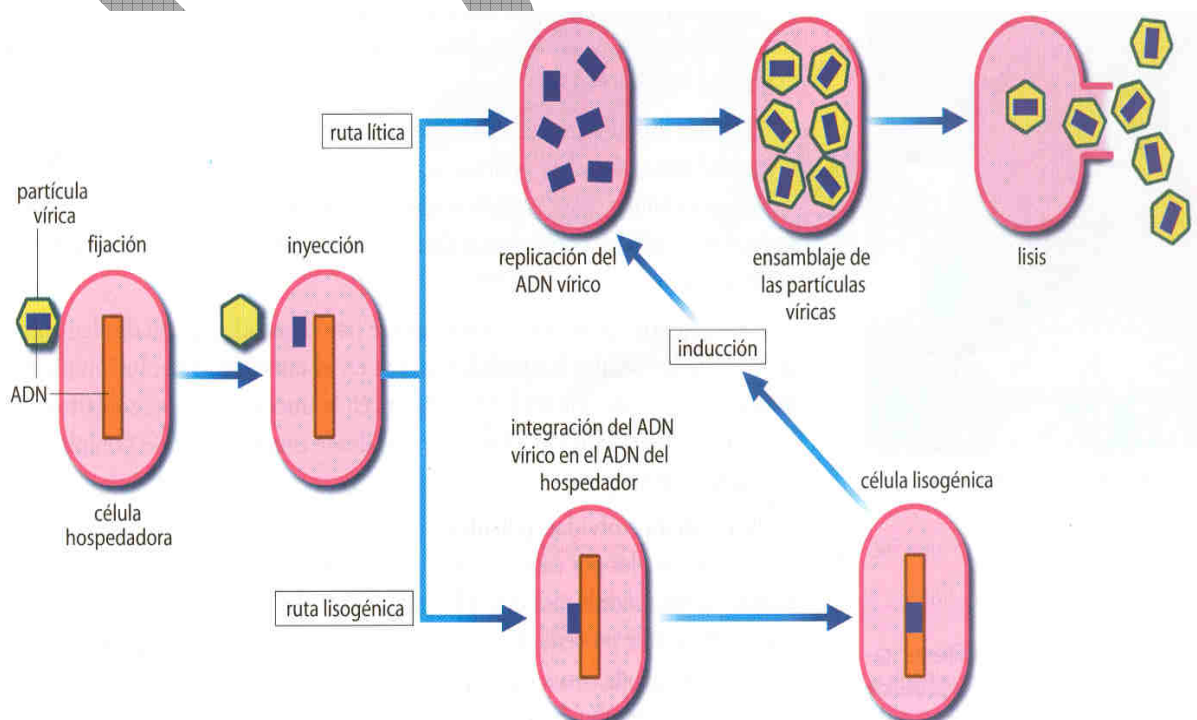


CICLO LISOGÉNICO

Algunos virus denominados atenuados o **profagos**, al infectar a una célula huésped **no le provocan la muerte**, sino que incorporan su material genético al de la célula huésped que entonces se denomina **lisogénica**.

El ADN del profago puede permanecer en este estado de **vida latente** durante varias generaciones hasta que un estímulo induzca el inicio del ciclo lítico.

Mientras la célula lisogénica se encuentre en estado de vida latente es **inmune** a una **reinfección** del mismo virus y esta inmunidad se heredará de generación en generación ya que el profago se hereda junto al ADN circular bacteriano.



BACTERIAS

Organismos **procariontes** muy **antiguos**, desde hace 3.500 millones de años. Y muy **versátiles**, hasta 2.500 especies
Son las mínimas unidades vitales (células) que cumplen las tres funciones vitales: **nutrición**, **relación** y **reproducción**.

4 tipos morfológicos: cuadro adjunto

MORFOLOGÍA BACTERIANA

1.- Cápsula bacteriana

Capa externa sin estructura definida. Presente en las **bacterias patógenas**

Funciones:

- regulación de los procesos de intercambio de H_2O , iones, y sustancias nutritivas con el medio externo
- por su alto contenido en H_2O actúa como mecanismo de resistencia ante la deshidratación del medio
- permite la adherencia entre bacteria y célula huésped
- permite la adherencia entre sí formando colonias
- acumular sustancias de desecho

2.- Pared bacteriana

Estructura **rígida y fuerte** que da **forma** a la bacteria.

Resistente a la acción de los **antibióticos**

3.- Membrana plasmática

Envoltura que rodea al citoplasma.

Membrana tipo unitaria (=eucariota) pero carente de esteroides.

4.- Ribosomas

Partículas globulares libres en número de 10.000. **Función:** síntesis de proteínas

5.- Pelos y fimbrias

Estructuras **huecas y tubulares** que aparecen en la superficie externa de algunas bacterias gram –

Constituidas por **moléculas proteicas**

fimbrias: cortas y muy numerosas sirven para **fijación al sustrato**

pelos: largos y poco numerosos (1 o 2 por bacteria) sirven para el **intercambio genético** durante la reproducción

6.- Flagelos

Prolongaciones finas cuya longitud es varias veces la de la bacteria. Su número varía de 1 a 100

7.- ADN bacteriano

Una sola molécula bicatenaria circular muy plegada y condensada en una región denominada **nucleoide**

A veces, puede haber 1 o varias moléculas pequeñas de ADN sueltas denominadas **plásmidos**

Está asociado a proteínas similares a las histonas

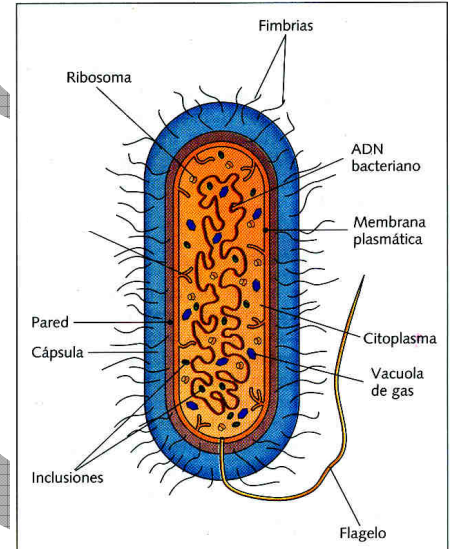
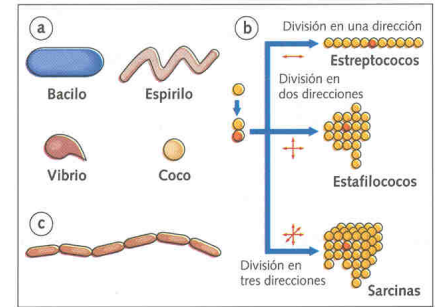
funciones: dirigir el funcionamiento de todo el metabolismo bacteriano
mantener y conservar la información genética

FISIOLOGÍA BACTERIANA

1.- NUTRICIÓN

Las bacterias que **utilizan oxígeno** para degradar la materia orgánica y la obtención del ATP se denominan **aeróbicas**. Desprenden CO_2 como producto residual.

Cuando **no utilizan el oxígeno** se denominan **anaeróbicas**. Degradan la materia orgánica mediante **fermentaciones**, en las que el aceptor final de electrones es otra molécula orgánica.



Tipo de nutrición	Fuente de energía	Fuente de materia	Ejemplo
Fotoautótrofa	Luz	Materia inorgánica	<i>Chlorobium</i>
Fotoheterótrofa	Luz	Materia orgánica	<i>Rhodospirillum</i>
Quimioautótrofa	Compuestos inorgánicos	Materia inorgánica	<i>Nitrobacter</i>
Quimioheterótrofa	Compuestos orgánicos	Materia orgánica	<i>Mycobacterium</i>

2.- RELACIÓN

Ante numerosos estímulos ambientales las bacterias responden con:

a) cambios en su actividad metabólica y/o de comportamiento

Forman endosporas, cuya función es: proteger el ADN bacteriano y el resto del contenido citoplasmático reduciendo la actividad metabólica al estado de vida latente. Cuando las condiciones sean favorables, germinan y dan lugar a una nueva bacteria (vida vegetativa).

b) movimientos

denominados **tactismos**: **positivos** (si son de **acercamiento**) o **negativos** (si son de **alejamiento**)

Distinguimos;

1. **quimiotaxis**: por **concentraciones de sustancias**
2. **fototaxis**: por la **luz**
3. **aerotaxis**: por la **concentración de oxígeno**

3.- REPRODUCCIÓN

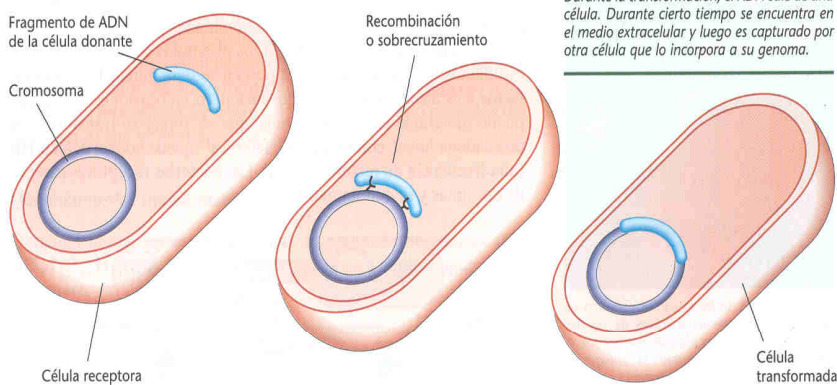
Asexual sin intercambio de material genético: **BIPARTICIÓN**

Parasexual: con intercambio de material genético.

Distinguimos

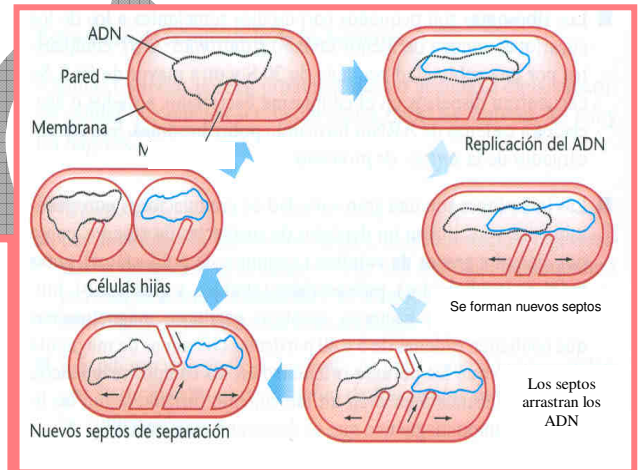
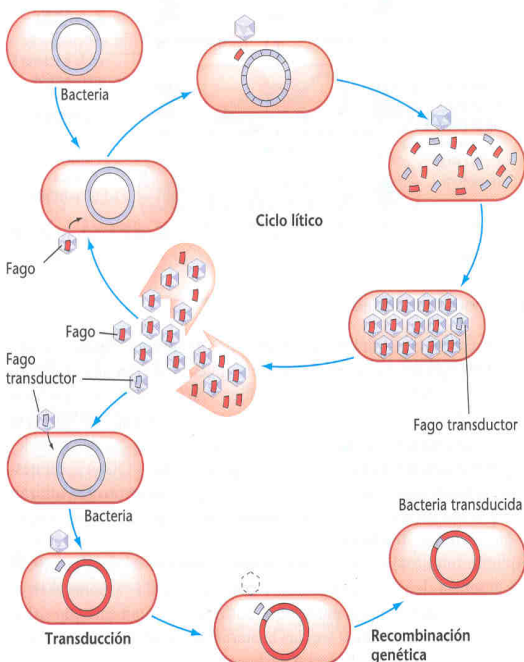
TRANSFORMACIÓN

Es el intercambio genético producido cuando una bacteria capta fragmentos de **ADN** de otra bacteria que se encuentran dispersos en el medio donde vive.

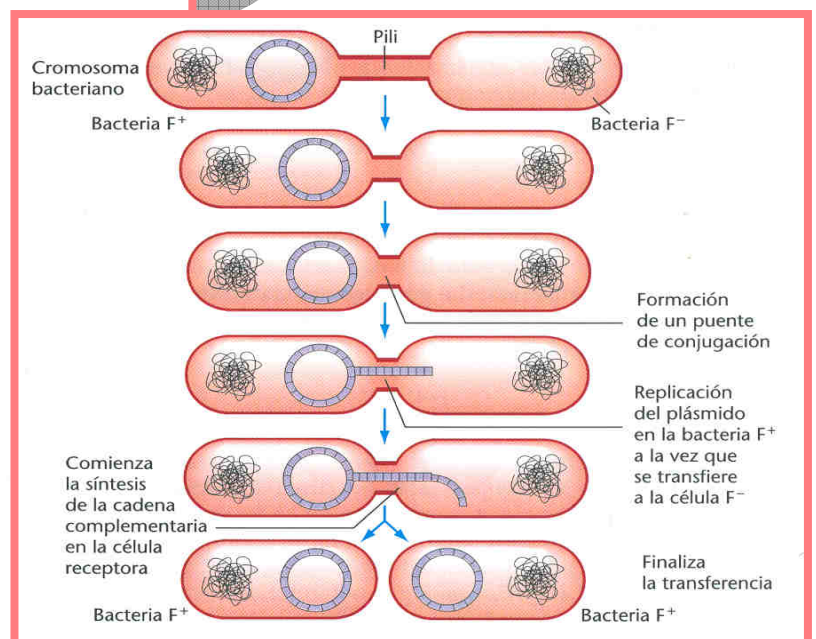


TRANSDUCCIÓN

Es la transferencia de material genético de una bacteria a otra a través de un **virus bacteriófago**, que se comporta como **vector** intermedio entre las dos bacterias.



CONJUGACIÓN



INMUNOLOGÍA

El mundo que nos rodea está lleno de gran cantidad de agentes infecciosos de distinta forma, tamaño y composición, que nos utilizarían alevosamente para la propagación de sus genes, si no desarrolláramos una serie de mecanismos de defensa, como mínimo, tan ingeniosos como los de ellos.

Así, definimos: **INMUNIDAD** como la capacidad de un organismo para distinguir las estructuras (células, tejidos, órganos...) que son parte legítima de sí mismo, denominados patrón, y diferenciarlas de cualquier elemento extraño procedente o no del exterior.

Sustancias capaces de desencadenar la respuesta inmune:

A) procedentes del exterior :	B) procedentes del interior
1.- agentes infecciosos como virus, bacterias y sus productos 2.- protozoos, parásitos multicelulares y sus productos 3.- contaminantes ambientales, medicamentos....	1.- células transformadas o neoplásicas 2.- sustancias endógenas segregadas durante los procesos de inmunidad

1.- BARRERAS NATURALES

En primer lugar, existen una serie de barreras externas que impiden la entrada indiscriminada de los agentes patógenos.

Si éstos patógenos logran atravesarlas, entra en acción el sistema inmunitario

2.- SISTEMA INMUNITARIO

2.1 sus **funciones** son:

1. **detectar la entrada de agentes patógenos** en el organismo
2. **eliminar los patógenos** de los tejidos y órganos donde se localicen
3. **prevenir una segunda infección** por parte del mismo patógeno, en la mayor parte de los casos

2.2 **componentes** del sistema inmunitario

Todos estos componentes actúan de manera coordinada; los órganos linfoides sintetizan y almacenan las células inmunitarias, o leucocitos, que a su vez segregan las moléculas inmunitarias.

ÓRGANOS LINFÓIDES. Distinguimos:

1. **Primarios:** en ellos tiene lugar la formación y maduración de las células inmunitarias. están en contacto con los capilares sanguíneos, por lo que las células inmunitarias pueden circular libremente por la sangre.
 - a. **médula ósea:** localizada en el interior de las vértebras, costillas, esternón, huesos de la pelvis y huesos largos. Está formada por células hematopoyéticas, es decir, células que se diferencian para dar lugar a las células sanguíneas, como los distintos tipos de leucocitos, entre los que destacan los linfocitos.
 - b. **timo:** órgano de pequeño tamaño situado en la parte central y superior del tórax. En él se almacenan y maduran linfocitos procedentes de la médula ósea.
2. **Secundarios:** **ganglios linfáticos, bazo y tejido linfoide.** en estos órganos se almacenan y reproducen las células inmunitarias procedentes del timo y la médula ósea roja.

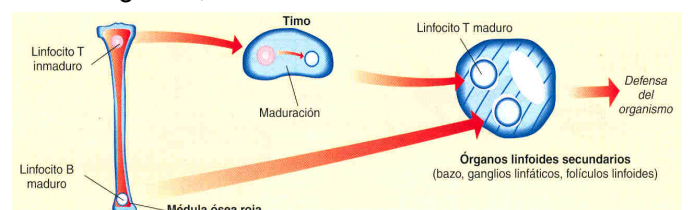
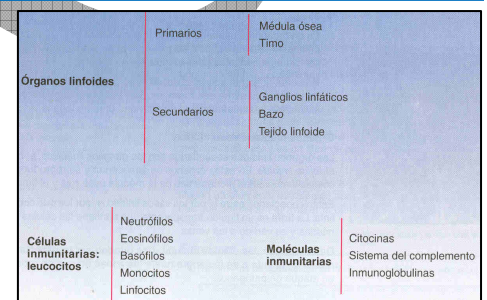
CÉLULAS INMUNITARIAS

1. **monocitos:** abundantes en el hígado, pulmones, piel, sistema nervioso y huesos. una vez llegados al lugar de infección se transforman en **macrófagos** cuya función va a consistir en fagocitar las sustancias extrañas
2. **linfocitos:** a diferencia del resto de los leucocitos no pueden formar pseudópodos, y por tanto, **no fagocitan**. sin embargo, tienen capacidad para reconocer antígenos, concretos.

Existen básicamente dos tipos de linfocitos:

- ✓ **linfocitos T:** se originan en la médula ósea roja y luego se trasladan al timo donde maduran, se diferencian (tc, th y ts) y son funcionales.

	Barreras externas	Actividad
Mecánicas	Capa externa de la epidermis	Las células muertas de la superficie de la piel forman una capa en la que quedan adheridos microorganismos y virus. Con la descamación de esta capa, los agentes patógenos se desprenden.
	Cerumen y pelos del conducto auditivo externo	Retienen los cuerpos extraños en el oído externo, lo que impide su penetración en el oído medio y en el interno.
	Mucus de la mucosa respiratoria	Los patógenos quedan atrapados en el mucus y los cilios de las células superficiales provocan la tos y los estornudos que ayudan a expulsarlos.
Químicas	Sudor y sebo de la piel	Forma una capa ácida y grasa sobre la piel que impide el desarrollo de agentes patógenos.
	Saliva	Contiene <i>lisozima</i> , un enzima que impide el desarrollo de agentes patógenos.
	Lágrimas	Contienen <i>lisozima</i> , que impide el desarrollo de agentes patógenos.
Biológicas	Jugos gástricos	El ácido clorhídrico que contienen los jugos gástricos destruye los agentes patógenos.
	Bacterias de la flora intestinal	Ocupan de manera natural el intestino y, cuando se establece una relación de competencia con un agente patógeno, habitualmente presentan ventaja e impiden el desarrollo de éste.
	Bacterias de la flora vaginal	Ocupan de manera natural la mucosa vaginal, e impiden el desarrollo de agentes patógenos.



- ✓ **linfocitos B**: se originan, diferencian y maduran en la médula ósea roja

Ambos linfocitos ya maduros se liberan a la sangre y la linfa para actuar contra los agentes patógenos.

MOLÉCULAS INMUNITARIAS. ANTICUERPOS

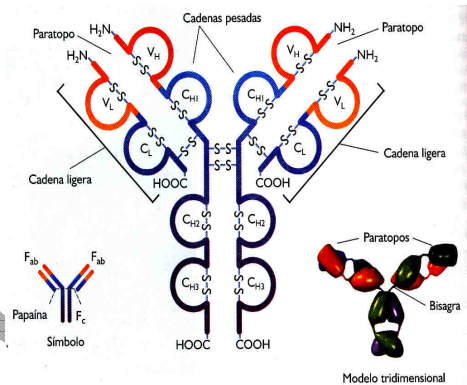
También llamadas **inmunoglobulinas o gammaglobulinas**, son proteínas que se encuentran en la sangre y líquido extracelular de los distintos tejidos

Son sintetizadas por los linfocitos B, ante la presencia de partículas extrañas al organismo denominadas antígenos.

Todos los anticuerpos tienen una estructura similar:

1. **dos cadenas pesadas** de 450 aa
2. **dos cadenas ligeras** de 212 aa.

Unidas por puentes disulfuro y en las que se distingue una región **constante** y común a todos y una región **variable** (en naranja) donde se localiza el **parátipo** o lugar exacto de anclaje del **epitopo** del antígeno. Es por ello que en esta región variable es donde radica la especificidad de los anticuerpos.



RESPUESTA INMUNITARIA

Se trata del conjunto de reacciones químicas y celulares que desencadena el sistema inmunitario ante un agente patógeno que logra atravesar las barreras naturales

La destrucción de los patógenos es un **proceso complejo** debido a que se reproducen con gran rapidez y se extienden por los tejidos. Por ello el sistema inmunitario actúa utilizando diversos tipos celulares y moléculas cuya actividad se complementa y coordina.

Se pueden producir dos tipos de respuesta inmunitaria: inespecífica y específica.

RESPUESTA INMUNITARIA INESPECÍFICA

Se denomina así porque la respuesta es idéntica para cualquier tipo de patógeno. Distinguimos:

1.- LOS FAGOCITOS

- a) **neutrófilos**: vida media corta, dos o tres días y puede fagocitar de cinco a veinticinco agentes patógenos antes de morir.
- b) **monocitos**, que cuando llegan al lugar de infección reciben el nombre de **macrófagos**, los cuales antes de morir pueden llegar a fagocitar hasta cien microorganismos patógenos.

2.- RESPUESTA INFLAMATORIA

Cuando una estructura extraña consigue atravesar las barreras naturales, el organismo invadido reacciona rápidamente con la respuesta inflamatoria, que a su vez activa y coordina las otras defensas inespecíficas.

Se caracteriza por:

- a) **calor local**: la zona afectada está más caliente debido a que algunas citocinas segregadas por los neutrófilos ejercen este efecto para dilatar los capilares y que tenga lugar la **diapédesis**
- b) **color**: se produce debido a la dilatación de los capilares sanguíneos
- c) **edema**: al aumentar la permeabilidad capilar, se produce una salida de plasma sanguíneo hacia la zona afectada, lo que origina la hinchazón de ésta.
- d) **dolor**: se trata de un estímulo muy beneficioso porque con ello se tiende a inmovilizar la zona afectada y de esta forma se impide la dispersión del patógeno vía sanguínea.

El resultado es la formación de un líquido amarillento y maloliente lleno de restos celulares y partículas del patógeno que recibe el nombre de **pus**

Una vez destruido el patógeno, la zona afectada recupera su estado normal anterior a la infección

1. los **macrófagos eliminan los restos** de las células y del patógeno
2. **disminuye progresivamente la dilatación** de los capilares
3. se **regenera el tejido afectado** mediante la división de las células

RESPUESTA INMUNITARIA ESPECÍFICA

En el caso de que la respuesta inmunitaria inespecífica sea insuficiente y la infección avance, se pone en acción la respuesta específica caracterizada por ser específica para cada agente patógeno. Corre a cargo de los linfocitos: T y B.

MECANISMO DE ACCIÓN DE LA INMUNIDAD ESPECÍFICA

1. **Identificación y reconocimiento del antígeno**
2. **Activación de los linfocitos** tras el reconocimiento del antígeno.

3. Desencadenamiento de la respuesta inmunitaria:

- los **linfocitos B** activados derivan a **células plasmáticas** (sintetizan anticuerpos) y **células de memoria** (memoria inmunológica para una segunda infección)
- los **linfocitos T** destruyen las células diana

TIPOS DE RESPUESTA ESPECÍFICA

A) RESPUESTA INMUNITARIA HUMORAL

Se denomina inmunidad humoral al conjunto de mecanismos inmunitarios en los que intervienen proteínas específicas, denominadas **anticuerpos**, fabricadas por los linfocitos B, contra antígenos extraños que se difunden por los fluidos del organismo.

Una vez que se ha activado el linfocito en cuestión se sigue un mecanismo de selección clonal que conduce a la formación de células **plasmáticas** que sintetizan anticuerpos y células de **memoria**, de vida ilimitada, y por la que queda inmunizado el individuo frente a ese agente patógeno. Su **mecanismo de acción es a distancia**.

B) RESPUESTA INMUNITARIA CELULAR

Llevada a cabo por los linfocitos T, que destruyen los patógenos in situ, por tanto, su **radio de acción es limitado** ya que su membrana es necesario que entre en contacto directo con ellos.

TIPOS DE INMUNIDAD

Se dice que un organismo es inmune cuando ante determinado Ag es capaz de destruirlo o desactivarlo sin sufrir ninguna patología. La inmunidad puede ser:

1.- CONGÉNITA: se nace con ella. El hombre es inmune a la peste aviar y el perro al tétanos, por ejemplo.

2.- ADQUIRIDA: después del nacimiento

2.1.- activa: el cuerpo sintetiza los Ak

2.1.1.- natural: se consigue cuando el individuo ante una enfermedad, sintetiza sus propios Ak y sus células de memoria quedan activadas para una segunda reinfección. Ejemplo el sarampión.

2.1.2.- artificial: mediante **vacunas**. Carácter **preventivo**, no curativo.

2.2.- pasiva: los Ak los sintetiza otro organismo.

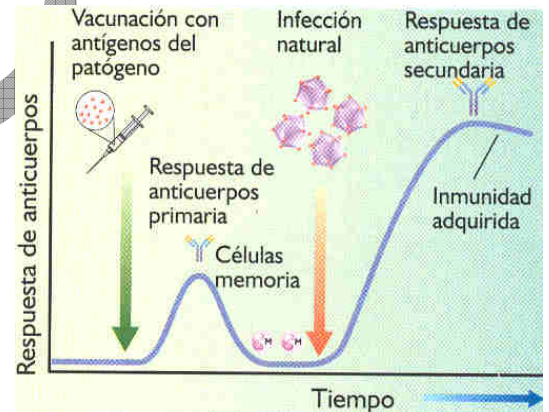
2.2.1.- natural: transferencia de ak de la madre al feto a través de la placenta.

2.2.2.- artificial: denominada **sueroterapia**, tiene efecto **curativo** pero éste no es duradero pues al no intervenir el organismo en su síntesis **no existe memoria inmunológica**.

La **vacunación** induce la selección clonal de linfocitos B y T específicos, lo que produce una población de células de memoria. En el momento que el organismo se ve expuesto de nuevo a la presencia del antígeno se produce una **respuesta secundaria más rápida y más eficaz que la primaria**.

Tipos de antígenos utilizados en la preparación de vacunas:

- microorganismos **vivos** pero atenuados para reducir su virulencia
- microorganismos **mueritos** pero físicamente intactos
- toxinas inactivadas**
- fragmentos subcelulares**



IMMUNOPATOLOGÍAS

El sistema inmune no es perfecto. En determinados momentos se desencadenan reacciones de hipersensibilidad muy intensas que se manifiestan a través de alergias, choques anafilácticos y enfermedades de autoinmunidad.

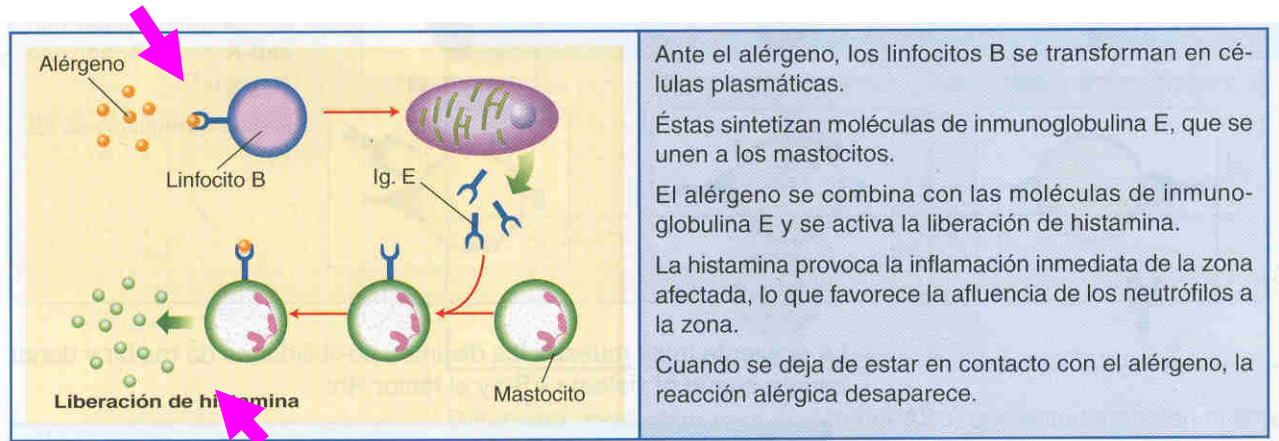
CAUSA	GRUPO DE PATOLOGÍAS	EJEMPLO
Reacción a los propios componentes corporales	AUTOINMUNIDAD	Esclerosis múltiple
Fallo de la inmunovigilancia ante células malignas	CÁNCER	Sarcoma
Respuesta inadecuada y exagerada a sustancias inócuas	HIPERSENSIBILIDAD	Alergias
Ausencia de algún componente del sistema inmune	INMUNODEFICIENCIA	SIDA
No aceptación de tejidos de otros individuos	RECHAZO DE TRANSPLANTES	Transfusiones sanguíneas

HIPERSENSIBILIDAD: ALERGÍAS

Se trata de una respuesta del sistema inmune que crea anticuerpos ante moléculas presentes en el polen, polvo, alimentos, etc. y que normalmente son inocuas para el organismo. Estas moléculas se denominan "alergenos"

Están implicadas unas células del tejido conectivo denominadas **mastocitos** y que contienen en su citoplasma numerosos gránulos de sustancias inflamatorias, principalmente histamina.

Primer contacto



Segundo contacto

1. dilatan los vasos sanguíneos
2. aumentan la permeabilidad de los capilares

Y que como consecuencia producen hinchazón y enrojecimiento de la zona afectada.

Tratamiento: administrar antihistamínicos que compiten con la histamina por los receptores de las células diana o blanco, lo que evita los efectos de estos.

REACCIONES DE AUTOINMUNIDAD

En una persona sana, los linfocitos reconocen los componentes del organismo y los diferencian de las sustancias ajenas; esta capacidad se denomina **tolerancia inmunológica**.

Si este mecanismo falla, los linfocitos pueden sintetizar anticuerpos contra células de los propios tejidos. En este caso, se inicia una enfermedad degenerativa, ya que el sistema inmunitario destruye células del propio organismo. Debido a que se actúa contra el propio organismo, se denomina enfermedad autoinmune.

El fallo en el mecanismo de tolerancia puede tener diversas causas, que aún no se conocen con exactitud. Existen factores hereditarios que pre-disponen a este tipo de alteración.

El caso más frecuente es que una enfermedad autoinmune se inicie después de haber padecido determinadas enfermedades infecciosas, ya que algunos patógenos poseen en su cubierta proteínas similares a las células que parasitan.

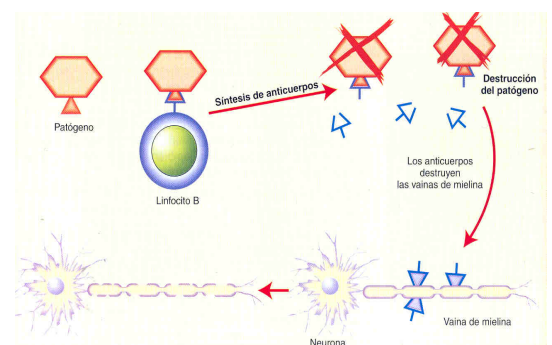
Es el caso de la **esclerosis múltiple**, una enfermedad degenerativa del sistema nervioso que se asocia a la infección por un tipo de adenovirus. Este virus posee en su cápsida proteínas similares a la mielina que recubre las células nerviosas.

En algunas personas, una vez eliminado el patógeno, puede ocurrir que el sistema inmunitario siga reconociendo esas proteínas, que ahora sólo forman parte de los tejidos propios, como si pertenecieran al patógeno, y destruya la mielina.

En este caso se desencadena la esclerosis múltiple, que produce una progresiva pérdida de la fuerza muscular, parálisis, alteraciones de la sensibilidad y trastornos en la coordinación de los movimientos.

Causas:

- 1.- predisposición genética
- 2.- pérdida de linfocitos T que impiden el control sobre la síntesis de Ak que acaban volviéndose contra el propio cuerpo



INCOMPATIBILIDAD DEL FACTOR Rh

Los eritrocitos, o glóbulos rojos, tienen unas proteínas en la superficie de su membrana capaces de producir una respuesta inmunitaria, por lo que se consideran antígenos.

El factor Rh es un sistema de grupos sanguíneos basado en la presencia o ausencia de una proteína denominada D en la membrana de los glóbulos rojos. Existen dos variantes para el factor Rh:

1. Rh+, si tienen la proteína D.
2. Rh-, si no tienen la proteína D.

Las personas del grupo Rh- sintetizan anticuerpos contra la proteína D, que actúa como antígeno.

Del mismo modo que para el sistema ABO, existen incompatibilidades sanguíneas entre donantes y receptores en las transfusiones para el factor Rh.

Cuando una persona Rh- recibe por transfusión sangre Rh+, el sistema inmunitario reconoce las proteínas D como antígenos y se desencadena una respuesta inmunitaria específica

Una transfusión llevada a cabo entre grupos sanguíneos incompatibles puede tener consecuencias muy graves, e incluso causar la muerte del receptor. Sin embargo, es muy improbable que se utilice sangre incompatible en una transfusión.

Averiguar a qué grupo sanguíneo del sistema ABO y Rh pertenece una persona es una prueba sencilla que se lleva a cabo en el laboratorio y debe realizarse antes de una transfusión.

1. se utiliza una muestra de la sangre del receptor y unos reactivos, uno que contiene el anticuerpo anti-A, otro con anticuerpo anti-B y otro con anti-D.
2. se mezcla cada uno de los reactivos con una gota de sangre.
3. si la sangre presenta el antígeno para el anticuerpo que se está probando, ambos se combinan y se forman unos grumos. esta reacción es conocida como **aglutinación**.

Grupo sanguíneo	Antígeno de superficie	Sintetiza los anticuerpos
Rh ⁺	D 	No sintetiza anticuerpos anti-D.
Rh ⁻		Anti-D 

Grupo sanguíneo	Antígeno de superficie	Sintetiza los anticuerpos
A	A 	Anti-B 
B	B 	Anti-A 
AB	A B 	No sintetiza anticuerpos
O		Anti-A Anti-B 

Sangre + anti-A



Sangre + anti-B



Sangre + anti-D



Existe aglutinación con anti-A y anti-B, pero no con anti-D.

El grupo sanguíneo es AB Rh⁻.

El factor Rh plantea problemas cuando la madre es Rh- y el niño Rh+. El primer parto es normal, pero pasa sangre del niño a la madre, con antígenos anti Rh+ sensibilizándola. La madre produce anticuerpos contra el Rh+ que permanecen en su sangre.

Si el segundo hijo es también Rh+, al final del embarazo, los anticuerpos maternos producidos en el primer parto, reaccionan con los glóbulos rojos del feto, y los destruyen (eritoblastosis fetal)
 Esto se previene inyectando a la madre, tres días antes del primer parto, una dosis de anticuerpos contra los glóbulos rojos Rh+. Así se destruyen las células fetales antes de pasar a la madre y originen síntesis de anticuerpos en ella.

BIOTECNOLOGÍA: INGENIERÍA GENÉTICA

También conocida como **tecnología del ADN recombinante** o **manipulación genética**,
Se empieza a estudiar en los años sesenta como culminación del desarrollo de la genética molecular.

DEFINICIÓN:

Fragmentación, reconocimiento y reconstrucción del ADN.

¿QUÉ CONSTRUYEN LOS INGENIEROS GENÉTICOS?

ADN recombinante

¿QUÉ ES EL ADN RECOMBINANTE?

Moléculas de ADN producidas por la combinación de moléculas preexistentes o sintetizadas "in situ".

¿QUÉ ES LA TRANSFERENCIA DE GENES?

Proceso mediante el cual parte del genoma (conjunto de genes de un individuo) se transfiere de una célula a otra integrándose en el genoma de la receptora y expresándose a continuación ésta como un nuevo organismo con características de ambos organismos de los que procede.

¿CÓMO SE MANIPULAN LOS GENES?

1. aislamiento del gen específico: para aislar, seleccionar la información genética, necesitamos un instrumental muy preciso, los enzimas.

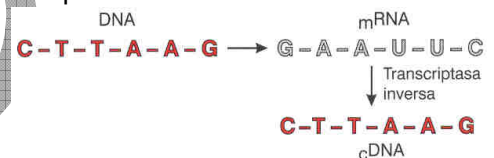
De esta forma se aísla el gen deseado. Por ejemplo, la enzima **ECO-R1** reconoce solamente la secuencia inferior señalada en la figura siguiente, que es precisamente la que corta:



Este gen se transcribe al ARNm que se utiliza para la expresión del gen. Este ARNm, gracias a la enzima transcriptasa inversa descubierta en 1969, se utiliza para formar un filamento de ADN complementario o ADNc

2. introducción de este gen en otra célula de un organismo vivo. Para que un ADN intruso no sea

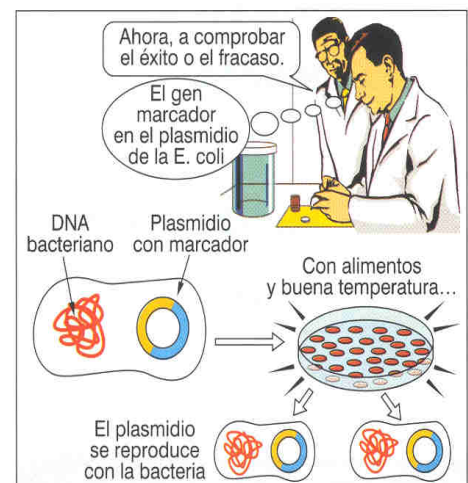
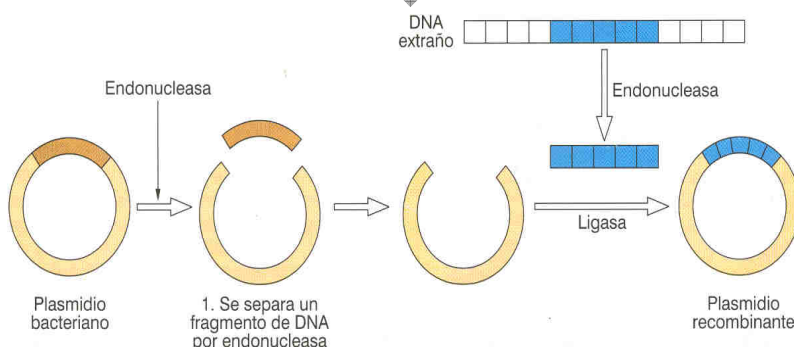
rechazado por el ADN de la célula huésped y para que además se replique en ella, debe ser ligado a una molécula de ADN presente normalmente en la célula. Estas moléculas reciben el nombre de **vectores**, de los que se utilizan dos tipos: plásmidos y bacteriofagos



Los primeros son elementos genéticos presentes normalmente en las bacterias y están formados por moléculas de adn que se replican independientemente del cromosoma bacteriano.

Los segundos ya vimos cómo actúan en el ciclo lisogénico de los virus.

3. Incorporación del gen al genoma de la célula huésped: para incorporar el nuevo gen al ADN del plásmido, se saca primero a éste de la bacteria y se le corta un trozo de ADN. En su lugar se inserta el gen cuya incorporación pretendemos, uniendo este nuevo fragmento de ADN (gen) mediante las enzimas ligasas. De esta forma hemos obtenido un ADN recombinante que se introduce de nuevo en la bacteria y se multiplica con ella.



APLICACIONES DE LA INGENIERÍA GENÉTICA

Agricultura

Plantas transgénicas, hibridación somática, micropropagación.

Ganadería

Animales quiméricos, transgénicos y clónicos.

Alimentación

Proteínas unicelulares (pienso), alimentos transgénicos.

Medicina y Farmacología

Técnicas de reproducción asistida, nuevas vacunas, terapia génica, medicamentos en organismos transgénicos.

Industrias

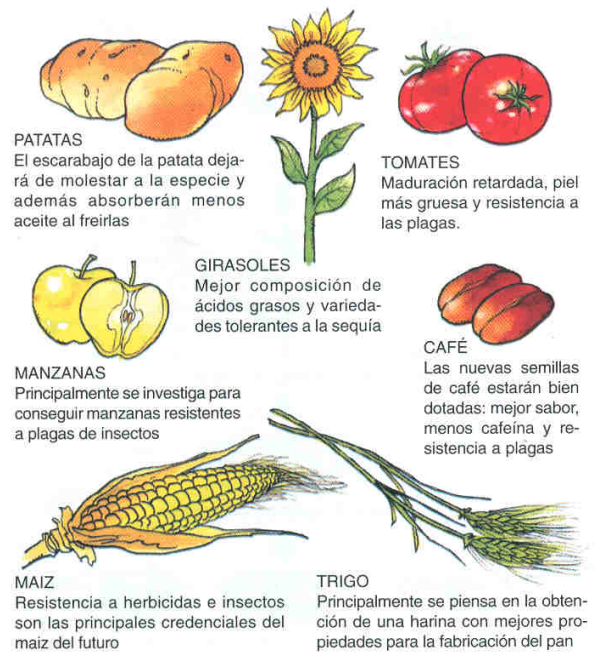
Biocombustibles, recursos minerales, enzimas, biosensores.

Medio ambiente

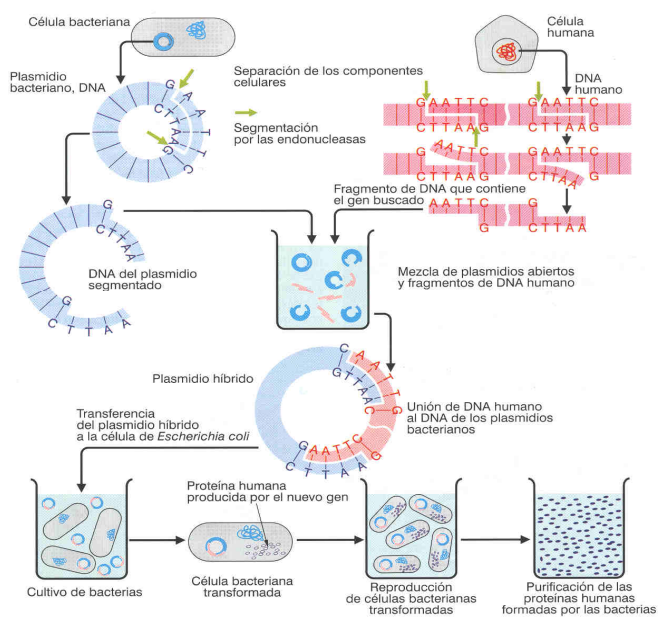
Tratamiento de residuos, conservación de genomas.

Otras áreas

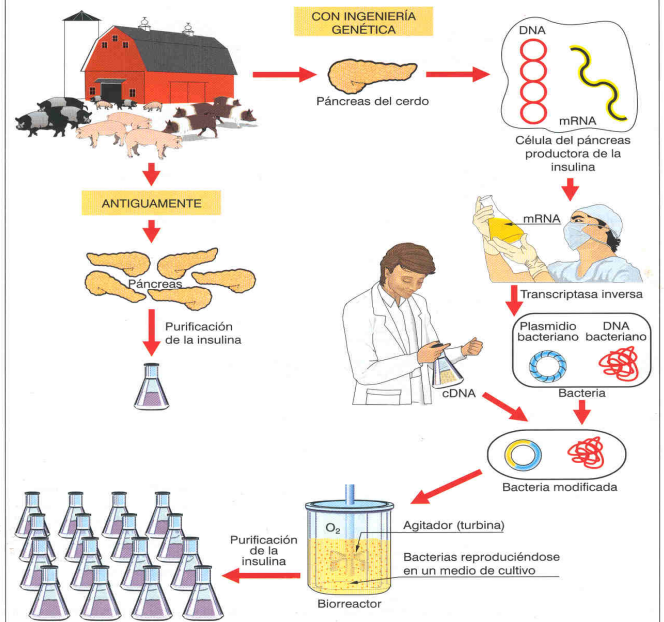
Huella genética, recuperar ADN de seres extinguidos, relaciones entre especies o grupos étnicos.



Desde el principio hasta el final: Esquema de la síntesis de una proteína fabricada por bacterias



Cómo se obtenía y cómo se obtiene la insulina mediante ingeniería genética



LA BIOTECNOLOGÍA, EL DERECHO Y LA ÉTICA

PROBLEMA

1. ¿Puede verse afectada la relación entre polinizadores y plantas transgénicas?
2. ¿Pueden las plantas transgénicas resistentes a herbicidas transmitir su resistencia a malas hierbas emparentadas con ellas?
3. ¿Pueden las bacterias transmitir información genética en condiciones naturales, entre ellas o a través de virus?
4. ¿Pueden contener los alimentos elaborados con materiales manipulados genéticamente, algún peligro?

RESPUESTA

Estudios realizados con abejas señalan que el tiempo de libación de éstas en colza transgénica es más corto que en colza no transgénica.

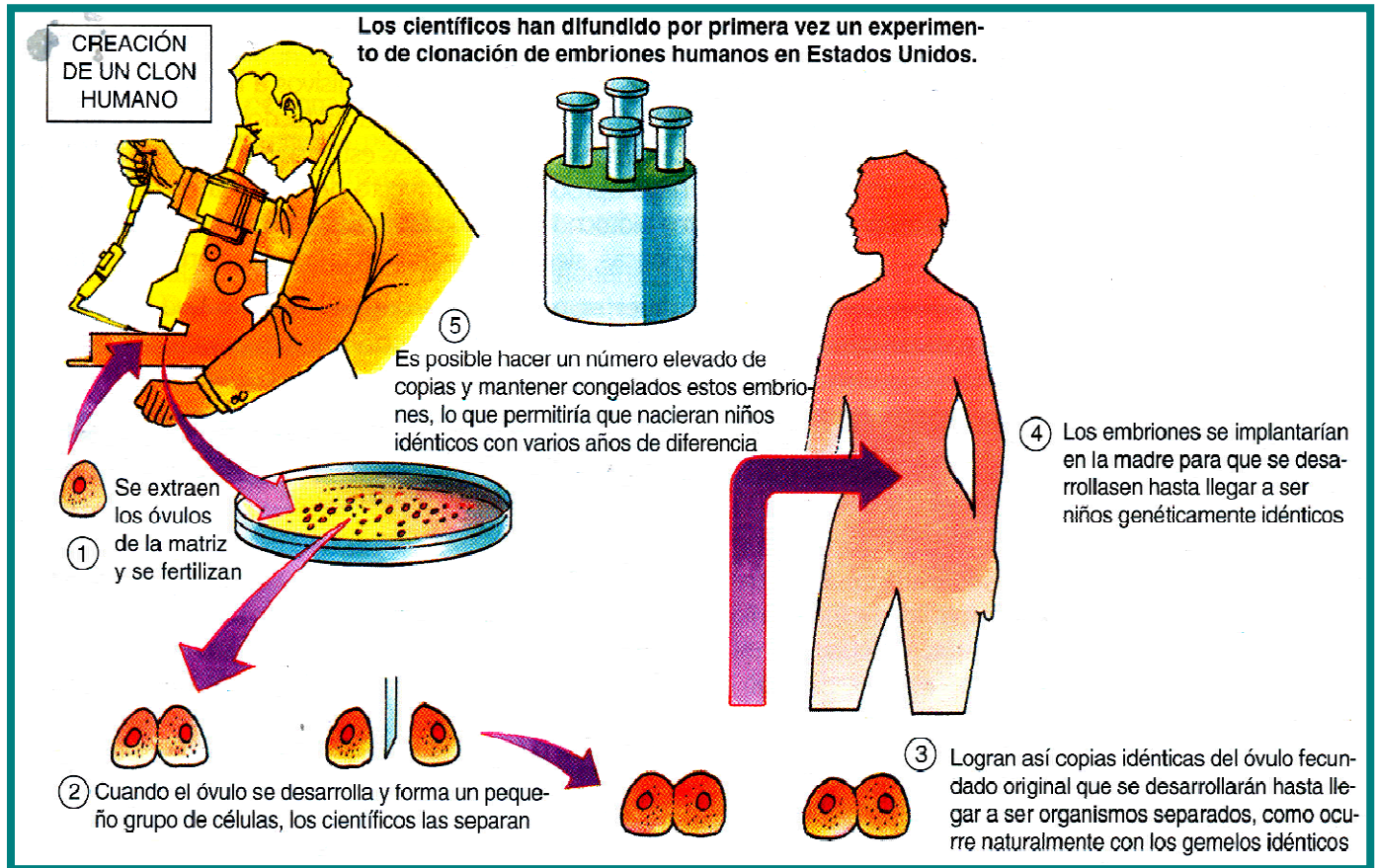
Investigaciones danesas demuestran que las malas hierbas incorporan la resistencia a herbicidas tras dos generaciones de hibridación con la planta transgénica.

Experimentos realizados en 1988 (EE.UU) y en 1990 (Alemania) ponen de manifiesto, en el primer experimento, que virus con genes resistentes a antibióticos pueden pasar a la bacteria *E. coli* por transducción de esos genes. En el segundo experimento, se señala la transferencia de un plásmido entre bacterias por conjugación.

En 1989, se publica el caso del L-triptófano como aditivo alimentario, que enfermó a 5 000 personas (38 de las cuales murieron). El triptófano se obtuvo de bacterias sometidas a agentes mutágenos y un análisis posterior reveló que el producto contenía una impureza del 0,4% que era tóxica (era un dímero del triptófano).

LA CLONACIÓN: REPRODUCCIÓN ASEYUAL MANIPULADA EN ORGANISMOS SUPERIORES

En su novela de ciencia-ficción *Un mundo feliz* (1932), Aldous Huxley describía una sociedad en la que una empresa clonaba a los individuos a fin de garantizar una jerarquía social sin fisuras. La ficción, sin embargo, se convirtió en realidad con el nacimiento en julio de 1996 de la oveja «Dolly», el primer mamífero clonado a partir de individuo adulto, gracias a los experimentos de Ian Wilmut y Keith Campbell, investigadores del Roslin Institute de Midlothian, cerca de Edimburgo.



TERAPIA GÉNICA

Gracias a las técnicas biotecnológicas, en un futuro próximo muchos procedimientos terapéuticos ya no consistirán en la administración de moléculas, como, por ejemplo, la insulina o la hormona del crecimiento, que el organismo enfermo no es capaz de sintetizar correctamente. Las nuevas tendencias se encaminan hacia otro objetivo: manipular genéticamente las células del organismo enfermo de manera que ellas mismas sinteticen correctamente la molécula que falta o es defectuosa.

Se persigue de esta forma un **tratamiento causal**, es decir, que corrija la causa de la enfermedad y no sólo sus síntomas.

Con la ayuda de vectores apropiados, el gen «correcto» penetrará en el interior de las células del organismo y dará las «instrucciones genéticas» necesarias para la producción de la proteína adecuada.

Uno de los problemas con los que se enfrentan los investigadores reside en determinar qué tipo de vector resulta más adecuado para llevar esta información hasta los cromosomas de las células diana. Actualmente, se está ensayando con dos tipos de vectores:

- Virus modificados:** capaces de insertar su genoma en el genoma humano, como adenovirus o retrovirus, pero modificados genéticamente para que no produzcan enfermedades
- Liposomas:** microesferas formadas por lípidos.

Aunque se ha aplicado ya a enfermos que padecen alteraciones coronarias agudas, las investigaciones sobre terapia génica que se realizan actualmente se centran en su mayoría en el tratamiento del cáncer.

ENVUELTAS CELULARES

Puestas de manifiesto en 1865 por Charles Ernest Overton. Distinguimos:

- A. Membrana plasmática: eucariotas y procariotas
- B. Membranas de secreción: pueden faltar
 - 1. pared celular vegetal
 - 2. matriz extracelular de células animales
 - 3. pared bacteriana

MEMBRANA PLASMÁTICA

Delgada lámina de 75 Å de espesor que envuelve a la célula y la separa del medio externo. Puede variar su forma permitiendo a la célula movimientos y deformaciones

Se define:

barrera de permeabilidad selectiva que aísla o separa el medio extracelular del intracelular y que posee una serie de receptores que permiten a la célula interactuar con mensajeros específicos y emitir la respuesta adecuada.

Idéntica en todas las células: membrana unitaria

MODELO: SINGER Y NICHOLSON. 1972

Bicapa fosfolipídica a la que se asocian moléculas proteicas a ambos lados y englobadas en la misma. Se denomina mosaico fluido dada la facilidad de todas las moléculas para moverse lateralmente.

COMPOSICIÓN QUÍMICA: 52 % **PROTEÍNAS** / 40 % **LÍPIDOS** / 8 % **GLÚCIDOS**

1.- LÍPIDOS DE MEMBRANA

A. **fosfolípidos:** asociación de un lípido + H_3PO_4

estructura: carácter anfipático

- ❖ **hidrofílica:** H_3PO_4
- ❖ **hidrofóbica:** lípido

A menudo se encuentran asociados a glúcidos formando **glucolípidos** (5%) y son específicos no sólo de la sp sino también del tipo de tejido.

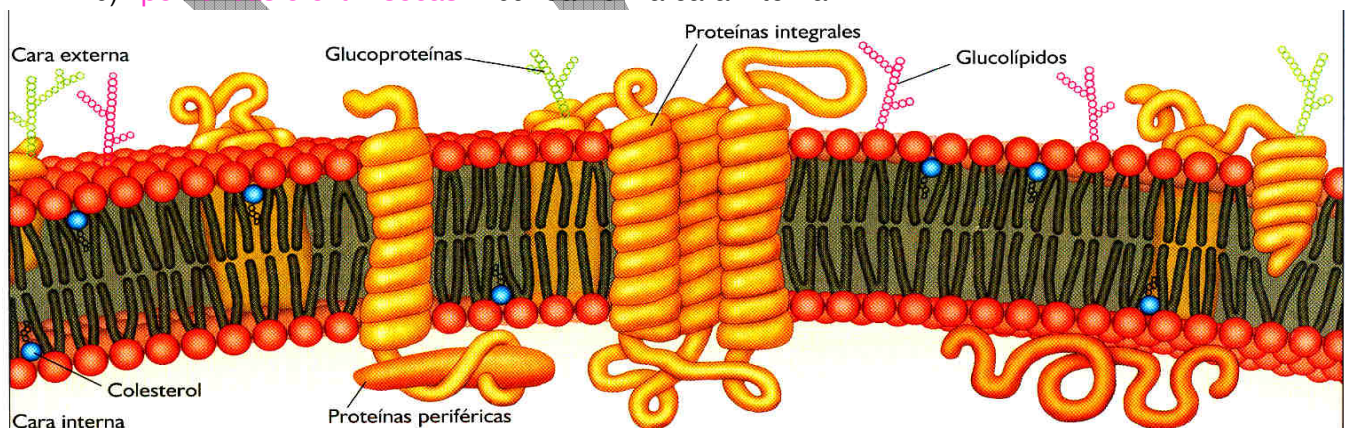
B. **colesterol**

En % **alto** en las membranas de las **células eucariotas**. Intercaladas entre los fosfolípidos, **limitan la movilidad** de estos, lo que implica **mayor estabilidad** de la membrana.

2.- PROTEÍNAS DE MEMBRANA

Cumplen **funciones** de: **reconocimiento** / **adhesión** / **estructural** / **tpre** / **metabolismo**. Distinguimos

- a) **integrales o transmembranales o intrínsecas.** Asociadas a glúcidos sólo en la cara externa
- b) **periféricas o extrínsecas.** Abundan en la cara interna



FUNCIONES DE LA MEMBRANA

- 1.- limitar externamente a la célula.
- 2.- barrera de permeabilidad selectiva para el intercambio y tpre de sustancias.
- 3.- producción y control de gradientes electroquímicos.
- 4.- intercambio de señales entre el medio exterior e interior.
- 5.- control y desarrollo de la citocinesis.
- 6.- inmunidad celular: posee moléculas con propiedades antigénicas relacionadas con el trasplante de órganos de otros individuos.

7.- transporte de sustancias a través de la membrana

Las membranas son selectivamente permeables, es decir, que permiten el paso de determinadas sustancias y restringen el de otros:

1. **SI:** moléculas no polares de pequeño tamaño (O_2 y N_2)
moléculas polares sin carga (H_2O y CO_2).
moléculas solubles en lípidos (ác. grasos y alcoholes).
2. **NO:** moléculas con carga (ác. orgánicos, aa, H_2 , Na^+ , Cl^- , K^+ ...).

A.- TRANSPORTE DE PEQUEÑAS SUSTANCIAS: si requiere o no gasto energético, distinguimos:

A.1.- TRANSPORTE PASIVO

- a favor de gradiente de concentración o de carga
- sin gasto energético

Existen dos tipos:

- a. **difusión simple:** se produce cuando las moléculas sin carga atraviesan la membrana: H_2O , CO_2 , etanol, hormonas esteroideas, urea...
- b. **difusión facilitada:** permite el transporte de moléculas polares como iones, azúcares, aa y muchos metabolitos celulares. Se requiere de:
 1. gradiente electroquímico
 2. proteínas de transporte, que pueden ser:
 - 2.1) **transportadoras:** se unen a la molécula específica que van a transportar y sufren un cambio conformacional que transporta la sustancia de un lado a otro
 - 2.2) **proteínas de canal:** constituyen poros llenos de agua que cuando están abiertos permiten el paso de sustancias, generalmente iones inorgánicos

A.2.- TRANSPORTE ACTIVO

- en contra de gradiente de concentración o de carga
- con gasto energético, procedente de la hidrólisis del $ATP \leftrightarrow ADP + Pi + \text{energía (7'3 kcal)}$.

EJEMPLO: BOMBA $Na^+ - K^+$

Se necesita de una proteína transmembranal con función ATPasa que bombee Na^+ hacia el exterior y K^+ hacia el interior, ambas en contra de gradiente de concentración. Esto se lleva a cabo de manera que:

1 MOLÉCULA DE ATP BOMBEA
↓
3 Na^+ HACIA EL EXTERIOR X 2 K^+ HACIA EL INTERIOR,
EL EXTERIOR SE VUELVE + CON RESPECTO AL INTERIOR.
↓
ESTO PERMITE QUE POR TPTE PASIVO
↓
ENTREN IONES + AL INTERIOR HASTA IGUALAR LAS CARGAS

APLICACIÓN

En esto se basa el mecanismo de transmisión del impulso nervioso en las neuronas, en las continuas despolarizaciones de la membrana que se transmiten de neurona en neurona mediante la sinapsis.

B.- TRANSPORTE DE MACROMOLÉCULAS

Los mecanismos anteriores no permiten el paso de moléculas grandes como polisacáridos o proteínas. Para ello existen dos mecanismos celulares:

B.1) ENDOCITOSIS: entrada de sustancias, líquida (pinnocitosis) o sólida (fagocitosis)

MECANISMO:

CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS EN DEPRESIONES DE LA MEMBRANA
↓
INVAGINACIÓN
↓
FORMACIÓN DE VESÍCULA (ASIMETRÍA DE LA MEMBRANA)
↓
ORGÁNULO PARA SU PROCESAMIENTO

B.2) EXOCITOSIS: salida de sustancias

MECANISMO:

VESÍCULAS SECRETORAS
↓
FUSIÓN CON LA MEMBRANA PLASMÁTICA
↓
VERTIDO DE SU CONTENIDO AL EXTERIOR

CITOPLASMA

DEFINICIÓN: espacio celular situado entre la membrana plasmática y la envoltura nuclear.

CONSTITUCIÓN: citosol o hialoplasma: medio interno del citoplasma

citoesqueleto,

sistema endomembranoso

estructuras granulares sin membrana

CITOESQUELETO

Presente **en todas las células**. Distinguimos:

- A) microfilamentos o filamentos de actina
- B) filamentos intermedios
- C) microtúbulos, de donde derivan: centrosoma, cilios, flagelos

funciones:

- 1) mantener la forma de la célula y cuando sea posible modificar dicha forma
- 2) posibilitar el desplazamiento de la célula
- 3) contracción en las células musculares
- 4) transporte y organización de los orgánulos citoplasmáticos

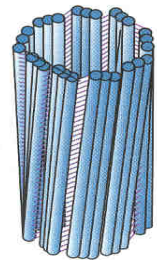
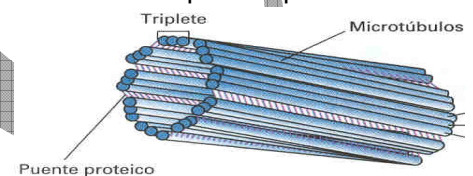
MICROTÚBULOS

Estructuras cilíndricas y huecas constituidas por una proteína denominada tubulina: α y β tubulina

Presente en: centriolos del centrosoma y derivados / cilios y flagelos / huso acromático / pseudópodos

Funciones:

- movimiento de la célula (pseudópodos, cilios y flagelos)
- organización del citoesqueleto
- forma celular: axón de las neuronas
- separación de cromosomas: huso acromático

**CENTROSOMA O CENTRO CELULAR O CITOCENTRO**

Presente **sólo en las células animales**, considerado como **centro organizador de microtúbulos**

Estructura: 2 CENTRIOLOS (DIPLOSOMA) + CENTROSFERA + ASTER

Funciones:

- 1.- Formación del huso acromático durante la división celular
- 2.- Del centrosoma derivan todas las estructuras constituidas por microtúbulos como los **undulipodios** (cilios y flagelos) que:
 - permiten el desplazamiento de la célula
 - crean corrientes de turbulencia para atraer el alimento

Cilios: estructuras cortas y muy numerosas con movimiento a modo de remo

Flagelos: estructuras largas poco numerosas y con movimiento a modo de látigo

ESTRUCTURAS GRANULARES CITOPLASMÁTICAS: RIBOSOMAS

Se encuentra presente en **todas las células** excepto los espermatozoides maduros y son muy escasos en los glóbulos rojos. Nos los podemos encontrar

- 1) adheridos a la **cara externa del RE** formando RER
- 2) adheridos a la **membrana nuclear externa**
- 3) **libres** en la matriz citoplasmática, aislados o formando polisomas.

FUNCION: SÍNTESIS DE PROTEÍNAS que si son sintetizadas por:

a) **ribosomas libres**, se vierten al **hialoplasma**

b) **ribosomas adheridos al RER** son transportadas por las cisternas a **otro orgánulo o al exterior**

SISTEMA ENDOMEMBRANOSO

1.- RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO

Consiste en una amplia red citoplasmática de compartimentos interconectados entre sí pero con distinta constitución química y función: retículo endoplasmático rugoso y liso (RER y REL)

R.E.L. NO presenta ribosomas adheridos a sus membranas

Funciones

1. Síntesis, transporte y almacenaje de lípidos y esteroides
2. Detoxificación: transformación de sustancias tóxicas provenientes del exterior en otras menos tóxicas (riñón, intestino, pulmón, hígado y piel).
3. Conducción del impulso nervioso: contracción muscular.

R.E.R. SI presenta ribosomas adheridos a sus membranas

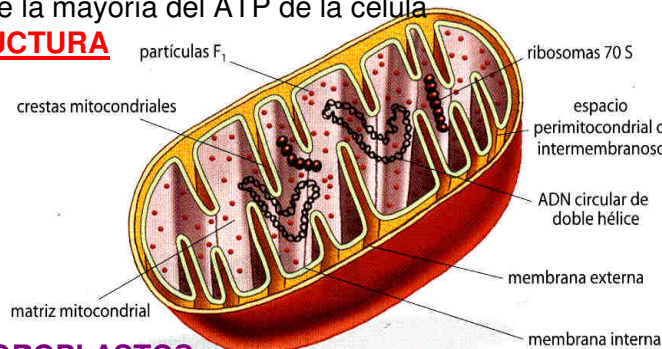
Funciones

1. Síntesis y almacenamiento de proteínas
2. Glucosilación: formación de glucoproteínas para ser transportadas a otros orgánulos o al exterior directamente

2.- MITOCONDRIAS

Orgánulos celulares de doble membrana donde tienen lugar la mayoría de las oxidaciones y donde se produce la mayoría del ATP de la célula

ESTRUCTURA



FUNCIONES

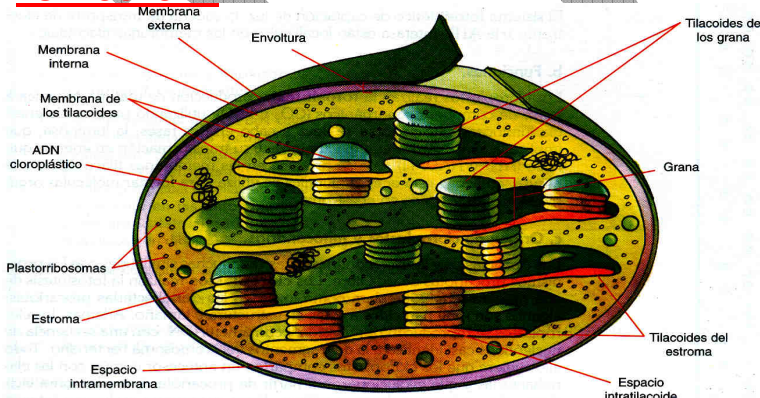
1. Membrana interna:
 - a. cadena de transporte electrónico
 - b. fosforilación oxidativa
2. Matriz mitocondrial:
 - a. ciclo de Krebs
 - b. β -oxidación

3.- CLOROPLASTOS

Presentes sólo en las células vegetales.

Se trata de los plastos más frecuentes y los de mayor significación biológica ya que gracias a ellos, a través de la fotosíntesis obtienen la energía química las plantas.

ESTRUCTURA



FUNCIONES

1. Estroma: fase oscura de la fotosíntesis o Ciclo de Calvin.
2. Tilacoides: fase luminosa de la fotosíntesis.

PARTICULARIDAD DE MITOCONDRIAS Y CLOROPLASTOS

- ❖ poseen ADN y ribosomas propios con lo cual sintetizan sus propias proteínas, lo que les da cierta autonomía.
- ❖ todas sus membranas responden al modelo del mosaico fluido (Singer y Nicholson, 1972)

4.- VACUOLAS

Reservorios hidrófilos muy desarrollados en los vegetales, rodeados de membrana, generalmente incoloros, aunque, a veces, presenten sustancias coloreadas.

FUNCIONES

1. acumular intracelularmente H_2O en exceso / productos de reserva / productos de desecho
2. constituye el depósito más frecuente del almidón.

5.- LISOSOMAS

Orgánulos rodeados de membrana, capaces de realizar la digestión intracelular controlada de macromoléculas. Muy abundantes en los macrófagos.

Alto contenido enzimático: hidrolasas ácidas

TIPOS

LISOSOMA PRIMARIO: así se llama a los recién formados y que, por tanto, no han intervenido en ningún proceso digestivo todavía.

LISOSOMA SECUNDARIO: de morfología variable, son los ya implicados en procesos digestivos.

Distinguimos:

1. VACUOLAS DIGESTIVAS O HETEROFÁGICAS O HETEROLISOSOMAS:

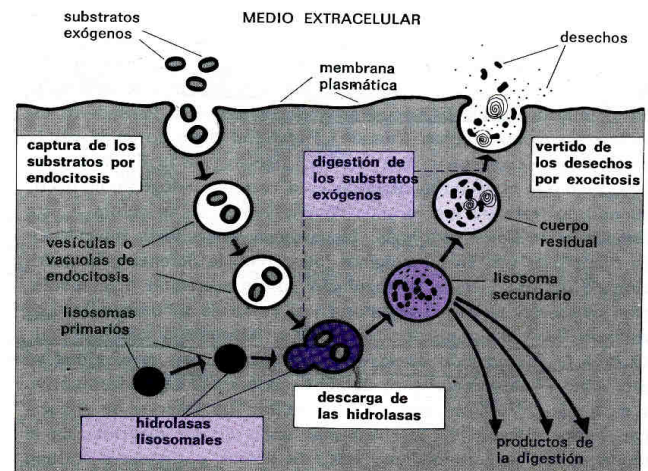
1.1 cuando un lisosoma primario ingiere una partícula externa forma un FAGOSOMA

1.2 si ingiere varias, forma CUERPOS MULTIVESICULARES

2. VACUOLAS AUTOFÁGICAS O AUTOLISOSOMAS

Cuando un lisosoma ingiere distintas partes de la célula forma un AUTOFAGOSOMA, que:

1. realiza la nutrición por digestión intracelular y los productos resultantes pueden ser reutilizados por la célula como nutrientes
2. defiende contra agresiones de patógenos: la mayoría de los virus y bacterias son englobados en vacuolas y destruidos por las enzimas lisosomales
3. destruye las zonas lesionadas de la célula



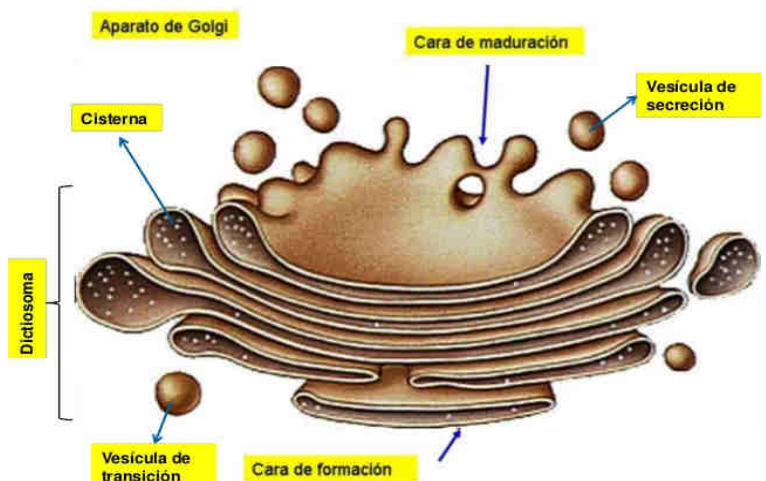
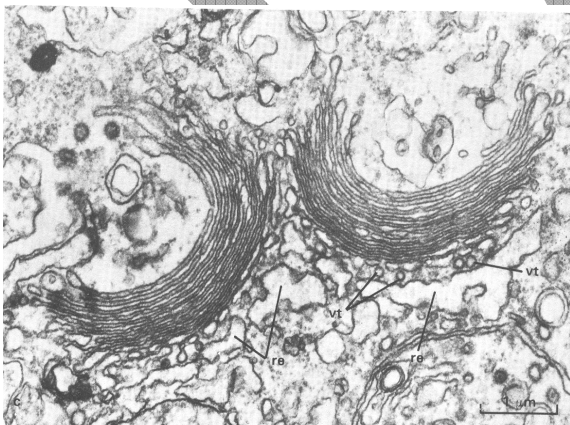
6.- APARATO DE GOLGI

ESTRUCTURA

Formado por los DICTIOSOMAS: conjunto de cisternas o sáculos aplanados, apilados y relacionados entre sí, que aparecen rodeados de pequeñas vesículas membranosas.

Presenta cierta polaridad, lo que nos permite distinguir:

1. cara convexa o de formación o cis: constituido por cisternas conectadas al RER, de donde toman vesículas cargadas de proteínas que van a ser procesadas por el apto de Golgi.
2. cara cóncava o de maduración o trans: de ella se desprenden nuevas vesículas por gemación que pueden tener distintos destinos:
 - a. convertirse en lisosomas.
 - b. en gránulos de secreción que son vertidos por exocitosis.
 - c. o fundirse con la membrana plasmática (reciclaje de membrana).



FUNCIONES

- a. Secreción: recibe las proteínas recién sintetizadas por el RER y las distribuye a la membrana plasmática, a los lisosomas o las vesículas de secreción.
- b. Síntesis de polisacáridos de la pared celular vegetal
- c. Formación de lisosomas primarios.
- d. Formación del tabique telofásico en los vegetales.
- e. Glucosilación: añadir una cadena oligosacárida a las proteínas sintetizadas por el RER

NÚCLEO

Corpúsculo bien definido en las células eucariotas. Elemento rector de todas las funciones celulares. Portador de todos los factores hereditarios.

Como orgánulo individualizado sólo existe en las células en reposo, lo que nos permite distinguir **dos estados** morfológica y funcionalmente diferentes:

1.- Núcleo en división: individualización del material hereditario se hacen visibles los **cromosomas**.

2.- Núcleo interfásico: el material hereditario se halla entremezclado formando la **cromatina**. Momento en que la célula realiza toda su actividad metabólica: **síntesis de ARN y proteínas**. Distinguimos:

Envoltura nuclear

Doble: **2 membranas** paralelas con un **espacio perinuclear** excepto en aquellos puntos donde se fusionan formando el **poro nuclear**, de simetría octogonal. La **membrana externa**, a veces, se continúa con las del RER o REL o también puede llevar adheridos ribosomas directamente. El **nº de poros** depende de la **actividad transcripcional** de la célula.

Nucleoplasma

Matriz semifluida que contiene:

1. el material cromatínico.
2. el no cromatínico: fundamentalmente enzimas y factores implicados en la replicación del ADN y transcripción del ARN.

Nucleolo

Alto contenido en ARN y proteínas.

Tamaño variable: a mayor síntesis de proteínas, mayor cantidad de ribosomas y por tanto, nucleolo más grande.

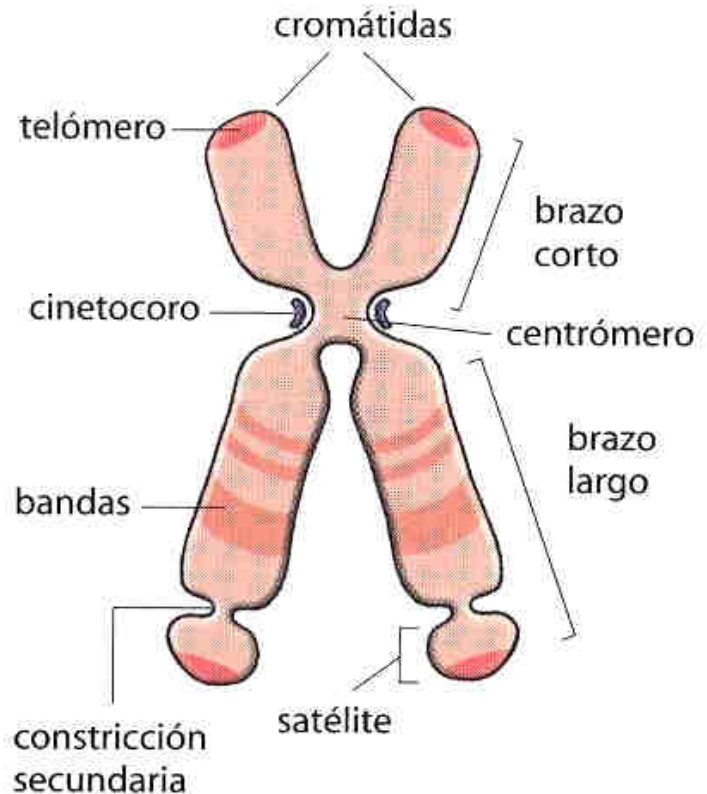
Función: síntesis de ARN, —————> síntesis de ribosomas

Cromatina

Complejo de nucleoproteínas que representa el genoma de las células eucariotas.

Tipos:

1. Eucromatina: 10%. muy abundante en la interfase. en ella tiene lugar la transcripción.
2. Heterocromatina: 90%. corresponde a zonas del ADN que no se transcriben.

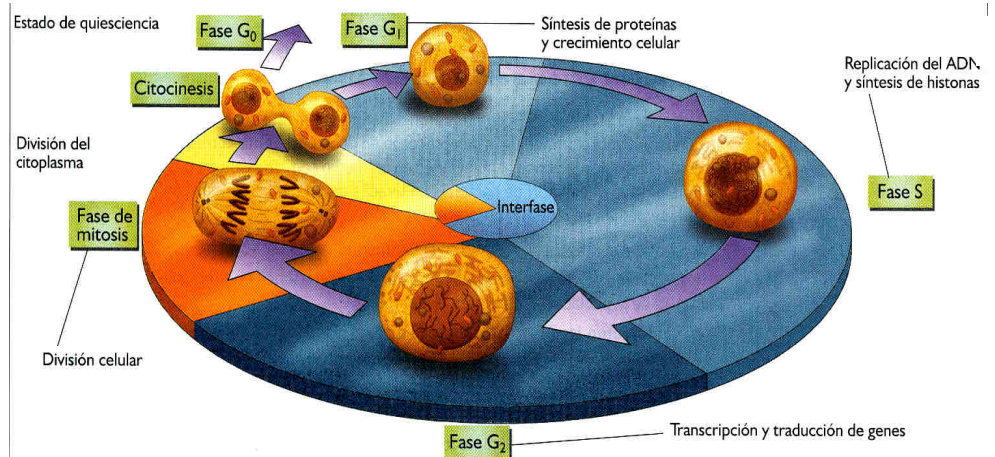


CICLO CELULAR

Consta de cinco fases:

G_1 , S, G_2 que en su conjunto recibe el nombre de interfase, mitosis y citocinesis y tarda en completarse desde pocas horas hasta varios días según el tipo de células y factores externos como temperatura o sustancias nutritivas disponibles

Para que una célula pueda iniciar la mitosis y se divida, debe replicar primero sus cromosomas, producir una cantidad de orgánulos adecuado para las dos células hijas y sintetizar las estructuras necesarias para realizar la mitosis y citocinesis.



$$\text{INTERFASE} = G_1 + S + G_2$$

G_1 : periodo de intensa actividad bioquímica y la célula duplica su tamaño

S: replicación del ADN

G_2 : periodo premitótico: la célula ensambla las estructuras especiales que se requieren para destinar un juego completo de cromosomas a cada célula hija durante la mitosis y para separar las dos células hijas durante la citocinesis.

MITOSIS: propia de las células somáticas

Cariocinesis o división del núcleo

Profase

1. hinchazón del núcleo (paso de agua del citoplasma al nucleoplasma)
2. condensación de la cromatina, haciéndose visibles los cromosomas
3. desaparición del nucleolo
4. desaparición de la envoltura nuclear
5. duplicación del centrosoma: migración a los polos y formación del huso acromático

Metafase

Migración de los cromosomas con sus cromátidas al plano medio de la célula, formando **la placa ecuatorial**

Anafase

Separación de las cromátidas hermanas al escindirse los centrómeros

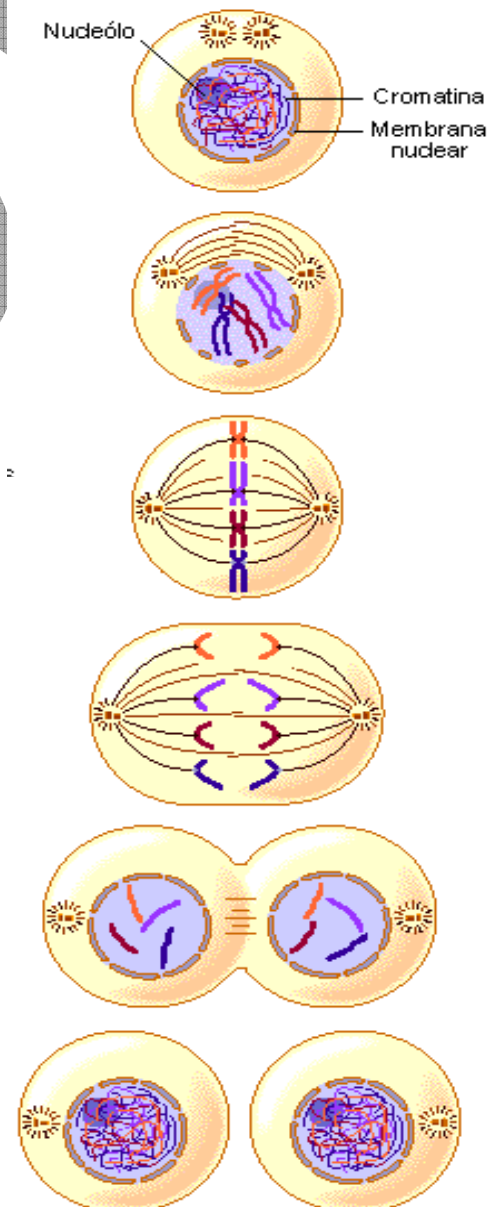
Telofase

1. establecimiento de un juego de cromosomas a cada polo de la célula
2. desaparición del huso acromático
3. formación de las nuevas envolturas nucleares

Citocinesis o división del citoplasma

Durante la telofase temprana en las células animales se produce una invaginación alrededor del surco de división de la membrana que termina por producir el estrangulamiento de la célula madre.

En las células vegetales, la rígida pared celular vegetal impide la formación del surco de división y en su lugar el aparato de Golgi segrega sus vesículas que se fusionan en el plano medio formando **el fragmoplasto** que termina por independizar a las dos células hijas.



MEIOSIS: propio de las células germinales: ovogonias y espermatogonias.

El significado biológico de la meiosis consiste en permitir que las distintas especies se perpetúen haciendo llegar a cada gameto la mitad de cromosomas de la célula madre.

El proceso consiste en **dos divisiones consecutivas** del núcleo con **una sólo replicación del ADN:**

1ª división meiótica se separan cromosomas homólogos

2ª división meiótica: se separan cromátidas hermanas

1ª división meiótica

Profase I

Larga y compleja dividida en 5 estadios: leptoteno, zigoteno, paquiteno, diploteno y diacinesis y que durante los cuales tienen lugar los siguientes procesos

1. apareamiento de cromosomas homólogos con formación de tétradas. en este momento tiene lugar el crossing-over o entrecruzamiento.
2. duplicación y migración de los centriolos a los polos: formación del huso acromático
3. desaparición del nucleolo
4. desaparición de la envoltura nuclear

Metafase I

Formación de la placa ecuatorial

Anafase I

Separación a los polos de los cromosomas homólogos

Telofase I

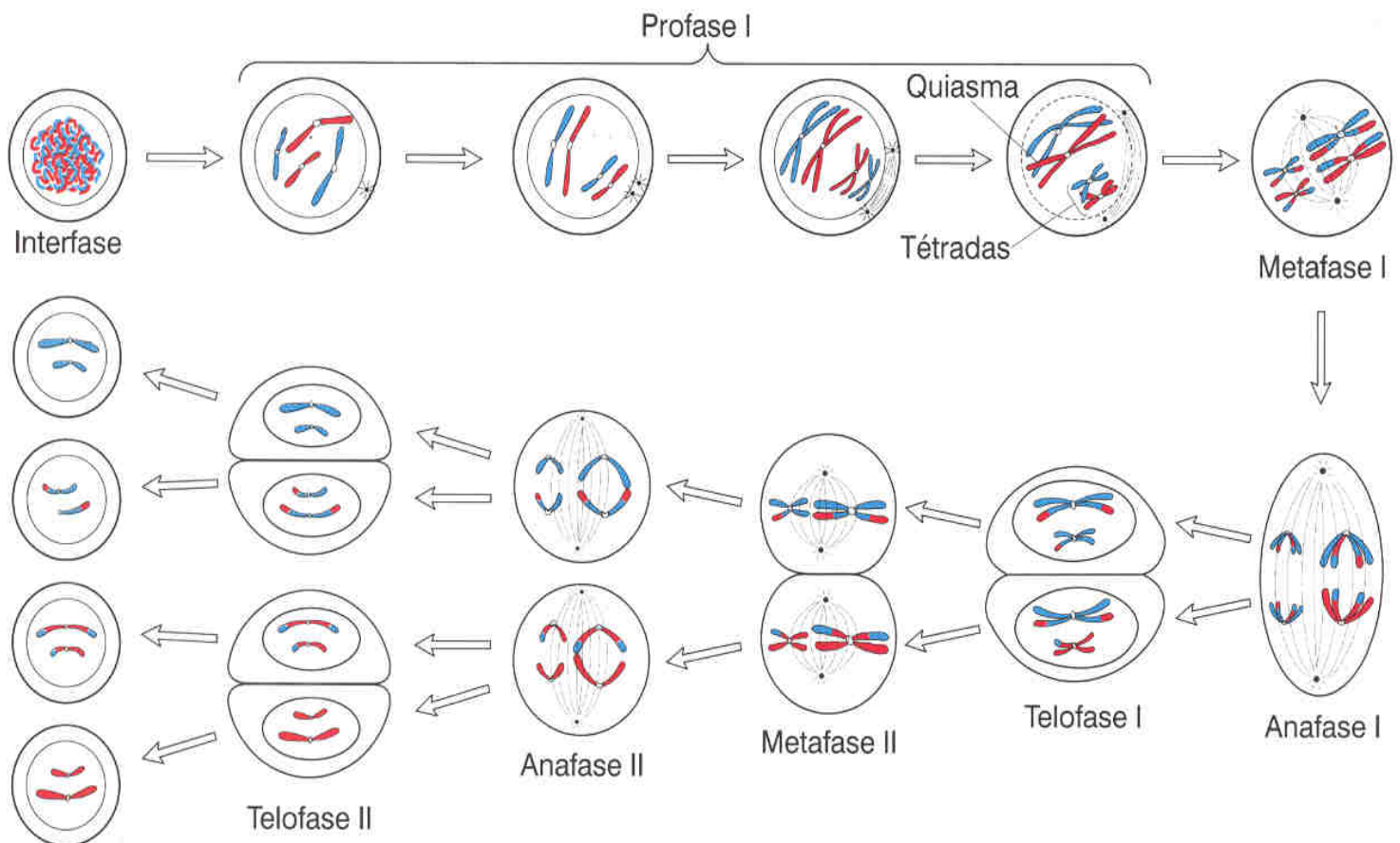
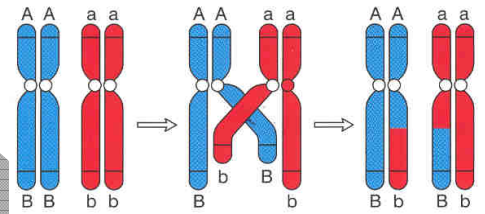
Formación de núcleos de células hijas, cada una de las cuales ha recibido un solo juego completo de cromosomas homólogos con sus dos cromátidas.

2ª división meiótica

Profase II: idem que la de la mitosis

Metafase II: idem que la de la mitosis

Anafase II: separación de cromátidas hermanas Telofase II: formación de cuatro células haploide



FUENTES

- EDITORIAL SANTILLANA
- EDITORIAL SM
- EDITORIAL EDITEX
- EDITORIAL MCGRAW HILL
- EDITORIAL EDEBE
- EDITORIAL BRUÑO
- EDITORIAL EDELVIVES
- EDITORIAL VICENS VIVES
- EDITORIAL OXFORD
- EDITORIAL ANAYA

