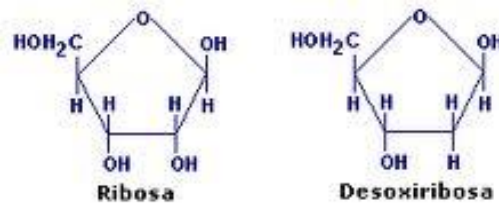


Tema 5.- BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS (IV): ÁCIDOS NUCLEICOS (AANN)

1.- Nucleótidos: (pág 84-85)

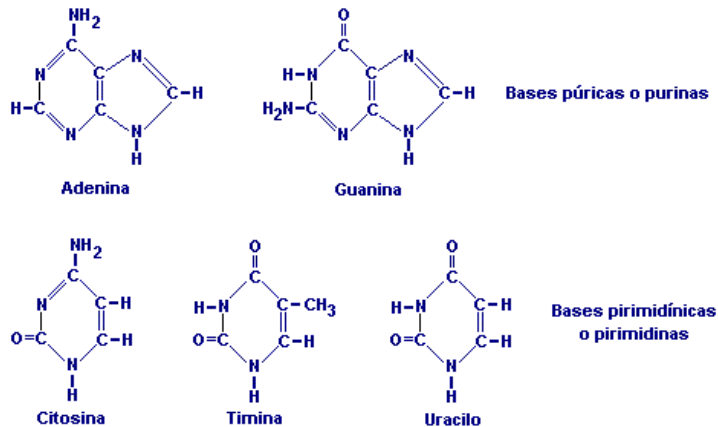
Son moléculas orgánicas que pueden participar en la composición química de los AANN (*nucleótidos nucleicos*) o bien pueden aparecer con otras funciones asociadas (*nucleótidos no nucleicos*). Químicamente los *nucleótidos* se componen de:

- Una *pentosa*, que puede ser β - *D*- *Ribofuranosa* (ribosa, en ARN) o β - *D*- *Desoxirribofuranosa* (desoxirribosa en ADN)

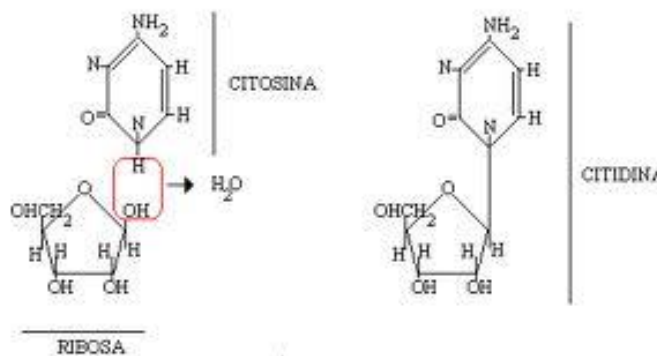


- Una *base nitrogenada*, que a su vez puede ser:

- *Púrica*: Adenina (A) y Guanina (G)
- *Pyrimidínica*: Citosina (C), Timina (T) o Uracilo (U)



La Timina es incompatible con la Ribosa y el Uracilo con la Desoxirribosa. (De ahí que la primera no esté en el ARN y la 2ª no esté en ADN). La unión entre la pentosa y la base se llama *nucleósido* y se produce mediante un enlace llamado *N-glucosídico*, entre el C1 de la pentosa y un grupo NH de la base nitrogenada.

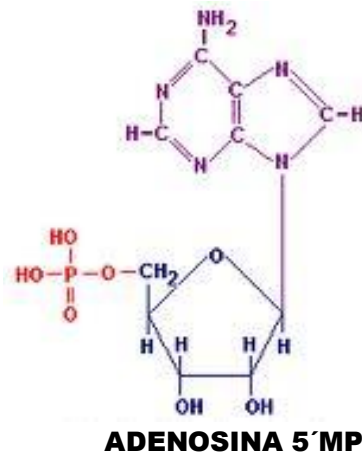


Enlace N-glucosídico

Los posibles nucleósidos (de ADN y ARN) se llamarían:

| BASE | ADN | ARN |
|-----------------|-----------------|-----------|
| Adenina | Desoxiadenosina | Adenosina |
| Guanina | Desoxiguanosina | Guanosina |
| Citosina | Desoxicitidina | Citidina |
| Timina | Desoxitimidina | ----- |
| Uracilo | ----- | Uridina |

3. Una molécula de H_3PO_4 (fosfato). La unión con el nucleósido se establece mediante un enlace éster. Se forma definitivamente un nucleótido. Al nombre del nucleósido se añade la terminación 5'MP (monofosfato)

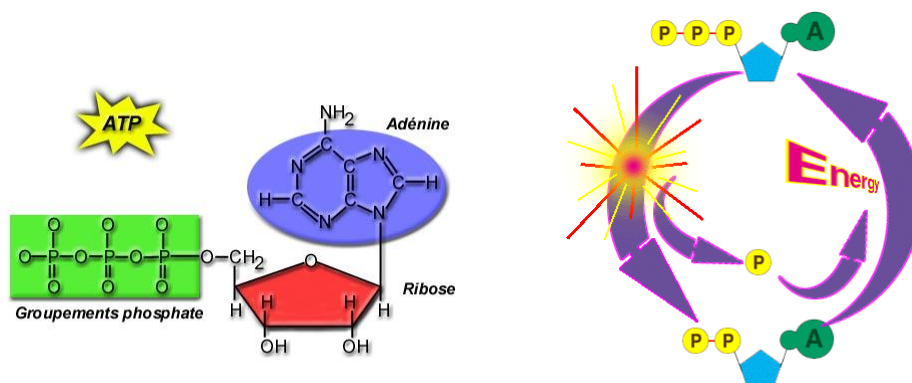


2.- Nucleótidos no nucleicos:

2.1.- Adenosín-fosfatos:

Son aquellos que en su composición presentan: adenosina (adenina + ribosa) + 1, 2 o 3 moléculas de H_3PO_4 (AMP, ADP o ATP, respectivamente). (pág. 93). Existen también nucleótidos similares de G, C y U.

Los enlaces entre fosfatos se llaman “*enlaces ricos en energía*” (~) de manera que su ruptura supone una liberación energética de 7,3 Kcal. A la inversa, la formación de un nuevo enlace *rico en energía*, sería un almacenamiento energético.



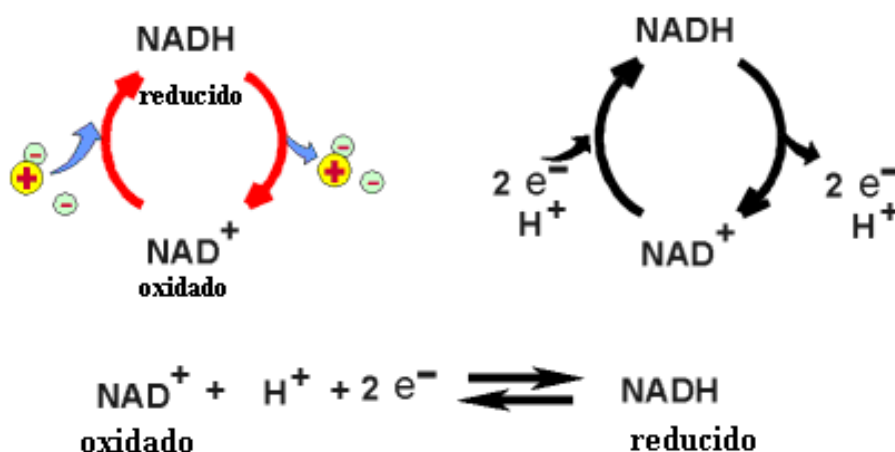
Los *adenosín-fosfatos* son coenzimas de unas enzimas llamadas *quinasas*, las cuales participan en reacciones de transferencia energética entre 2 compuestos metabólicos.

Existe un compuesto llamado *AMPc* (*AMP cíclico*) (pág. 93) cuya importancia biológica es la de ser *mediador* químico (colaborador) en procesos hormonales

2.2.- Piridín-nucleótidos:

Formados por adenosina (adenina + ribosa), fosfato y una molécula de *nicotinamida* (vitamina B₃). Destacamos el *NAD*⁺ (*nicotinamín-adenín-dinucleótido*, formado por *nicotinamida*, 2 de adenosina y 2 de H₃PO₄) y el *NADP*⁺ (*nicotinamín-adenín-dinucleótido-fosfato*, formado por *nicotinamida*, 2 de adenosina y 3 de H₃PO₄) (pág. 93)

Son coenzimas de óxido-reductasas, que ceden (reducen) o quitan /oxidan) e⁻ y H⁺ en forma de átomos de H a un compuesto.



2.3.- Flavín-nucleótidos:

Tienen la misma función que los anteriores (coenzimas de óxido-reductasas) pero en este caso, además de adenosina y fosfato contienen *riboflavina* (vitamina B₂).

Se conocen 2 casos: el *FAD*⁺ (*flavín-adenín-dinucleótido*) y el *FMN*⁺ (*flavín-mononucleótido*) (pág. 93)

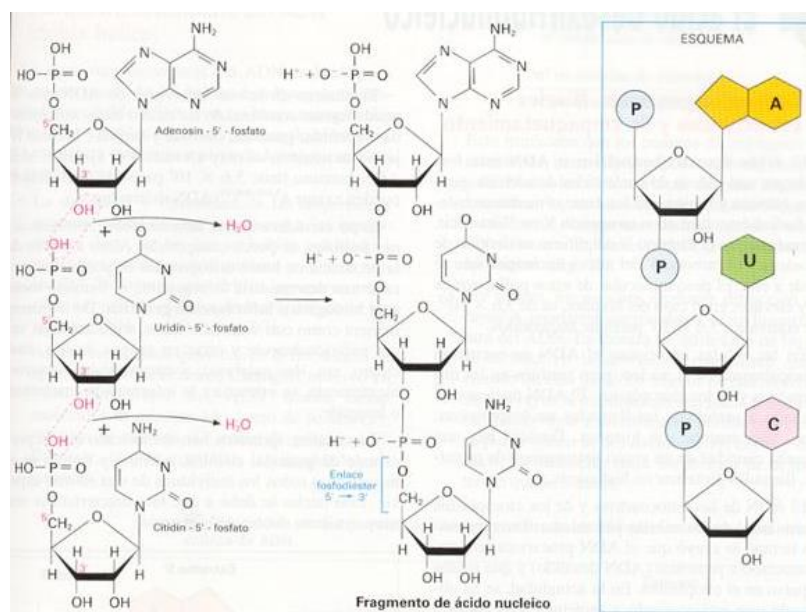
2.4.- coenzima A (coA~SH):

Consta de adenosina, fosfato, *ácido pantoténico* (vitamina B₅) y β-D aminoetanol) que destaca por presentar en su extremo un grupo *tiol* (~SH). Es fundamental como coenzima de *transferasas*. (pág. 93)

3.- Nucleótidos nucleicos:

Son aquellos que forman parte de los AANN formando cadenas de número y composición variables.

Para unirse entre ellos, los nucleótidos sufren un enlace llamado *fosfodiéster*, (pág 85) donde el grupo fosfato (5') de un nucleótido se une con el OH (3') del otro nucleótido. Las cadenas nucleotídicas constan de miles de nucleótidos a elegir entre 4 (A, C, G y T/U) lo que indica que las secuencias de bases que pueden presentar los AANN son infinitas



4.- ADN (Ácido desoxirribonucleico):

Es el portador de la información genética, es decir, los genes se componen de ADN. Se localiza en el núcleo de las células eucariotas en forma de *cromatina* o bien de forma dispersa (*nucleoide*) en células procariontas.

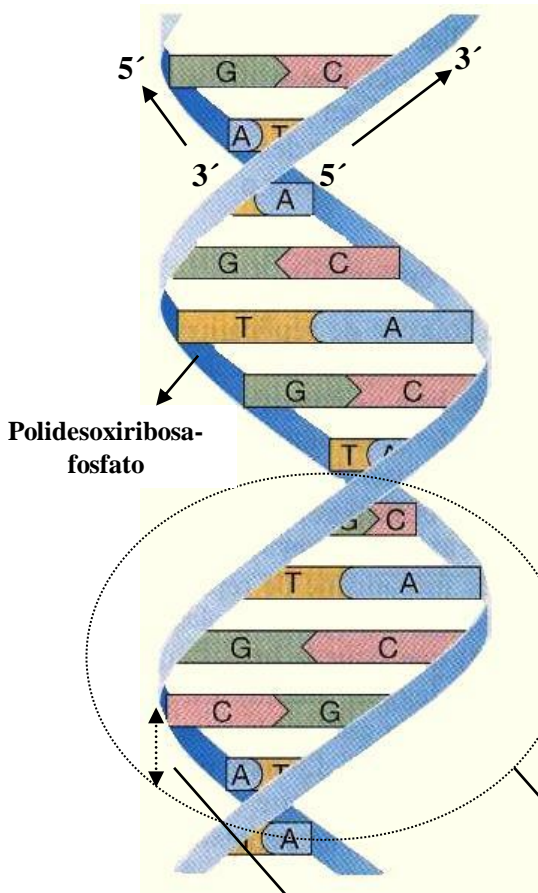
4.1.- Estructura del ADN: la doble hélice de Watson y Crick:

El ADN se compone de una secuencia *polinucleotídica* (millones de nucleótidos) donde participan la β - *D*- *desoxiribofuranosa* y cualquier base nitrogenada excepto el Uracilo

En 1953, Watson y Crick propusieron un modelo para describir la estructura del ADN, una estructura macromolecular y tridimensional. Para ello, se ayudaron de otros conocimientos, como las llamadas "*leyes de Chargaff*":

- 1º) La cantidad de A y de T es idéntica. Igualmente en cuanto a la cantidad de C respecto a G
- 2º) La suma de A+T no tiene por qué ser igual a la de C+G

El modelo propone una doble hélice, (pág 87) es decir, 2 cadenas enrolladas de nucleótidos, de modo similar a una escalera de caracol.



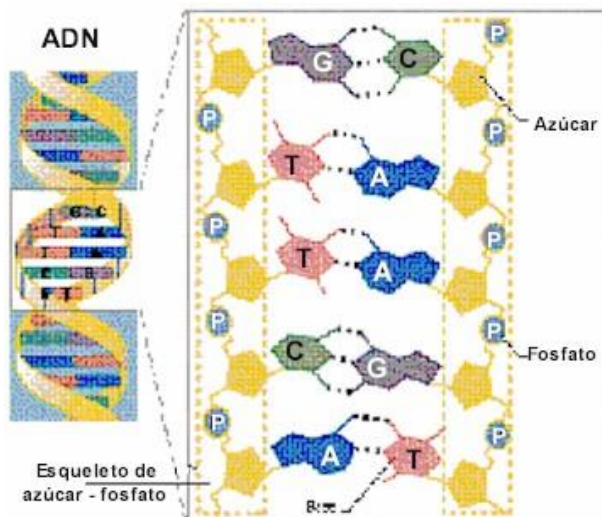
La separación entre dos bases es de 0,34 nm

Cada vuelta de hélice contiene 10 pares de nucleótidos. La longitud de cada vuelta es de 3,4 nm

Cada cadena presenta un eje principal de desoxiribosa y H_3PO_4 , uniéndose a la otra cadena (la complementaria) mediante puentes de H entre las bases nitrogenadas, orientadas al interior de la hélice.

Destacamos las siguientes propiedades básicas en este modelo:

- Las dos cadenas se enrollan al 100%, su enrollamiento es *plectonémico*. Además es *dextrógiro*, se produce de derecha a izquierda.
- Cada vuelta de hélice contiene 10 pares de nucleótidos
- Las bases nitrogenadas se disponen al interior de la hélice enfrentándose siempre de forma complementaria (A-T) (C-G). En realidad, estas bases se unen entre sí mediante puentes de Hidrógeno, fenómeno que se llama *complementariedad*
- Las dos cadenas son *antiparalelas* entre sí, una de ellas se dispone en sentido $5' \rightarrow 3'$ y la complementaria lo hace en sentido $3' \rightarrow 5'$



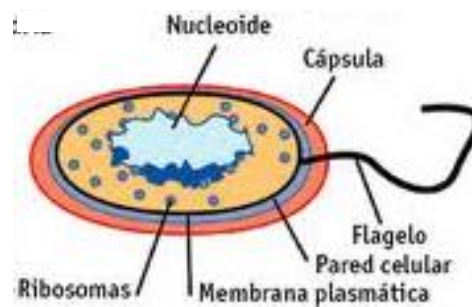
4.2.- Desnaturalización del ADN:

Los cambios bruscos de temperatura o de pH producen la pérdida de la estructura del ADN, tal que se rompen los puentes de H entre bases. No obstante, si los cambios han sido suaves se puede *renaturalizar*. Existen técnicas de desnaturalización aplicadas a la comparación de 2 muestras de ADN distintas, tal que si las desnaturalizamos, podríamos emparentar sus cadenas y así, viendo el porcentaje de emparentamiento deducimos la mayor o menor proximidad entre individuos y especies. Esto son las llamadas *técnicas de hibridación*.

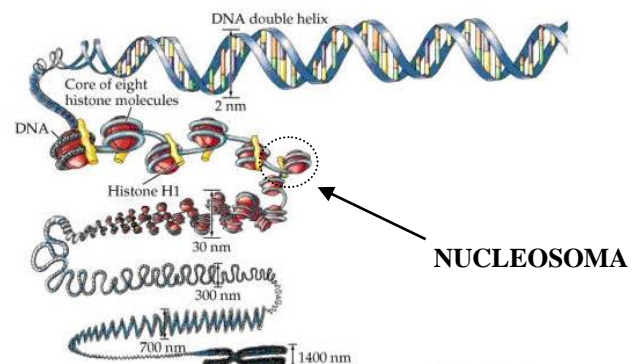
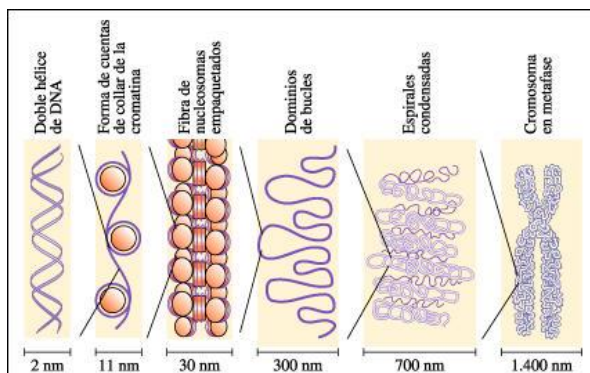
4.3.- Disposición del ADN en las células (Pag 88)

La gran cantidad que representa el ADN como macromolécula que es, debe ocupar espacios muy reducidos, y además permitir que su información sea accesible. Así, el ADN se compacta, y tenemos dos casos:

- En procariotas como las bacterias, el ADN ocupa mm. de longitud, que se debe condensar en diámetros hasta 1.000 veces más reducidos. Para ello se establece como una doble hélice circular asociada a ciertas proteínas.



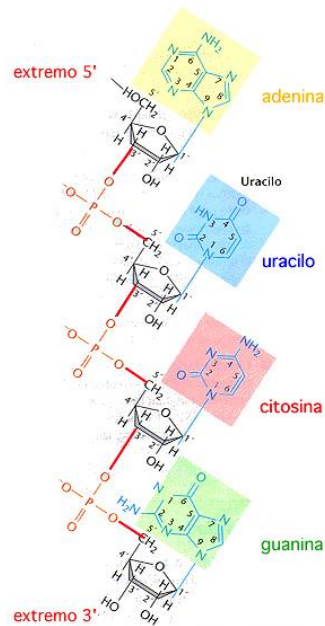
- En eucariotas, se puede llegar a compactar más de 1 m. de ADN en diámetros inferiores a 10μ ($1\mu = 10^{-3}$ mm). La condensación se logra gracias a las *histonas*, proteínas que forman grupos de 8 (*octámeros*) a los que se asocian segmentos de ADN enrollados sobre ellos. Esta estructura se llama *nucleosoma* y en conjunto todos los *nucleosomas* favorecen poco a poco una mayor compactación en distintos niveles: “*collar de perlas*”, “*solenoides*”. El grado máximo de compactación es el *cromosoma*, de hecho se dice que un *nucleosoma* es la unidad estructural de la cromatina



5.- ARN (Ácido ribonucleico):

Es un polímero de n *ribonucleótidos*, donde nunca aparece la base T, en su lugar aparecerá el U. A veces aparecen ciertas bases *raras* como la *ribotimidina* (R), la *inosina* (I) o el *pseudouracilo* (ψ). Además, la pentosa de todos y cada uno de los nucleótidos será la β - D - ribofuranosa

El ARN es una sola cadena (exceptuando algún virus de ARN *bicatenario*), donde existen varios subtipos, cuyo objetivo es conseguir que la información del ADN se exprese definitivamente en forma de proteínas.



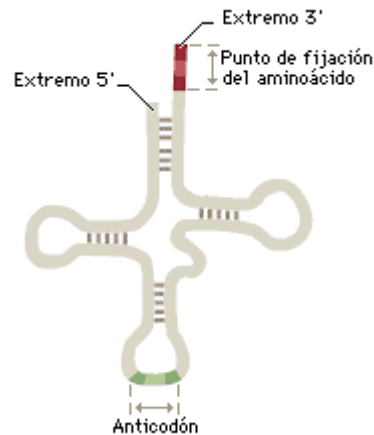
5.1.- Tipos de ARN:

- a) **ARN mensajero (ARNm):** Se encarga de transportar la información de un segmento de ADN entre el núcleo y el citoplasma (ribosomas). De hecho, se sintetiza por *transcripción* complementaria del propio ADN. Es una cadena lineal donde destaca un extremo de *poli-adenina (poli-A)* que encadena varios nucleótidos de adenina, y otro extremo de *metil-guanosina*. En toda la longitud de la cadena se aprecian fragmentos traducibles (*exones*) y fragmentos no traducibles (*intrones*).



b) ARN transferente (ARNt): (pág. 91) Es un ARN de cadena corta (entre 80 y 100 nucleótidos). Su función es reconocer específicamente un triplete de ARNm e incorporar el *aa* codificado por dicho triplete a la proteína final (*traducción*), proceso que se da en los ribosomas. Por esta razón destacan 2 regiones:

- El *brazo aceptor*, en su extremo 3' presenta una secuencia que acepta al *aa* que corresponda transferir
- El *brazo anticodon*, que presenta una secuencia de 3 nucleótidos complementaria al triplete o *codon* de ARNm



Como son 64 los tripletes que codifican a los diferentes *aa*, existirán 61 tipos de ARNt distintos (ya que se exceptúan los 3 tripletes de fin)

c) ARN ribosómico (ARNr): Es el más abundante y forma junto a ciertas proteínas, los ribosomas, que son orgánulos implicados en la síntesis proteica

d) ARN nucleolar (ARNn): Constituye el nucleolo, que es una esfera de ARN condensado en el núcleo, y que más adelante formará el propio ARNr. Por tanto, el nucléolo es el origen de los propios ribosomas.

Finalmente, cabe hablar de ciertos ARN con capacidad enzimática propia, los llamados *ribozimas*

CUESTIONES PROPUESTAS SELECTIVIDAD

1.- Biomoléculas:

- a) Función biológica de las moléculas constituidas por: un grupo fosfato, un azúcar y una base nitrogenada
- b) Citar 2 ejemplos, indicando su importancia biológica

2.- El adenosín trifosfato o ATP es una molécula central en el metabolismo celular:

- a) Describa su estructura general
- b) Importancia biológica

3.- Con respecto al ATP:

- a) Indique sus componentes y los enlaces que los unen
- b) Cite cual es la función del par ATP-ADP en las reacciones del metabolismo

4.- Definir y explicar la composición química de:

- a) Nucleósido
- b) Nucleótido (Citar 3 ejemplos)
- c) Ácido nucleico
- d) Tipos de enlaces implicados

5.- Nucleótidos:

- a) Diferenciar entre los constituyentes de los nucleótidos de ADN y de ARN
- b) ¿Qué tipo de enlace une dos nucleótidos de una misma cadena? ¿y de dos cadenas complementarias?

6.- En el ADN:

- a) Citar el nombre y la composición de un nucleótido
- b) ¿Cómo se enfrentan las bases nitrogenadas que componen sus dos cadenas?
- c) ¿Qué nos indica la secuencia de sus bases nitrogenadas?
- d) ¿Qué tipo de ADN se presenta en las células procariontas?

7.- En el ADN:

- a) ¿Cuál es su composición química?
- b) Indique la importancia de su estructura primaria (secuencia)
- c) Explique el modelo de doble hélice de ADN

8.- La molécula de ADN es portadora de información:

- a) Indique el nombre de los autores que propusieron el modelo de doble hélice
- b) Cite tres características de dicho modelo

9.- Ácidos nucleicos. Diferencias entre ADN y ARN:

- a) De composición
- b) Estructurales
- c) Funcionales
- d) De localización

10.- En los ácidos nucleicos:

- a) ¿Cómo se denomina el componente constituido por la unión de una molécula de ácido fosfórico y un nucleósido?
- b) ¿Cuáles son los componentes del nucleósido y mediante qué tipo de enlace se unen?
- c) ¿Cuáles son las bases derivadas de la purina y de la pirimidina?
- d) ¿Qué bases nitrogenadas entran en la composición del ARN?

11.- Con relación al material genético:

- a) Describa la estructura secundaria del ADN
- b) Indique en qué consiste la desnaturalización del ADN y cómo se produce
- c) Defina replicación, transcripción y traducción

12.- En relación con el material hereditario:

- a) Indique semejanzas y diferencias en cuanto a la composición química del ADN y del ARN
- b) Defina el concepto de gen a nivel molecular e indique en qué se diferencian los genes de procariotas y de eucariotas
- c) Defina los términos de exón e intrón

14.- En relación con el material hereditario:

a) Copie y complete la tabla que aparece a continuación y que corresponde a las cadenas complementarias de un fragmento de ADN. Utilice las letras: **P** para el ácido fosfórico, **S** para la pentosa (2' desoxirribosa), **A** para adenina, **C** para citosina, **G** para guanina y **T** para timina. Indique, en cada caso, el número de puentes de hidrógeno que se establecen entre las dos bases nitrogenadas

| Cadena 1 | | | Número de puentes de hidrógeno | Cadena 2 | | |
|----------|----------|----------|--------------------------------|----------|----------|----------|
| P | S | A | ¿? | - | S | - |
| - | - | - | ¿? | G | - | - |
| - | - | C | ¿? | - | - | P |
| - | - | - | ¿? | T | S | - |

b) Al analizar las proporciones de bases nitrogenadas de un fragmento monocatenario de ADN humano los resultados fueron los siguientes: 27 % de A, 35% de G, 25 % de C y 13 % de T. Indique cual será la proporción de bases de la cadena complementaria

15.- ARN celular:

- a) Composición y estructura primaria. Tipos
- b) Función que desempeña cada uno de ellos

16.- El dogma central de la biología molecular se puede representar esquemáticamente de la siguiente manera: ADN → ARN → proteína

- a) Indique las diferencias que existen entre la composición y estructura del ADN y del ARN
- b) Indique el nombre de los procesos ADN → ARN y ARN → proteína e indique en qué parte de la célula eucariota se producen
- c) Mencione tres tipos distintos de ARN