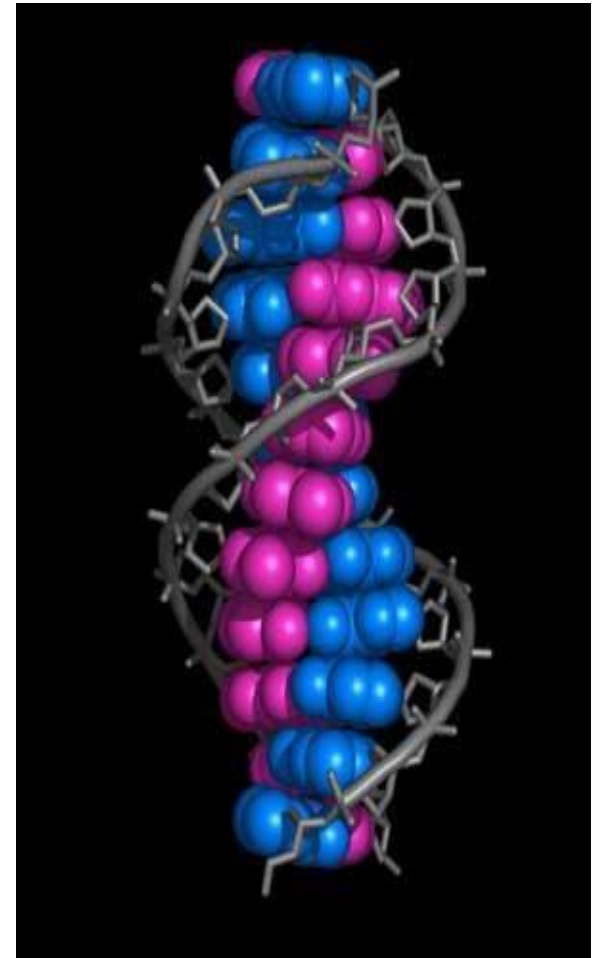


LOS ÁCIDOS NUCLEICOS



CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GENOMA

GENOMA: Conjunto de material genético hereditario presente en una célula, tanto nuclear como extranuclear, codificante o no (*PATRIMONIO GENÉTICO*).

- ✓ La mayoría de los organismos poseen un genoma constituido por ADN,
- ✓ Algunos virus tienen un genoma de ARN.

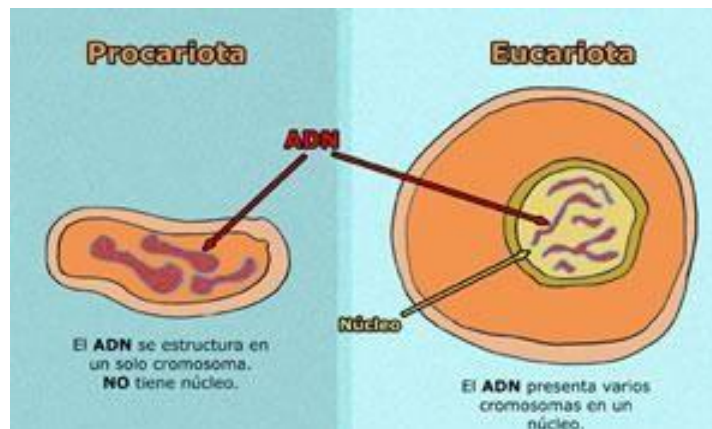
EL GENOMA ES DIFERENTE



CÉLULAS PROCARIOTAS
(PROCARIONTES)



CÉLULAS EUCARIOTAS
(EUCARIONTES)

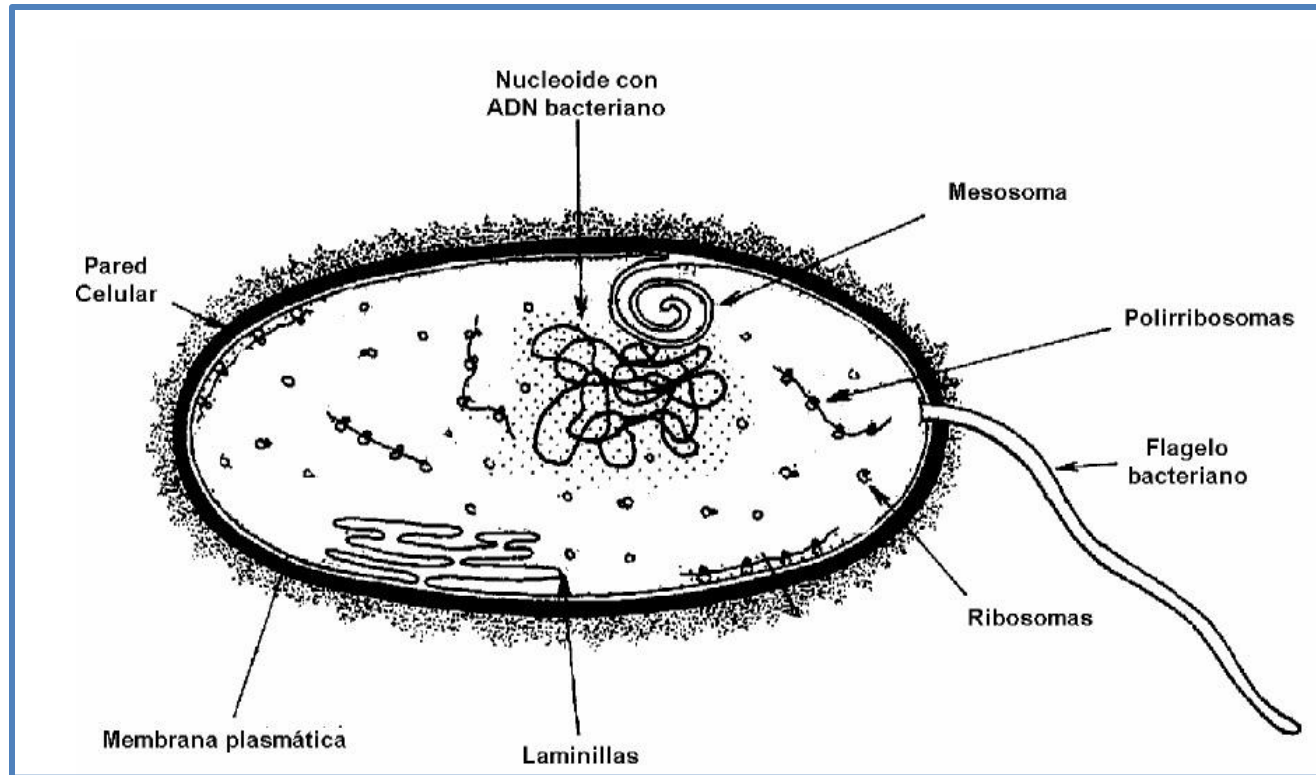


CÉLULA PROCARIOTA

Las células procariotas estructuralmente son las más **simples** y **pequeñas**.

- ✓ Como toda célula, están delimitadas por una **membrana plasmática** que contiene **pliegues hacia el interior (invaginaciones)** como el **mesosoma** relacionado con la división de la célula.
- ✓ Algunas células procariotas por fuera de la membrana están rodeadas por una **pared celular** que les confiere protección.
- ✓ El interior de la célula se denomina **citoplasma**.
- ✓ **En el centro es posible** encontrar una región más densa, llamada **nucleoide**, donde **se encuentra el** material genético o **ADN**. → **el ADN no está separado del resto del citoplasma**
- ✓ En el citoplasma también hay **ribosomas**, **que son estructuras** que tienen la función de fabricar proteínas. Pueden estar:
 - ✓ Libres
 - ✓ Formando conjuntos → **polirribosomas**.
- ✓ Las células procariotas pueden tener distintas estructuras que le permiten la locomoción, como por ejemplo las **cilias (que parecen pelitos)** o **flagelos (filamentos más largos que las cilias)**.

CÉLULA PROCARIOTA

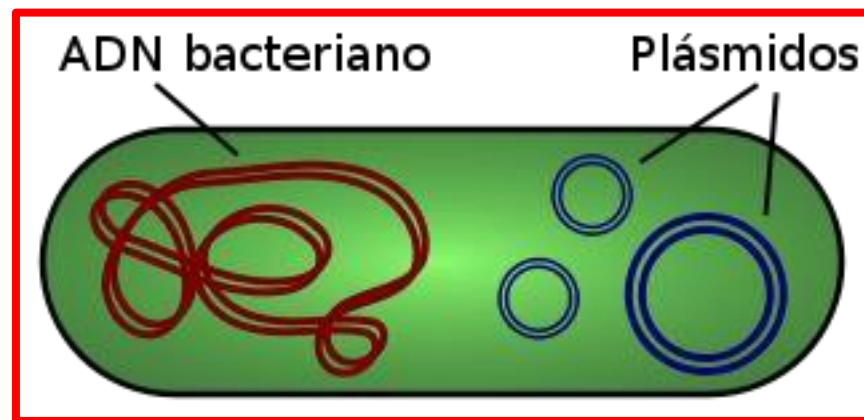


Las bacterias son los organismos que poseen una organización celular de este tipo.

La zona sombreada en el citoplasma representa el **nucleoide**, zona más densa donde se encuentra el ADN bacteriano y no está físicamente separado del resto de las estructuras citoplasmáticas.

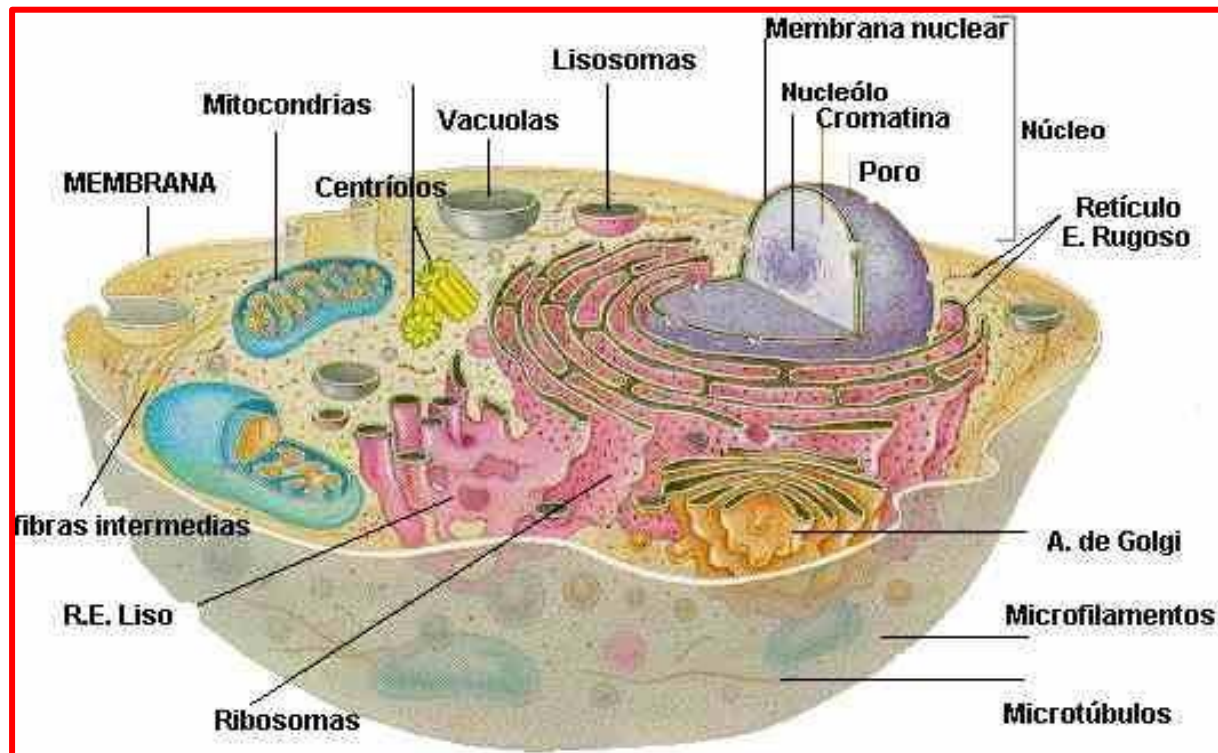
GENOMA DE CÉLULAS PROCARIOTAS

- ✓ El genoma de procariotas es de pequeño tamaño y relativamente sencillo.
- ✓ Se reduce a **un único cromosoma** formado por una molécula circular de ADN, localizado, en la llamada zona nuclear o nuleoide, sin membrana que lo delimite.
- ✓ Es frecuente encontrar, además, una pequeña cantidad de material genético extra, no esencial, en forma de pequeñas moléculas circulares de ADN, llamadas **plásmidos**. Los cuales poseen la propiedad de replicación autónoma, es decir, sin coordinación alguna con la división celular.

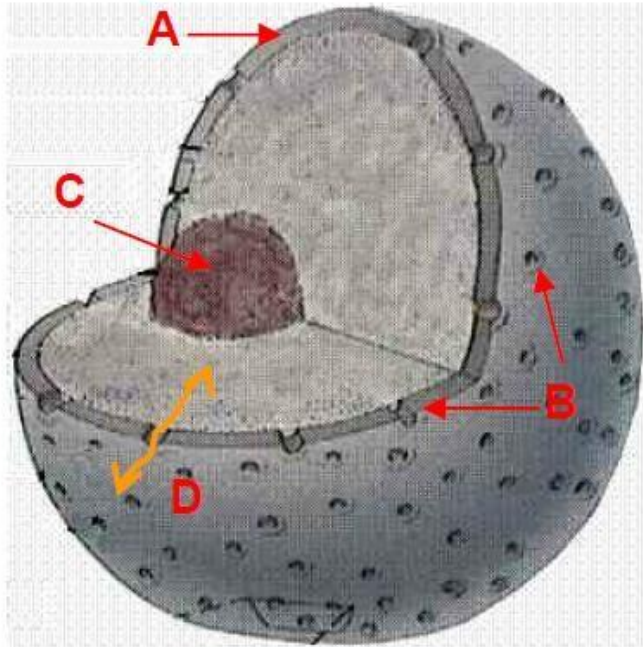


CÉLULA EUCARIOTA

- ✓ Las células eucariotas tienen un modelo de organización mucho más complejo que las procariotas.
- ✓ Su tamaño es mucho mayor y en el citoplasma es posible encontrar un conjunto de estructuras celulares que cumplen diversas funciones y en conjunto se denominan **organelas celulares**.



NUCLEO CELULAR



A: membrana nuclear doble

B: poros nucleares

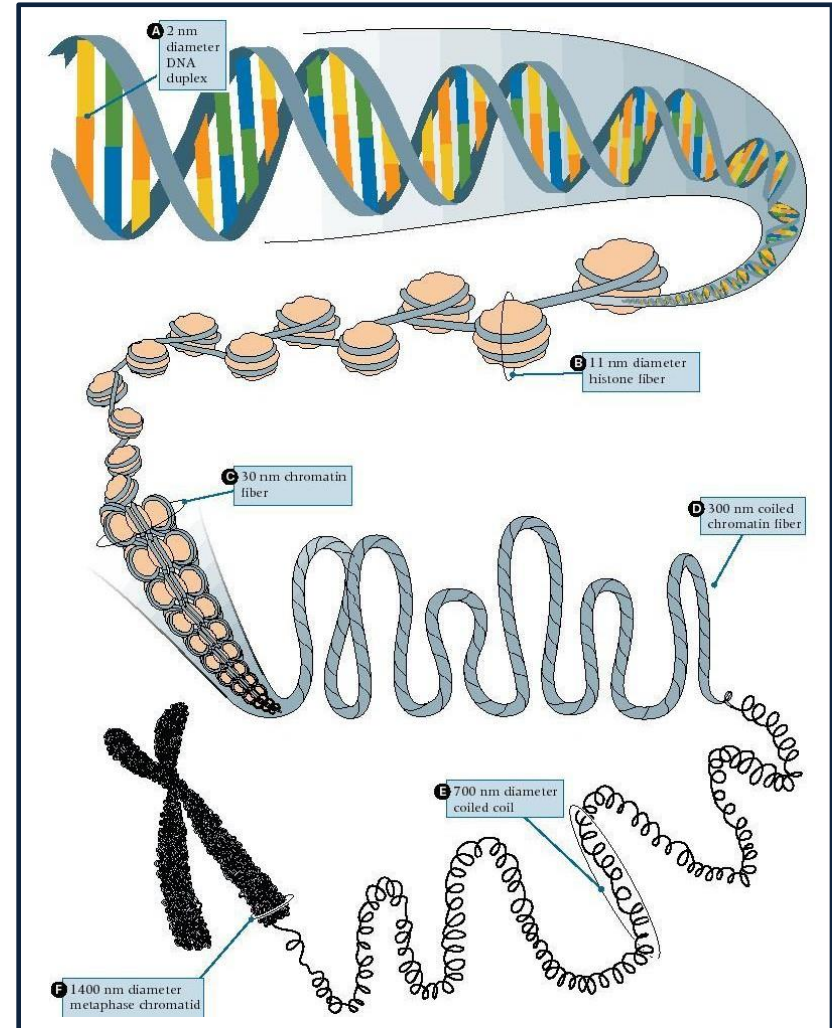
C: nucleolo

D: los poros permiten la salida y entrada de moléculas

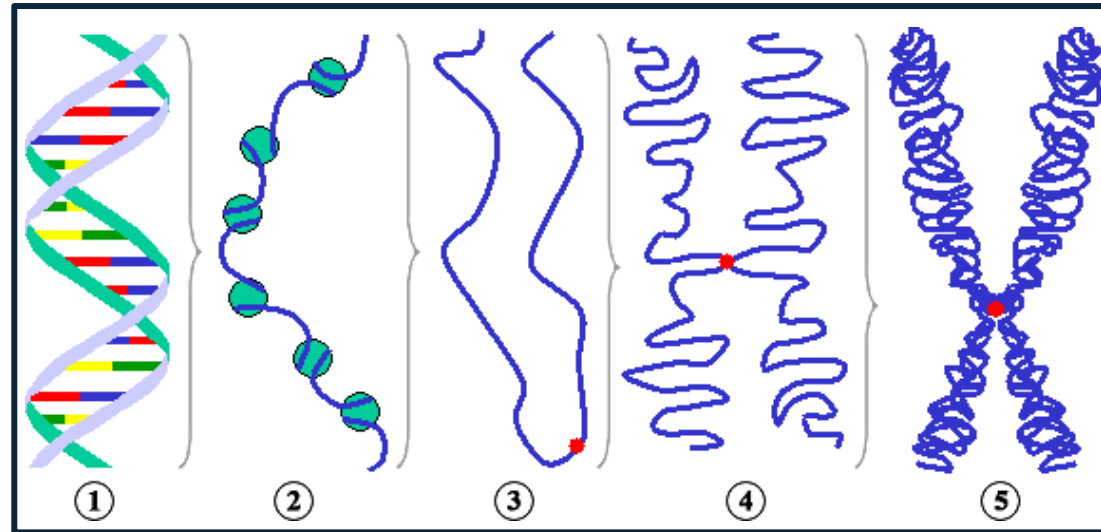
- En el núcleo se encuentra el material genético de la célula → **ADN**.
- **Es el lugar desde el** cual se dirigen todas las funciones celulares.
- Está separado del citoplasma por una **membrana nuclear que es doble**.
- La membrana posee orificios o **poros nucleares** que permiten el intercambio de moléculas entre el citoplasma y el interior nuclear.
- Una zona interna del núcleo, que se distingue del resto, se denomina **nucleolo**.

NUCLEO CELULAR: CROMATINA Y CROMOSOMAS

- En el interior del núcleo, el ADN y un tipo especial de proteínas, llamadas histonas, forman la cromatina.
- Durante gran parte del ciclo de vida de la célula la cromatina se encuentra en estado relajado → en cierto momento, comienza a retorcerse y compactarse.
- El ADN se enrolla sobre sí mismo y sobre las proteínas tantas veces que llega a tener un aspecto de cuerpo sólido.
- En este nuevo estado compactado, la cromatina se reorganiza en un número determinado de cuerpos densos llamados cromosomas.
- Por lo tanto, como están formados por el ADN, contienen la información genética.



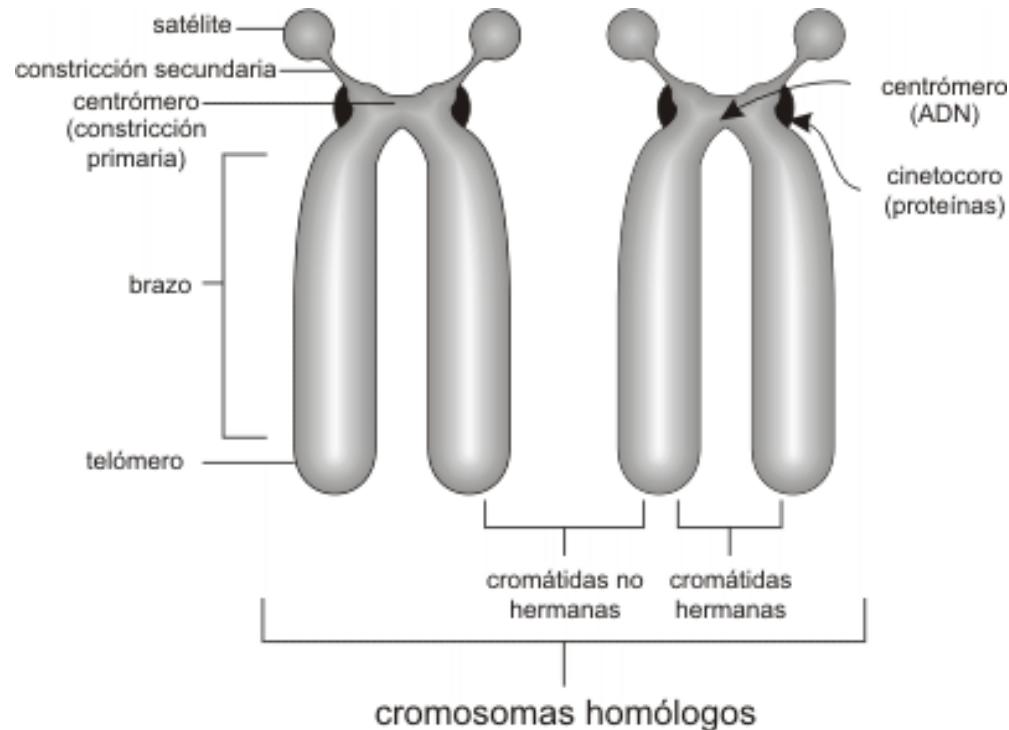
NUCLEO CELULAR: CROMATINA Y CROMOSOMAS



1. Molécula de ADN
2. Molécula de ADN unido a proteínas globulares, formando una estructura denominada “**collar de perlas**”.
3. Estructura de orden superior formando un “**solenoid**”.
4. Se consigue aumentar el empaquetamiento, formando la fibra de cromatina, nuevos “bucles”.
5. Grado de mayor espiralización y compactación, formando un denso paquete de cromatina, que es en realidad, un **cromosoma**.

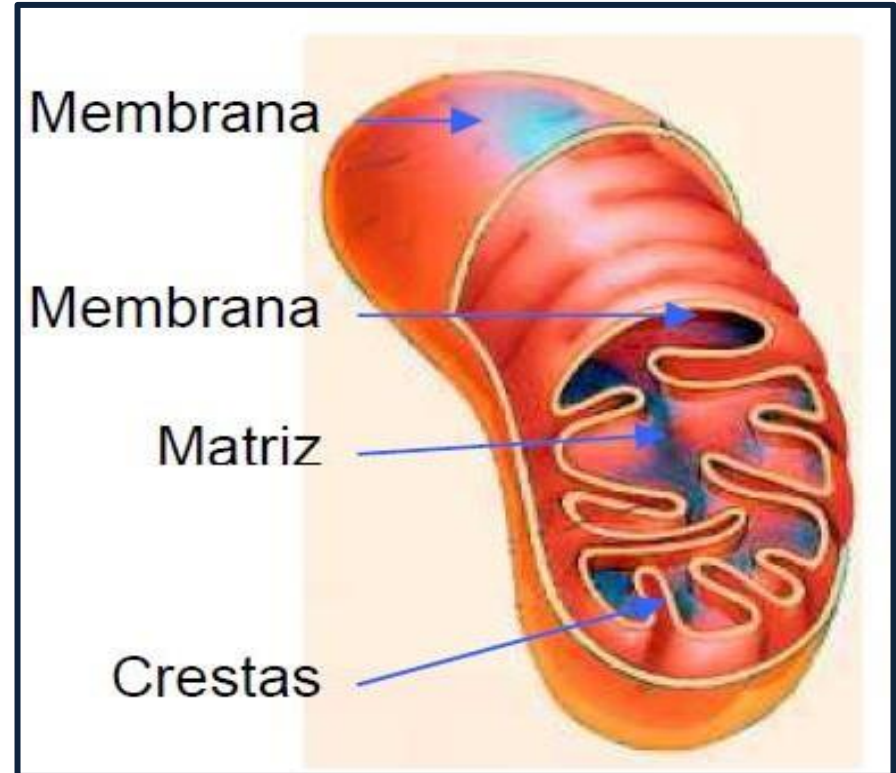
NUCLEO CELULAR: CROMATINA Y CROMOSOMAS

- Cada ser vivo contiene una información genética distinta **y la cantidad de cromosomas es típica de cada especie.**
- En el caso de los **humanos** cada una de las células de nuestro cuerpo contiene 46 cromosomas.
- En las células eucariotas el número de cromosomas es siempre par.
- Existen dos juegos de cromosomas iguales y, aquellos cromosomas que tienen el mismo tamaño, forma e información genética se agrupan en parejas, que se denominan **parejas de cromosomas homólogos o pares homólogos.**



MITOCONDRIAS

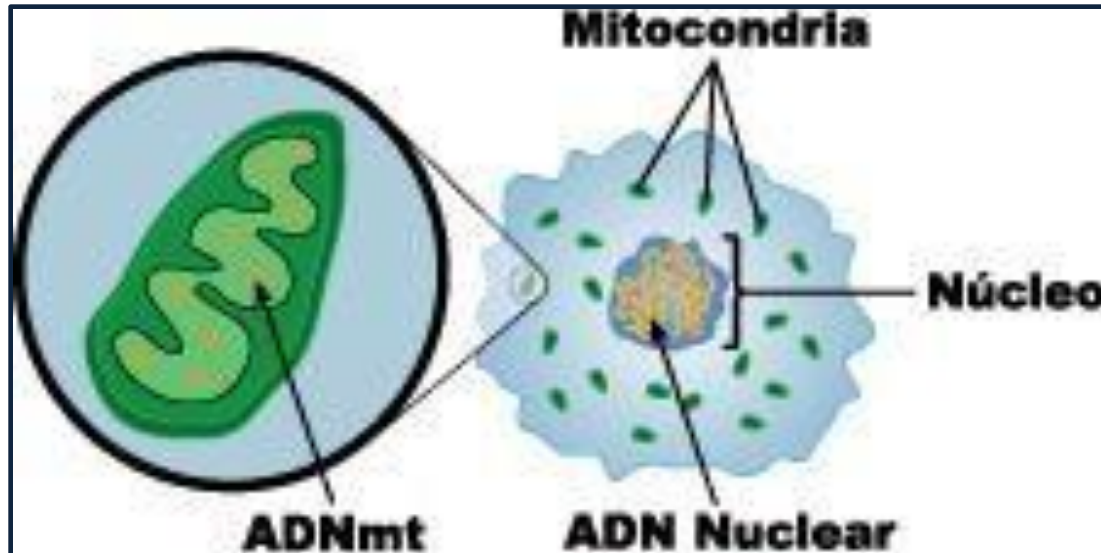
- Estas organelas están rodeadas de una **doble membrana**.
- La **membrana interna** presenta una gran cantidad de pliegues llamados **crestas**.
- En el interior (matriz mitocondrial), se encuentra una **molécula de ADN** y **ribosomas**.
- En las mitocondrias se realizan las reacciones químicas que permiten generar energía química a partir de moléculas orgánicas en presencia de oxígeno.
- Esta energía es la que mantiene todos los procesos vitales de la célula.



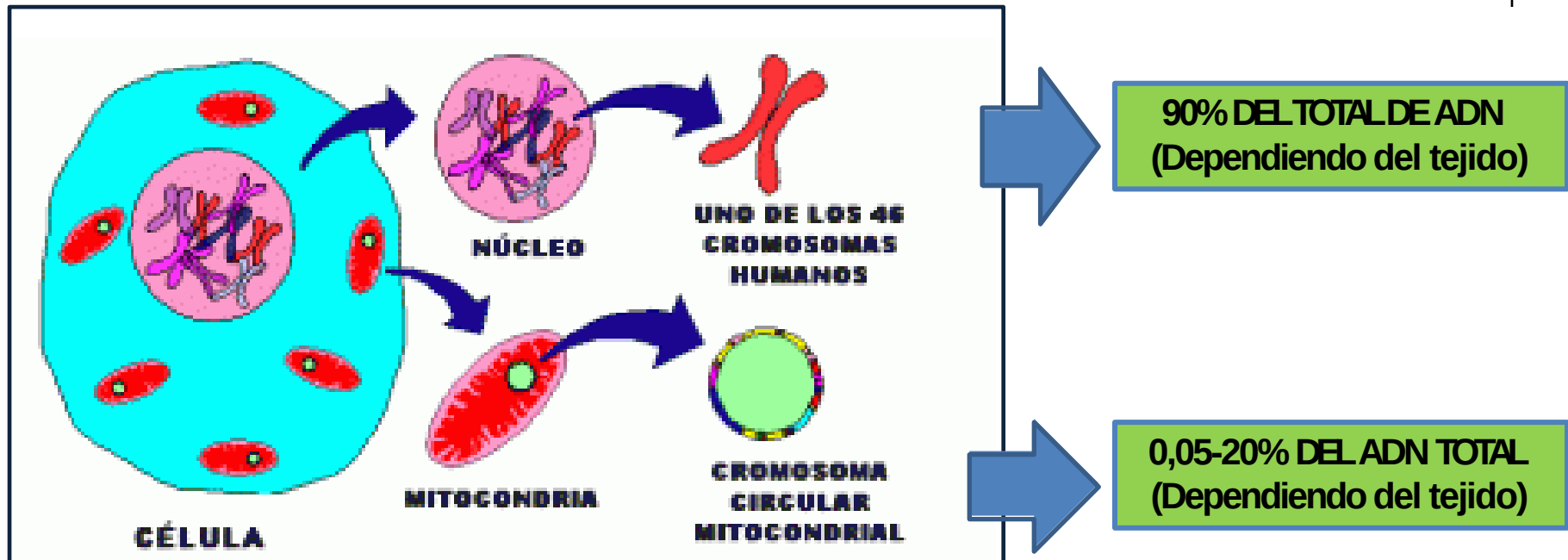
GENOMA DE EUCARIOTAS

En el genoma de eucariotas debe distinguirse entre el genoma nuclear y el de los orgánulos:

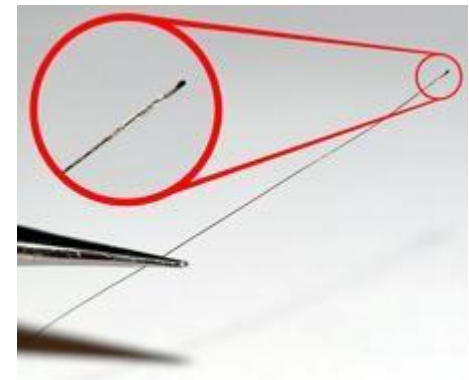
- **Genoma nuclear**: aparece bajo dos formas estructuralmente diferentes durante el ciclo celular:
 - ✓ **cromatina** (en la interfase, entre divisiones) como material filamentososo disperso por la mayor parte del núcleo
 - ✓ **cromosomas** (durante la división), fácilmente observables como entidades morfológicas o corpúsculos independientes.
- **Genoma de orgánulos** (cloroplastos y mitocondrias) está organizado en cromosomas circulares, al igual que el de procariotas.



GENOMA DE EUCARIOTAS



Los cabellos caídos del cuerpo, cabeza y púbicos sin material celular (folículo piloso) conectado al bulbo de la raíz y los restos esqueléticos de cierta edad son las muestras más comúnmente analizadas en busca de ADNmt porque el ADN nuclear no es recuperable en estos tejidos.



ÁCIDOS NUCLEICOS

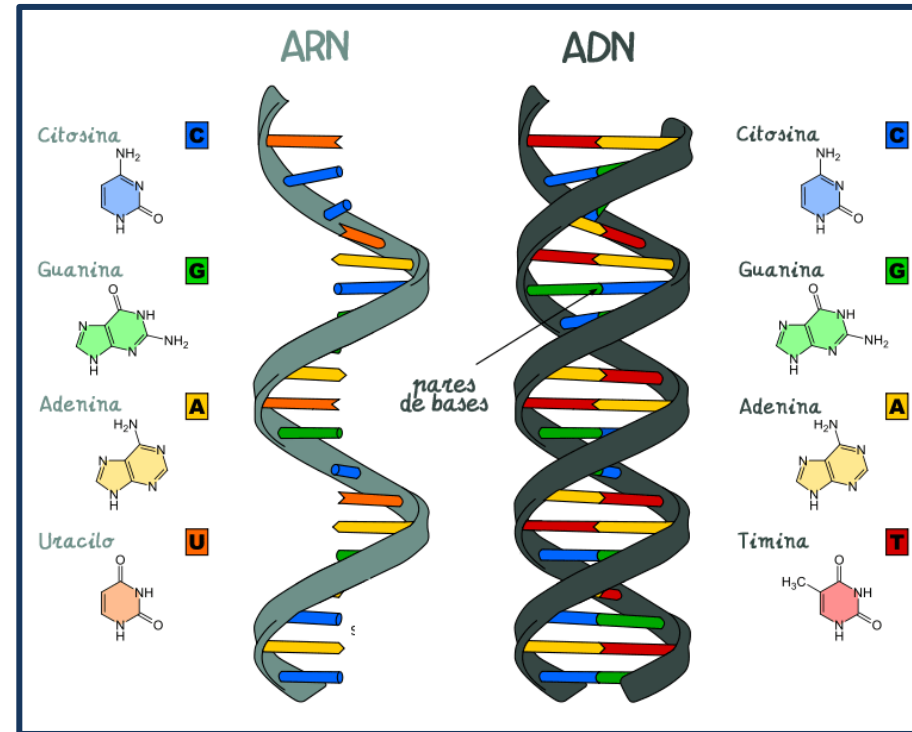
Los **ácidos nucleicos** son macromoléculas poliméricas encargadas de **almacenar**, **transmitir** y **expresar** la información genética de los seres vivos.

ÁCIDO DESOXIRIBONUCLEICO (ADN):

- Almacena y transmite la información genética.
- Dirige el proceso de síntesis de proteínas.
- Constituye el material genético y **forma los genes**, que son las unidades funcionales de los cromosomas.

ÁCIDO RIBONUCLEICO (ARN):

- **Ejecuta** las órdenes contenidas en el ADN,
- Se encarga de sintetizar proteínas.



ÁCIDOS NUCLEICOS

NUCLEÓTIDO: unidad estructural que se repite en los ácidos nucleicos

BASE NITROGENADA

Bases Purínicas

ADENINA

GUANINA

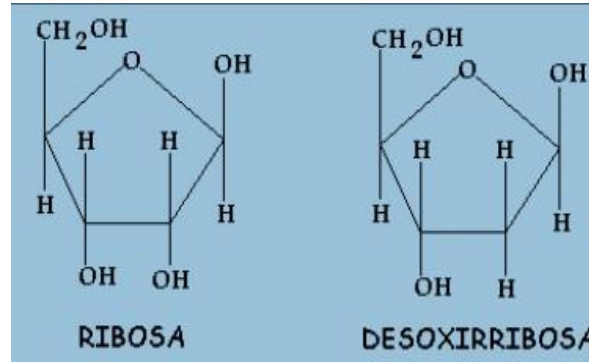
Bases Pirimidínicas

CITOSINA

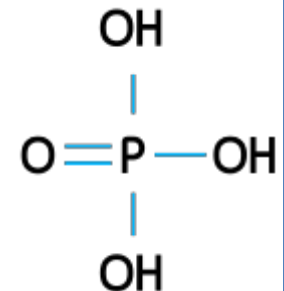
TIMINA

URACILO

PENTOSA

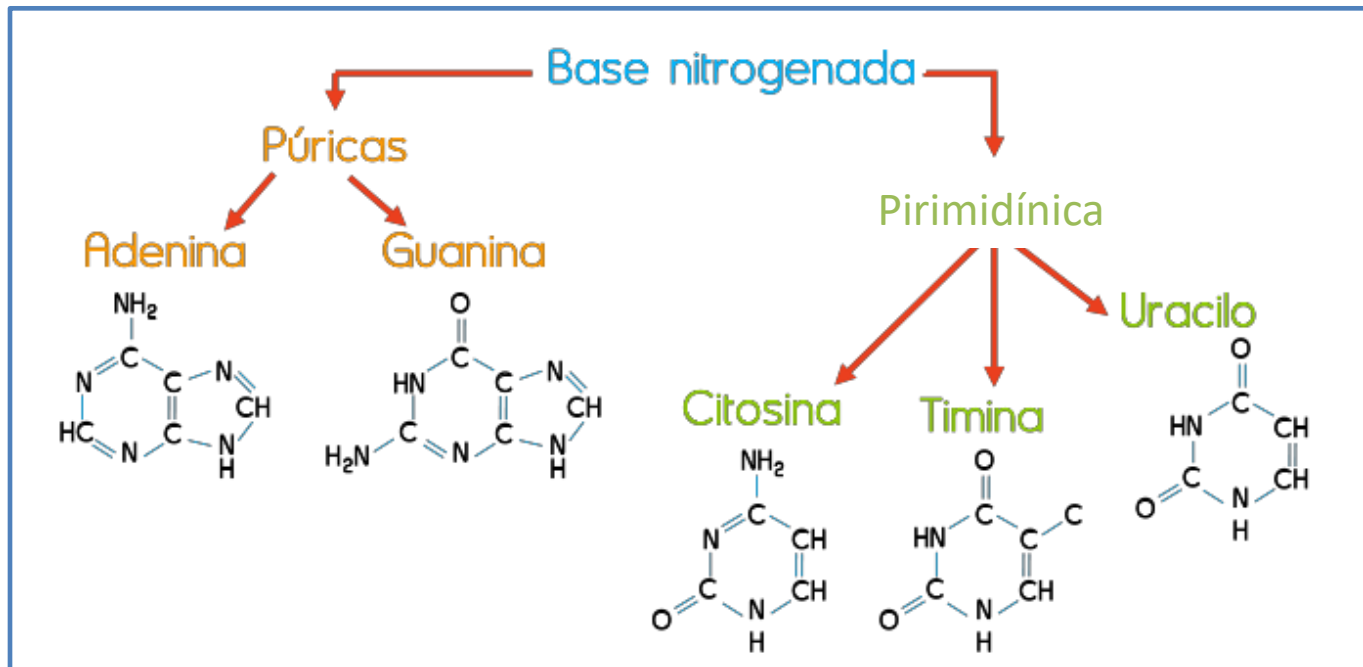


GRUPO FOSFATO



ÁCIDOS NUCLEICOS

BASE NITROGENADA: compuesto heterocíclico plano de **carbono** y **nitrógeno** con diferentes radicales



PURINAS



Heterociclo de 9 puntas

PIRIMIDINAS

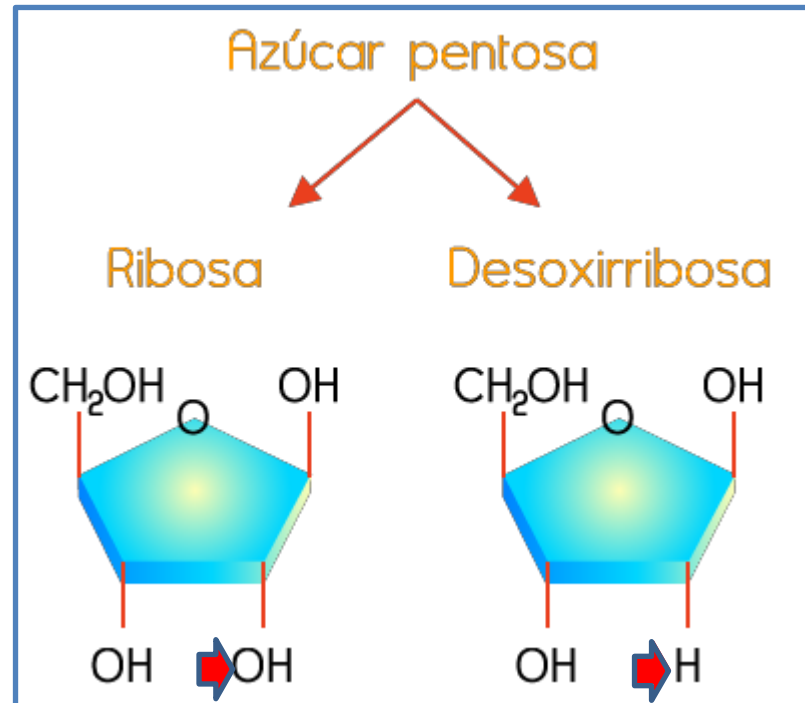


Heterociclo de 6 puntas

ADN	ARN
Adenina	Adenina
Citosina	Citosina
Guanina	Guanina
Timina	Uracilo

ÁCIDOS NUCLEICOS

PENTOSA: Azúcar de cinco átomos de carbono (pentosa) que forma parte de la estructura de un nucleótido



- La **ribosa** posee un **grupo OH** en el **carbono 2**
- La **desoxirribosa** carece de dicho grupo funcional y sólo cuenta con un **hidrógeno**

ÁCIDOS NUCLEICOS

ÁCIDO FOSFÓRICO:

Tiene una **estructura tetraédrica**, con el átomo de fósforo en posición central y los cuatro átomos de oxígeno ocupando los vértices del tetraedro.

Tiene **carga negativa** y es el responsable de que los ácidos nucleicos también tengan carga neta negativa.



ÁCIDOS NUCLEICOS

Las **pentosas** se unen a las **bases nitrogenadas** dando lugar a unos compuestos denominados **NUCLEÓSIDOS**.

- ✓ BASE NITROGENADA + **RIBOSA** = **RIBONUCLEÓSIDOS**
- ✓ BASE NITROGENADA + **DESOXIRRIBOSA** = **DESOXIRRIBONUCLEÓSIDOS**

La unión se realiza mediante un enlace **N-glucosídico** entre el átomo de **carbono 1' de la pentosa** y uno de los **átomos de nitrógeno** de la base nitrogenada, el de la **posición 1 si ésta es pirimídica** o el de la **posición 9 si ésta es púrica**.

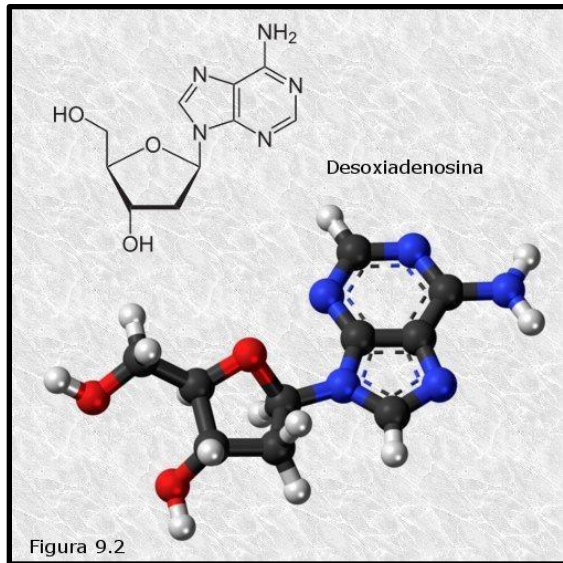
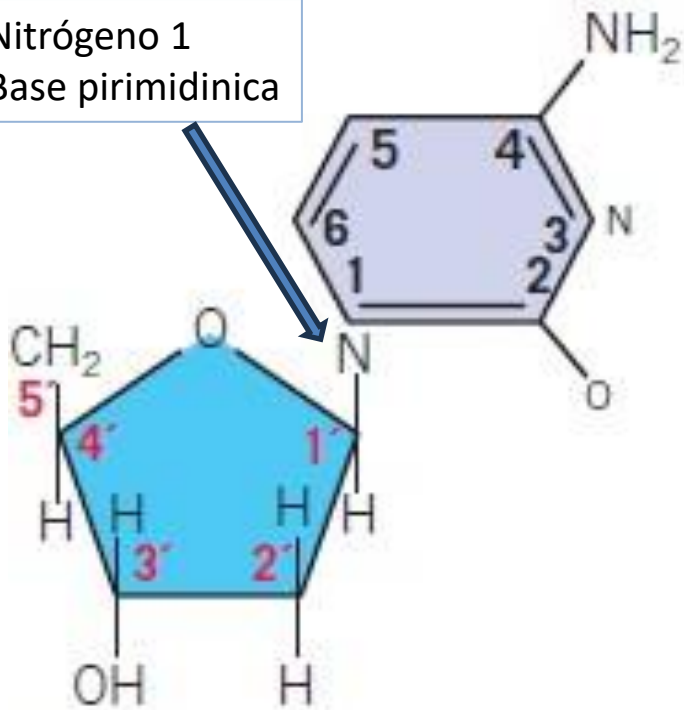


Figura 9.2

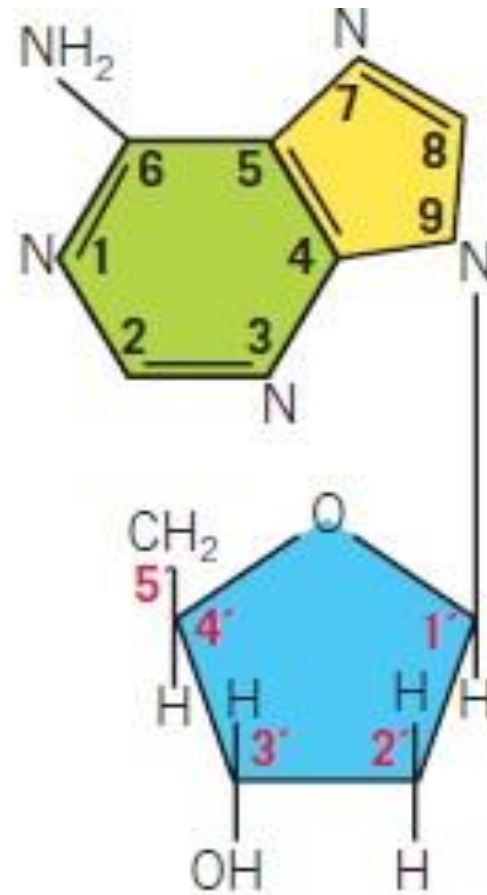
Los nucleósidos se nombran añadiendo a la base nitrogenada:

- La terminación **-osina** en el caso de las bases **púricas**
- La terminación **-idina** en el caso de las bases **pirimidínicas**
- Si la pentosa es la **desoxirribosa** se añade el prefijo **desoxi-** al nombre.

Nitrógeno 1
Base pirimidinica



Pentosa + Base nitrogenada



Nitrógeno 9
Base púrica

Pentosa + Base nitrogenada

Figura 3-4. Estructura de los nucleósidos.

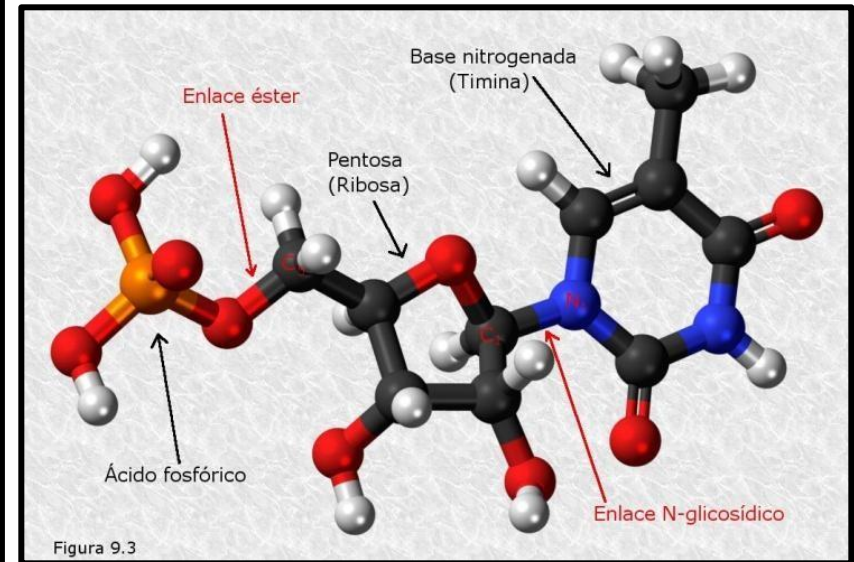
ÁCIDOS NUCLEICOS

Los **NUCLEÓTIDOS** resultan de la unión de la **pentosa** de un *nucleósido* con **una molécula de ácido fosfórico**, mediante un **enlace éster**.

Esta unión:

- Libera una molécula de agua.
- Puede producirse en cualquiera de los grupos hidroxilo libres de la pentosa, pero como regla general tiene lugar en el que ocupa la **posición 5'**.
 - ✓ Los nucleótidos que contienen desoxirribosa se denominan **desoxirribonucleótidos** y son los integrantes del ADN.
 - ✓ Los nucleótidos que contienen ribosa se denominan **ribonucleótidos** y son los integrantes del ARN.

Los nucleótidos se nombran eliminando la «a» final del nombre del nucleósido del que proceden y añadiendo la terminación 5-fosfato.



ÁCIDOS NUCLEICOS: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Las moléculas de ácidos nucleicos se caracterizan por las siguientes propiedades físicoquímicas:

- Son fuertemente ácidas en solución acuosa debido a los grupos fosfato.
- Presentan una elevada viscosidad incluso a concentraciones bajas.
- Muestran un pico de absorción de luz ultravioleta a una longitud de onda de 260 nm. Esta propiedad resulta útil para determinar su concentración en ácidos nucleicos.
- Las dos cadenas de nucleótidos que forman la doble hélice de una molécula de ADN se pueden separar elevando la temperatura o aumentando el pH (pH alcalino) → **desnaturalización** y se produce por la rotura de los puentes hidrógeno entre las bases nitrogenadas complementarias.
- La desnaturalización es **reversible**, de manera que al disminuir la temperatura lentamente o bajar el pH hasta valores neutros, se vuelven a formar los puentes de hidrógeno entre las bases complementarias y la molécula de ADN recupera su conformación nativa en doble hélice → **renaturalización**.
- Dos cadenas de ácidos nucleicos con una secuencia de bases nitrogenadas complementarias, en condiciones adecuadas de temperatura, pH y fuerza iónica, se unen mediante puentes de hidrógeno entre las bases complementarias en un proceso denominado **hibridación**.

EL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

El **ácido desoxirribonucleico (ADN)** almacena la información genética de un individuo, la transmite a los descendientes y dirige la síntesis de proteínas.

CÉLULAS EUCARIOTAS



El ADN se encuentra:

- ✓ En el **núcleo celular** como parte de los cromosomas.
- ✓ Pequeñas cantidades en **mitocondrias** y **cloroplastos**.

CÉLULAS PROCARIOTAS

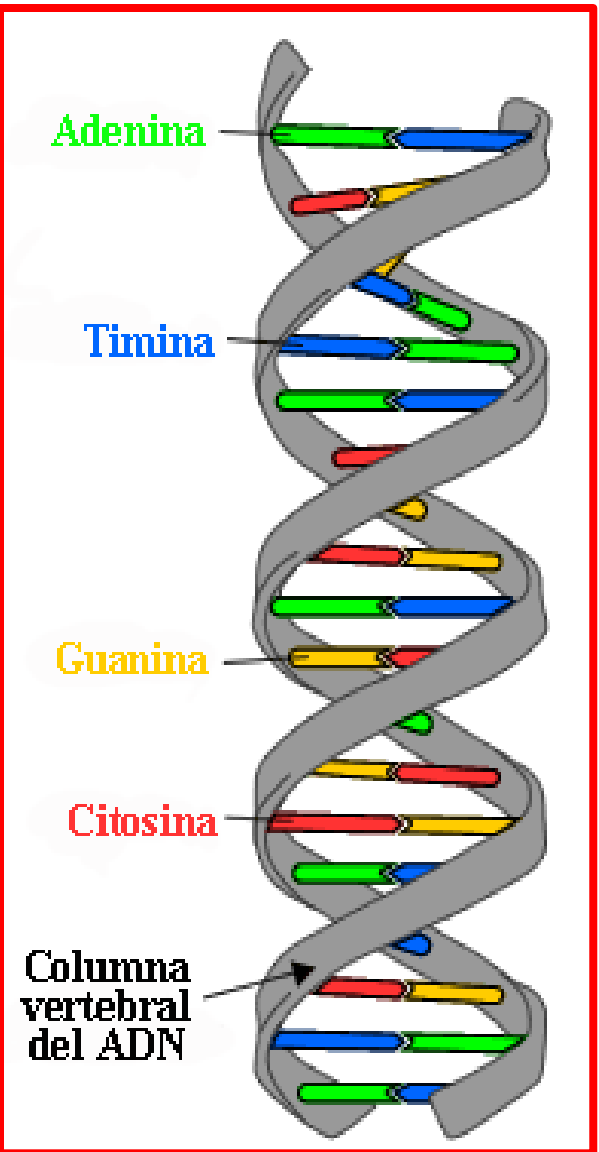


- ✓ La mayor parte del ADN se encuentra en un solo **cromosoma**.
- ✓ En una menor proporción, en forma de pequeños fragmentos llamados **plásmidos**.

EL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

El **ácido desoxirribonucleico (ADN)** es un polímero formado por largas cadenas de desoxirribonucleótidos.

- **PENTOSA: DESOXIRRIBOSA**
- **BASES NITROGENADAS:**
ADENINA, GUANINA, CITOSINA Y TIMINA



EL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

CARACTERÍSTICAS MOLÉCULA ADN:

- ✓ **TAMAÑO**: Determinado por el número de desoxirribonucleótidos que contiene.
 - Las moléculas de ADN que forman los cromosomas son de gran tamaño, conteniendo varios **millones de pares de bases**.
 - Los plásmidos y las moléculas de ADN mitocondrial, tienen un tamaño de unos pocos **miles de pares de bases**.
- ✓ **COMPOSICIÓN**: Proporción de cada desoxinucleótido.
 - Los ADN aislados de diferentes especies de organismos **varían en la proporción de desoxirribonucleótido que contienen**.
- ✓ **SECUENCIA DE BASES NITROGENADAS**: Además de la proporción de desoxirribonucleótidos
 - En los ADN aislados de diferentes especies también **varía el orden o secuencia en que se sitúan las bases nitrogenadas**.

EL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

ESTRUCTURA PRIMARIA

La **estructura primaria** de una molécula de ADN es la secuencia de bases nitrogenadas colocadas en el esqueleto de su cadena de desoxinucleótidos.

Una molécula de ADN se representa abreviadamente por su secuencia de bases nitrogenadas colocadas en dirección 5' - 3'.

Direccionalidad se refiere a la orientación química de punta a punta de un solo filamento de ácido nucleico.

La convención química de nombrar los átomos de carbono en la pentosa de los nucleótidos numéricamente le confiere los nombres de extremo 5' y extremo 3'

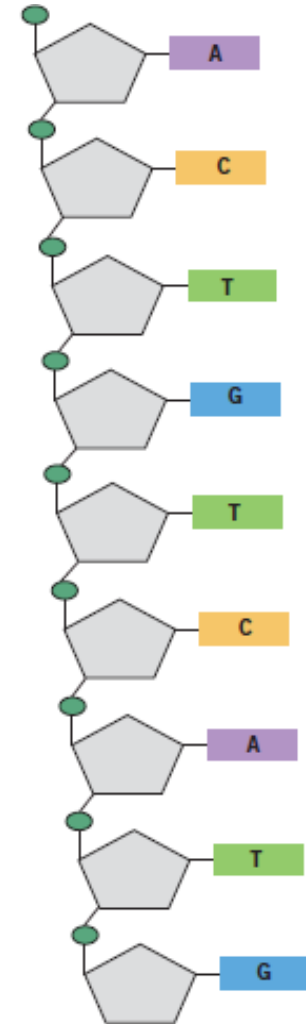


Figura 3-6. Estructura primaria del ADN.

EL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

PRINCIPIO DE COMPLEMENTARIEDAD

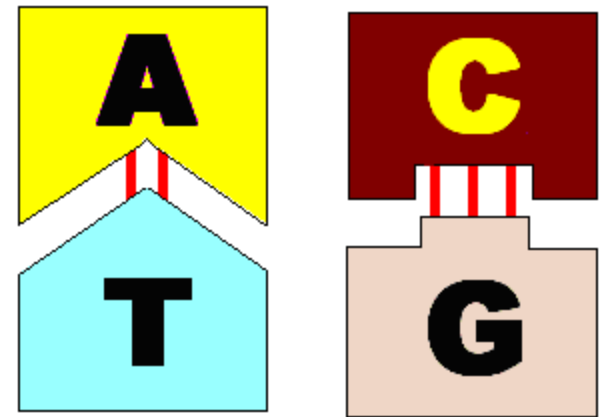
Cuando los nucleótidos se enfrentan, se mantienen unidos mediante **puentes de hidrógeno** entre sus bases nitrogenadas.

Esta unión, solo se produce entre **bases nitrogenadas complementarias** en función de su tamaño y estructura.

Son complementarias:

- ❖ **adenina y timina**, entre las que se forman dos puentes de hidrógeno.
- ❖ **guanina y citosina**, entre las que se forman tres puentes de hidrógeno.

Ninguna otra combinación de bases presenta complementariedad **en el ADN**. Esta propiedad de los nucleótidos se conoce como **principio de complementariedad**.



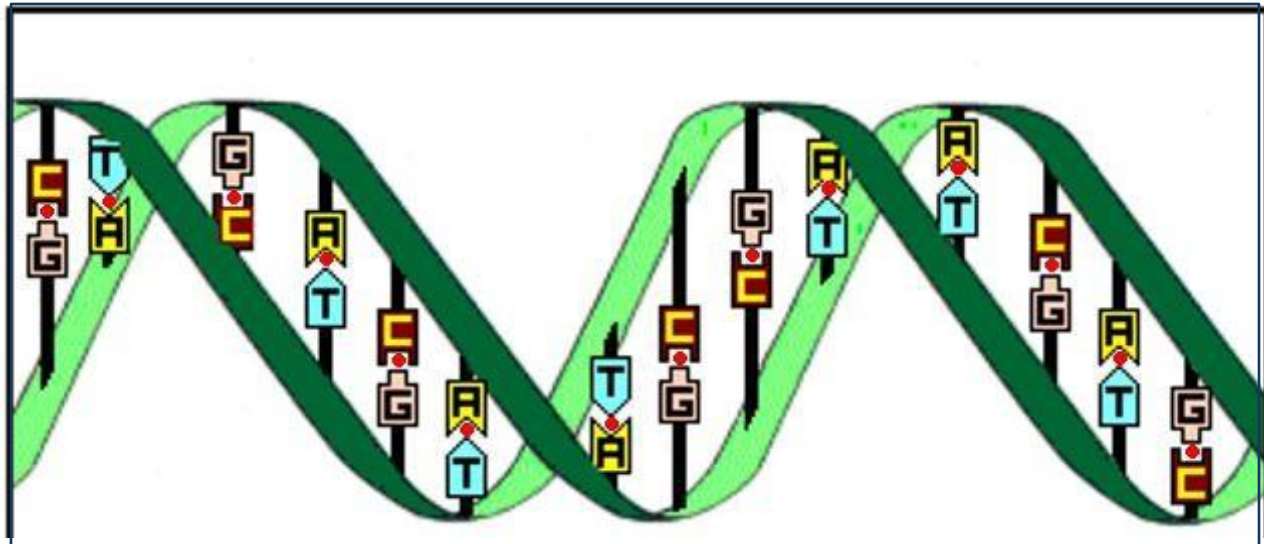
EL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

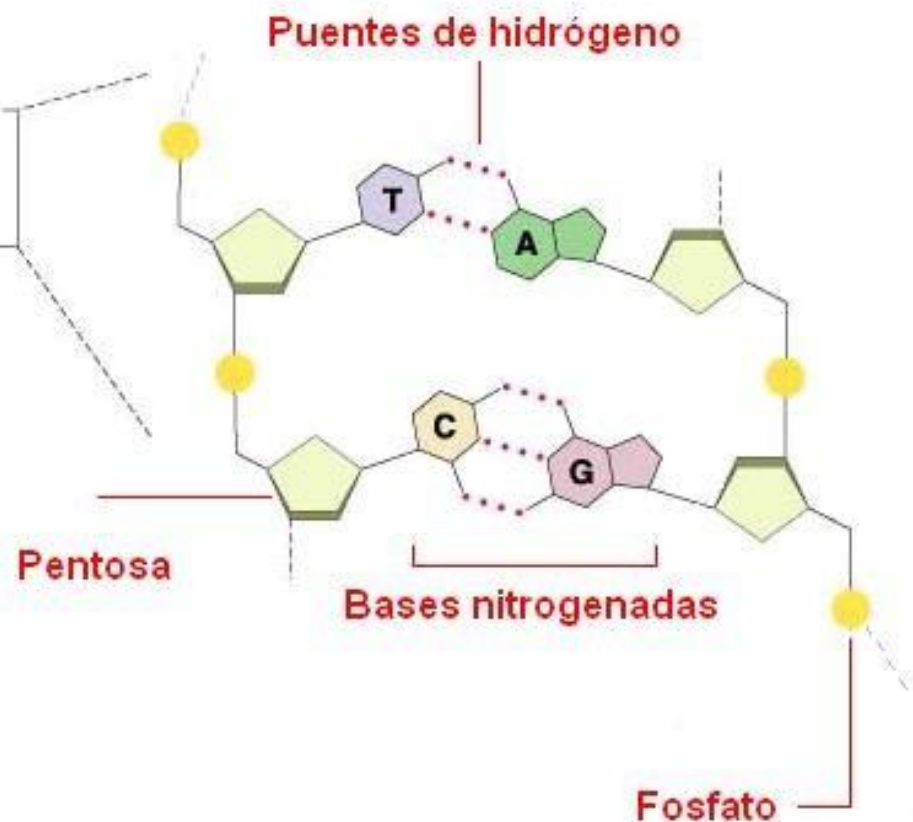
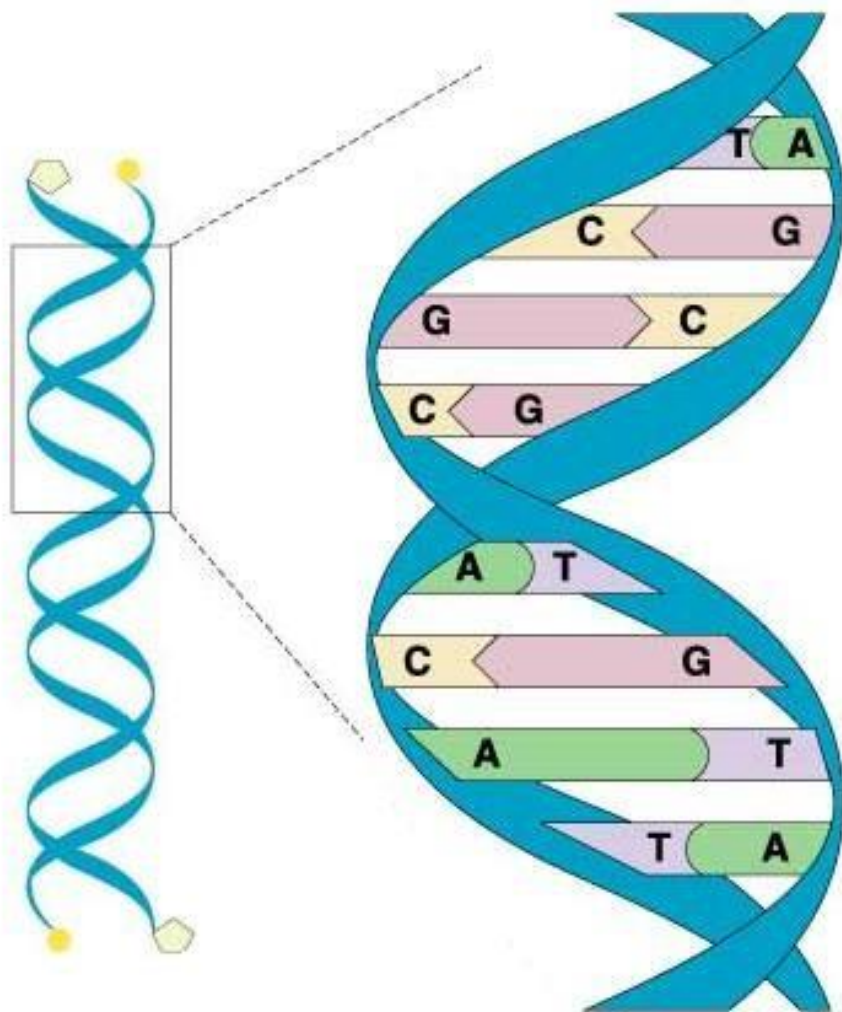
ESTRUCTURA SECUNDARIA (Modelo de Watson yCrick)

En 1953 Watson y Crick propusieron un modelo para describir la estructura de ADN que permite explicar el principio de complementariedad y que sostiene que el ADN es una **doble hélice**.

Sostiene que: el ADN está formado por dos cadenas de polinucleótidos que forman una doble hélice alrededor de su eje central.

La configuración en doble hélice del ADN constituye su **estructura secundaria**





EL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

ESTRUCTURA SECUNDARIA (Modelo de Watson y Crick)

Las moléculas de ADN de los seres vivos son **bicatenarias**, es decir, están constituidas por dos cadenas de polinucleótidos que cumplen las siguientes condiciones:

- Las dos cadenas son **antiparalelas** → Los enlaces 5'-3' están orientados en sentidos opuestos, de manera que el extremo 5' de una cadena se enfrenta al 3' de la otra.
- La secuencia de bases nitrogenadas de ambas cadenas es **complementaria**. → si se conoce la secuencia de una de las cadenas se puede deducir la secuencia de la otra cadena.
- Ambas cadenas se mantienen unidas por **puentes de hidrógeno** entre las bases complementarias.
- Forman una **doble hélice**. Las dos cadenas se enrollan alrededor de un eje imaginario formando una hélice.
- El enrollamiento es **dextrógiro** (giran hacia la derecha) y **plectonémico** (para separar las cadenas hay que desenrollarlas previamente)

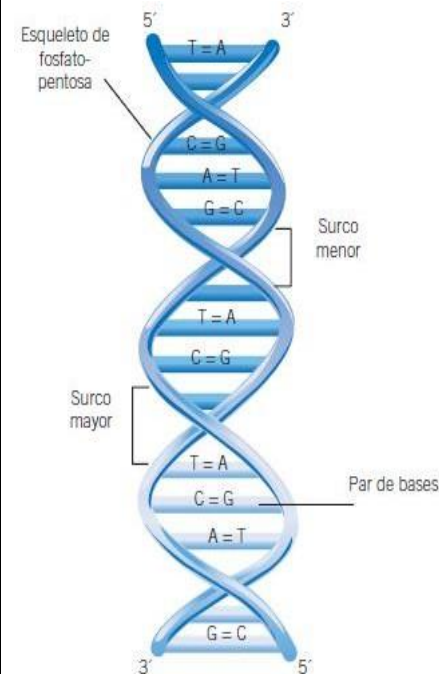


Figura 3-7. Doble hélice del ADN.

EL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

ESTRUCTURASECUNDARIA (Modelo de Watson yCrick)

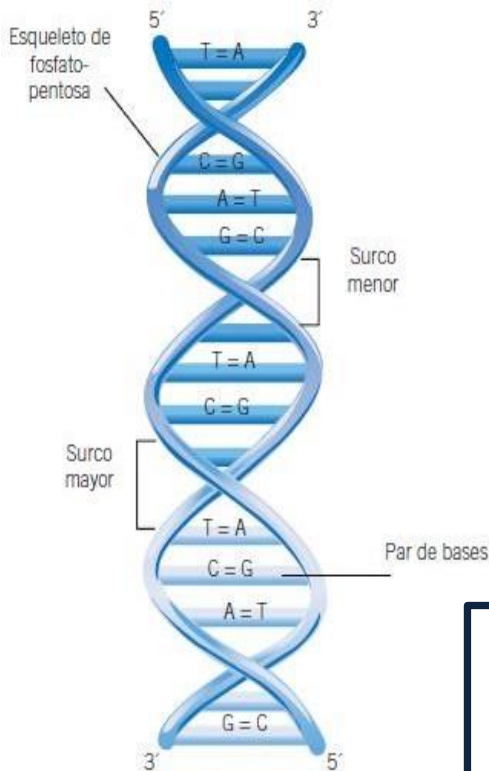


Figura 3-7. Doble hélice del ADN.

Las moléculas de ADN de los seres vivos son **bicatenarias** :

- ✓ Las **bases nitrogenadas** se encuentran en el **interior**

En el **exterior de la doble hélice** se sitúan las cadenas de **fosfato y desoxirribosa**.

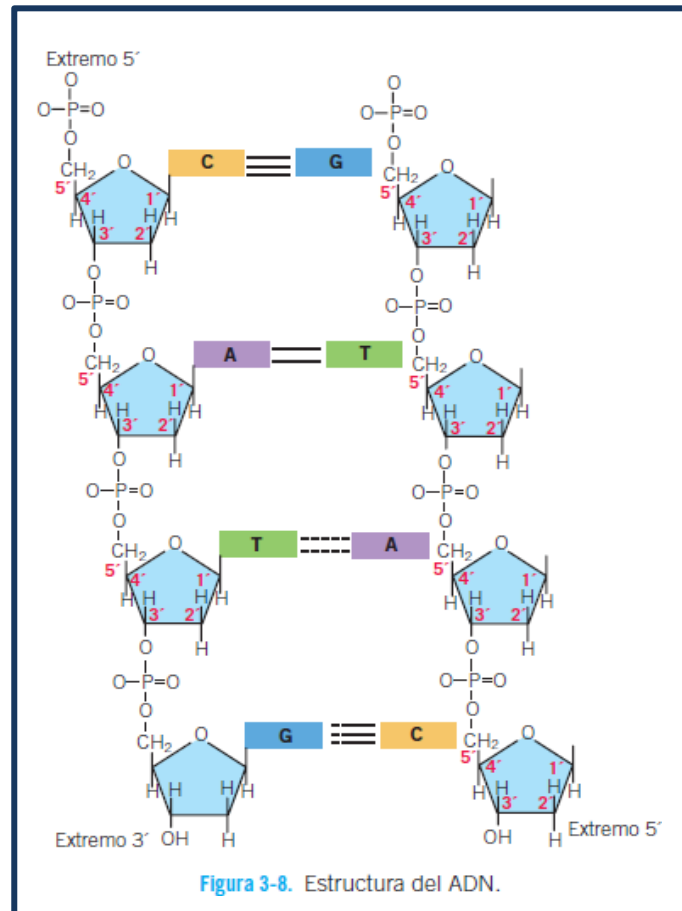
- ✓ El giro de la doble hélice equivale a 10 nucleótidos.

El apareamiento específico de bases entre las cadenas de ADN sustenta las llamadas **reglas de Chargaff**:

- ✓ La **cantidad de A es igual a la cantidad de T**
- ✓ La **cantidad de G es igual a la de C**
- ✓ La cantidad de **purinas** es igual a la de **pirimidinas**.

EL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

ESTRUCTURA SECUNDARIA (Modelo de Watson yCrick)



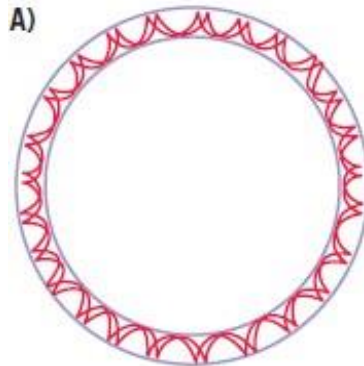
<https://www.youtube.com/watch?v=95s81jw70Lg>

EL ÁCIDO DESOXIRIBONUCLEICO (ADN)

ADN CIRCULAR

El **ADN mitocondrial** y el **ADN de células procariotas** se encuentra en forma de molécula circular, sin extremos, donde no hay interrupción de los enlaces fosfodiéster.

ADN circular como una estructura relajada



Estructura superenrollada y más compacta, donde la hélice de ADN (ya enrollada) gira sobre sí misma y genera una superhélice.

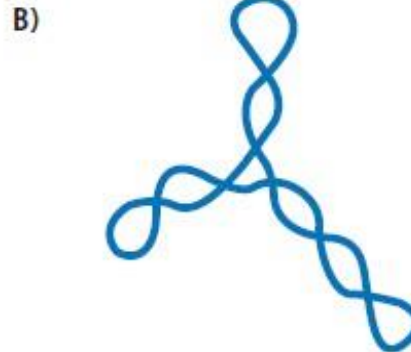


Figura 3-9. Moléculas de ADN circular.

EL ÁCIDO DESOXIRIBONUCLEICO (ADN)

NIVELES DE EMPAQUETAMIENTO DENTRO DE LA CÉLULA

Debido a la longitud del ADN genómico en las células eucariotas es necesaria su compactación, de manera que permita ocupar menos espacio y quepa dentro del núcleo de la célula.

NUCLEOSOMA

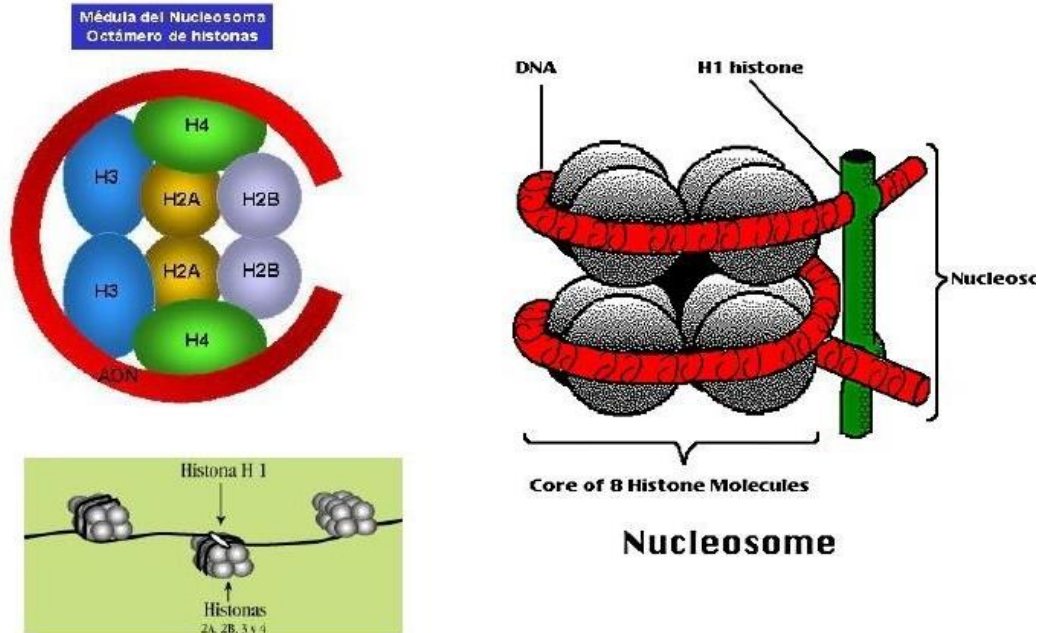
- Las **histonas** son proteínas con **carga positiva** a pH fisiológico, debido a su alto contenido en aminoácidos básicos, como la **lisina** y la **arginina**.
- **Esta propiedad les permite asociarse a la molécula de ADN de carga negativa** (conferida por los grupos fosfato).
- Existen cinco tipos de histonas: **H1, H2A, H2B, H3 y H4**.
- Dos moléculas de histona **H2A, H2B, H3 y H4 se asocian para formar un octámero de histonas**.
- Un segmento de ADN de doble cadena de aproximadamente 146 pb se enrolla para formar una estructura llamada **nucleosoma**.

EL ÁCIDO DESOXIRIBONUCLEICO (ADN)

NIVELES DE EMPAQUETAMIENTO DENTRO DE LA CÉLULA

NUCLEOSOMA

Nucleosoma



Los diferentes fragmentos de ADN presentes en el núcleo se asocian a diversos octámeros y forman una cadena de nucleosomas denominada “cuentas de rosario” o “cuentas de collar” por su semejanza con estas estructuras al observarse en el microscopio electrónico.

Entre cada nucleosoma queda un segmento de ADN de aproximadamente 55 pb llamado **linker**

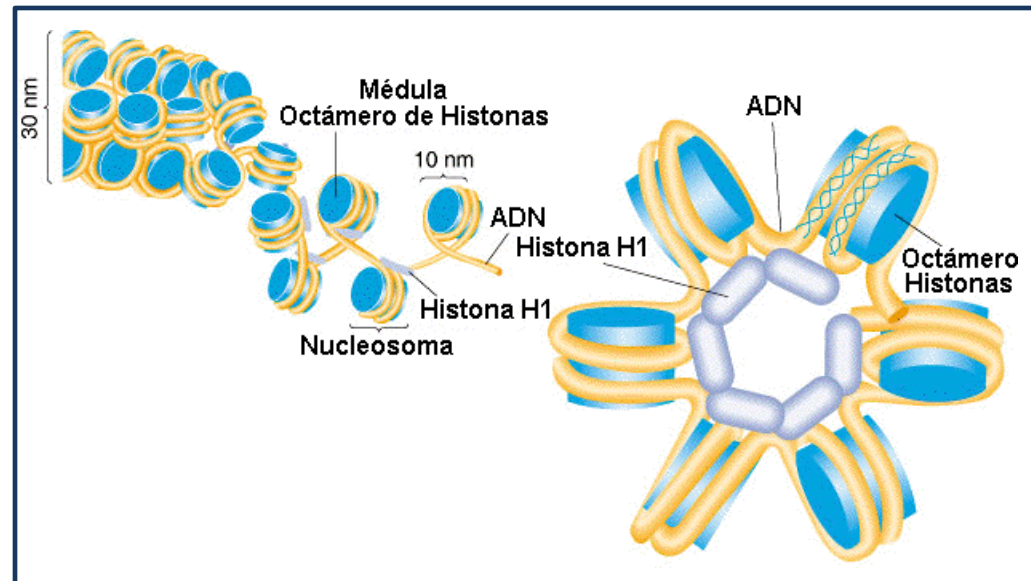
EL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

NIVELES DE EMPAQUETAMIENTO DENTRO DE LA CÉLULA

SOLENOIDE

Los nucleosomas se compactan para formar un polinucleosoma de seis unidades.

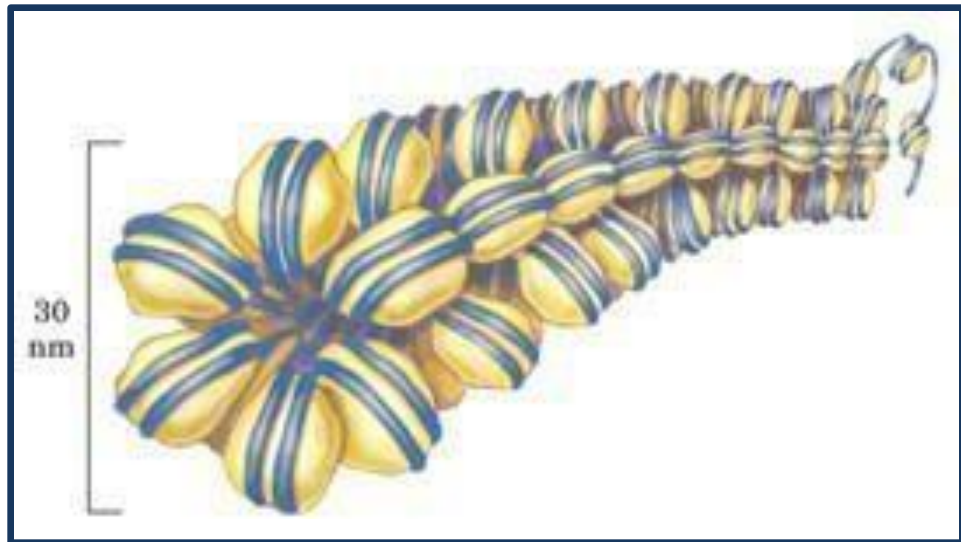
Esta estructura recibe el nombre de **solenioide** y forma una hebra de 30 nm, conocida como **cromatina**, en este nivel el ADN está compactado unas 100 veces.



EL ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO (ADN)

NIVELES DE EMPAQUETAMIENTO DENTRO DE LA CÉLULA

ASAS CROMATÍNICAS



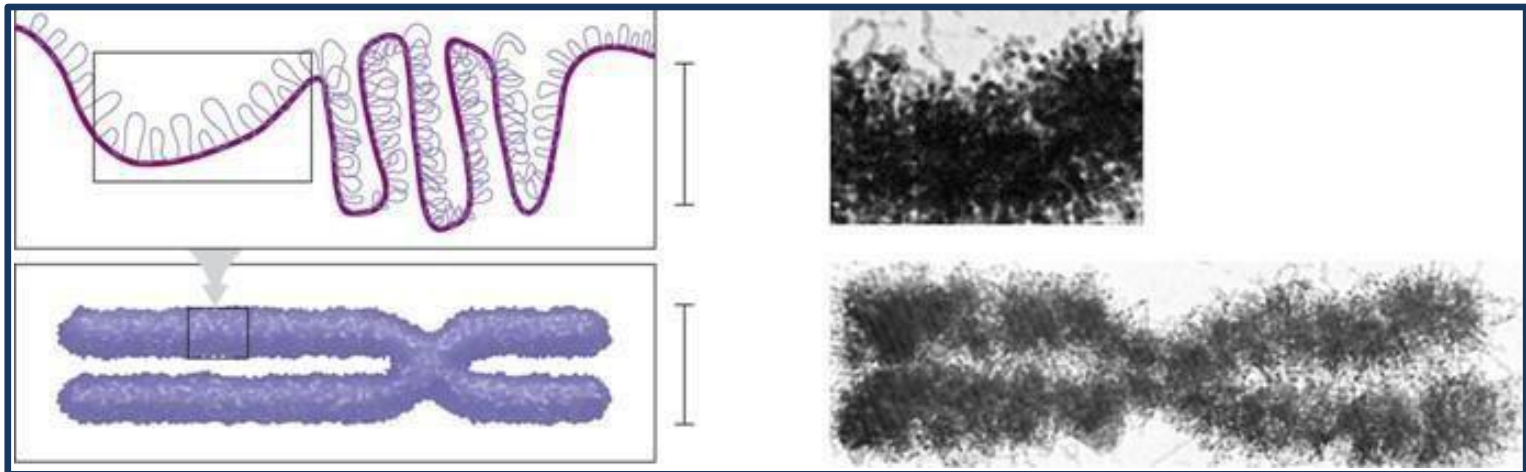
La fibra de 30 nm se pliega y condensa aún más, formando estructuras de asas amplias superenrolladas.

EL ÁCIDO DESOXIRIBONUCLEICO (ADN)

NIVELES DE EMPAQUETAMIENTO DENTRO DE LA CÉLULA

CROMOSOMA CONDENSADO

Las asas cromatínicas se compactan y forman un cromosoma condensado visible durante la interfase.



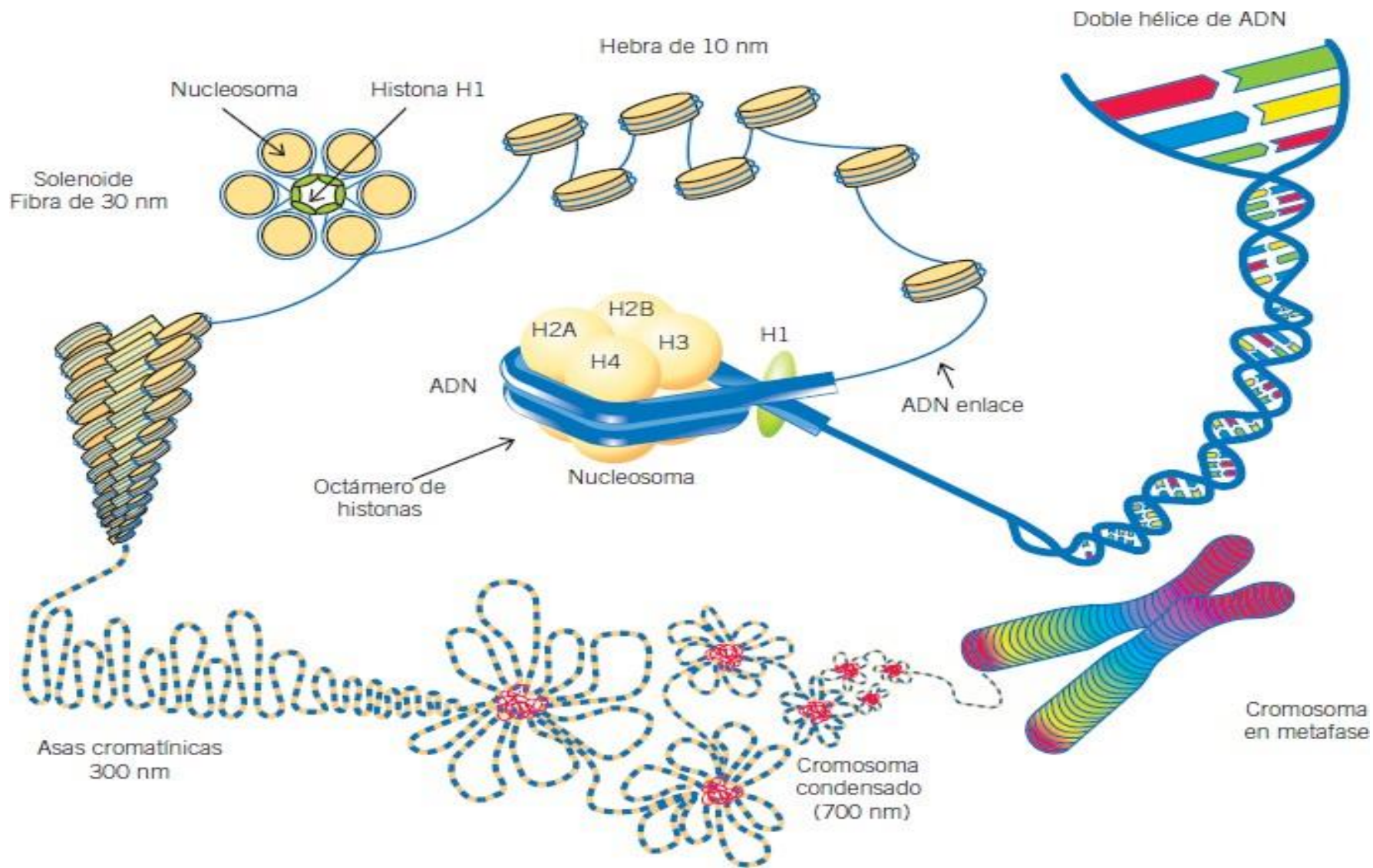


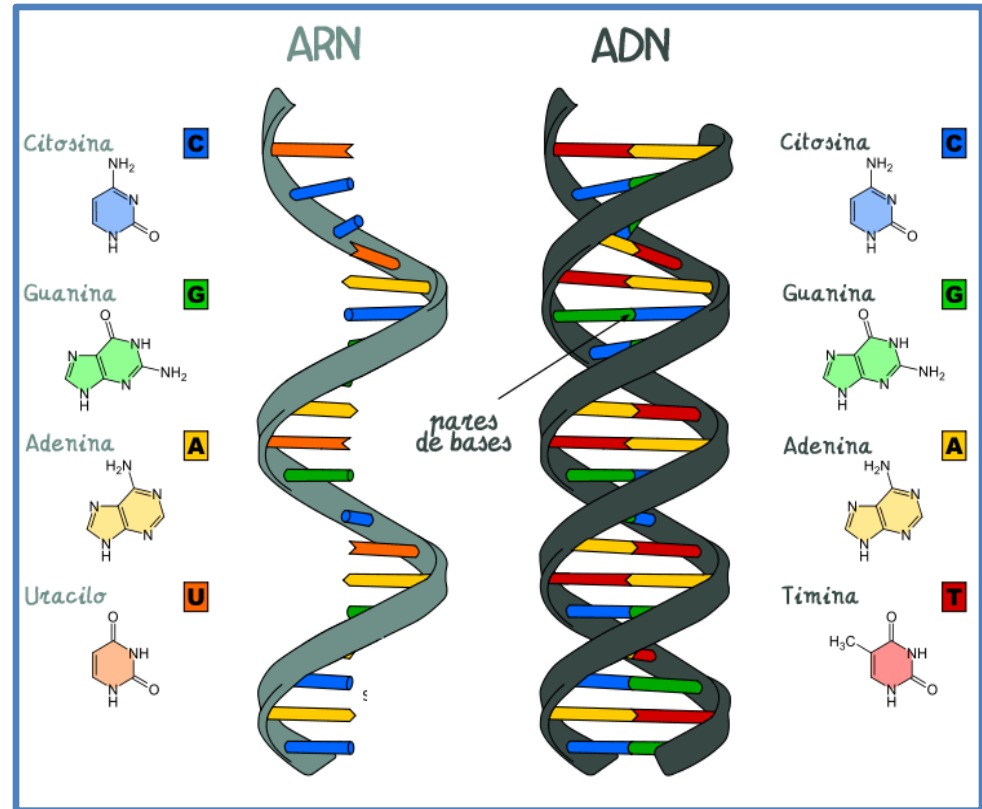
Figura 3-10. Niveles de empaquetamiento del ADN.

EL ÁCIDO RIBONUCLEICO (ARN)

El **ácido ribonucleico** controla la síntesis de proteínas a partir de la información contenida en el ADN

DIFERENCIAS ENTRE **ARN** y **ADN**:

- ✓ El ARN suele ser monocatenario (una sola cadena)
- ✓ Contiene uracilo en lugar de timina.
- ✓ La pentosa que constituye sus nucleótidos es la ribosa
- ✓ El grupo hidroxilo en el carbono 2 de la ribosa hace que el ARN sea una molécula químicamente inestable.

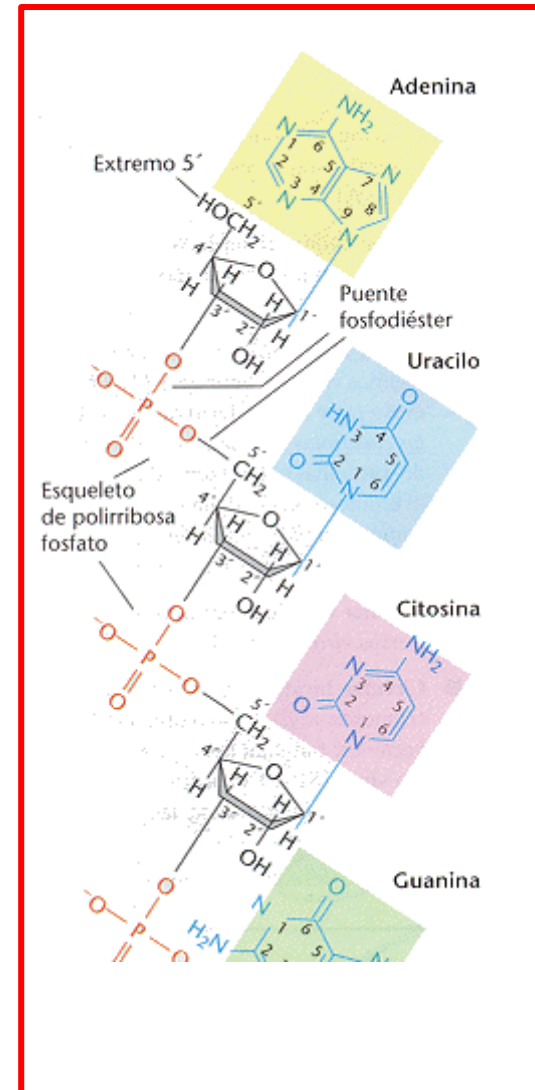


EL ÁCIDO RIBONUCLEICO (ARN)

ESTRUCTURA DEL ARN

ESTRUCTURA PRIMARIA:

Secuencia lineal de ribonucleótidos,
que se describen siempre en
dirección 5' - 3'



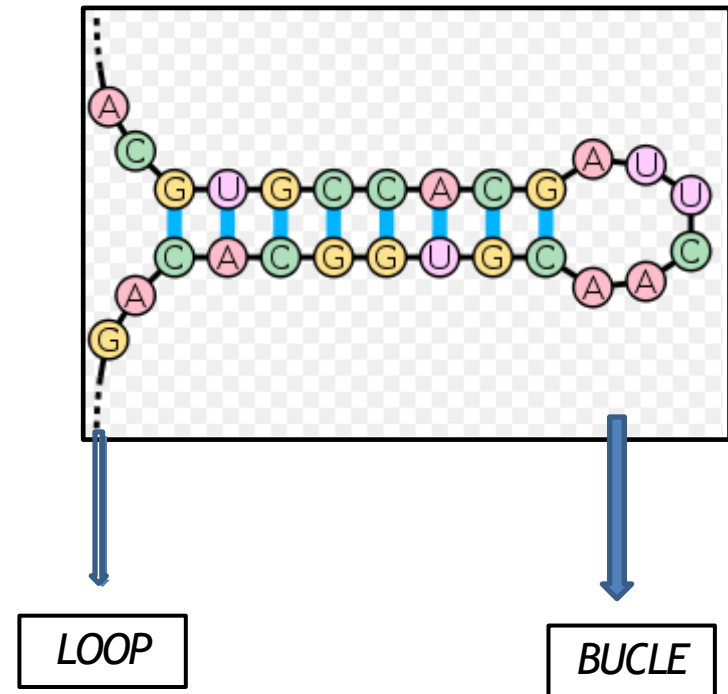
EL ÁCIDO RIBONUCLEICO (ARN)

ESTRUCTURA DEL ARN

ESTRUCTURA SECUNDARIA:

La complementaridad ocasional de bases en el ARN da lugar a **estructuras de pasador (hairpin u «horquilla»)**

- ✓ Formaciones en las cuales parte de la cadena de ARN es complementaria y origina puentes de hidrógeno.
- ✓ La parte no complementaria da origen a un **loop** o asa de bases que no se unen.



En el **ARN** las bases complementarias son : **adenina y uracilo** (dos puentes de hidrógeno); **citocina y guanina** (tres puentes de hidrógeno)

TIPOS DE ARN

ARN MENSAJERO

- Actúa como molde y **transporta la información para la síntesis de proteínas**.
- Presenta codones (grupo de tres nucleótidos). Un codón codifica un aminoácido.

ARN de TRANSFERENCIA

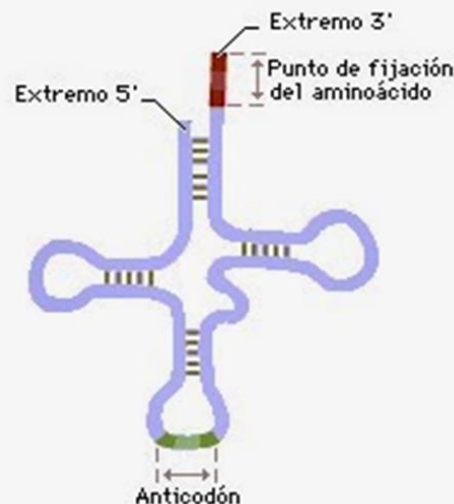
- **Transporta los aminoácidos hacia los ribosomas para la síntesis proteica**.
- Está en el citoplasma y contiene anticodones (grupo de tres nucleótidos).
- Estructura secundaria en forma de hoja de trébol y terciaria en L o búmeran

ARN RIBOSÓMICO

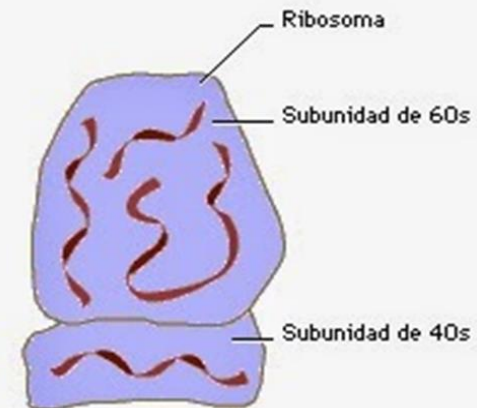
- Combinado con proteínas **forma los ribosomas**, orgánulos responsables de la síntesis proteica.
- Estructura muy compleja (numerosas horquillas y bucles).



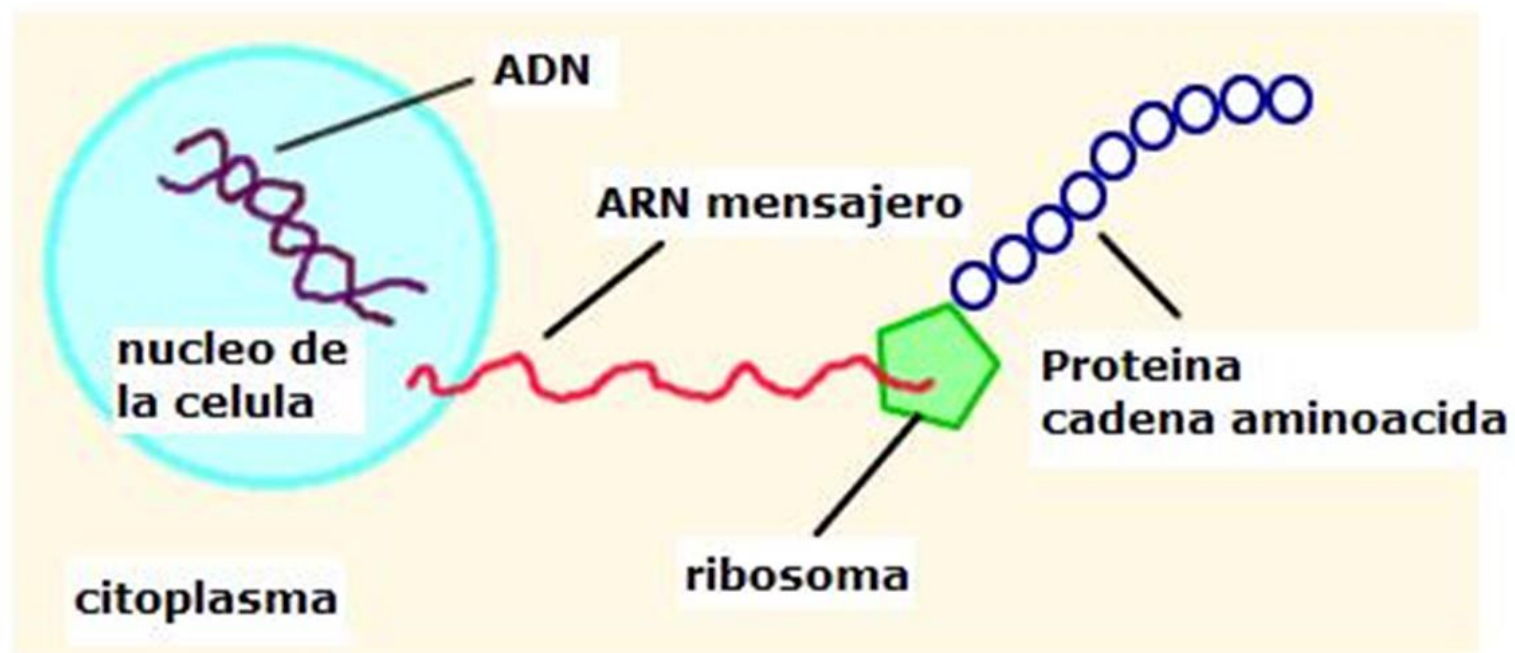
ARN mensajero



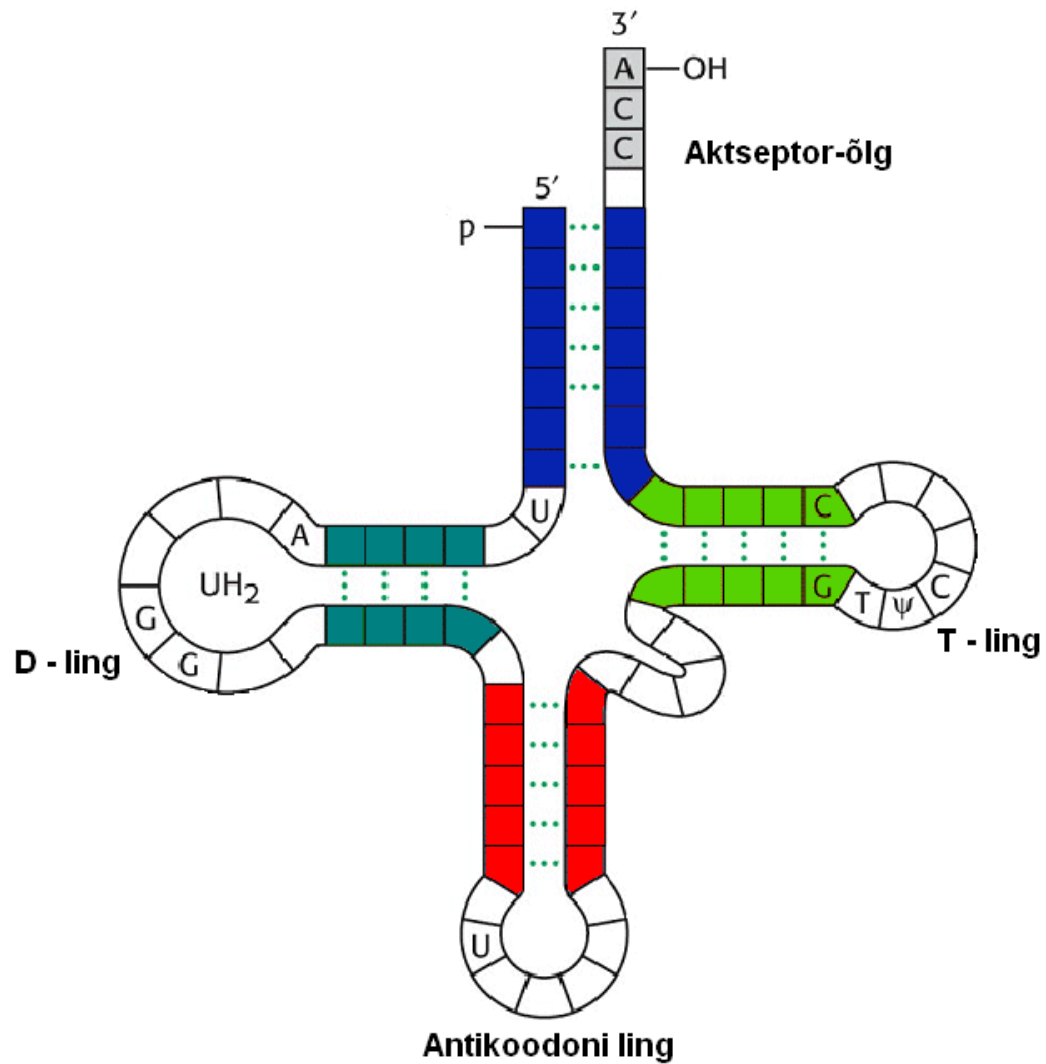
ARN de transferencia



ARN ribosómico



ARN de transferencia



ARN de transferencia

ARN de transferencia (ARN_t)

AcademiaVasquez



ARN de transferencia

