

Tema 10: Química Orgánica

- * Introducción
- * Hidrocarburos
- * Isomería
- * Grupos funcionales
- * Principales reacciones orgánicas
- * Bioquímica

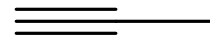
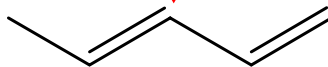
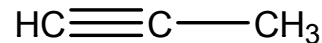
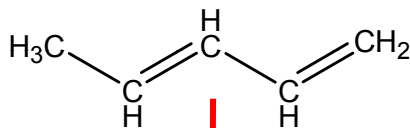
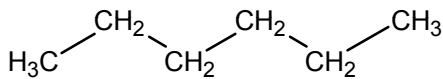
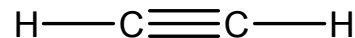
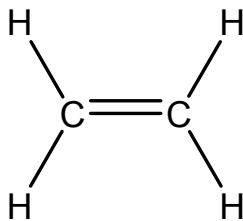
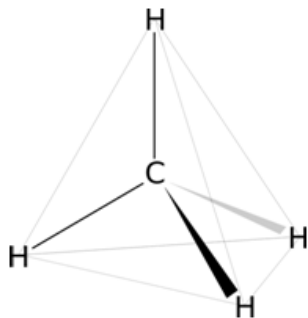
Introducción

- * La **Química Orgánica** o **Química del carbono** es la rama de la Química que estudia los compuestos orgánicos.
- * **Compuestos orgánicos**: sustancias químicas que contienen carbono formando enlaces covalentes C-C o C-H, excepto los carburos, carbonatos y óxidos de carbono.
- * En muchos casos contienen oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, boro, halógenos y otros elementos.
- * *Átomo de carbono*: 4 electrones en su capa de valencia → gran cantidad de compuestos orgánicos.
- * Las energías de los enlaces C-C y C-H son superiores a la mayor parte de energías de enlace C-X (salvo C-O y C-F), lo cual explica la estabilidad de las cadenas carbonatadas y de los enlaces C-H.

Hidrocarburos

* La molécula orgánica más sencilla es el metano (CH_4), pero también puede darse la unión C-C, formando cadenas de distintos tipos, con enlaces simples, dobles o triples.

* Ejemplos:

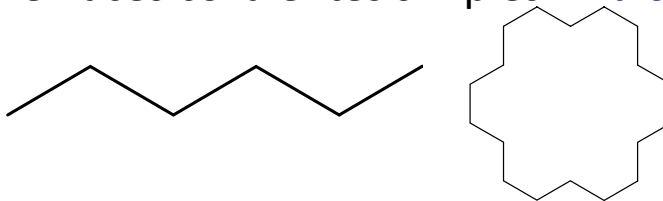


Hidrocarburos

* Los **hidrocarburos** son compuestos que contienen únicamente enlaces C-C, C=C, C≡C o C-H, y pueden ser:

■ Alifáticos:

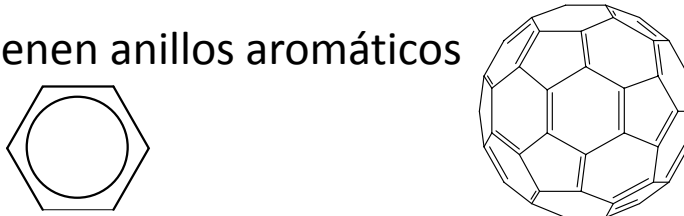
- *Saturados*: enlaces covalentes simples → *alcanos*



- *Insaturados* { enlaces covalentes dobles → *alquenos*
enlaces covalentes triples → *alquinos*



■ Aromáticos: contienen anillos aromáticos



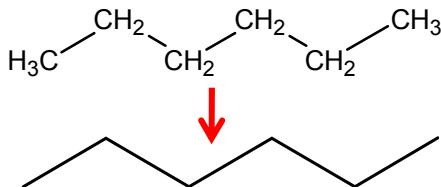
Hidrocarburos

Nomenclatura

* Las “reglas de la IUPAC” (*International Union of Pure and Applied Chemistry*), que sistematizan la nomenclatura de los compuestos orgánicos, se basan en los nombres dados a los alcanos.

■ **Alcanos no ramificados:** *cadena lineal de átomos de carbono*

- El número de átomos de carbono de la cadena se indica con los prefijos: *met-* (1), *et-* (2), *prop-* (3), *but-* (4), *pent-* (5), *hex-* (6), *hept-* (7), *oct-* (8), *non-* (9), *dec-* (10), ...
- Terminación: **-ano**

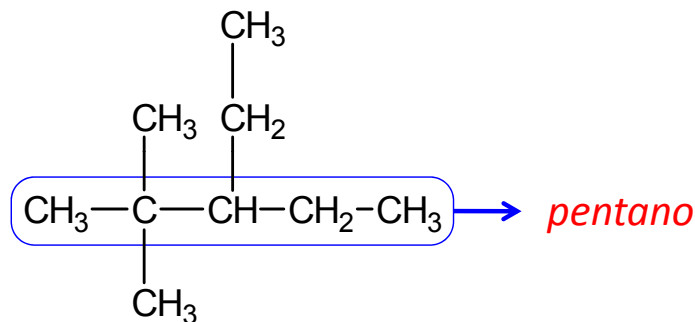


hexano o *n-hexano*

Hidrocarburos

Nomenclatura

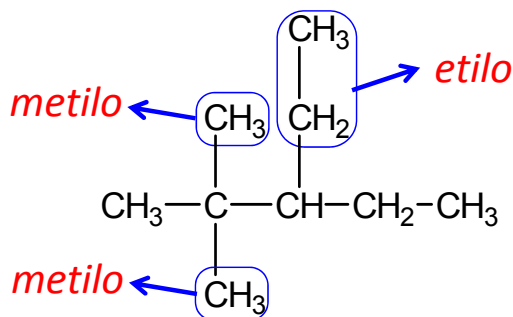
- **Alcanos ramificados:** *tienen, además, cadenas laterales*
 - Las cadenas laterales se tratan como sustituyentes (átomos o grupos que han sustituido a átomos de hidrógeno) unidos a esqueletos carbonados no ramificados.
 - El esqueleto carbonado está constituido por la cadena de átomos de carbono no ramificada más larga, y se nombra según las reglas de alcanos no ramificados.



Hidrocarburos

Nomenclatura

- Los **sustituyentes** se nombran, en orden alfabético, como el alcano del que derivan, cambiando la terminación *-ano* por *-il*.

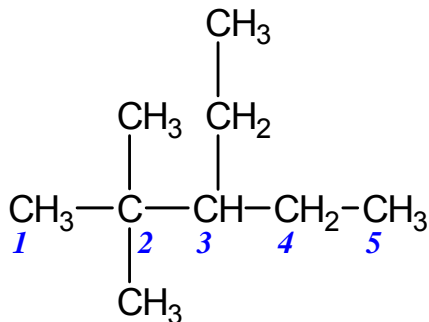


- La posición de cada sustituyente se indica, si es necesario, mediante el número correspondiente al carbono al que está unido. La numeración de los carbonos del esqueleto se hace empezando por el extremo que produzca una numeración más baja.

Hidrocarburos

Nomenclatura

- Si hay varios sustituyentes de la misma clase, se utilizan los prefijos *di-* (2), *tri-* (3), *tetra-* (4), etc.

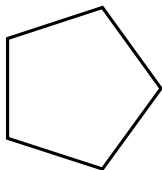


2,2-dimetil-3-etilpentano

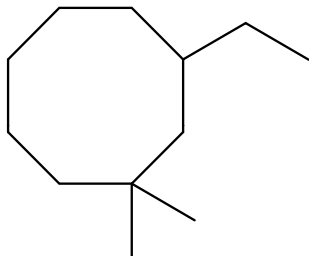
Hidrocarburos

Nomenclatura

- **Cicloalcanos:** los átomos de carbono forman uno o varios anillos.
 - Se nombran como los alcanos no cíclicos, anteponiendo el prefijo **ciclo-**.



ciclopentano



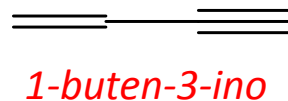
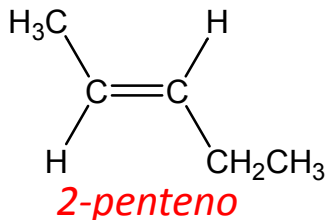
1,1-dimetil-3-etilciclooctano

Hidrocarburos

Nomenclatura

Alquenos y alquinos:

- Se nombran como el alcano correspondiente, cambiando la terminación *-ano* por *-eno* o *-ino*, respectivamente.
- Cuando sea necesario, se indicará la posición de los dobles o triples enlaces.
- Si hay más de un doble o triple enlace, la terminación será *-dieno* (2 =), *-diino* (2 ≡), *-trieno* (3 =), *-triino* (3 ≡), *-dienino* (2 = y 1 ≡), *-enodiino* (1 = y 2 ≡), etc.

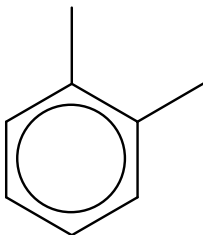


Hidrocarburos

Nomenclatura

■ Hidrocarburos aromáticos:

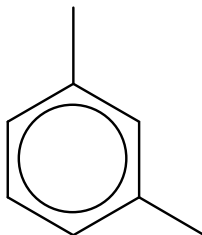
- Muchos tienen nombres comunes derivados de su origen natural.
- El nombre sistemático se obtiene considerando los compuestos como bencenos sustituidos.



1,2-dimetilbenceno

o

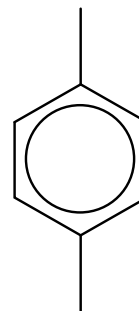
o-dimetilbenceno



1,3-dimetilbenceno

m

m-dimetilbenceno



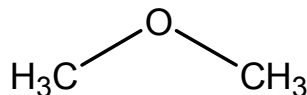
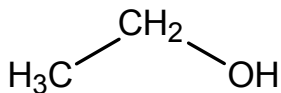
1,4-dimetilbenceno

p

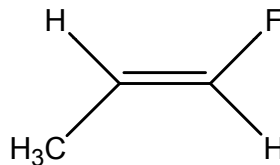
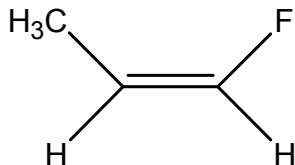
p-dimetilbenceno

Isomería

- * **Isómeros:** *moléculas con la misma fórmula química pero con distinta estructura molecular* y, por tanto, con diferentes propiedades.
- * Por ejemplo, el etanol y el éter dimetílico son isómeros cuya fórmula molecular es C_2H_6O .



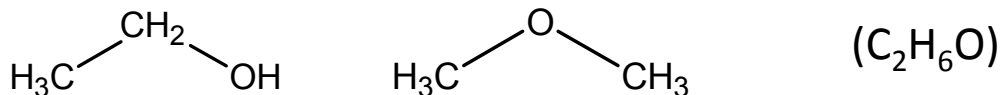
- * Ejemplo:



Isomería

*Tipos de isómeros:

- **Isómeros estructurales:** diferente distribución de los enlaces entre sus átomos.

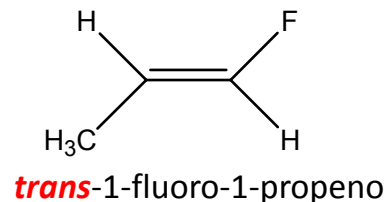
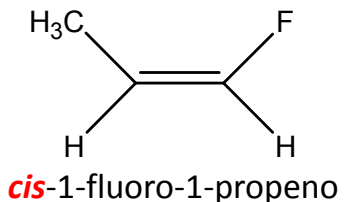


- **Isómeros espaciales o estereoisómeros:** sus átomos presentan la misma distribución, pero su disposición en el espacio es distinta.
 - *Diastereoisómeros*
 - *Enantiómeros o isómeros ópticos*

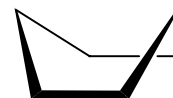
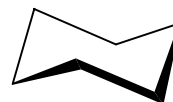
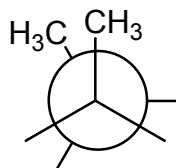
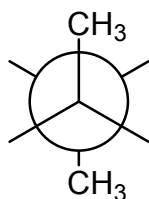
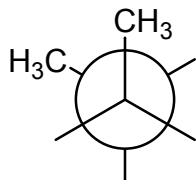
Isomería

✳ **Diastereoisómeros:** los isómeros no son superponibles pero tampoco son imagen especular uno del otro.

- Isómeros **cis-trans**



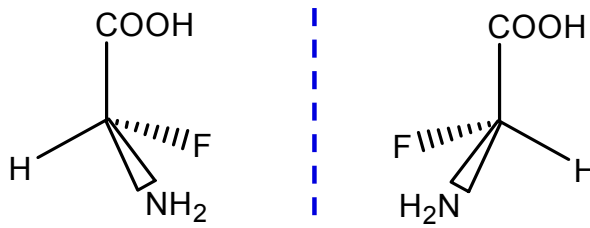
- Isómeros **conformacionales:** presentan distintas conformaciones, es decir, diferentes disposiciones espaciales de los átomos como consecuencia de la rotación en torno al enlace (simple).



- *Etc.*

Isomería

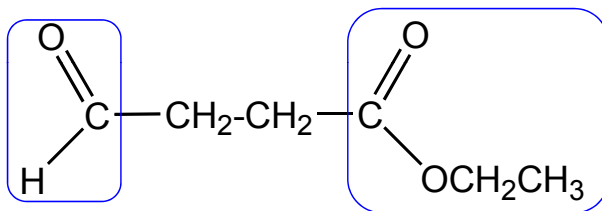
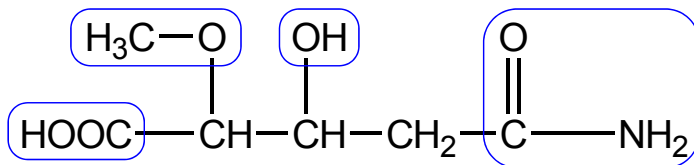
✳ **Enantiómeros o isómeros ópticos:** los isómeros son imagen especular uno de otro.



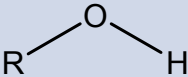
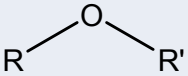
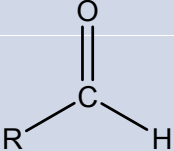
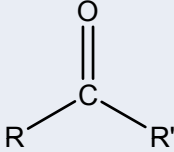
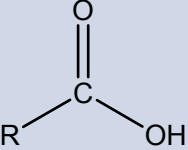
- Pueden darse cuando hay al menos un átomo de *carbono asimétrico o quiral* (con cuatro sustituyentes diferentes).
- Presentan las mismas propiedades físicas y químicas pero se diferencian en que **desvían el plano de la luz polarizada** en diferente dirección (*isómeros R y L*).
- **Mezcla racémica:** contiene cantidades iguales de los dos enantiómeros y es, por tanto, ópticamente inactiva.

Grupos funcionales

- * Los compuestos orgánicos pueden contener **grupos funcionales**: *estructuras submoleculares, caracterizadas por una conectividad y composición elemental específica que confiere cierta reactividad a la molécula que los contiene.*



Grupos funcionales

Grupo funcional	Serie homóloga	Fórmula	Estructura	Prefijo	Sufijo
Grupo hidroxilo	Alcohol	-OH		hidroxi-	-ol
Grupo alcoxi (o ariloxi)	Éter	R-O-R'		oxi-	R-il R'-il éter
Grupo carbonilo	Aldehído	R-C(=O)H		formil-	-al -carbaldehído
Grupo carbonilo	Cetona	R-C(=O)-R'		oxo-	-ona
Grupo carboxilo	Ácido carboxílico	R-COOH		carboxi-	ácido -ico

Grupos funcionales

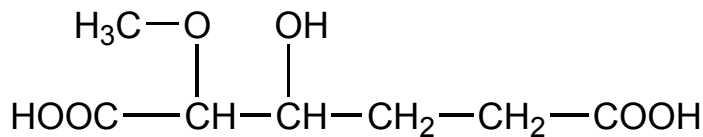
Grupo funcional	Serie homóloga	Fórmula	Estructura	Prefijo	Sufijo
Grupo acilo	Éster	R-COO-R'		-iloxicarbonil-	R-ato de R'-ilo
Grupo amino	Amina	R-NR ₂		amino-	-amina
Grupos amino y carbonilo	Amida	R-C(=O)N(-R')-R''		carbamoil-	-amida
Grupo nitrilo	Nitrilo o cianuro	R-CN		ciano-	-nitrilo

Grupos funcionales

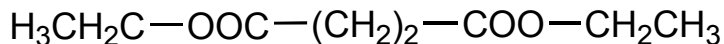
- * Si hay varios grupos funcionales, el primero que aparezca en la siguiente lista es el **grupo principal**:

ácido > éster > amida > nitrilo > aldehído > cetona > alcohol > amina > éter

- * El grupo principal fija la terminación del nombre (-oico, -ona, -ol, etc.) y los demás grupos no principales se nombran como sustituyentes, mediante el prefijo correspondiente (*amino-*, *hidroxi-*, etc.).



ácido 3-hidroxi-2-metilohexanoico



butanodiato de dietilo

Reacciones orgánicas

* Los tres tipos principales de reacciones orgánicas son:

▪ ADICIÓN

- Adición a alquenos ($C=C$) y alquinos ($C\equiv C$)
 - *Adición electrófila*
 - *Polimerización (autoadición)*
 - *Cicloadición*
- Adición a grupos carbonilo ($C=O$)

▪ ELIMINACIÓN

▪ SUSTITUCIÓN

- Sustitución por radicales libres
- Sustitución nucleófila
- Sustitución electrófila

REACCIONES DE ADICIÓN

* *Reacciones en las que se transforman enlaces múltiples en sencillos.*

* Principales reacciones de adición:

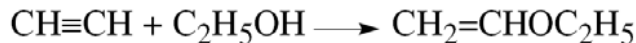
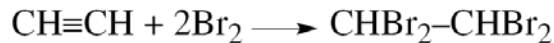
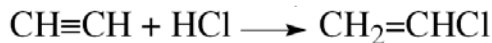
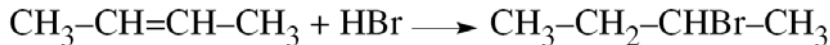
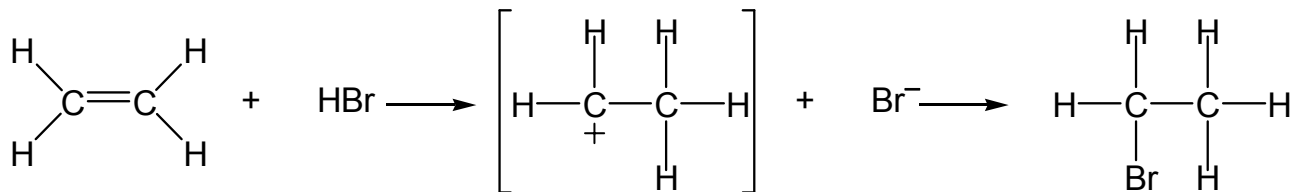
- *Adición a alquenos (C=C) y alquinos (C≡C)*
 - Adición electrófila
 - Polimerización (autoadición)
 - Cicloadición

- *Adición a grupos carbonilo (C=O)*

Reacciones orgánicas

Adición a alquenos y alquinos

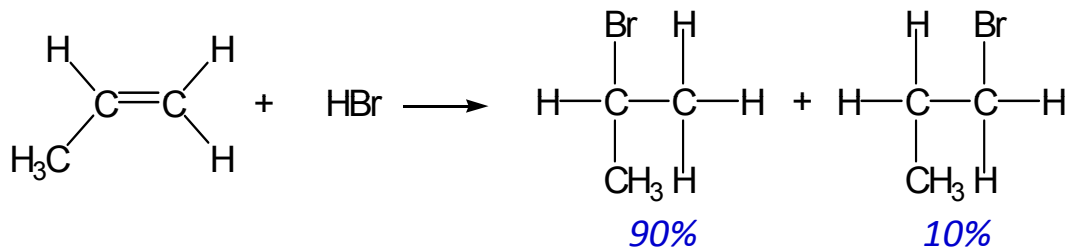
- **Adición electrófila:** se produce por ataque de un electrófilo (H^+ , NO^+ , etc.) al enlace múltiple.



Reacciones orgánicas

Adición a alquenos y alquinos

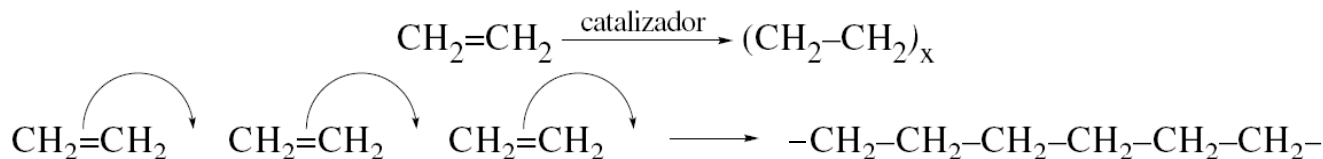
- Si el alqueno no es simétrico, la reacción puede dar lugar a dos isómeros.
- Normalmente se cumple la *regla de Markovnikoff*: *en la adición de un reactivo del tipo H-X a un alqueno o alquino, el hidrógeno se une al carbono con mayor número de átomos de hidrógeno, y el grupo X se une al carbono con el menor número de átomos de hidrógeno.*



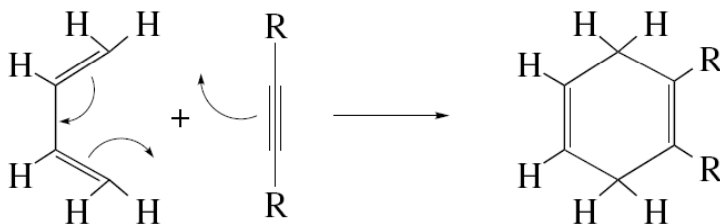
Reacciones orgánicas

Adición a alquenos y alquinos

- **Polimerización de alquenos:** pueden ser consideradas como reacciones de autoadición:



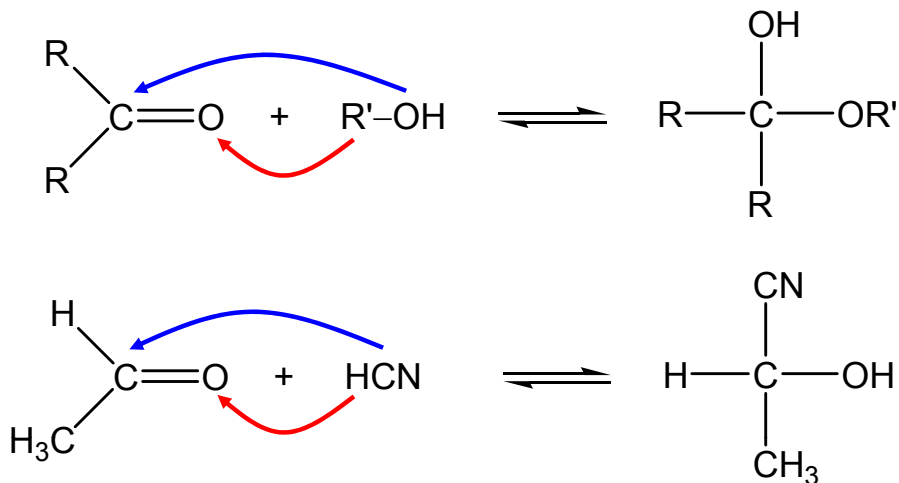
- **Cicloadición:** formación de un ciclo por adición a enlaces múltiples.



Reacciones orgánicas

Adición a grupos carbonilo

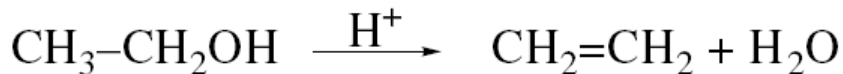
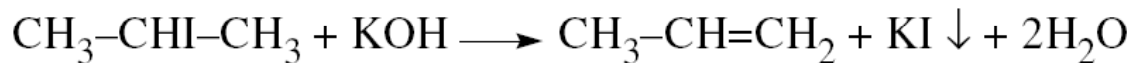
- El **electrófilo** se une al oxígeno y el **nucleófilo** al carbono:



Reacciones orgánicas

REACCIONES DE ELIMINACIÓN

- * Son reacciones inversas a las de adición: ***dos sustituyentes son eliminados de una molécula, creándose una insaturación (doble o triple enlace) o un anillo.***



REACCIONES DE SUSTITUCIÓN

- * *Se sustituye un átomo o grupo por otro.*
- * Dependiendo del tipo de reactivo que lleva a cabo la sustitución, se clasifican en:
 - *Sustitución por radicales libres*
 - *Sustitución nucleófila*
 - *Sustitución electrófila*

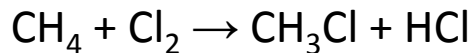
Reacciones orgánicas

Sustitución por radicales

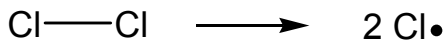
- * Reacción de sustitución que involucra radicales como **intermedios de reacción**.
- * Tienen lugar en varios procesos elementales, que se pueden englobar en tres etapas: *iniciación*, *propagación* y *terminación*.

Reacciones orgánicas

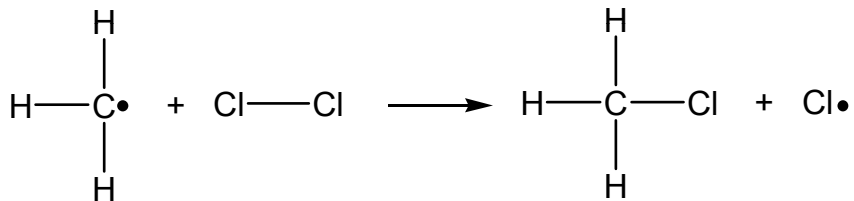
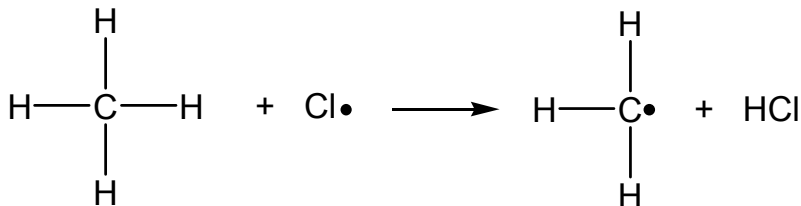
Sustitución por radicales



iniciación

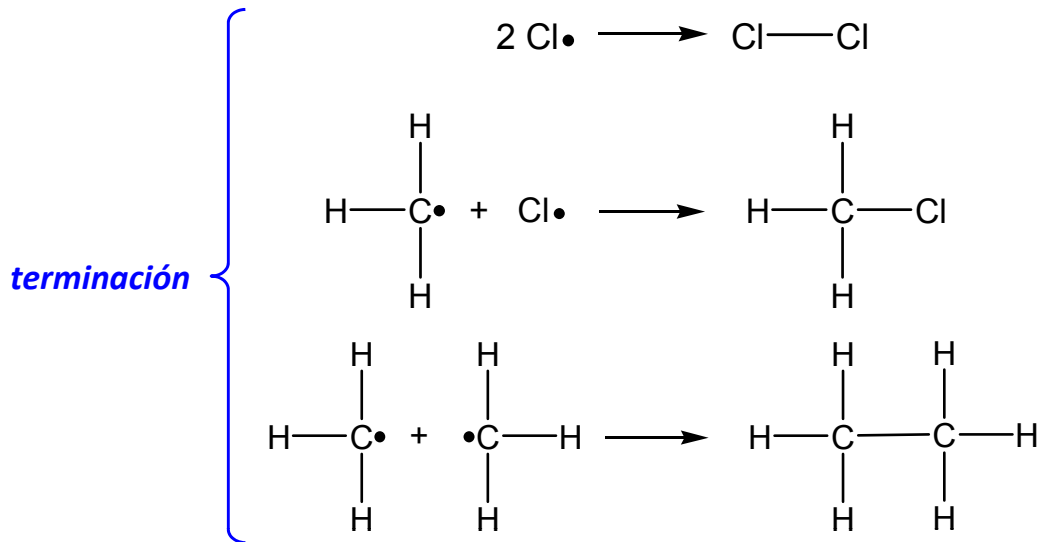


propagación



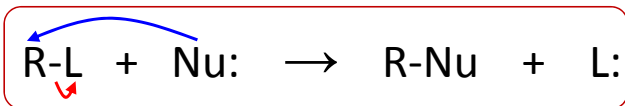
Reacciones orgánicas

Sustitución por radicales



Reacciones orgánicas

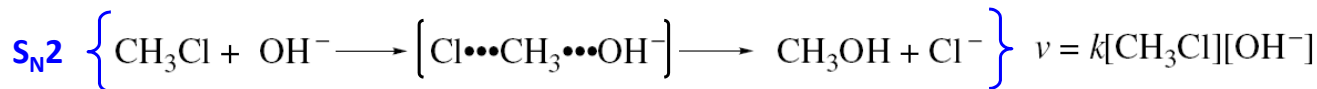
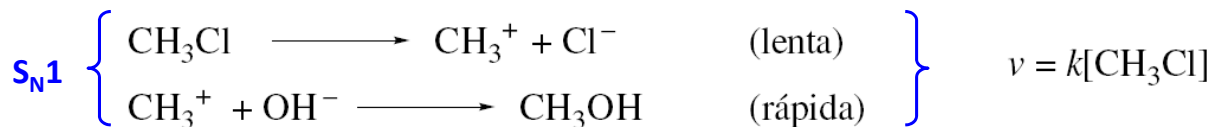
Sustitución nucleófila



- * ***Un nucleófilo reemplaza a un átomo o grupo (grupo saliente) unido a un carbono electrófilo.***
- * En el caso de haluros de alquilo, pueden darse dos posibles mecanismos de reacción:
 - ***S_N1***: *sustitución nucleófila unimolecular*
 - ***S_N2***: *sustitución nucleófila bimolecular*

Reacciones orgánicas

Sustitución nucleófila



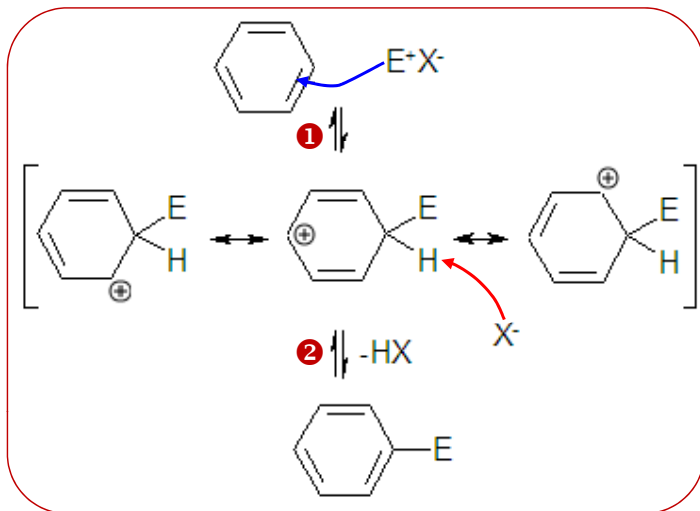
En este caso, la cinética de reacción es de segundo orden, por lo que se puede concluir que el mecanismo es S_N2 .

Reacciones orgánicas

Sustitución electrófila

* La más importante es la **sustitución electrófila aromática**: un átomo, normalmente hidrógeno, unido a un sistema aromático es sustituido por un grupo electrófilo.

1. El electrófilo (E) reacciona con un par de electrones del sistema aromático, lo que conduce a la formación de un carbocatión ciclohexadienilo.
2. La base conjugada del ácido de Lewis (X^-), arranca el protón del carbono que sufre el ataque electrófilico, y se recupera la aromaticidad.

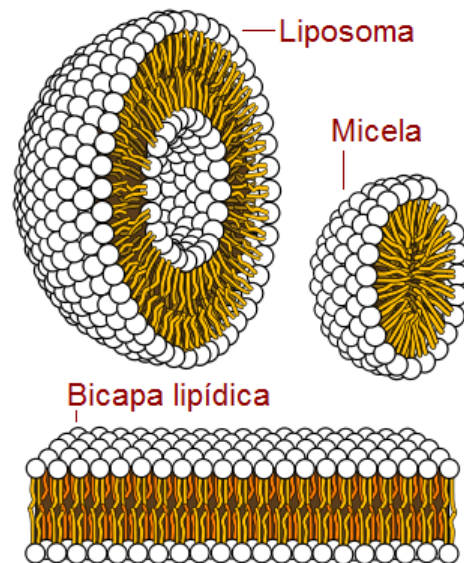


Bioquímica

- * La **Bioquímica** estudia la composición química de los seres vivos, y las reacciones químicas que se producen en las biomoléculas (*metabolismo*), que les permiten obtener energía (*catabolismo*) y generar biomoléculas propias (*anabolismo*).
- * Las **biomoléculas** están compuestas por seis elementos que constituyen del 95 al 99% de los tejidos vivos (C, H, O, N, S, y P) y se clasifican en cuatro grandes grupos:
 - *Lípidos*
 - *Glúcidos*
 - *Proteínas*
 - *Ácidos nucleicos*

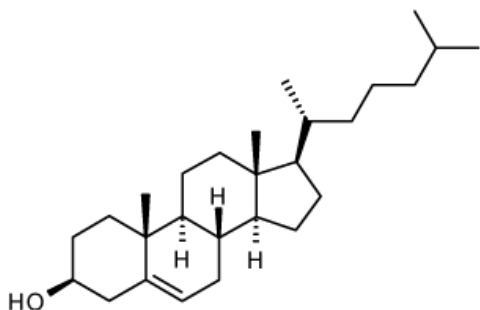
LÍPIDOS

- * Compuestos principalmente por C e H y en menor medida O, aunque también pueden contener P, S y N.
- * Característica principal: carácter **anfipático**.
- * Cumplen **funciones** diversas en los organismos vivos, entre ellas la de reserva energética (*triglicéridos*), la estructural (*fosfolípidos de las bicapas*) y la reguladora (*esteroides*), y también participan en el desarrollo de la materia gris, el metabolismo y el crecimiento.

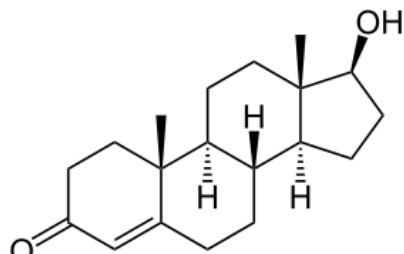


LÍPIDOS

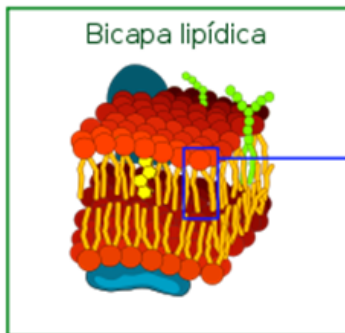
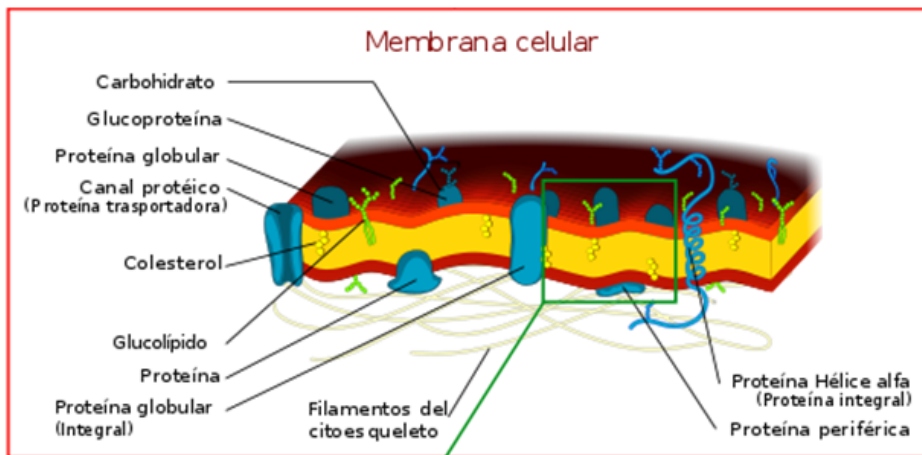
* Ejemplos:



colesterol



testosterona

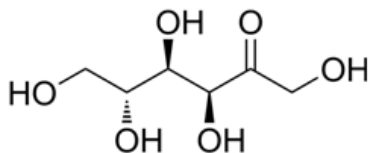


GLÚCIDOS

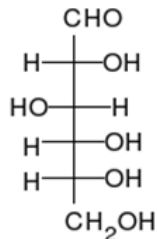
- * Los **glúcidos, carbohidratos, hidratos de carbono, sacáridos o azúcares** son moléculas orgánicas compuestas por C, H y O.
- * En la naturaleza se encuentran en los seres vivos, formando parte de biomoléculas aisladas o asociadas a otras como las proteínas y los lípidos.
- * Son la forma biológica primaria de almacenamiento y consumo de energía.
- * Son solubles en agua.
- * Se clasifican en: *monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.*

Monosacáridos

- Poseen un grupo carbonilo en uno de sus átomos de C y grupos hidroxilo en el resto.
- Son la principal fuente de combustible para el metabolismo, tanto como fuente de energía directa (la glucosa es la más importante) y también en biosíntesis. Cuando no se necesitan para aplicación directa, se almacenan en otra forma, como los polisacáridos.
- Ejemplos: glucosa, fructosa, ...



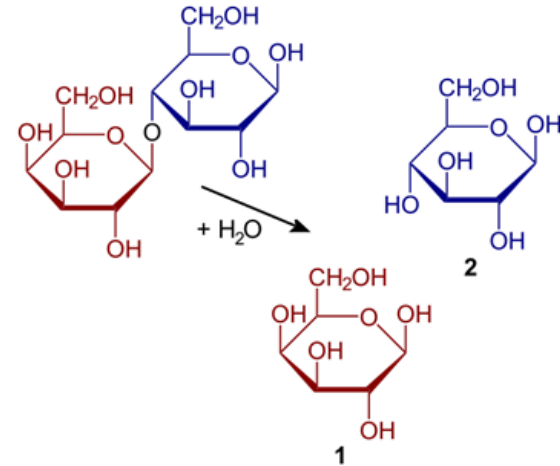
fructosa



glucosa

Disacáridos

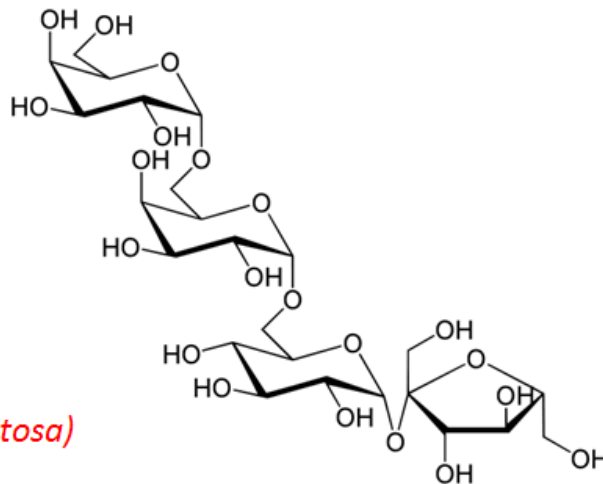
- Glúcidos formados por dos moléculas de monosacáridos unidos mediante un *enlace glucosídico*: reacción de deshidratación que implica la pérdida de un átomo de H de un monosacárido y un grupo hidroxilo del otro, con formación de una molécula de H₂O.
- Ejemplos: sacarosa, lactosa, ...
- La sacarosa es el disacárido más abundante. Está compuesto de una molécula de glucosa y una molécula de fructosa.



hidrólisis de la lactosa
(1 = galactosa, 2 = glucosa)

Oligosacáridos

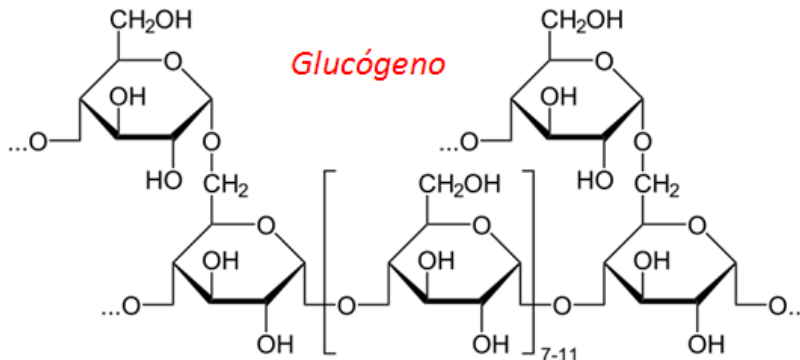
- Están compuestos por entre 3 y 10 moléculas de monosacáridos.
- Se encuentran con frecuencia unidos a proteínas, formando las *glucoproteínas*, como una forma común de modificación tras la síntesis proteica.



Estaquiosa
(dos galactosas, una glucosa y una fructosa)

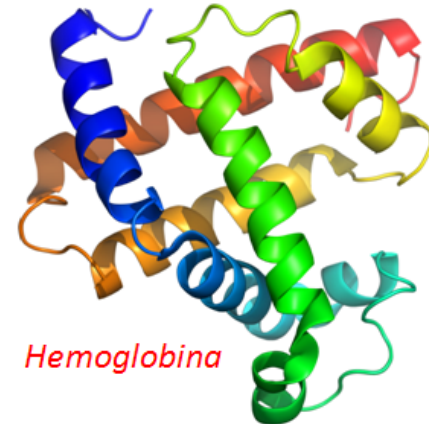
Polisacáridos

- Cadenas, ramificadas o no, de más de 10 monosacáridos.
- Su función en los organismos vivos está relacionada con estructura o almacenamiento.
- El glucógeno es una reserva energética de los animales, formado por cadenas ramificadas de glucosa.



PROTEÍNAS

- * Los prótidos o proteínas son biopolímeros, es decir, están constituidas por gran número de unidades estructurales simples repetitivas, denominadas *aminoácidos*.
- * Desempeñan un papel fundamental para la vida ya que son imprescindibles para el crecimiento del organismo.
- * Realizan una enorme cantidad de **funciones** diferentes, entre las que destacan:
 - *Estructural*
 - *Inmunológica* (anticuerpos)
 - *Enzimática* (sacarasa y pepsina)
 - *Contráctil* (actina y miosina)
 - *Homeostática*: mantenimiento del pH
 - *Protectora o defensiva* (trombina y fibrinógeno)
 - *Etc.*

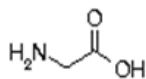


PROTEÍNAS

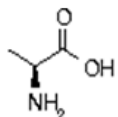
- * Todas las proteínas tienen C, H, O y N, y muchas poseen también S.
- * Son largas cadenas de aminoácidos unidas por *enlaces peptídicos*.
- * La secuencia de aminoácidos de una proteína está codificada en su gen (una porción de ADN) mediante el código genético.
- * **Estructura de la proteína**: presentan una disposición espacial característica en condiciones fisiológicas, pero si se cambian estas condiciones (temperatura, pH, etc.) pierde la conformación y su función, proceso denominado *desnaturalización*.

PROTEÍNAS

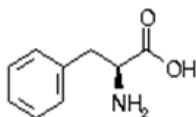
* Existen 20 aminoácidos diferentes:



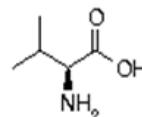
gly g Glycine



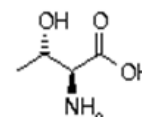
ala a Alanine



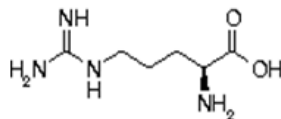
phe f Phenylalanine



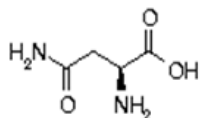
val v Valine



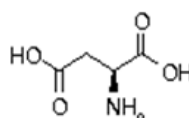
thr t Threonine



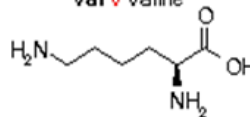
arg r Arginine



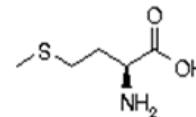
asn n Asparagine



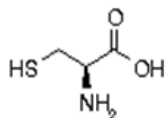
asp d Aspartic Acid



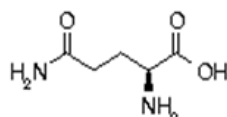
lys k Lysine



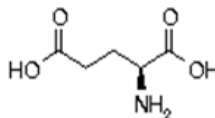
met m Methionine



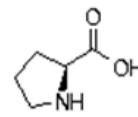
cys c Cysteine



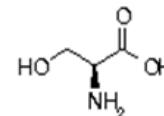
gln q Glutamine



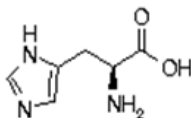
glu e Glutamic Acid



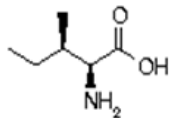
pro p Proline



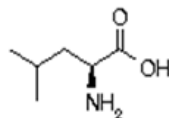
ser s Serine



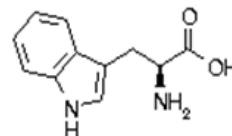
his h Histidine



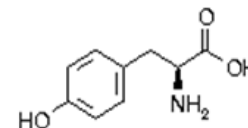
ile i Isoleucine



leu l Leucine



trp w Tryptophan

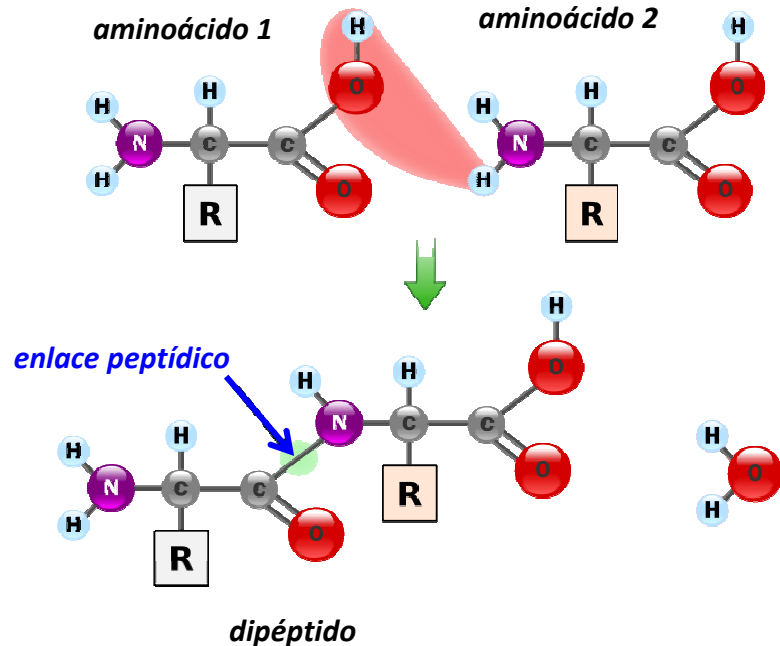


tyr y Tyrosine

PROTEÍNAS

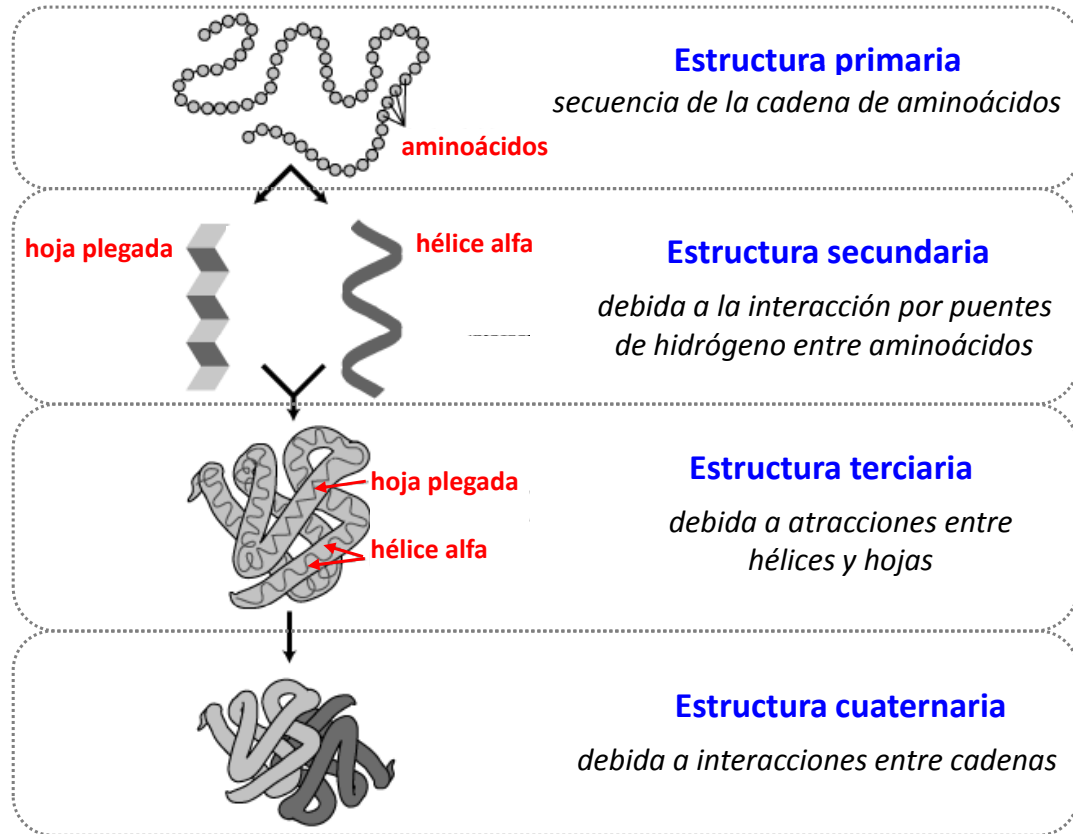
* Un aminoácido es una molécula orgánica con un grupo amino ($-\text{NH}_2$) y un grupo carboxílico ($-\text{COOH}$).

* Dos aminoácidos se combinan en una reacción de condensación que libera agua formando un **enlace peptídico**: enlace entre el grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) y el grupo amino ($-\text{NH}_2$) de residuos de aminoácido adyacentes.



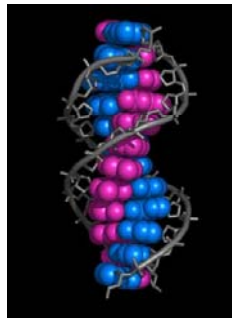
PROTEÍNAS

Estructura de las proteínas



ÁCIDOS NUCLEICOS

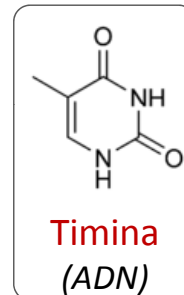
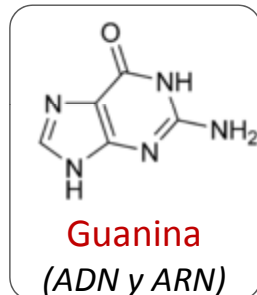
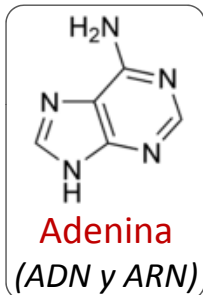
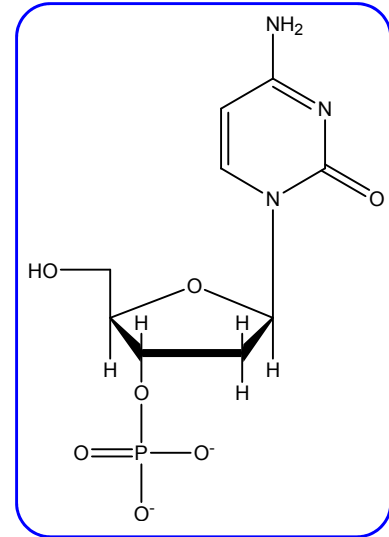
- * Los ácidos nucleicos son macromoléculas formadas por la repetición de monómeros llamados **nucleótidos**, unidos mediante *enlaces fosfodiéster*. Se forman así, largas cadenas de *polinucleótidos*, que pueden alcanzar tamaños gigantes (de millones de nucleótidos de largo).
- * De acuerdo a la composición química, los ácidos nucleicos se clasifican en *ácidos desoxirribonucleicos (ADN)* y en *ácidos ribonucleicos (ARN)*.



ÁCIDOS NUCLEICOS

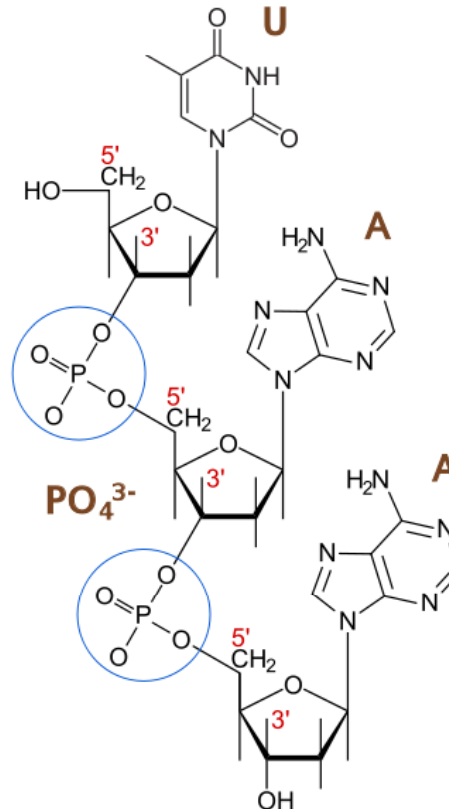
* Los **nucleótidos** son moléculas formadas por:

1. Un monosacárido de 5 carbonos, es decir, una **pentosa** (ribosa en el ARN y desoxirribosa en el ADN).
2. Uno o varios **grupos fosfato**:
3. Una **base nitrogenada**.



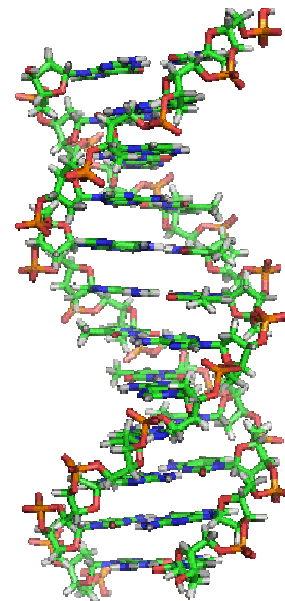
ÁCIDOS NUCLEICOS

* Enlace fosfodiéster:



ÁCIDOS NUCLEICOS

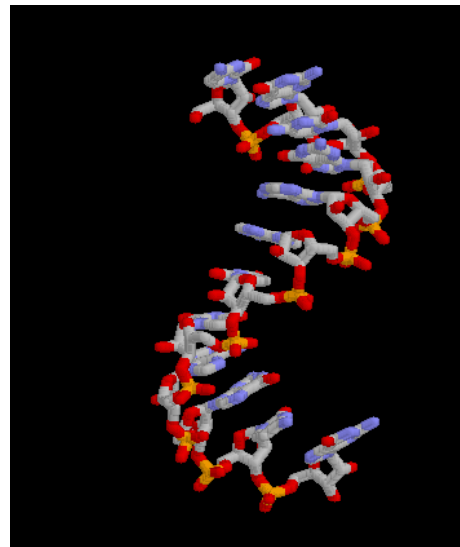
- * El **ADN** es bicatenario, está constituido por dos cadenas polinucleotídicas unidas entre sí en toda su longitud.
- * La molécula de ADN porta la información necesaria para el desarrollo de las características biológicas de un individuo y contiene los mensajes e instrucciones para que las células realicen sus funciones



ADN

ÁCIDOS NUCLEICOS

- * El **ARN** expresa la información que contiene el ADN, pasando de una secuencia de nucleótidos, a una secuencia de aminoácidos en una proteína.
- * Para expresar dicha información, se necesitan varias etapas y, en consecuencia, existen varios tipos de ARN (*mensajero, de transferencia, ribosómico*).
- * El ARN está constituido casi siempre por una única cadena, aunque en ciertas situaciones, puede formar estructuras plegadas complejas.



ARN mensajero