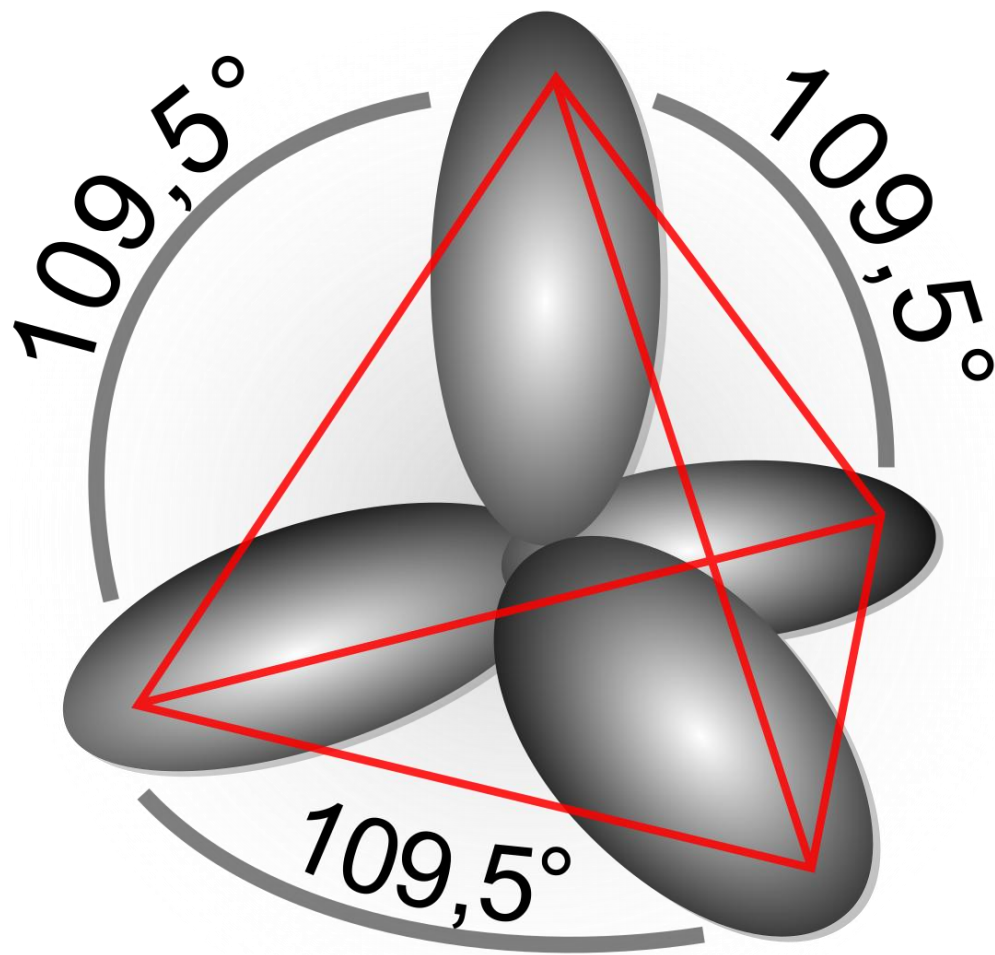


# QUÍMICA



$5^{\circ}7_a$

# Los compuestos del carbono u orgánicos

## 1. Las sustancias orgánicas



La mayor parte de los alimentos que consumimos son de origen orgánico.

En un principio, se pensaba que las sustancias que forman los vegetales y animales, tales como los azúcares, los almidones, las grasas, los aceites y las proteínas, no podían elaborarse en los laboratorios, sino que sólo se podían sintetizar dentro de los organismos vivos y por eso fueron llamadas **sustancias orgánicas**. Se suponía que los seres vivos disponían de una cierta fuerza misteriosa, denominada **fuerza vital**, por medio de la cual podían elaborar los cientos de sustancias complejas que los constituyen. El hombre nunca sería capaz de reproducir el poder de esa fuerza vital y sólo los órganos animados de los animales y

vegetales podían generar las sustancias que de ellos se extraen.

En el año 1828, el joven químico alemán **Friedrich Wöler** (1800-1882) dio por tierra con este mito realizando un experimento que fue crucial: logró producir en su laboratorio de Berlín cristales de urea, una sustancia orgánica que se encuentra en la orina de los animales.

Esta experiencia demostró que *es posible sintetizar sustancias orgánicas en los laboratorios sin que sea necesaria la intervención de los seres vivos* y, por eso, a partir de ese momento, la química orgánica comenzó a desarrollarse a un ritmo creciente.

Las diversas investigaciones demostraron que los compuestos orgánicos responden a las mismas leyes, teorías y principios que los inorgánicos. Por lo tanto, es posible afirmar con fundamentos sólidos que *la Química es una* y que *la división en inorgánica y orgánica es solo convencional*. Actualmente esta división se justifica para facilitar el estudio del elevado número de compuestos químicos existentes.

Consecuentemente, la química orgánica dejó de ser definida como la química de los seres vivos y comenzó a conocerse como la química de los compuestos de carbono o simplemente Química del carbono porque todas esas sustancias contienen este elemento.

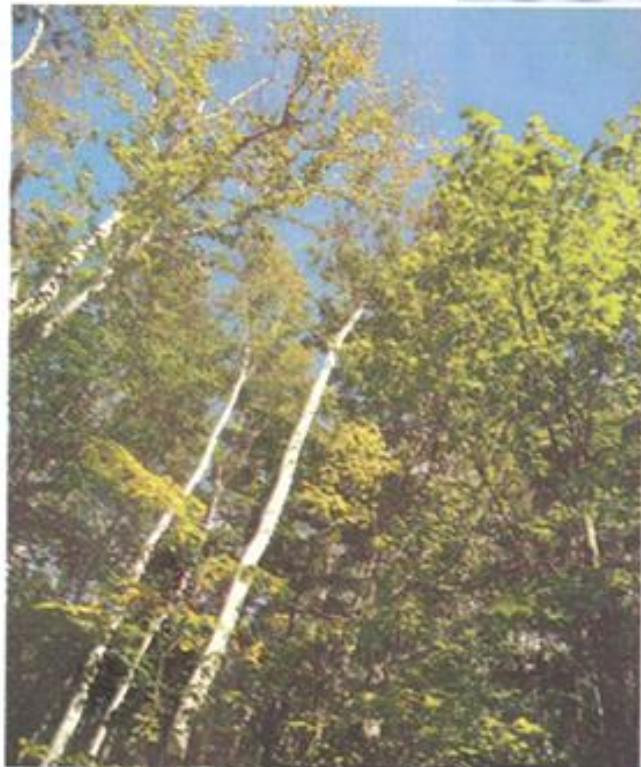
Como consecuencia del desarrollo alcanzado y de las investigaciones efectuadas, actualmente se puede dar la siguiente definición:

**Química orgánica es la parte de la química que estudia todos aquellos compuestos que contienen carbono, con excepción de los óxidos y de los carbonatos.**

## 1.1. Composición de las sustancias orgánicas

El análisis químico de las sustancias orgánicas demuestra que todas ellas contienen el elemento carbono acompañado de hidrógeno.

En las sustancias que forman los seres vivos (hidratos de carbono, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos) sus componentes fundamentales son el **carbono**, el **hidrógeno**, el **oxígeno** y frecuentemente el **nitrógeno** (C,H,O,N). Por eso, estos cuatro elementos fueron denominados **biogénicos** (etimológicamente: *bios* = vida; *gennao* = engendrar). Otros elementos que se encuentran en mucha menor proporción son el *azufre* y el *fósforo*, y en pequeñísimas cantidades *halógenos* (cloro, yodo) y *metales* (calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, cobre, cinc, cobalto, manganeso, etcétera).



C,H,O y N son los elementos biogénicos.

En el petróleo y en el gas natural, que son mezclas de hidrocarburos, se encuentra **carbono** y **hidrógeno**, y en muy pequeñas proporciones *oxígeno*, *azufre* y *nitrógeno*.

Las moléculas orgánicas, generalmente, están formadas por muchos átomos de pocos elementos. La mayoría son complejas (proteínas, glúcidos, ácidos nucleicos, vitaminas, medicamentos, etcétera) aunque también existen otras sencillas (metano, etano, etanol, ácido acético, etcétera).

## 2. El elemento carbono

Las principales características del elemento carbono son:

**Nombre:** Carbono. **Símbolo:** C

**Descubrimiento:** conocido desde la prehistoria.

**Estado natural:**

- libre*: diamante, grafito, fullereno, carbón.
- combinado*: en toda la materia viviente y en compuestos minerales tales como piedra caliza, mármoles, etcétera.

**Abundancia en la corteza terrestre:** 0,027 %.

El polietileno está compuesto sólo por carbono e hidrógeno.

**Punto de fusión (grafito):** 3.550 °C.

**Punto de ebullición (grafito):** 4.827 °C.

**Densidad (grafito):** 2,25 g/ml.

**Número atómico:** 6.

**Masa atómica promedio:** 12,001115.

**Isótopos:**  $^{12}\text{C}$ : 98,9 %;  $^{13}\text{C}$ : 1,1 %;

$^{14}\text{C}$ : trazas.

**Radio atómico:** 0,77 Å.

**Clase:** No metal.

**Ubicación en la Tabla Periódica:** Grupo 14. Período: 2

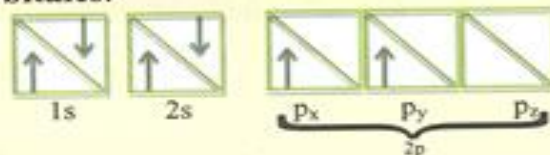
**Protones:** 6 **Electrones:** 6 **Neutrones:** 6, 7 u 8.

**Electrones de valencia:** 4

**Número de oxidación:**  $\pm 4$ .

**Configuración electrónica:**  $1s^2 2s^2 2p^2$   
( $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$ )

**Distribución de los electrones en los orbitales:**

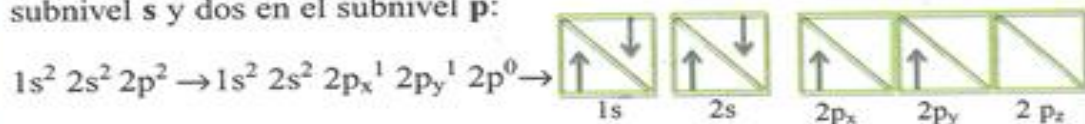


**Electronegatividad:** 2,5 (según Linus Pauling).



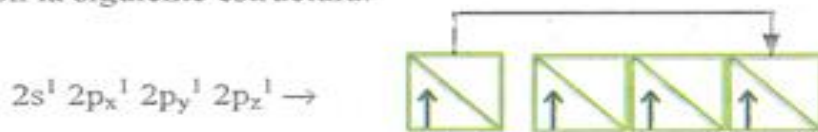
## 2.1. Hibridización de los orbitales del carbono

En su estado normal, el átomo de carbono tiene dos electrones en el primer nivel y cuatro en el segundo. De estos cuatro, dos están en el subnivel s y dos en el subnivel p:



Desde el punto de vista químico, interesa especialmente el segundo nivel en el cual el orbital  $2p_z$  está completo, los orbitales  $2p_x$  y  $2p_y$  contienen un electrón desapareado y el orbital  $2p_z$  está vacío. Por este motivo, es posible deducir que forma dos uniones covalentes (compartiendo los electrones desapareados) y una unión covalente coordinada (en el orbital vacío) y que los orbitales  $2p_x$ ,  $2p_y$  y  $2p_z$  se hallan entre sí a  $90^\circ$ . Sin embargo, experimentalmente se ha comprobado que las uniones son todas equivalentes (uniones covalentes simples) y que los ángulos de enlace son de  $109^\circ 28'$  y no de  $90^\circ$  como cabría esperar.

Para explicar este hecho, actualmente se acepta que uno de los electrones del orbital 2s salta al orbital vacío 2p<sub>z</sub>, quedando el segundo nivel con la siguiente estructura:

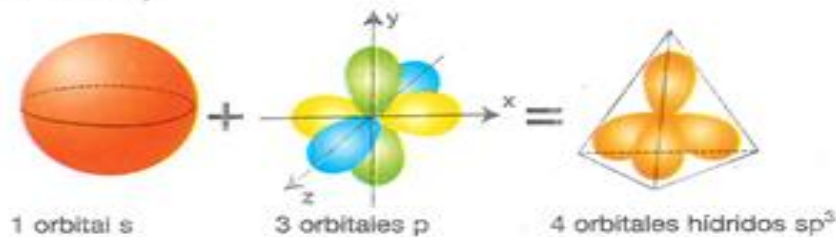


Simultáneamente con este cambio, se produce una “mezcla” o reestructuración de los orbitales, formándose nuevos orbitales de forma y orientación diferentes, denominados **orbitales híbridos**.

Los átomos de carbono pueden hibridizarse de tres modos diferentes:

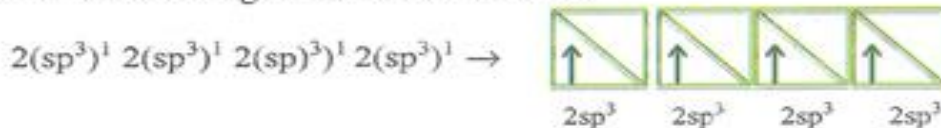
**a) Orbitales híbridos sp<sup>3</sup>:**

Cuando *el orbital 2s* se hibridiza con los *tres orbitales 2p* (p<sub>x</sub>, p<sub>y</sub> y p<sub>z</sub>) se originan **cuatro orbitales híbridos sp<sup>3</sup>** (el exponente indica el número de orbitales p que intervienen en la hibridización).



Los cuatro orbitales sp<sup>3</sup>, por mutua repulsión de sus electrones, se hallan orientados en el espacio hacia los cuatro vértices de un tetraedro imaginario, en cuyo centro se encuentra el átomo de carbono.

Entonces la configuración electrónica es:

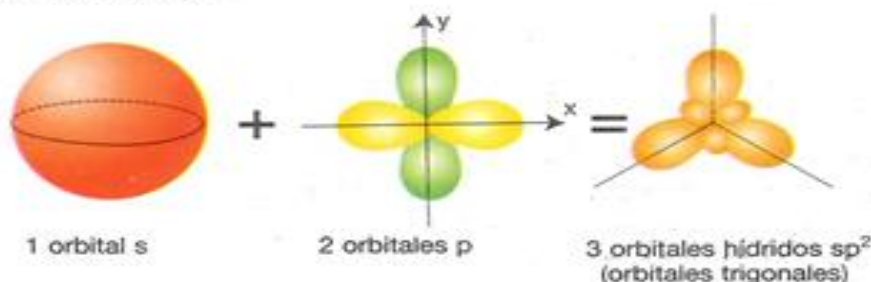


Con esta disposición, los orbitales híbridos sp<sup>3</sup> presentan la mayor separación posible entre sí (109° 28') y se encuentran en una relación geométrica regular (disposición tetraédrica).

En cada uno de los orbitales sp<sup>3</sup> se halla un electrón desapareado, lo cual explica que el carbono es tetravalente y que sus cuatro valencias son iguales.

**b) Orbitales híbridos sp<sup>2</sup>:**

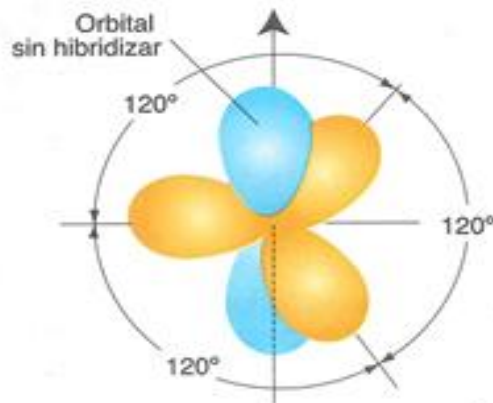
En otras ocasiones, se hibridiza *el orbital 2s con dos orbitales 2p* y se forman **tres orbitales híbridos sp<sup>2</sup>**, quedando **un orbital 2p puro** (sin hibridizar):



Los tres orbitales son coplanares (se hallan en el mismo plano), contienen un electrón cada uno y por repulsión de sus cargas eléctricas forman entre sí ángulos de  $120^\circ$ .

Este tipo de **hibridización** se denomina **trigonal** porque tiene tres ángulos.

El orbital **2p** que no participó en la hibridización se ubica perpendicularmente al plano donde están los tres orbitales híbridos **sp<sup>2</sup>**.

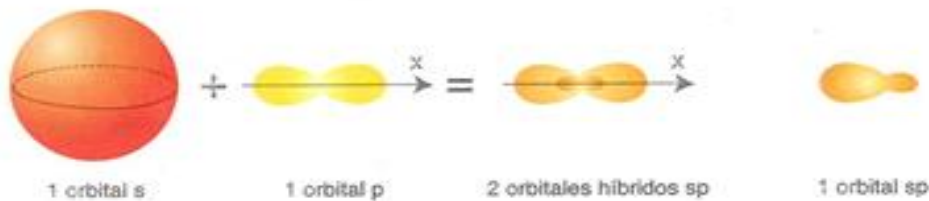


En consecuencia, la configuración electrónica es:



### c) Orbitales híbridos sp:

En algunos casos se produce la hibridización entre *el orbital 2s* con *un orbital 2p* y se originan **dos orbitales híbridos sp**, quedando **dos orbitales 2p puros**.

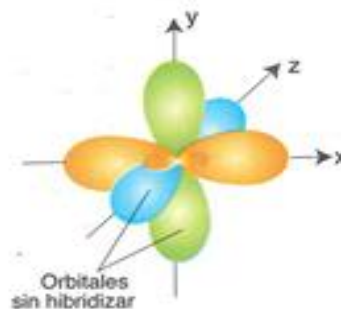


Los dos orbitales híbridos **sp** contienen un electrón cada uno y por repulsión de sus cargas eléctricas forman entre sí ángulos de  $180^\circ$ . Este tipo de **hibridización** se llama **digonal** porque tiene dos ángulos.

Entonces, su configuración electrónica es:



La disposición de los cuatro orbitales de un átomo de carbono con hibridización **sp** es la siguiente:



Entonces, tenemos *dos orbitales 2sp* sobre el eje de las *x*, *un orbital 2p puro* sobre el eje de las *y*, y el *otro orbital 2p puro* sobre el eje de las *z*. Cada uno de estos cuatro orbitales contiene un electrón. Todos los orbitales híbridos poseen un lóbulo más grande a un lado del núcleo y otro más pequeño del otro lado. Para simplificar su representación, generalmente, se omite el lóbulo más pequeño.

## 2.2. Una propiedad muy especial: las cadenas carbonadas

La mayor parte de los millones de compuestos orgánicos actualmente conocidos están formados por muy pocos elementos, principalmente **carbono (C)**, **hidrógeno (H)**, **oxígeno (O)** y **nitrógeno (N)**. Entonces, cabe preguntarse: *¿cómo es posible que exista un número tan elevado de sustancias constituidas por tan pocos elementos?*

El análisis de la composición de las moléculas orgánicas muestra que la mayoría de ellas están formadas por muchos átomos de un reducido número de elementos. Así, los miles de *hidrocarburos* reconocidos están constituidos por **C** e **H**, los *glúcidos* y los *lípidos* por **C**, **H** y **O** y la mayor parte de las *proteínas* por **C**, **H**, **O** y **N**.

En el caso de los hidrocarburos, se observan fórmulas moleculares tales como:



Estos ejemplos nos llevan a preguntarnos: *¿de qué modo se unen los átomos de carbono e hidrógeno para formar moléculas diferentes?*

La respuesta a esta cuestión se encontró al comprobarse que los átomos de carbono tienen la propiedad de unirse entre sí (concatenación) por enlaces covalentes estables, formando **cadenas carbonadas**.

Así, en las fórmulas estructurales de los ejemplos más arriba mencionados se puede observar:

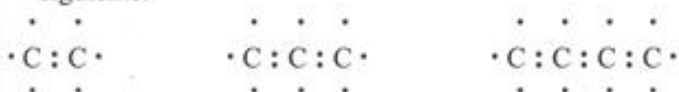


Cuando un átomo de carbono se une a otro átomo de carbono, de hidrógeno, de oxígeno o de nitrógeno, lo hace por unión covalente.

Las cadenas pueden tener diferentes longitudes y variadas formas, constituyendo el esqueleto fundamental de las moléculas de la mayor parte de las sustancias orgánicas.

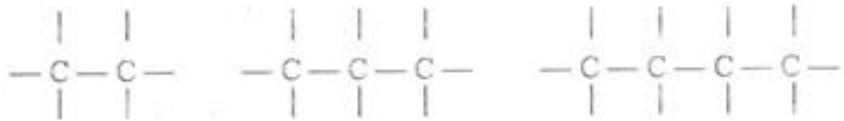
### 2.2.1. Tipos de cadenas carbonadas

a) La forma más sencilla de unión entre los átomos de carbono es la siguiente:



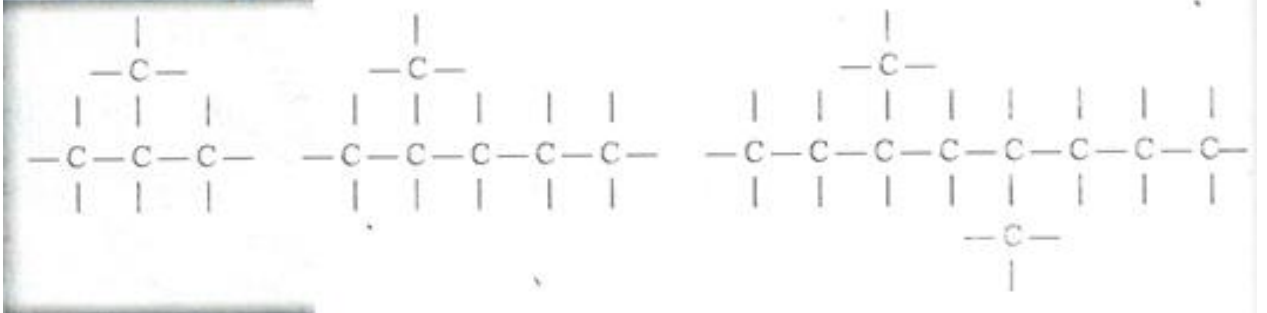


Como el par de electrones compartidos (enlace covalente) se puede representar por medio de un gui3n, resulta:



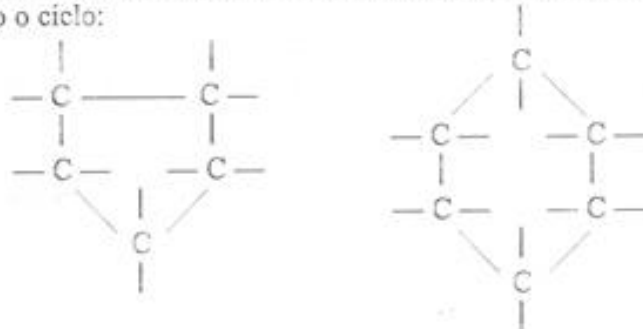
Las cadenas que presentan los 3tomos de carbono en forma consecutiva, como las arriba representadas, se denominan **lineales** o **normales**. Adem3s, por tener los extremos libres, se llaman **abiertas** o **ac3clicas**.

b) En otras ocasiones las cadenas tienen mayor complejidad:



Estas estructuras reciben el nombre de **cadenas ramificadas**.

c) En algunos casos, los extremos de la cadena se unen formando un anillo o ciclo:



Este tipo de cadenas se llaman **cerradas** o **c3clicas**. Los ciclos m3s comunes est3n formados por cinco o seis 3tomos de carbono.

En los casos antes considerados, los enlaces entre los 3tomos de carbono se efect3an compartiendo un par de electrones, por lo cual se denominan **enlaces** o **ligaduras simples**.

Los 3tomos de carbono que se unen entre s3 por enlaces o ligaduras simples presentan hibridizaci3n  $sp^3$ .

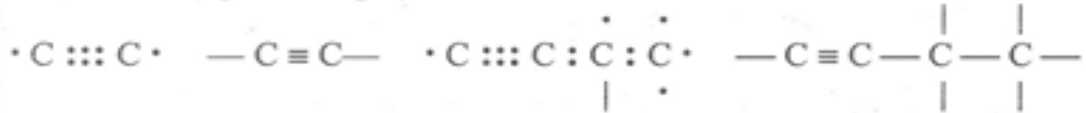
Las cadenas que s3lo presentan enlaces o ligaduras simples entre sus 3tomos de carbono, reciben el nombre de **saturadas**.

d) En otras cadenas carbonadas se observa la presencia de una o m3s uniones covalentes dobles (**enlace** o **ligadura doble**), tales como:



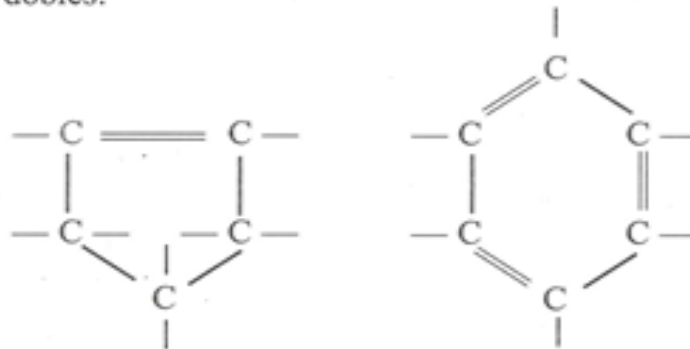
Los átomos de carbono que se unen entre sí por ligaduras dobles tienen hibridación  $sp^2$ .

También existen cadenas en las cuales se observan uniones triples (enlace o ligadura triple):



Los átomos de carbono que establecen entre sí ligaduras triples tienen hibridación  $sp$ .

En ciertos casos, las cadenas cíclicas también presentan uno o más enlaces dobles:

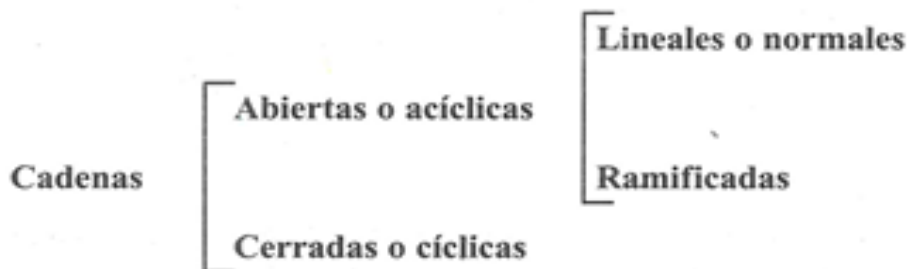


Las cadenas que presentan una o más ligaduras dobles y/o triples, se denominan **cadenas no saturadas**.

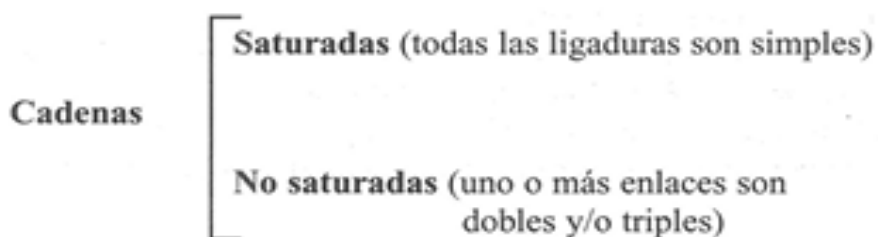
**En resumen:**

Las cadenas carbonadas se pueden clasificar de los siguientes modos:

a) *Según su forma:*



b) *Según el tipo de enlace o ligadura presente:*



## Actividades de reconocimiento

1) Lee atentamente las siguientes afirmaciones. Cuando las consideres correctas, encierra con un círculo la V; en caso contrario, marca de igual modo la F. En este último caso, escribe sobre la línea de puntos cuál es el error.

- Todos los compuestos orgánicos contienen C, H, O y N. V      F  
.....
- Los átomos de carbono siempre tienen 6 neutrones. V      F  
.....
- Los orbitales del segundo nivel del carbono pueden hibridarse. V      F  
.....
- En la hibridación trigonal se forman cuatro orbitales híbridos  $sp^2$ . V      F  
.....
- Las cadenas carbonadas tienen todas la misma longitud. V      F  
.....
- Las cadenas acíclicas siempre son ramificadas. V      F  
.....
- Las cadenas saturadas son aquellas que tienen solamente ligaduras simples. V      F  
.....

2) Con respecto a los átomos de carbono, responde:

- a) ¿Cuál es su número atómico?.....¿Por qué?.....
- b) ¿Cuál es su configuración electrónica normal? .....
- c) ¿Qué tipos de hibridación pueden presentar? .....
- d) ¿Qué tipos de cadenas pueden formar? .....
- e) ¿Qué tipo de enlace químico se produce entre los átomos de carbono? .....
- ¿Por qué?.....

3) Indica a partir de qué orbitales se forman los orbitales híbridos:

- a)  $sp^3$ : .....
- b)  $sp^2$ : .....
- c)  $sp$ : .....

4) Menciona cuáles son las características de los orbitales híbridos:

- a)  $sp^3$ : .....
- b)  $sp^2$ : .....
- c)  $sp$ : .....

5) Señala cuáles son las diferencias entre:

- a) cadenas acíclicas y cíclicas: .....
- .....
- b) ligaduras simples y dobles: .....
- .....
- c) cadenas saturadas y no saturadas: .....
- .....

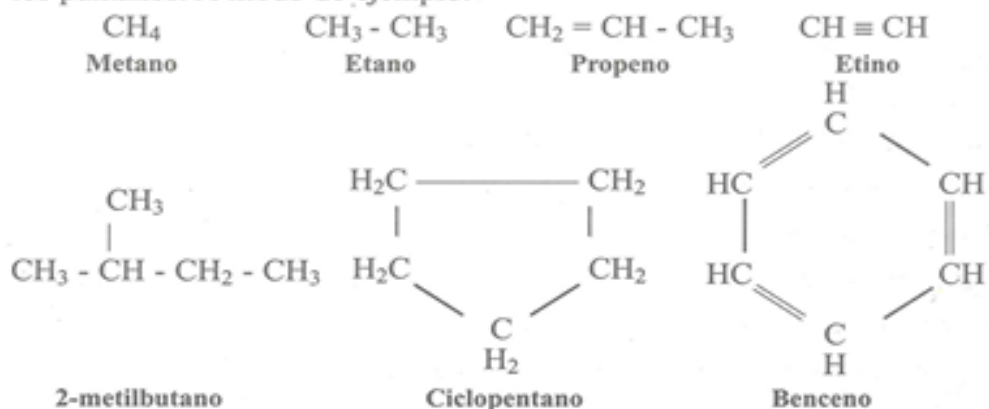
### 3. ¿Cuáles son las funciones químicas orgánicas?

El elevado número de sustancias orgánicas se pueden agrupar por sus propiedades químicas semejantes en "familias" de compuestos. Cada una de estas familias constituye una **función química** y sus moléculas presentan un grupo de átomos, denominado **grupo funcional**, que es el responsable de las propiedades que las caracterizan. Las principales funciones químicas orgánicas son: **hidrocarburos, alcoholes, éteres, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, aminas, amidas, aminoácidos, glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.**

#### 3.1. Los hidrocarburos

Los hidrocarburos son los compuestos orgánicos más simples que se conocen porque sus moléculas sólo están formadas por átomos de carbono y de hidrógeno.

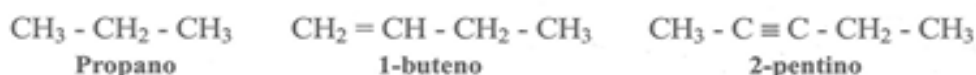
Se encuentran en el petróleo, el gas natural, los yacimientos de carbón y los pantanos. A modo de ejemplo:



Como se puede observar, las cadenas carbonadas pueden ser abiertas o cerradas, lo cual permite clasificarlos en **hidrocarburos alifáticos** y **cíclicos**, respectivamente.

##### 3.1.1. Hidrocarburos alifáticos

Los hidrocarburos que presentan cadenas carbonadas abiertas se denominan **hidrocarburos alifáticos** o **acíclicos**. Por ejemplo:



Estos ejemplos muestran que las cadenas de átomos de carbono pueden presentar solamente ligaduras simples, como en el caso del propano, o tener enlaces covalentes dobles (1-buteno) o triples (2-pentino). Por este motivo, se los clasifica en **hidrocarburos alifáticos saturados** (sólo presentan enlaces covalentes simples) y **no saturados** (cuentan con ligaduras dobles y/o triples).

Los **hidrocarburos alifáticos saturados** también se llaman **alcanos** o **parafinas**. Por su parte, los **hidrocarburos alifáticos no saturados**



Al metano se lo suele llamar "gas de los pantanos" porque se forma durante la putrefacción de restos orgánicos en aguas pantanosas. Es el principal componente del gas natural.

El gas de las garrafas está compuesto principalmente por propano y butano.

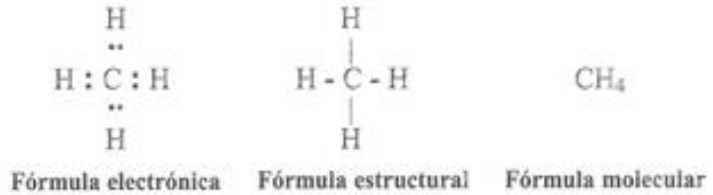
Se suele denominar "término" a cada una de las sustancias que componen una función química.

pueden ser **alquenos** u **olefinas** (tienen una doble ligadura) y **alquinos** o **hidrocarburos acetilénicos** (presentan un triple enlace).

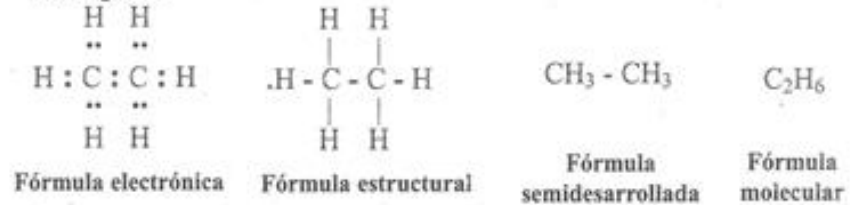
### 3.1.1.1. Hidrocarburos alifáticos saturados: alcanos o parafinas

Analicemos los siguientes casos:

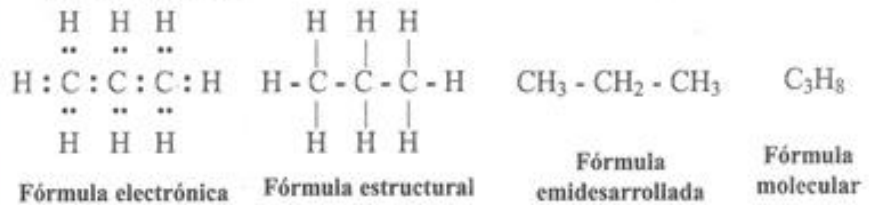
- El alcano más sencillo es el **metano**, constituido por un átomo de carbono unido a cuatro átomos de hidrógeno por uniones covalentes simples:



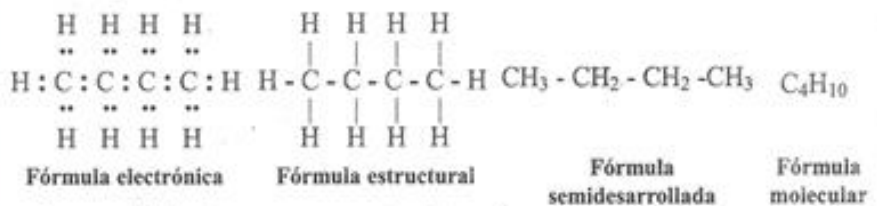
- El alcano siguiente es el **etano**, con dos átomos de carbono y seis de hidrógeno:



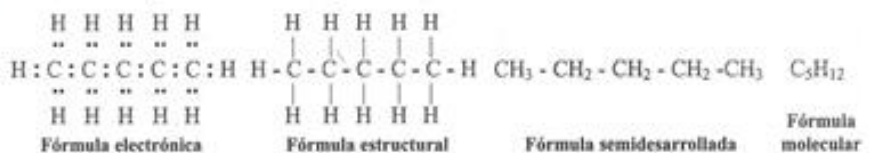
- A continuación, con tres átomos de carbono y ocho de hidrógeno, está el **propano**:



- El siguiente término, con cuatro átomos de carbono y diez de hidrógeno, se llama **butano**:

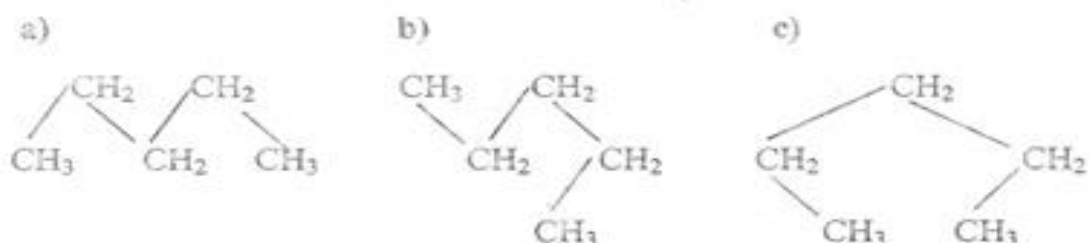


- Luego del butano, se encuentra el **pentano** con cinco átomos de carbono y doce de hidrógeno:



En los ejemplos anteriores los átomos de carbono que forman los alcanos tienen hibridación  $sp^3$  y se unen entre sí, uno a continuación del otro, por enlaces covalentes simples, formando lo que se denominan **cadena lineales o normales**.

Como la hoja de papel es de forma plana, las cadenas carbonadas se escriben sobre una misma línea, pero, en la realidad, como las moléculas son tridimensionales y los átomos pueden adoptar por rotación distintas posiciones en el espacio, presentan formas diferentes aunque conservando siempre el mismo orden de los átomos de carbono. Así, por ejemplo, en el caso del pentano pueden encontrarse las siguientes conformaciones:



### Fórmula general de los alcanos

Al comparar las fórmulas moleculares de los alcanos podemos observar que:

- El número de átomos de hidrógeno es siempre par.
- Cada término se diferencia del siguiente por un átomo de carbono y dos de hidrógeno.
- Existe una relación en cada fórmula entre el número de átomos de carbono y el de átomos de hidrógeno. Así, el número de átomos de hidrógeno es siempre el doble que los de carbono, más dos. Por ejemplo, en el butano hay cuatro átomos de carbono, luego el número de átomos de hidrógeno es de:  $(4 \times 2) + 2 = 10$  y lo mismo sucede con todos los alcanos.

En consecuencia, se ha deducido la siguiente **fórmula general** para los alcanos:



### Nomenclatura de los alcanos

Para dar el nombre de los alcanos la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) ha establecido las siguientes normas:

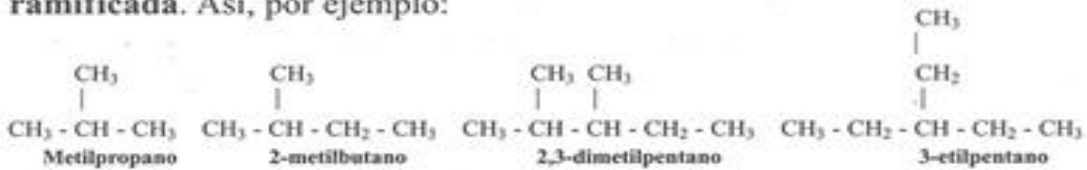
- Los cuatro primeros términos tienen nombres particulares: metano, etano, propano, butano.
- Del quinto término en adelante, se designan con un prefijo que indica el número de átomos de carbono. Por ejemplo: pentano, hexano, heptano, octano, nonano, decano, undecano, etcétera.
- En todos los términos la terminación es "ano".

Generalmente, cuando el número de átomos de carbono es elevado, se los nombra indicando ese número. Por ejemplo: alcano de 23 átomos de carbono.

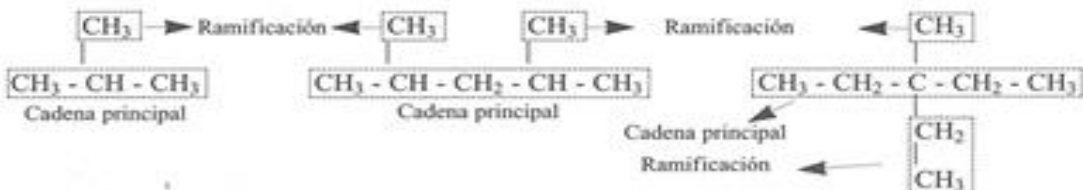
Fórmula molecular	Nombre
CH <sub>4</sub>	Metano
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Etano
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propano
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Butano
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	Pentano
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	Hexano
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	Heptano
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	Octano
C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	Nonano
C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	Decano
C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	Undecano

### Los alcanos ramificados

Además de los alcanos con cadenas cuyos átomos de carbono son consecutivos (cadenas lineales o normales) existen otros de cadena **ramificada**. Así, por ejemplo:



Los hidrocarburos ramificados se consideran formados por dos partes: la cadena principal y la o las ramificaciones. La cadena principal es la más larga. Así, en los siguientes casos:



### Los radicales alquilo

En los casos anteriores encontramos las ramificaciones:

—CH<sub>3</sub> y —CH<sub>2</sub>—CH<sub>3</sub>. La primera puede considerarse que se ha originado por la eliminación de un átomo de hidrógeno del metano: CH<sub>4</sub> → H + —CH<sub>3</sub> y la segunda también por eliminación de un átomo de hidrógeno, pero, por parte del etano: CH<sub>3</sub>—CH<sub>3</sub> → H + —CH<sub>2</sub>—CH<sub>3</sub>. Estas ramificaciones son consideradas como **radicales alquilo** y su nombre propio resulta de sustituir la terminación “ano” por “ilo” en la denominación del alcano del cual provienen. Por lo tanto, los ejemplos anteriores se llaman radical **metilo** y radical **etilo**, respectivamente. En suma, se puede establecer que:

**Los radicales alquilo son grupos atómicos monovalentes que resultan de eliminar un átomo de hidrógeno de un hidrocarburo.**

### Isomería de los alcanos

Comparemos los siguientes alcanos:

a) *n*-butano:

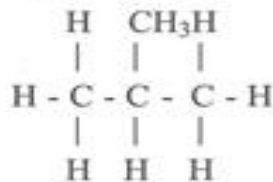


Fórmula estructural



Fórmula molecular

b) metilpropano:



Fórmulas estructural



Fórmula molecular



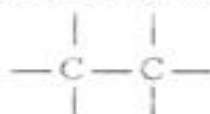
## Concepto de alcanos

De acuerdo con lo que hemos visto, se puede establecer que:

*Hidrocarburos alifáticos saturados, alcanos o parafinas son compuestos orgánicos constituidos por carbono e hidrógeno, en los cuales los átomos de carbono están unidos entre sí por uniones covalentes simples, es decir, comparten un par de electrones (ligaduras simples). Las cadenas carbonadas son saturadas, lineales o ramificadas.*

## Grupo funcional

De acuerdo con las características de los alcanos, se puede considerar como grupo funcional al siguiente grupo soporte:

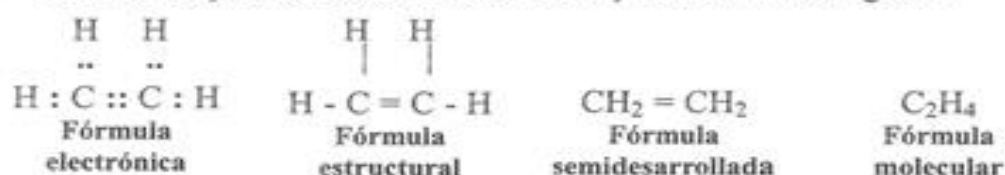


### 3.1.1.2. Hidrocarburos alifáticos no saturados: alquenos y alquinos

#### a) Los alquenos, olefinas o hidrocarburos etilénicos

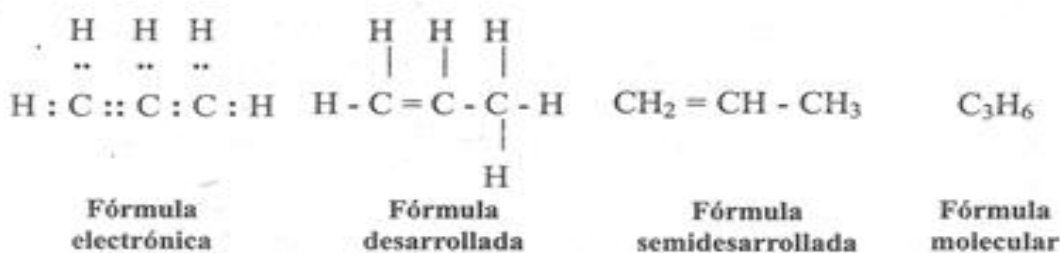
Consideremos los siguientes ejemplos:

- El primer compuesto de la serie de los alquenos es el **eteno** o **etileno**, constituido por dos átomos de carbono y cuatro de hidrógeno:

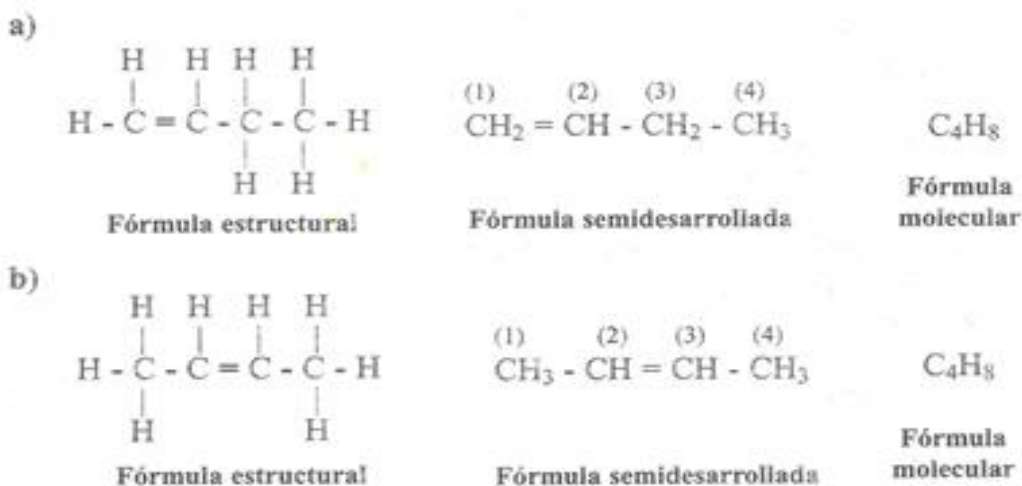


Los dos átomos de carbono presentan hibridización  $sp^2$  y entre ellos se establece una unión covalente doble (**enlace** o **ligadura doble**). Por otra parte, los átomos de hidrógeno se unen a los de carbono por uniones covalentes simples.

- El alqueno siguiente es el **propeno**, formado por tres átomos de carbono y seis de hidrógeno. De esos tres átomos de carbono, los dos primeros tienen hibridización  $sp^2$ , estableciéndose entre ellos un **doble enlace**; el tercero con hibridización  $sp^3$  se une al segundo por una **ligadura simple**:



- El término siguiente de esta serie tiene cuatro átomos de carbono y ocho de hidrógeno, admitiendo dos posibilidades para la ubicación del doble enlace:



Estos dos compuestos tienen la misma fórmula molecular, pero difieren en sus fórmulas estructurales y en algunas de sus propiedades: son **isómeros**.

Para diferenciarlos se indica la posición del doble enlace, denominándose **1-buteno** y **2-buteno**, respectivamente.

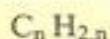
- Con cinco átomos de carbono tenemos dos alquenos:



A medida que aumenta el número de átomos de carbono de la cadena, se incrementan las posibilidades de isómeros por diferente ubicación del doble enlace. Así, con seis átomos de carbono existen: **1-hexeno**, **2-hexeno** y **3-hexeno**.

### Fórmula general

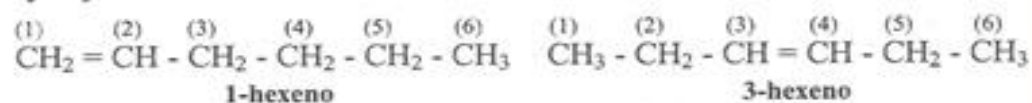
Al analizar los ejemplos antes mencionados, podemos deducir que los alquenos, por presentar un doble enlace, tienen el doble de átomos de hidrógeno que de carbono. Por lo tanto, la fórmula general de los alquenos es:



### Nomenclatura de los alquenos

Los alquenos se nombran como los alcanos pero cambiando la terminación "**ano**" por "**eno**". Por ejemplo: eteno, propeno, 1-buteno, etcétera.

Cuando las cadenas tienen cuatro o más átomos de carbono se presentan casos de isomería, porque el doble enlace puede estar en distintas posiciones. Para diferenciarlos se enumeran los átomos de carbono comenzando por el extremo más próximo a la ligadura doble. Así, por ejemplo:

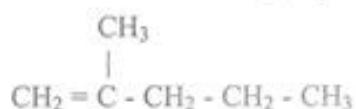


Como se ve en estos ejemplos, se menciona el número más bajo que les corresponde a los dos átomos que contienen el doble enlace.

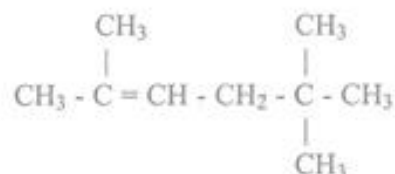


La llama del acetileno alcanza unos 3000°C de temperatura.

Los alquenos pueden tener cadenas ramificadas, en cuyo caso se considera como cadena principal a la más larga que contiene el doble enlace. La o las ramificaciones se nombran de igual modo que en los alcanos. A modo de ejemplo:



2-metil 1-penteno



2,5,5,-trimetil 2-hexeno

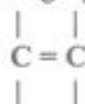
### Concepto de alquenos

Teniendo en cuenta los aspectos estudiados, se puede establecer que:

*Los alquenos, olefinas o hidrocarburos etilénicos son compuestos orgánicos formados por carbono e hidrógeno, caracterizados por presentar dos átomos de carbono de la cadena carbonada unidos entre sí por una unión covalente doble (enlace o ligadura doble). Pertenecen al grupo de los hidrocarburos alifáticos no saturados.*

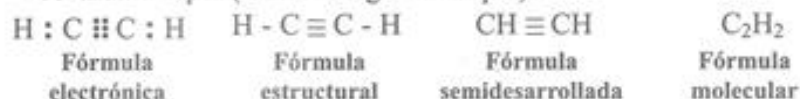
### Grupo funcional

Los alquenos presentan el siguiente grupo funcional:

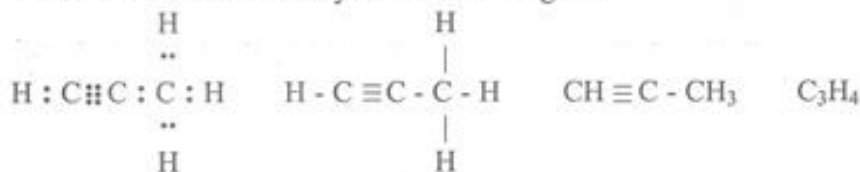


### b) Los alquinos o hidrocarburos acetilénicos

- La serie de los alquinos comienza con el **etino** o **acetileno**, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de carbono y dos de hidrógeno. Entre los átomos de carbono se establece una unión covalente triple (enlace o ligadura triple):

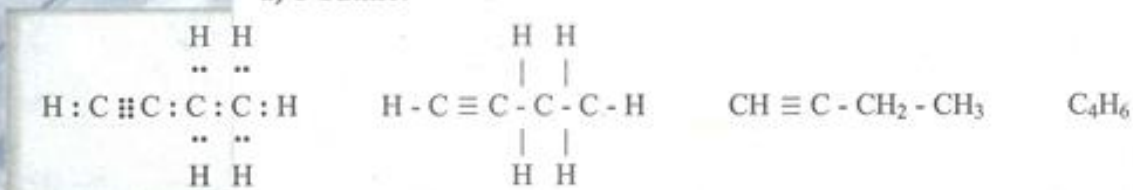


- El segundo término de los alquinos es el **propino**, constituido por tres átomos de carbono y cuatro de hidrógeno:

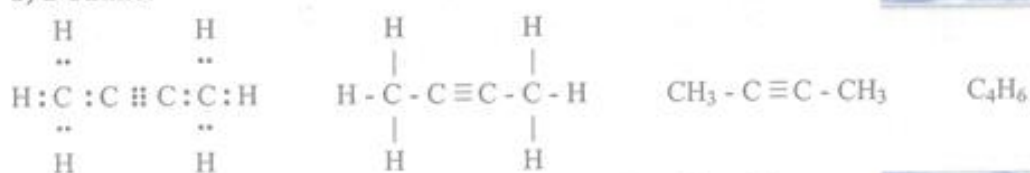


- El siguiente compuesto de esta serie está formado por cuatro átomos de carbono y seis de hidrógeno, admitiendo dos isómeros:

#### a) 1-butino:



b) 2-butino:



Los átomos de carbono que intervienen en la formación de la triple ligadura tienen hibridización  $sp$ .

**Fórmula general**

La fórmula general de los alquinos es:



**Nomenclatura de los alquinos**

Los hidrocarburos acetilénicos se designan como los alcanos, pero cambiando la terminación "ano" por "ino". Para el primer término (etino) se acepta la denominación **acetileno** impuesta por el uso. Cuando existen ramificaciones, se aplican las normas indicadas para los alquenos.

**Concepto de alquinos**

De acuerdo con lo visto, se puede establecer que:

*Los alquinos o hidrocarburos acetilénicos son compuestos orgánicos compuestos por carbono e hidrógeno, caracterizados por presentar dos átomos de carbono de la cadena carbonada unidos entre sí por unión covalente triple (enlace o ligadura triple). Forman parte de los hidrocarburos alifáticos no saturados.*

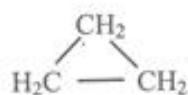
**Grupo funcional**

El grupo funcional de los alquinos es:

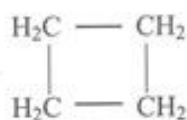


### 3.1.2. Hidrocarburos cíclicos

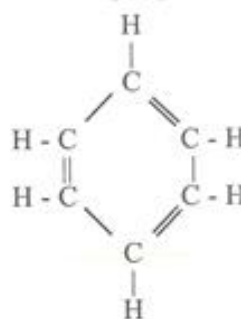
Los hidrocarburos cíclicos son aquellos que presentan cadenas carbonadas cerradas, formando anillos o ciclos. A modo de ejemplo:



Ciclopropano



Ciclobutano



Benceno



El acetileno es el combustible del soplete oxiacetilénico.

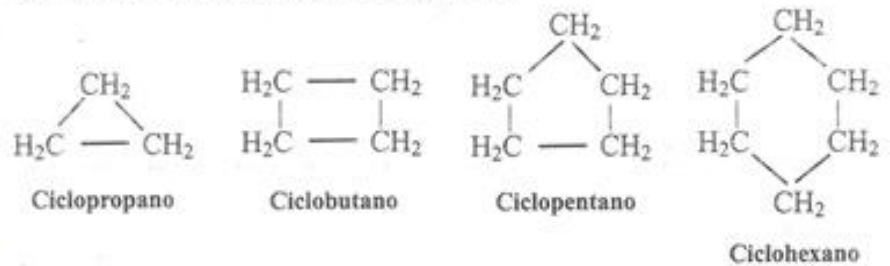


El petróleo es una de las fuentes más importantes para la obtención de cicloalcanos.

Los átomos de carbono pueden estar unidos entre sí sólo por enlaces simples o presentar también ligaduras dobles. Esto permite clasificarlos en **hidrocarburos saturados** o **alíclicos** (sólo ligaduras simples) y **no saturados** (con enlaces dobles). Entre estos últimos adquieren especial importancia los **hidrocarburos bencénicos** o **aromáticos**.

### 3.1.2.1. Hidrocarburos alíclicos, naftenos o cicloalcanos

Entre los cicloalcanos podemos observar:

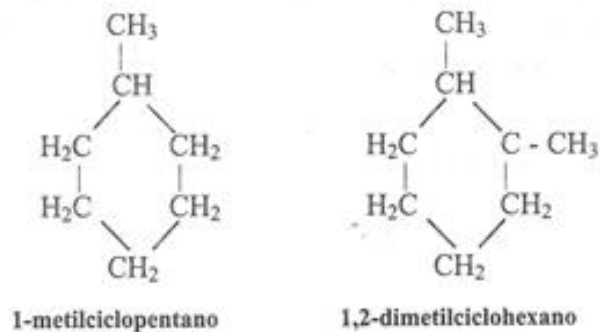


En estos hidrocarburos saturados la cadena carbonada se cierra en forma de anillo y las uniones entre los átomos de carbono son covalentes simples.

La denominación de *cicloalcanos* proviene del hecho de que muchas de sus propiedades son semejantes a las de los alcanos y el nombre de *naftenos* porque muchos de ellos se encuentran en la fracción "naftas" del petróleo.

Se conocen ciclos de 3, 4, 5, 6, 7, 8 y más átomos de carbono, pero los más frecuentes e importantes son el ciclopentano y el ciclohexano.

También pueden tener ramificaciones por sustitución de los átomos de hidrógeno unidos a los de carbono que forman el ciclo. Así, por ejemplo:



#### Fórmula general de los cicloalcanos

La fórmula general de los hidrocarburos acíclicos es:



Esto nos indica que los cicloalcanos son isómeros de los alquenos de igual número de átomos de carbono.

#### Nomenclatura de los cicloalcanos

Se los nombra anteponiendo la palabra "ciclo" al nombre del alcano de igual número de átomos de carbono.

Cuando presentan ramificaciones, se siguen las mismas reglas que las establecidas para los otros hidrocarburos.

### Concepto de hidrocarburos alicíclicos

De acuerdo con lo observado, se puede establecer que:

**Los hidrocarburos alicíclicos, naftenos o cicloalcanos son hidrocarburos cíclicos que se caracterizan porque entre los átomos de carbono que forman el ciclo se establecen uniones covalentes simples (enlaces o ligaduras simples).**

### 3.1.2.2. ¿Cuáles son los hidrocarburos bencénicos o aromáticos?

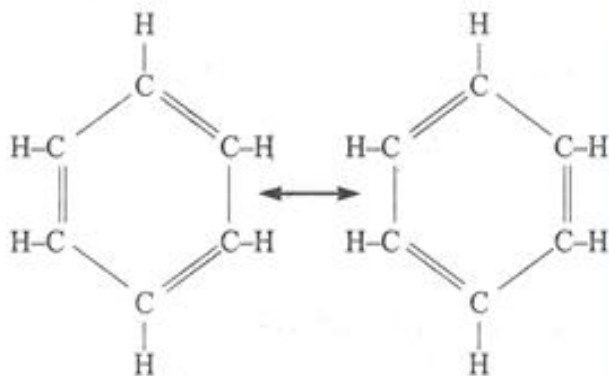
Los **hidrocarburos bencénicos** son un grupo de compuestos que comprenden al **benceno** y sus **derivados**. Como la mayoría de ellos poseen cierto aroma también se los llama **hidrocarburos aromáticos**.

El benceno es un hidrocarburo cuya fórmula molecular es  $C_6H_6$ .

Los investigadores tuvieron muchas dificultades para establecer la estructura molecular del benceno, es decir, cómo están dispuestos los átomos de carbono y de hidrógeno en la molécula.

De acuerdo con los datos experimentales, el científico **Kekulé** (1829-1869) propuso la siguiente estructura: los seis átomos de carbono adoptan la forma de un hexágono regular, con ligaduras simples y dobles alternadas, y a cada átomo de carbono se une un átomo de hidrógeno.

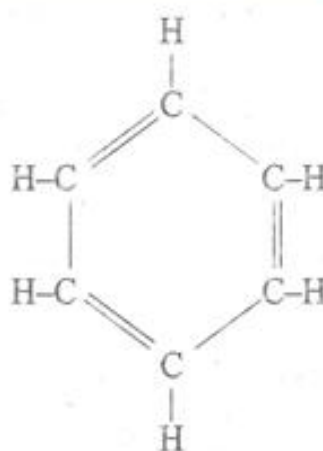
Esta estructura del benceno no explica satisfactoriamente todas las propiedades del benceno. Kekulé sostuvo que los dobles enlaces no son estáticos sino que pueden oscilar entre dos formas:



El benceno, también llamado benzol o bencina, es un líquido volátil, inflamable, menos denso que el agua y de olor característico que se obtiene por destilación fraccionada de las naftas del petróleo.

Se usa como materia prima en la producción de estireno (poliestireno), cumeno (adhesivos), ciclohexano (nailon) y alquil benceno (detergentes).

Esta propuesta también fue objetada porque el benceno, al tener dobles enlaces, debería producir todas las reacciones características de los alquenos y no es así.



El benceno se puede representar en forma simplificada del siguiente modo:



En cada vértice se considera que hay un átomo de C unido a otro de H.



Actualmente, el benceno se suele representar en forma simplificada como un hexágono con un círculo inscrito:



El tolueno es un líquido volátil, inflamable y poco soluble en agua. Se emplea como disolvente en la fabricación de pinturas, resinas y tintas, y como materia prima para la elaboración de aldehído, ácido benzoico, explosivos (TNT) y colorantes.

Los xilenos son líquidos volátiles, inflamables, miscibles en alcohol, éter y otros solventes orgánicos. Se los usa en la industria de la pintura, como vehículo de insecticidas y en la elaboración de los diversos tipos de thinner.

En la actualidad, el comportamiento del benceno se explica satisfactoriamente por la **teoría de la resonancia**.

De acuerdo con esta teoría, el benceno no tiene una estructura definida sino que sería un estado intermedio entre distintas formas posibles, tales como:

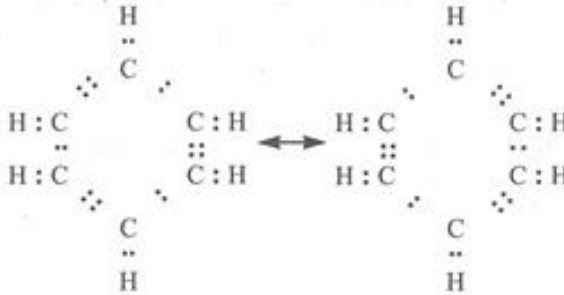


Cada una de estas fórmulas expresa un estado extremo de la estructura molecular pero, en la realidad, la molécula existe en un estado intermedio entre todas estas posibilidades.

La teoría de la resonancia postula que los átomos de carbono del benceno comparten por igual las ligaduras, sin que los enlaces simples y dobles tengan existencia individual.

El estado intermedio entre las diferentes estructuras que representan una molécula se denomina **híbrido de resonancia**.

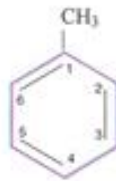
De todas las fórmulas posibles del benceno, las más aceptadas son las de Kekulé. Entonces, al benceno se lo puede considerar como un híbrido de resonancia entre estas dos estructuras:



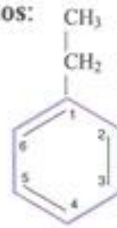
### Derivados del benceno

Los átomos de hidrógeno del benceno se pueden sustituir por radicales alquilo, en cuyo caso se originan derivados bencénicos que pueden ser mono, di o trisustituidos.

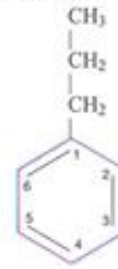
#### a) Derivados monosustituidos:



Metilbenceno o tolueno



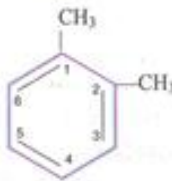
Etilbenceno



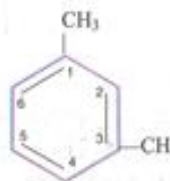
Propilbenceno

Estos compuestos resultan de la sustitución de un átomo de hidrógeno del benceno por un radical alquilo.

#### b) Derivados disustituidos:



1,2 -dimetilbenceno (o - xileno)



1,3 - dimetil benceno (m - xileno)

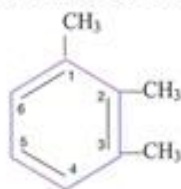


1,4 - dimetilbenceno (p - xileno)

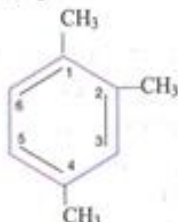
En estos casos se han sustituidos dos átomos de hidrógeno por dos radicales metilo, por lo cual son **derivados disustituídos**.  
Los tres tienen la misma fórmula molecular ( $C_7H_{10}$ ) pero difieren en la posición de los sustituyentes. Por eso se los denomina **isómeros de sustitución**.

La posición 1,2 recibe el nombre de **orto (o)**, la posición 1,3 **meta (m)** y la posición 1,4 **para (p)**.

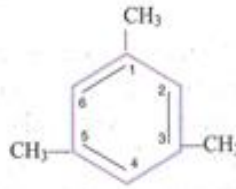
c) **Derivados trisustituídos:  $CH_3$**



1,2,3 - trimetilbenceno



1,2,4 - trimetilbenceno



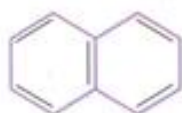
1,3,5 -trimetilbenceno

Cuando se sustituyen tres átomos de hidrógeno del benceno por los mismos radicales alquilo se forman tres isómeros.

### 3.1.2.3. Hidrocarburos polinucleares

Los hidrocarburos polinucleares son aquellos que contienen dos o más núcleos bencénicos en su estructura molecular. Se los puede clasificar en:

a) **Hidrocarburos de núcleos condensados:** Son aquellos en los que los núcleos están unidos por átomos de carbono comunes a dos o más anillos. Por ejemplo:



Naftaleno

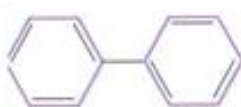


Antraceno

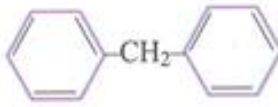


Fenantreno

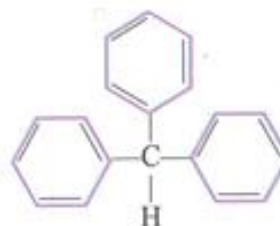
b) **Hidrocarburos de núcleos individuales:** En estos hidrocarburos aromáticos los núcleos no tienen en común ningún átomo de carbono. A modo de ejemplo:



Difenilmetano



Trifenilmetano



2,2-difeniletano

#### Concepto de hidrocarburos bencénicos

De acuerdo con lo que hemos estudiado, podemos establecer que:

**Los hidrocarburos bencénicos o aromáticos son compuestos constituidos por carbono e hidrógeno que se caracterizan por presentar uno o más anillos de seis átomos de carbono, unidos entre sí por tres dobles enlaces y otros tres simples, alternados.**

**Radicales arilo**  
Cuando a un hidrocarburo aromático se le quita un átomo de hidrógeno se convierte en un radical arilo y se representa por Ar.

El naftaleno, también llamado naftalina, se usa como antipolillas y en la industria de pinturas y barnices.

**Prefijo fenilo**  
Cuando se considera al anillo bencénico como un radical arilo se le da el nombre de fenil o fenilo:



## Actividades de fijación

1) Marca con una X la respuesta correcta:

- Los hidrocarburos son compuestos formados por:
  - a) C e H.      b) C, H y O.      c) C, H, O, N.      d) C, H, O, N y S.
- Los hidrocarburos alifáticos presentan cadenas carbonadas:
  - a) cíclicas.      b) cerradas.      c) abiertas.      d) dobles.
- El propano presenta una cadena carbonada:
  - a) cíclica.      b) saturada.      c) ramificada.      d) no saturada.
- Los hidrocarburos que presentan una doble ligadura son los:
  - a) alcanos.      b) alquenos.      c) alquinos.      d) cicloalcanos.
- La fórmula general de los alquinos es:
  - a)  $C_nH_{n+2}$       b)  $C_nH_{2n+2}$       c)  $C_nH_{2n}$       d)  $C_nH_{2n-2}$
- En el nombre de los hidrocarburos la terminación "ino" es característica de los:
  - a) alcanos.      b) alquenos.      c) alquinos.      d) naftenos.
- En los alcanos, los átomos de carbono tienen hibridización:
  - a)  $sp$ .      b)  $sp^2$ .      c)  $sp^3$ .      d)  $sp^4$ .
- Los radicales alquilo son:
  - a) monovalentes.      b) bivalentes.      c) trivalentes.      d) tetravalentes.
- Los isómeros tienen igual fórmula:
  - a) electrónica.      b) estructural.      c) molecular.      d) desarrollada.
- Los átomos de carbono que se unen a dos átomos de carbono vecinos son:
  - a) primarios.      b) secundarios.      c) terciarios.      d) cuaternarios.
- Los hidrocarburos alicíclicos o naftenos son:
  - a) acíclicos.      b) alifáticos.      c) saturados.      d) no saturados.
- La fórmula molecular  $C_6H_6$  corresponde al:
  - a) hexano.      b) 3-hexeno.      c) ciclohexano.      d) benceno.
- Un caso de híbrido de resonancia lo constituye el:
  - a) acetileno.      b) hexeno.      c) ciclohexano.      d) benceno.

2) Tomando en consideración al hexano:

a) Escribe sus fórmulas:

desarrollada	semidesarrollada	molecular

b) Nombra el radical alquilo correspondiente: .....

c) Señala si el 2-metilhexano es un isómero o no:.....¿Por qué?:.....

d) Escribe las fórmulas semidesarrollada y da el nombre de todos sus posibles isómeros:



## 3.2. Funciones orgánicas oxigenadas

Un numeroso grupo de sustancias orgánicas, constituidas por *carbono*, *hidrógeno* y *oxígeno*, se puede dividir en varias funciones químicas: **alcoholes**, éteres, aldehídos, cetonas, **ácidos carboxílicos**, anhídridos de ácidos, ésteres, etcétera. Como sus grupos funcionales contienen oxígeno se denominan **funciones orgánicas oxigenadas**.

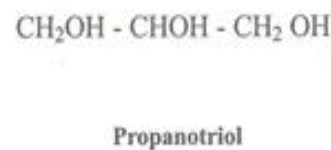
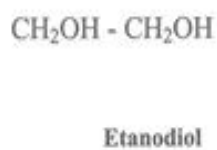
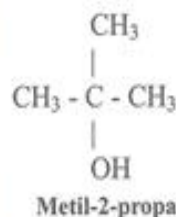
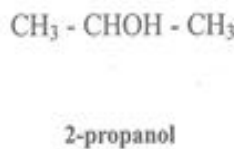
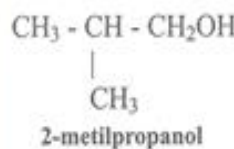
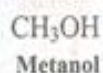


Las bebidas alcohólicas contienen alcohol etílico o etanol.

### 3.2.1. Los alcoholes

En el lenguaje corriente, cuando se habla de alcohol se hace referencia al alcohol etílico o etanol como si se tratara del único alcohol existente. Posiblemente esto sucede porque de él conocemos diversas aplicaciones domésticas, tales como bebidas alcohólicas (vino, cerveza, sidra, coñac, whisky, licores), desinfectante de heridas, disolvente de compuestos orgánicos (aceites, grasas, pinturas), combustible (alcohol de quemar, alconafta, etcétera).

Sin embargo, en la realidad existe un número elevado de alcoholes, de los cuales, a continuación, representamos algunos:

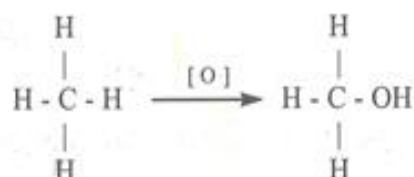


Cadenas hidrocarbonadas son aquellas que están formadas por carbono e hidrógeno.

Los alcoholes también se pueden considerar como derivados del agua (H - OH) por remplazo de un átomo de H por un radical alquilo (R - OH).

De la observación atenta de las fórmulas anteriores podemos descubrir que en todas se encuentra presente, por lo menos, un grupo **OH** (**hidroxilo** u **oxidrilo**), unido a un átomo de carbono de la cadena hidrocarbonada.

Los alcoholes se pueden considerar como derivados de los hidrocarburos por sustitución de un átomo de hidrógeno por un grupo oxidrilo, como podemos ver en el siguiente ejemplo:



Entonces, se puede establecer que:

**Los alcoholes son compuestos orgánicos que se caracterizan por presentar uno o más grupos OH (hidroxilo u oxhidrilo).**

### 3.2.1.1. Clasificación de los alcoholes

Teniendo en cuenta el número de hidroxilos que contienen sus moléculas, los alcoholes se pueden clasificar en:

- Alcoholes monohidroxilados o monoles:** son aquellos que contienen un grupo hidroxilo en sus moléculas, como, por ejemplo, metanol, etanol, propanol, etcétera.
- Alcoholes polihidroxilados o polioles:** se caracterizan por presentar dos o más grupos hidroxilos en sus moléculas. A modo de ejemplo: etanodiol, propanotriol, etcétera.

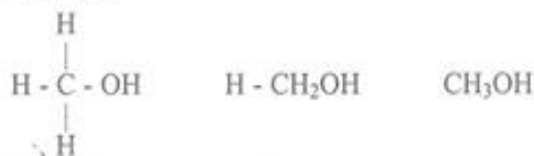
#### ¿Cómo son los alcoholes monohidroxilados o monoles?

En los alcoholes monohidroxilados, el grupo hidroxilo puede estar unido a un átomo de carbono primario, secundario o terciario, originando **alcoholes primarios, secundarios y terciarios**, respectivamente.

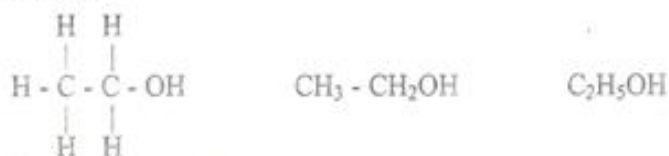
#### Alcoholes primarios

Consideremos los siguientes ejemplos:

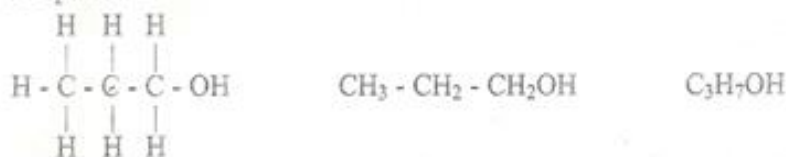
- **Metanol:**



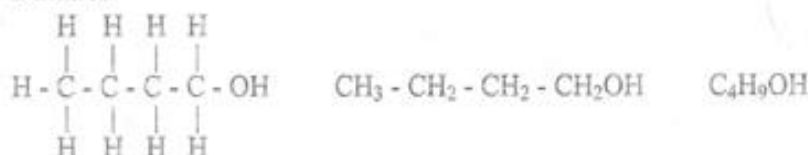
- **Etanol:**



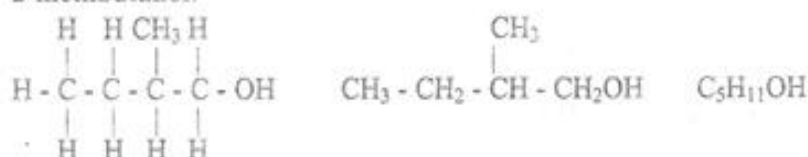
- **Propanol:**



- **Butanol:**



- **2-metilbutanol:**



El metanol es tóxico. Su ingestión puede causar ceguera y aún la muerte.





La observación atenta de las fórmulas anteriores muestra que *en los alcoholes primarios el grupo hidroxilo se encuentra unido a un átomo de carbono primario*.

Asimismo, se puede deducir que presentan el siguiente **grupo funcional**:



### Fórmula general

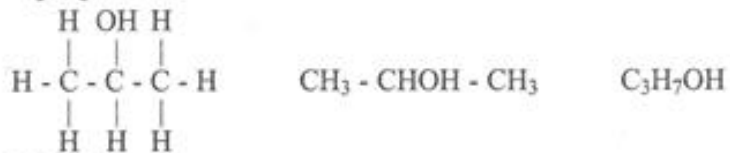
Para representar cualquier alcohol primario se puede utilizar la siguiente fórmula general:

**R - CH<sub>2</sub>OH** : donde **R** indica el resto de la molécula, que es H en el caso del metanol y un radical alquilo en los otros alcoholes.

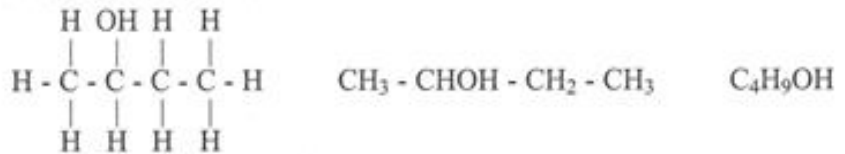
### Alcoholes secundarios

Analicemos los siguientes casos:

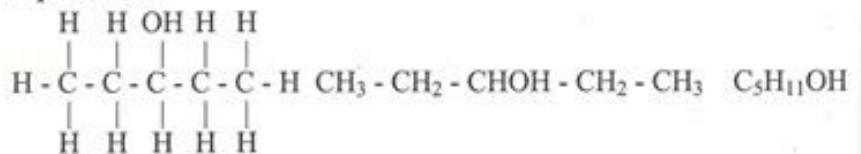
• **2-propanol:**



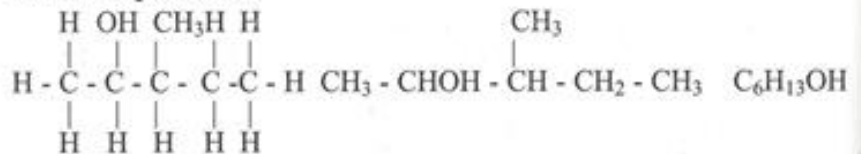
• **2-butanol:**



• **3-pentanol:**



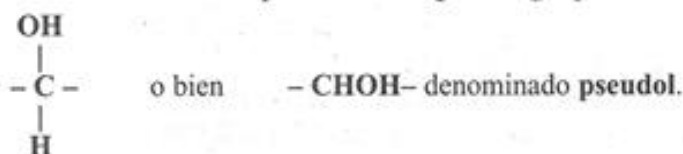
• **3-metil-2-pentanol:**



Los alcoholes con cinco átomos de carbono se suelen llamar alcoholes amílicos.

El examen de las fórmulas anteriores nos muestra que *en los alcoholes secundarios el grupo hidroxilo está unido a un átomo de carbono secundario*.

También se observa que tienen el siguiente **grupo funcional**:



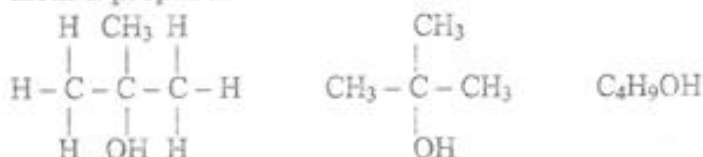
### Fórmula general

Como se puede considerar que el grupo funcional está unido a dos grupos alquilo, resulta la siguiente fórmula general para los alcoholes secundarios:  $R - \text{CHOH} - R'$  donde  $R$  y  $R'$  = radicales alquilo.

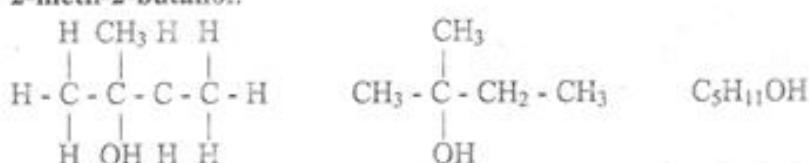
### Alcoholes terciarios

Veamos los siguientes ejemplos:

- metil-2-propanol:

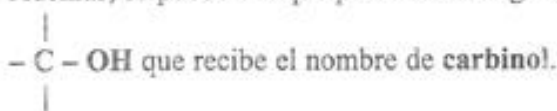


- 2-metil-2-butanol:



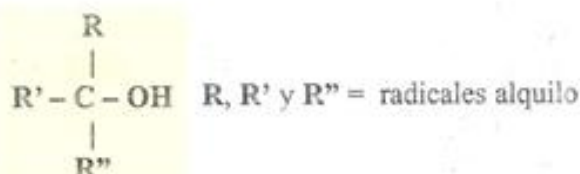
El examen de las fórmulas nos permite observar que *en los alcoholes terciarios el grupo hidroxilo está unido a un átomo de carbono terciario*.

Además, se puede ver que presentan el siguiente grupo funcional:



### Fórmula general

Los alcoholes terciarios se pueden representar con la siguiente fórmula general:



**Fórmula general de los alcoholes:** Cuando se desea indicar un alcohol cualquiera, sin precisar si es primario, secundario o terciario se utiliza la siguiente fórmula general:  $R - \text{OH}$ .

### Nomenclatura de los monoles alifáticos

Las normas de nomenclatura de los alcoholes son las siguientes:

- La cadena carbonada que contiene el grupo hidroxilo es la principal.
- El nombre del alcohol resulta de cambiar la terminación "o" del hidrocarburo correspondiente a la cadena principal por "ol". Por ejemplo: propano = propanol.
- La cadena se enumera a partir del extremo más próximo al grupo hidroxilo.
- En los alcoholes secundarios y terciarios, se antepone el número correspondiente al átomo de carbono en que se encuentra el hidroxilo. Por ejemplo: 2-pentanol.
- Las cadenas laterales se nombran anteponiendo el número correspondiente a su posición. Por ejemplo: 2-etil 2-pentanol.





El átomo de H del hidroxilo es atraído por el átomo de O de otro hidroxilo próximo y así se pueden unir varias moléculas. Entonces, para que las moléculas se separen y pasen al estado gaseoso, parte de la energía calórica proporcionada se usa para la ruptura de las uniones intermoleculares.



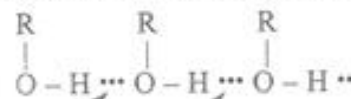
En las zonas muy frías se agrega glicol al agua del radiador porque esta mezcla solidifica a temperaturas por debajo de 0°C.

En los alcoholes simples se pueden emplear sus nombres comunes, los cuales están constituidos por el *nombre del grupo alquilo* con la terminación *ico*, precedido por la palabra *alcohol*. Por ejemplo: **alcohol metílico** = metanol; **alcohol etílico** = etanol; **alcohol propílico** = propanol, etc.

### Propiedades de los monoles

Considerando a los alcoholes en general (R - OH) se puede señalar que el grupo hidroxilo los asemeja al agua, mientras que el o los radicales alquilo a los alcanos (parafinas). Entonces, las propiedades de los alcoholes dependen de la influencia que manifiestan estos radicales:

- El punto de ebullición de los alcoholes es muy superior al de los alcanos de igual número de átomos de carbono, porque el grupo hidroxilo favorece la formación de uniones puente de hidrógeno:



Uniones puente de hidrógeno

- Los tres primeros términos de los alcoholes primarios (metanol, etanol, propanol) son *solubles en agua* en cualquier proporción, pero a partir de ellos la solubilidad disminuye rápidamente con el aumento del número de átomos de carbono y el hexanol ya es prácticamente insoluble. Esto se explica porque el **grupo hidroxilo** le confiere polaridad a la molécula y la posibilidad de formar uniones puente de hidrógeno, por lo cual es *hidrófilo*, mientras que la **cadena carbonada** es apolar y resulta *hidrófoba*. Entonces, cuanto mayor es la longitud de la cadena carbonada del alcohol disminuye su solubilidad en agua y aumenta en solventes no polares.
- La estructura del grupo hidroxilo le confiere a los alcoholes una **acidez muy débil**, la cual es mayor en los primarios que en los secundarios y terciarios.

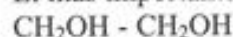
### ¿Cuáles son los alcoholes polihidroxilados o polioles?

Los **alcoholes polihidroxilados** o **polioles** son aquellos cuyas moléculas contienen dos o más grupos hidroxilos.

Entre ellos se pueden diferenciar:

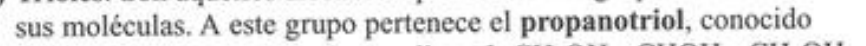
- a) **Dioles** o **glicoles**: Son los alcoholes que tienen dos grupos hidroxilo.

El más importante de ellos es el **etanodiol** o **etienglicol**:



Es un líquido incoloro, viscoso, que se usa como anticongelante en los radiadores de los automotores, para evitar la formación de moho en el tabaco y en la preparación de resinas y fibras sintéticas (poliéster).

- b) **Trioles**: Son aquellos alcoholes que tienen tres grupos hidroxilo en sus moléculas. A este grupo pertenece el **propanotriol**, conocido comúnmente como **glicerina** o **glicerol**:



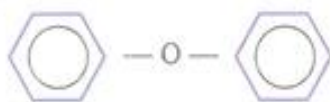
Es un líquido incoloro, viscoso y de sabor dulce que se obtiene por hidrólisis de grasas y aceites. Se utiliza en la industria farmacéutica y para preparar nitroglicerina, que es el explosivo de la dinamita.

### 3.2.2. Los éteres

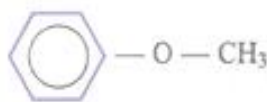
Los éteres son compuestos orgánicos que tienen diversas aplicaciones. Uno de los más conocidos es el **éter etílico** o **dietiléter**, frecuentemente denominado "**éter**", que fue uno de los primeros anestésicos que se ha utilizado. Muchos de ellos son apreciados en la industria de la perfumería por su aroma agradable, otros se emplean en productos farmacéuticos por sus acciones farmacológicas; también se aprovechan como disolventes de grasas, resinas y ceras y en la elaboración de pinturas, esmaltes y barnices.

Algunos se extraen de plantas, como en el caso del **eucaliptol**, que se obtiene de las hojas del eucalipto y es usado en inhalaciones para tratar afecciones bronquiales, tos y resfríos; también como saborizante de medicamentos; el **anetol** que se extrae de la esencia de anís y es utilizado en perfumería y como saborizante de dentífricos; el **guayacol** que se obtiene del alquitrán de la madera de haya y se utiliza por su efecto expectorante en jarabes para la tos; el **safrol** que se encuentra en la esencia de sazafrán y es muy empleado en perfumería, en la síntesis de la helleotropina y en la desnaturalización de grasas, y la **vainillina**, que se extrae de las plantas de vainilla y es muy utilizado como saborizante de tortas, postres, etcétera.

En cuanto a su estructura molecular, analizaremos los siguientes ejemplos:



Difeniléter



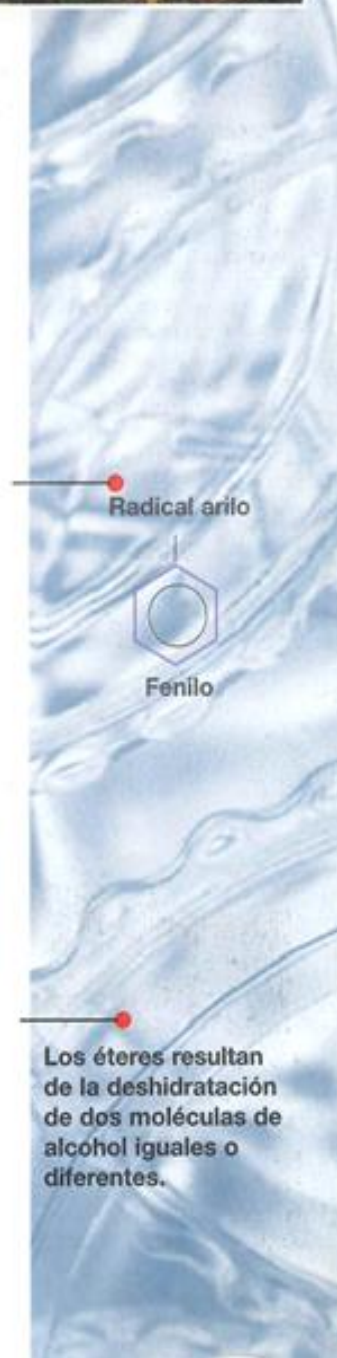
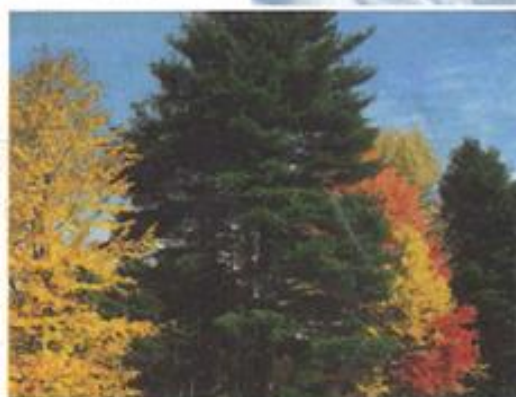
Fenilmetiléter

Estos casos muestran que en los éteres un átomo de oxígeno se une a dos radicales. Éstos pueden ser alquilo o arilo, iguales o diferentes. Por lo tanto, se puede establecer que:

**Los éteres son compuestos orgánicos en los que un átomo de oxígeno se une directamente a dos radicales alquilo ( $\text{R} - \text{O} - \text{R}'$ ), dos radicales arilo ( $\text{Ar} - \text{O} - \text{Ar}'$ ) o un radical arilo y otro alquilo ( $\text{Ar} - \text{O} - \text{R}$ ).**

De acuerdo con la naturaleza de los radicales, los éteres se clasifican en:

- Éteres simples** o **simétricos**, cuando los dos radicales son iguales. Por ejemplo: *dimetiléter*, *dietiléter*, *difeniléter*.
- Éteres mixtos** o **asimétricos**, si los radicales difieren en el número de átomos de carbono. Por ejemplo: *metilietiléter*.
- Éteres aromáticos**, cuando tienen radicales aromáticos. Por ejemplo: *difeniléter*.
- Éteres aromático-alifático**, cuando un radical es aromático y el otro alifático. Por ejemplo: *fenilmetiléter*.



### 3.2.3. ¿Qué son los aldehídos?

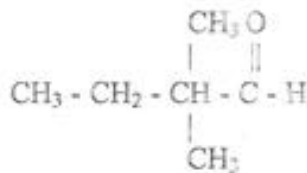
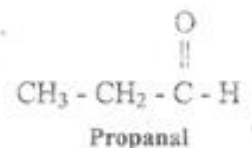
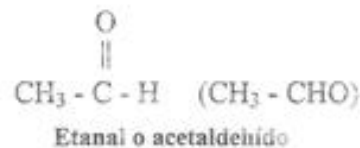
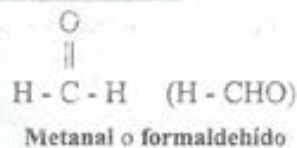


Los aldehídos se encuentran en algunas plantas.

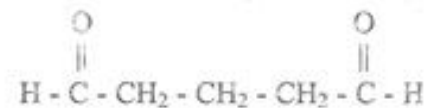
Uno de los aldehídos más conocidos es el **metanal** o **formaldehído** que se presenta como un gas de olor fuerte e irritante. Su solución acuosa al 40 % se llama **formol** y es usado como desinfectante, antiséptico y conservante de tejidos animales. También se utiliza en la industria de plásticos y resinas sintéticas. Algunos aldehídos presentan aromas agradables, por lo cual son utilizados en perfumería y en cosmética. El **benzaldehído** que se encuentra en el aceite de almendras amargas se caracteriza por su agradable olor y es muy utilizado para fabricar perfumes, jabones de tocador y como disolvente. El **3-fenilpropenal** o **cinamaldehído** se extrae de la canela y se emplea como saborizante de alimentos y en perfumería.

El **citral** es un aldehído que se encuentra en el limón, siendo el responsable de su aroma característico y es empleado en perfumería y en la fabricación de jabones.

Los aldehídos se obtienen por oxidación suave (*deshidrogenación*) de los alcoholes primarios y a partir de este hecho fue creado el término **aldehído**, por condensación de la expresión **alcohol deshidrogenado**. Con respecto a la estructura molecular de los aldehídos, veamos los siguientes ejemplos:

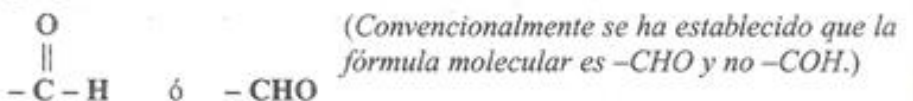


2,2-dimetilbutanal



1,5-pentanodial

La observación de estos ejemplos nos permite identificar el siguiente **grupo funcional**:



Este grupo funcional se halla en un átomo de carbono primario y, por lo tanto, sólo puede estar en los extremos de las cadenas carbonadas.

La **fórmula general de los aldehídos** es:



#### Nomenclatura

Los aldehídos se nombran como los alcoholes de donde provienen, pero cambiando la terminación "ol" por "al". Por ejemplo:

metanol → metanal; etanol → etanal.

Si hay dos grupos funcionales aldehído en una misma molécula, se usa el sufijo **dial** (1,5-pentanodial).

### 3.2.4. Las cetonas

La **propanona**, conocida con el nombre de **acetona** es un buen solvente de las grasas, las resinas, el celuloide y otros compuestos orgánicos que se emplea en la industria para la fabricación de barnices y plásticos, para pegar películas fotográficas, etcétera. También es muy conocido su uso para remover el esmalte de las uñas. Cuando se ingieren muchas grasas, luego de un ayuno prolongado o por trastornos del metabolismo puede aparecer acetona en la sangre y en la orina. Si no se realiza un buen control y tratamiento, las altas concentraciones de estos compuestos pueden llevar a la cetoacidosis e incluso a la muerte.

Los grupos funcionales cetona se encuentran en diversas sustancias, tales como la cafeína, ciertas hormonas (cortisona, testosterona, progesterona), etcétera.

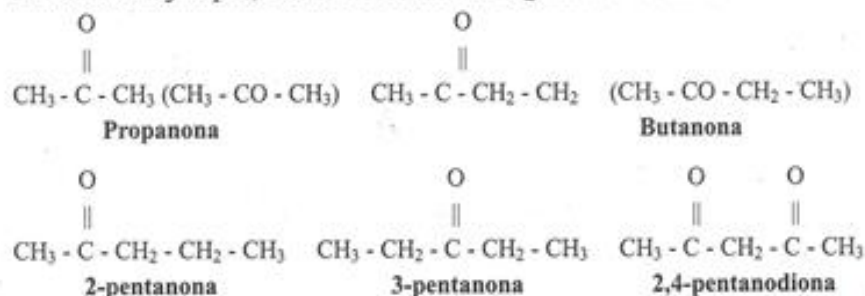
El **alcanfor** es una cetona aromática, conocida como antiséptico desde la antigüedad, que se encuentra en la madera del árbol llamado alcanforero.

El almizclero (mamífero del tamaño de una cabra) posee una glándula abdominal que segrega el almizcle. Éste es un líquido aromático, de olor fuerte, que contiene una cetona, denominada **muscona**.

Algunas cetonas que no se encuentran en la naturaleza tienen un aroma que recuerda el de ciertas flores: Éste es el caso de la **ionona** cuyo perfume es muy similar al de la violeta.

*Las cetonas se originan por oxidación de los alcoholes secundarios.*

A modo de ejemplo, consideraremos las siguientes cetonas:



De acuerdo con estos ejemplos, se puede deducir:

Grupo funcional	Fórmula general
$  \begin{array}{c} \text{O} \\    \\ - \text{C} - \end{array} \quad \text{ó} \quad - \text{CO} - \text{(carbonilo)}  $	$  \begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R} - \text{C} - \text{R}' \end{array} \quad \text{ó} \quad \text{R} - \text{CO} - \text{R}'  $

#### Nomenclatura

Las cetonas se designan como los alcoholes secundarios de donde provienen, pero cambiando la terminación "ol" por "ona". Por ejemplo: 2-pentanol → 2-pentanona; 3-hexanol → 3-hexanona.

Si en la molécula hay dos grupos cetona, se agrega el sufijo **diona** (2,4-pentanodiona).



Al igual que los aldehídos, las cetonas se encuentran en algunas plantas y animales.

### Aldehídos y cetonas: El grupo funcional carbonilo

Cuando se comparan las fórmulas generales de los aldehídos y las cetonas:



Se observa que ambas funciones presentan el **grupo carbonilo**:  $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ . Este hecho explica que los aldehídos y las cetonas presenten muchas características físicas y químicas similares.

### 3.2.5. Los ácidos carboxílicos

Uno de los grupos más importantes dentro de las funciones químicas orgánicas, lo constituyen los **ácidos carboxílicos**, también denominados **ácidos orgánicos**. Varios de estos ácidos se encuentran en los alimentos, tales como el **ácido acético** en el vinagre; el **ácido cítrico** en los jugos de limón, naranja,

pomelo, etcétera; el **ácido láctico** en la leche cuajada; el **ácido tartárico** en las uvas; el **ácido málico** en las manzanas; el **ácido butírico** en la manteca.

Algunos ácidos carboxílicos tienen propiedades medicinales, como el **ácido ascórbico** (vitamina C) que se encuentra en los cítricos;

el **ácido salicílico**, con propiedades analgésicas, que se extrae de la corteza del sauce y es empleado para preparar **ácido acetilsalicílico** (aspirina);

el **ácido benzoico** que se encuentra en la corteza del benjuí, es usado en jarabes expectorantes y como conservante de alimentos; el **ácido oxálico** que está en el ruibarbo, en el tomate, en la remolacha, etcétera y que ha sido usado como laxante; el **ácido pentanoico** o **valeriánico** que se aísla de la raíz de la valeriana y tiene propiedades sedantes.

Algunos animales y vegetales producen ácidos que les sirven de defensa, como es el caso de las hormigas, las abejas, las avispas y las ortigas cuyas secreciones contienen **ácido metanoico** o **fórmico**. Éste es el responsable de la irritación que producen esas secreciones.


En el metabolismo de los vertebrados intervienen varios ácidos, tales como los **ácidos grasos**, el **ácido úrico**, el **ácido láctico**, el **ácido glutámico**, el **ácido glicerofosfórico**, el **ácido pirúvico**, etcétera.

En general, los ácidos orgánicos son más débiles que los inorgánicos.

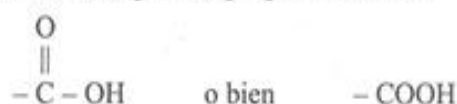


*Muchos alimentos contienen ácidos débiles que no afectan los tejidos humanos.*

A modo de ejemplo de ácidos carboxílicos podemos señalar los siguientes:

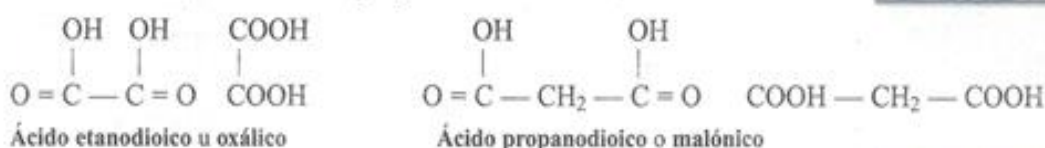
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \end{array} \quad \text{H} - \text{COOH}$ <p>Ácido metanoico o fórmico</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{OH} \end{array} \quad \text{CH}_3 - \text{COOH}$ <p>Ácido etanoico o acético</p>
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{OH} \end{array} \quad \text{C}_3\text{H}_5 - \text{COOH}$ <p>Ácido propanoico</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{OH} \end{array} \quad \text{C}_4\text{H}_7 - \text{COOH}$ <p>Ácido butanoico</p>
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\   \quad    \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{OH} \end{array} \quad \text{C}_4\text{H}_9 - \text{COOH}$ <p>Ácido 3-metilbutanoico</p>	 $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}$ <p>Ácido benzoico</p>

El examen de las fórmulas anteriores permite deducir que los ácidos carboxílicos presentan el siguiente **grupo funcional**:



Este grupo se denomina **carboxilo**, palabra que resulta de la condensación de **carbonilo** e **hidroxilo**, que son los grupos que se encuentran simultáneamente en el mismo átomo de carbono.

Una misma molécula puede tener uno, dos o más grupos carboxilo por lo cual estos ácidos se clasifican en **monocarboxílicos**, **dicarboxílicos**, **tricarboxílicos**, etcétera. Por ejemplo:



#### Fórmula general

Los ácidos monocarboxílicos se representan por medio de la siguiente **fórmula general**:



#### Nomenclatura

Los ácidos orgánicos monocarboxílicos se designan como los alcoholes o los aldehídos de los cuales provienen, pero cambiando la terminación "ol" o "al" por "oico".

El **metanoico** se conoce comúnmente con el nombre de **ácido fórmico** por haberse obtenido de las hormigas (del latín: *formica* = *hormiga*).

El **etanoico** suele denominarse **ácido acético** por encontrarse en el vinagre (del latín: *acetum* = *vinagre*).

Cuando se emplea la terminación **oico** no es necesario anteponer la palabra **ácido**.

### 3.2.6. Los ésteres



El aroma de ciertas frutas se debe a los ésteres que contienen.

Muchos ésteres tienen olores agradables y contribuyen a formar el aroma característico de las frutas, las flores y los aceites esenciales.

En la industria de perfumes y condimentos se sintetizan diversos ésteres que se utilizan solos o mezclados con otros productos naturales.

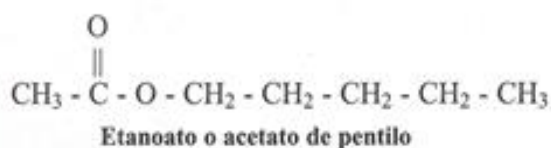
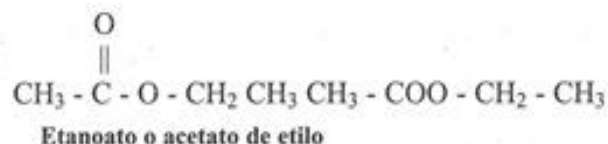
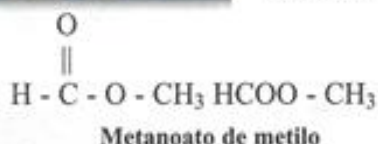
Existen algunos ésteres de aromas que se asemejan al de ciertas frutas. A modo de ejemplo: el *acetato de octilo* presenta aroma a naranjas; el *etanoato de pentilo*, a plátanos; el *butirato de etilo*, a piñas; el *butirato de metilo*, a manzanas; el *formiato de etilo*, a ron.

Los ésteres de los ácidos monocarboxílicos superiores (palmítico, esteárico y oleico) con la glicerina (propanotriol) constituyen las grasas y los aceites animales y vegetales. Las ceras también son ésteres: el *palmitato de miricilo* o *miricina* que constituye un 86 % de los componentes de la cera de abejas; el *palmitato de cerilo* que se usa para fabricar ceras para pisos, betunes y papel carbón; la *lanolina* que es empleada en la fabricación de cremas, cosméticos, ungüentos, cremas de afeitar, etcétera.

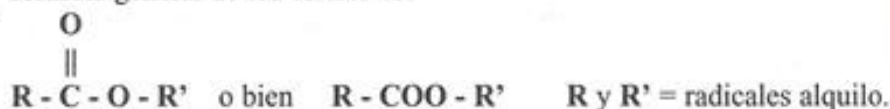
El olor de los ésteres disminuye a medida que aumenta su masa molecular y van pasando de líquidos de olor agradable a sólidos cerosos casi inodoros.

Los ésteres son derivados de los ácidos carboxílicos en los que el átomo de hidrógeno que formaba el grupo hidroxilo ha sido sustituido por un radical alquilo o arilo.

A modo de ejemplo:



La observación atenta de las fórmulas anteriores permiten deducir que la fórmula general de los ésteres es:



#### Nomenclatura

Los ésteres se nombran cambiando la terminación "ico" del ácido por "ato" (etanoico → etanoato) y agregando el nombre del radical alcohólico (etanol → etilo). Por ejemplo: etanoato de etilo.

Los ésteres resultan de la combinación de un ácido carboxílico con un alcohol, con pérdida de una molécula de agua.

### 3.3. ¿Cuáles son las funciones orgánicas nitrogenadas?

Entre los compuestos orgánicos existe un grupo que se caracteriza por tener nitrógeno en su estructura molecular. El elevado número de estos *compuestos nitrogenados* permite su división en varias funciones químicas distintas, tales como: **aminas, amidas, nitrilos, aminoácidos**, etcétera.

#### 3.3.1. Las aminas

Las aminas constituyen una función química presente en un elevado número de compuestos orgánicos y de gran importancia a nivel biológico. La **metilamina** se encuentra en los peces en descomposición y en la melaza de la remolacha azucarera. La **dimetilamina** es otra amina que se halla en la salmuera de los arenques. En la sangre y el sudor de la mujer, durante el periodo menstrual, se observa la presencia de **trimetilamina**.

El grupo funcional de las aminas se encuentra presente en moléculas tales como las de los **aminoácidos** que forman las proteínas.

En los procesos de descomposición, especialmente de la carne vacuna y del pescado, hay bacterias que alteran las proteínas, produciendo las aminas **putrescina** (1,4-diaminobutano) y **cadaverina** (1,5-diaminopentano) que son las principales responsables del olor desagradable y de la fetidez que se desprende.

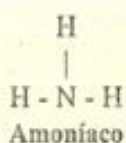
Algunas hormonas, como es el caso de la **epinefrina** o **adrenalina**, tienen en su estructura la función amina. Esta hormona es liberada por nuestro organismo cuando nos encontramos en una situación de peligro o de estrés, provocando cambios fisiológicos tales como el aumento del ritmo cardíaco y de la presión arterial, broncodilatación, etcétera.

Diversas sustancias de origen vegetal y del grupo de los alcaloides tienen uno o más **grupos funcionales amino** (-NH<sub>2</sub>) en sus moléculas, tales los casos de la **cafeína**, estimulante del sistema nervioso central, que se halla en los granos de café y las hojas de té; la **nicotina**, vasoconstrictora, que está en las hojas de tabaco; la **morfina** (narcótica) y la **codeína** (sedante), que se encuentran en el opio; la **efedrina**, broncodilatadora, que se extrae de las plantas de la familia de las efedráceas, formada por unas cuarenta especies; la **atropina**, antiespasmódica, que se aísla de la plantas de belladona.

La **anilina** es una amina que se utiliza en la elaboración de colorantes, barnices y perfumes, como solvente de diversas sustancias, en la vulcanización del caucho, en la industria del plástico y en la síntesis de compuestos orgánicos.

Muchas aminas son volátiles y producen un olor que recuerda al amoníaco.

Con relación a su estructura molecular, *las aminas pueden considerarse como derivados del amoníaco por sustitución de uno, dos o los tres átomos por radicales alquilo o arilo.*



*Ciertas aminas son las responsables del olor del pescado en descomposición.*

I. Analicemos los siguientes ejemplos de **aminas alifáticas**:

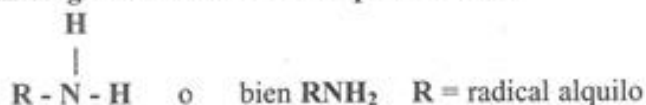
<b>1</b>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{N} - \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3 - \text{NH}_2$	<b>2</b>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{N} - \text{H} \end{array}$	$\text{C}_2\text{H}_5 - \text{NH}_2$
	Metilamina			Etilamina	
<b>3</b>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{N} - \text{H} \end{array}$	$(\text{CH}_3)_2 - \text{NH}$	<b>4</b>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{N} - \text{H} \end{array}$	$(\text{CH}_3)(\text{C}_3\text{H}_7) - \text{NH}$
	Dimetilamina			Metilpropilamina	
<b>5</b>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{N} - \text{CH}_3 \end{array}$	$(\text{CH}_3)_3 - \text{N}$	<b>6</b>	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{N} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2 (\text{CH}_3) - \text{N}$
	Trimetilamina			Diethylmetilamina	

El examen de los ejemplos anteriores nos muestra lo siguiente:

- a) En los casos 1 y 2, uno solo de los átomos de hidrógeno del amoníaco es remplazado por un radical alquilo, por lo cual son consideradas como **aminas primarias**.

En ellas se encuentra el grupo  $-\text{NH}_2$  que las caracteriza, denominado **grupo amino**.

La **fórmula general de las aminas primarias** es:



- b) En los casos 3 y 4 se sustituyen dos átomos de hidrógeno del amoníaco por radicales alquilo, por lo cual se denominan **aminas secundarias**.

Presentan el grupo  $-\text{NH}-$  que recibe el nombre de **grupo imino**.

Responden a la **fórmula general**:

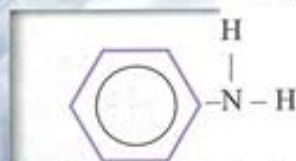


- c) En los casos 5 y 6, tres átomos de hidrógeno del amoníaco son remplazados por tres radicales alquilo y por ello son **aminas terciarias**.

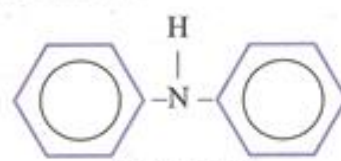
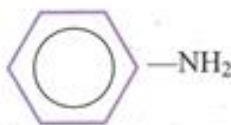
Su **fórmula general** es:



II. Observemos las siguientes **aminas aromáticas**:



Fenilamina (anilina)



Difenilamina

Son semejantes a las alifáticas pero, en lugar de radicales **alquilo**, se encuentran radicales **arilo**. También pueden ser primarias, secundarias o terciarias.

### 3.3.2. ¿Qué son las amidas?

Las *amidas* son compuestos nitrogenados muy difundidos que presentan diversas aplicaciones.

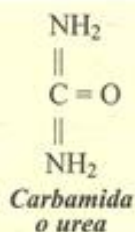
La **acetamida** es empleada como solvente, en la industria de los plásticos y en la síntesis de compuestos orgánicos como la *metilamina*. El *nailón* o *nilón* es una resina sintética del grupo de las **poliamidas** de la que se obtienen fibras textiles, plásticos y adhesivos.

La **nicotinamida** es una *amida* cuya deficiencia produce la enfermedad denominada pelagra, que se caracteriza por dermatitis, vómitos, diarreas y trastornos mentales y nerviosos.

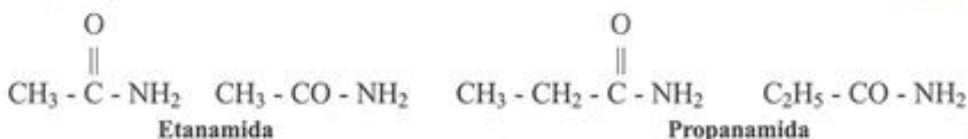
La **cianocobalamina** o vitamina B<sub>12</sub> presenta en su estructura varios grupos funcionales *amida*. Su deficiencia provoca la anemia perniciosa, la síntesis defectuosa de ADN durante la replicación celular y graves daños en el sistema nervioso central.

El olor desagradable de los ratones se debe a que eliminan ciertas **amidas alifáticas** simples.

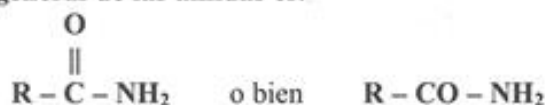
La **urea** es una *diamida* muy importante por ser el producto nitrogenado final de la degradación de las proteínas en el hombre y en la mayoría de los animales vertebrados. Se encuentra en la sangre y se elimina por la orina. A nivel industrial se obtiene por reacción entre amoníaco y fosgeno, y se utiliza en la producción de plásticos, como materia prima para la obtención de algunos medicamentos (fenobarbital, ácido barbitúrico) y como fertilizante para los cultivos.



Con respecto a su estructura química, *las amidas primarias se pueden considerar como compuestos que resultan de la sustitución del grupo hidroxilo de un ácido carboxílico por un grupo amino (-NH<sub>2</sub>)*. A modo de ejemplo:



La fórmula general de las amidas es:



#### Nomenclatura

El nombre de las amidas resulta de remplazar el sufijo "oico" de los ácidos carboxílicos por "amida" (etanoico → etanamida; propanoico → propanamida).

### 3.3.3. De gran importancia: los aminoácidos

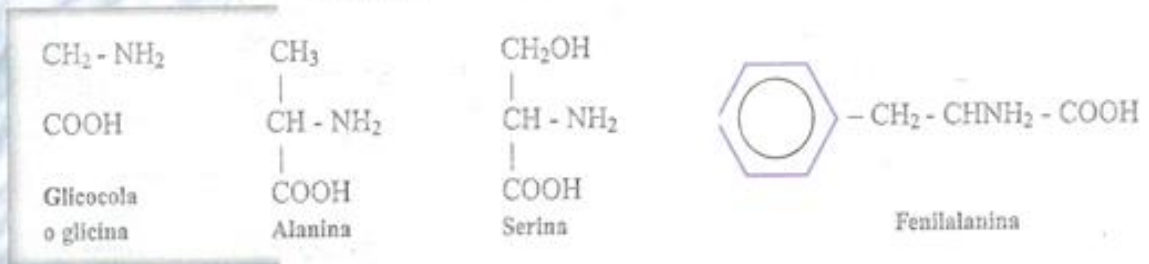
Los aminoácidos son compuestos orgánicos nitrogenados fundamentales para los seres vivos, porque se unen entre sí para formar las proteínas que son sustancias indispensables para la vida.



Los aminoácidos son indispensables para la formación de las proteínas.

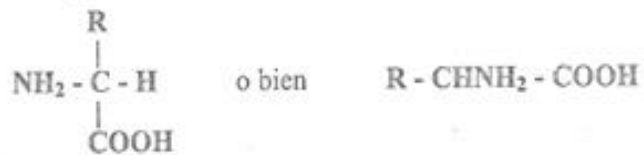
Las bacterias, las levaduras y las plantas son capaces de sintetizar aminoácidos a partir de sustancias nitrogenadas inorgánicas, tales como los nitratos. En cambio, el hombre y los animales necesitan la provisión de algunos aminoácidos a través de la dieta alimenticia para lograr el normal desarrollo de los jóvenes y asegurar el estado de salud de los adultos. Los aminoácidos que un organismo no es capaz de sintetizar y que recibe a través de los alimentos se denominan aminoácidos indispensables o esenciales. En el caso de los seres

humanos los aminoácidos indispensables son: isoleucina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. Con relación a su estructura molecular, analicemos los siguientes ejemplos:



El examen de estos casos nos muestra que:

- Todos los aminoácidos tienen un grupo amino y otro carboxilo (ácido), por lo cual se denominan aminoácidos.
- El grupo amino se encuentra unido al átomo de carbono vecino al grupo carboxilo. Como a ese átomo de carbono se lo identifica con la letra griega  $\alpha$  (alfa), a estos aminoácidos se los denomina alfa-aminoácidos.
- La fórmula general de los alfa-aminoácidos es:



#### Aminoácidos importantes para la vida humana

Los aminoácidos importantes para los seres humanos son alrededor de veinte, entre los cuales se encuentran: alanina, glicocola, valina, leucina, isoleucina, metionina, serina, cisteína, arginina, ácido aspártico, ácido glutámico, histidina, fenilalanina, treonina, triptófano, tirosina y lisina. El hombre no tiene capacidad para elaborar los siguientes: valina, leucina, isoleucina, treonina, metionina, fenilalanina, triptófano y lisina, por lo cual se denominan aminoácidos esenciales. Éstos aminoácidos se reciben a través de la ingestión de diversos alimentos.

Con los aminoácidos, ácido aspártico y fenilalanina se elabora el aspartamo, que es un producto usado como edulcorante por su sabor dulce.

## Actividades de reconocimiento

- 1) En la columna de la izquierda se mencionan características de diferentes tipos de alcoholes y en la columna de la derecha los nombres de esos tipos. En el paréntesis que precede a cada característica, **coloca** la letra que indica el tipo que la presenta.

### Características

- ( ) Un hidroxilo unido a un átomo de carbono primario.  
 ( ) Un solo hidroxilo.  
 ( ) Tres hidroxilos.  
 ( ) Un hidroxilo unido a un átomo de carbono terciario.  
 ( ) Dos hidroxilos.  
 ( ) Un hidroxilo unido a un átomo de carbono secundario.  
 ( ) Dos o más hidroxilos.

### Tipos de alcoholes

- A. Monohidroxilados  
 B. Polihidroxilados.  
 C. Primarios.  
 D. Secundarios.  
 E. Terciarios.  
 F. Dioles o glicoles.  
 G. Trioles.

- 2) Une con flechas cada grupo funcional con su respectiva denominación y, a su vez, cada una de éstas con el tipo de alcohol donde se encuentra.

Grupo funcional	Denominación	Tipo de alcohol
$\begin{array}{c}   \\ -C-OH \\   \end{array}$	• Pseudol	• Primario
—CH <sub>2</sub> OH	• Carbinol	• Secundario.
—CHOH—	• Metol	• Terciario

- 3) Marca con una X la respuesta correcta:

- Los éteres se obtienen por deshidratación de:
  - a) los alcoholes.   b) los aldehídos.   c) las cetonas.   d) los ácidos carboxílicos.
- Los aldehídos se obtienen por oxidación suave de los alcoholes:
  - a) primarios.   b) secundarios.   c) terciarios.   d) todos los anteriores.
- El grupo carbonilo se encuentra en:
  - a) aldehídos.   b) cetonas.   c) ácidos orgánicos.   d) todos los anteriores.
- Por oxidación de los aldehídos se obtienen:
  - a) alcoholes primarios.   b) cetonas.   c) ácidos carboxílicos.   d) ésteres.
- La terminación del nombre de las cetonas es:
  - a) ol.   b) al.   c) ona.   d) oico.
- Por oxidación de los alcoholes secundarios se obtienen:
  - a) aldehídos.   b) cetonas.   c) ácidos carboxílicos.   d) ésteres
- Los ésteres se forman por la reacción entre un alcohol y:
  - a) un aldehído.   b) una cetona.   c) un ácido orgánico.   d) una amina.
- Entre las funciones nitrogenadas se encuentran:
  - a) las aminas.   b) las amidas.   c) los aminoácidos.   d) todas las anteriores.
- Las aminas primarias están formadas por un radical alquilo o arilo y un grupo:
  - a) carbonilo.   b) hidroxilo.   c) amino.   d) todos los anteriores.

- La sustitución del hidroxilo de un ácido por un grupo amino origina:
  - a) un aldehído.    b) una amina.    c) una amida.    d) un aminoácido.
- Los aminoácidos tienen un grupo amino y otro:
  - a) carbonilo.    b) carboxilo.    c) alquilo.    d) arilo.

4) **Relaciona** con una flecha cada fórmula general con la función química a la que corresponde:

<b>Fórmula general</b>	<b>Función química</b>
R - CHO	Alcohol.
R - COOH	Éter.
R - CO - NH <sub>2</sub>	Aldehído.
R - COO - R	Cetona.
R - CHNH <sub>2</sub> - COOH	Ácido carboxílico.
R - OH	Éster.
R - NH <sub>2</sub>	Aminas.
R - O - R'	Amidas.
R - CO - R'	Aminoácidos.

5) Completa los espacios en blanco del siguiente cuadro:

<b>Fórmula</b>	<b>Nombre</b>	<b>Función química</b>
CH <sub>3</sub> - COOH		
	Propanal	
		Amina primaria
CH <sub>3</sub> - COO - CH <sub>3</sub>		
	Propanol	
		Aminoácido
CH <sub>3</sub> - CO - CH <sub>3</sub>		
	Etanamida	
		Éter

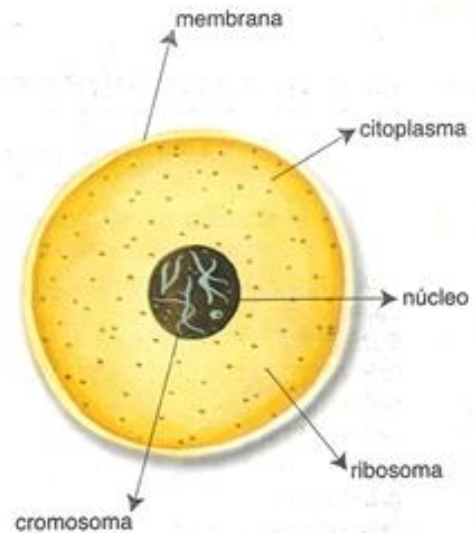
6) Las siguientes fórmulas semidesarrolladas tienen un nombre incorrecto. En cada caso **indica** su nombre correcto y luego **justifica**:

- a) CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub>OH = *hexanol*. .....  
Justificación: .....
- b) CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> - CHO = *butanal*. .....  
Justificación: .....
- c) CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - NH<sub>2</sub> = *propanamida*. .....  
Justificación: .....
- d) CH<sub>3</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - COOH = *pentanona*. .....  
Justificación: .....

## Las biomoléculas

Los seres vivos se caracterizan por tener sus cuerpos constituidos por unidades de estructura y funcionamiento denominadas células. Éstas, tanto las vegetales como las animales, están formadas por moléculas orgánicas, generalmente complejas, denominadas **moléculas biológicas** o **biomoléculas**. Dentro de las células, estos compuestos están en permanente cambio: participan en diversas reacciones químicas, durante las cuales ciertas moléculas se descomponen para originar aquellas que el organismo necesita para mantener la vida y producir, al mismo tiempo, la energía que utiliza para cumplir sus funciones.

Las biomoléculas son moléculas orgánicas esenciales para los procesos vitales de los organismos y se pueden reunir en cuatro grandes grupos: **lípidos, glúcidos o hidratos de carbono, proteínas y ácidos nucleicos.**



*La célula es la unidad fundamental de los seres vivos.*

## 1. Almacenes de energía: los lípidos

Los lípidos son un conjunto de sustancias abundantes en los seres vivos, tanto vegetales como animales. **Grasas, aceites, fosfolípidos, ceras, esfingolípidos, glicolípidos, terpenos y esteroides** son los más importantes desde el punto de vista biológico. Entre estos lípidos se observan marcadas diferencias en sus estructuras moleculares, pero tienen en común la propiedad de ser solubles en solventes orgánicos (éter, benceno, acetona, nafta, cloroformo) e insolubles o casi insolubles en agua.

En consecuencia, se puede establecer que:

Se denomina lípidos a un conjunto de biomoléculas químicamente muy diferentes, que tienen en común la propiedad de ser solubles en solventes orgánicos e insolubles (o casi insolubles) en agua.

### 1.1. Las grasas y los aceites

Las grasas y los aceites desempeñan un papel muy importante en la **alimentación humana y animal** ya que aportan una elevada cantidad de energía (cada gramo de grasa libera 9 kilocalorías al transformarse en el organismo). Los alimentos más comunes que tienen un alto contenido de grasas y aceites son el sebo fundido (primer jugo bovino), la oleomargarina, la manteca, la margarina, la grasa de cerdo, la crema de leche, los aceites vegetales (oliva, girasol, maní, soja, algodón, uva), etcétera.

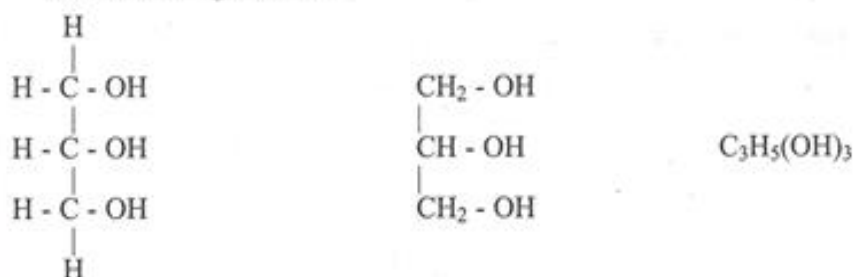
Las grasas y los aceites, además de su valor en la alimentación, tienen importancia industrial. El sebo se emplea para la fabricación de jabones y velas y como lubricante de cueros, etcétera. Los aceites de lino, de tung y de nuez para la preparación de barnices, lacas y pinturas. También tienen diversas aplicaciones en perfumería y farmacia, tales como la preparación de cremas, ungüentos, pomadas, etcétera.

A la temperatura de 20 °C, los aceites son líquidos y las grasas son sólidas.

#### 1.1.1. ¿Cómo están constituidos las grasas y los aceites?

Las grasas y los aceites son ésteres que se forman entre el alcohol **propanotriol** o **glicerol** y los **ácidos grasos**.

- El **glicerol** o **propanotriol** es un alcohol trihidroxilado, conocido con el nombre de **glicerina**:



Las grasas y los aceites se encuentran en diversos alimentos.

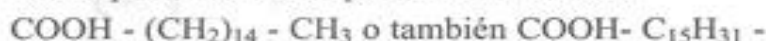


- Los principales ácidos grasos que intervienen en la formación de grasas y aceites son:

**a) Ácido hexadecanoico o palmítico:**



Esta representación se puede sintetizar así:



**b) Ácido octadecanoico o esteárico:**



Sintetizando:



**c) Ácido 9,10-octadecenoico u oleico:**



Sintetizando:



En los ácidos palmítico y esteárico, los átomos de carbono se unen por enlaces simples y, por lo tanto, son **ácidos grasos saturados**. En cambio, el ácido oleico, que presenta un doble enlace, es un **ácido graso no saturado**.

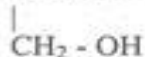
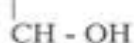
A la temperatura ambiente, los ácidos grasos saturados son sólidos y los no saturados líquidos.

### 1.1.2. Los acilglicéridos o glicéridos

El glicerol tiene tres grupos hidroxilo (OH) y, por lo tanto, puede esterificarse con una, dos o tres moléculas de ácidos grasos, formando los mono, di o triglicéridos, respectivamente.

**a) Monoglicéridos**

Estos compuestos se forman al reaccionar una molécula de glicerol con otra de un ácido graso. Por ejemplo:



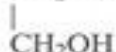
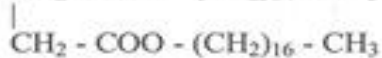
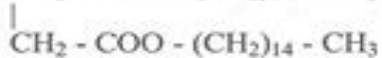
Monoestearato de glicerilo

Monooleato de glicerilo

Los monoglicéridos son **monoésteres**.

**b) Diglicéridos**

Son compuestos que resultan de la reacción entre una molécula de glicerol y dos de ácidos grasos. A modo de ejemplo:



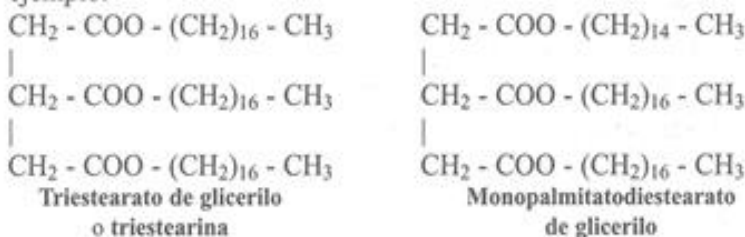
Dipalmitato de glicerilo

Palmitatoestearato de glicerilo

Los diglicéridos son **diésteres**.

### c) Triglicéridos

Estos compuestos se forman al reaccionar una molécula de glicerol con tres moléculas iguales o diferentes de ácidos grasos. Por ejemplo:



Los triglicéridos son **triésteres**.

Las **grasas y aceites naturales** son mezclas complejas de **triglicéridos**. Las **grasas** son sólidas porque en ellas predominan los triglicéridos formados por **ácidos grasos saturados**, tales como el palmítico y el esteárico. En cambio, los **aceites** son líquidos porque en ellos hay mayor proporción de triglicéridos constituidos por **ácidos grasos no saturados**, como el ácido oleico.

Los aceites y las grasas tienen una densidad inferior a la del agua y por eso flotan en ella.

Por acción del calor funden, pero si la temperatura es elevada se descomponen, originando la acroleína que tiene olor desagradable.

## 1.2. Las ceras

Las ceras son secreciones naturales, generalmente externas, producidas por animales y vegetales. En los animales las ceras producen películas protectoras contra el agua.

También es manifiesta la acción protectora de la **cera de abejas** en los panales de estos insectos y de la **lanolina** en la lana de las ovejas.

Las ballenas segregan, a través de glándulas superficiales, una sustancia cérea que las protege del agua de mar.

En los vegetales, las ceras se encuentran formando cutículas que recubren yemas, hojas, tallos, frutos, etcétera, y su principal función es evitar la transpiración excesiva.

Desde el punto de vista químico, **las ceras son ésteres de alcoholes monohidroxilados superiores ( $\text{C}_{16}$  a  $\text{C}_{36}$ ) con ácidos grasos superiores**. No son grasas ni aceites porque en su formación no interviene el alcohol propanotriol (glicerol).

A modo de ejemplo, podemos señalar al principal componente de la cera de abejas, denominado **palmitato de miricilo o miricina**:

$\text{C}_{15}\text{H}_{31} - \text{CO} - \text{O} - \text{C}_{31}\text{H}_{63}$ , que es un éster formado entre el ácido palmítico,  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ , y el alcohol cuya fórmula es  $\text{C}_{31}\text{H}_{63}\text{OH}$ .



*El plumaje de las aves acuáticas es impermeable al agua porque está recubierto de una secreción cérea.*

Las velas comunes se fabrican con triestearina.



### 1.3. ¿Qué son los fosfolípidos?

Los **fosfolípidos**, también llamados **fosfátidos**, son lípidos complejos en cuya composición intervienen carbono, hidrógeno, oxígeno, fósforo y nitrógeno. Al igual que las grasas y los aceites son triésteres del glicerol, pero uno de los grupos hidroxilo está esterificado con ácido fosfórico, y éste, a su vez, está unido a una base nitrogenada.

En las células, los fosfolípidos cumplen una función estructural muy importante ya que forman una bicapa a la que se asocian las proteínas, constituyendo las membranas celulares.

Entre los fosfolípidos tienen especial importancia las **lecitinas** y las **cefalinas**.

Las lecitinas se encuentran en todos los tejidos, siendo abundantes en el cerebro, en los nervios, en la yema del huevo y en las semillas de algunas plantas.

Las cefalinas son abundantes en el tejido cerebral e intervienen en el proceso de coagulación de la sangre.

## 2. Fuentes de energía: los glúcidos o hidratos de carbono

Los glúcidos, también llamados **hidratos de carbono**, **carbohidratos** o **azúcares**, son un conjunto de biomoléculas muy abundante en los organismos vegetales y animales, donde desempeñan diversas funciones. El nombre de **glúcidos** deriva de la glucosa, que es fundamental en todos los seres vivos. La denominación de **hidratos de carbono** o **carbohidratos** se

basa en el hecho de que en muchos de ellos la relación entre los átomos de hidrógeno y de oxígeno es de 2:1, como en el agua (H<sub>2</sub>O). Así, la fórmula de la glucosa es C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>, o sea C<sub>6</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>. También se los suele llamar

**azúcares** o **sacáridos** porque muchos de ellos tienen sabor dulce semejante al azúcar común (sacarosa).

Los hidratos de carbono son sintetizados en los vegetales en un proceso bioquímico denominado **fotosíntesis**, que es considerado como el más importante que se realiza en el planeta. Durante este proceso, la



*Alimentos proveedores de hidratos de carbono.*

clorofila de los vegetales capta la **energía solar** y luego la utiliza en la síntesis de **glúcidos** a partir de dos moléculas sencillas, el **dióxido de carbono** y el **agua**. Luego, esos glúcidos que han elaborado los vegetales son ingeridos por los animales y por el hombre a través de alimentos, tales como cereales, harinas, fideos, postres, semillas, tubérculos, verduras, lácteos, etcétera.

Los glúcidos son compuestos orgánicos que están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno y cuyas masas moleculares varían entre 90 y más de 1.000.000.

En suma:

**Los glúcidos, hidratos de carbono, carbohidratos o azúcares son sustancias orgánicas naturales formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno que se encuentran en todas las células de los seres vivos.**

Desde el punto de vista biológico son importantes la **glucosa**, la **fructosa**, la **galactosa**, la **ribosa**, la **desoxirribosa**, la **sacarosa**, la **maltosa**, la **lactosa**, el **almidón**, el **glucógeno**, la **celulosa**, la **quitina**, etcétera.

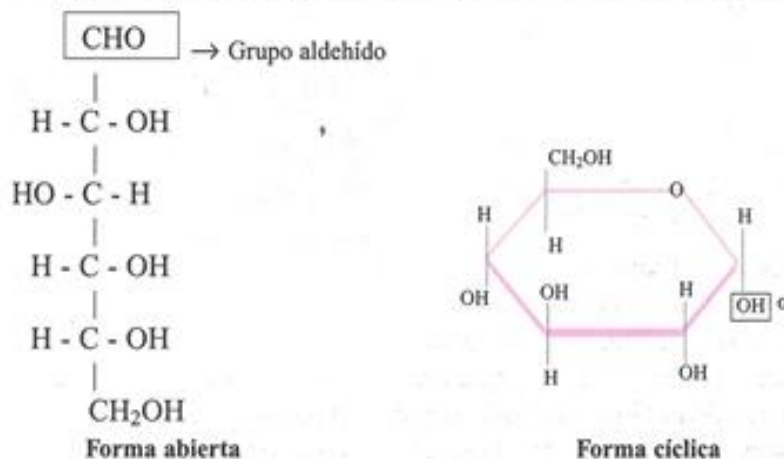
## 2.1. ¿Cuáles son las clases de glúcidos?

De acuerdo con la complejidad que presentan, los glúcidos se pueden dividir en tres subgrupos: **monosacáridos**, **oligosacáridos** y **polisacáridos**.

### a) Los monosacáridos u osas

Son los glúcidos más simples, no hidrolizables, que tienen entre tres y siete átomos de carbono en sus moléculas. De acuerdo con el número de átomos de carbono con que cuentan, se los clasifica en **triosas** (tres átomos), **tetrosas** (cuatro), **pentosas** (cinco), **hexosas** (seis) y **heptosas** (siete).

Desde el punto de vista biológico, las pentosas y las hexosas son los monosacáridos más importantes. Entre las hexosas, la **glucosa** es la más difundida en los seres vivos, pues es la fuente de energía de vegetales y animales. Su fórmula molecular es  $C_6H_{12}O_6$  y se la puede encontrar en la Naturaleza en forma abierta o en forma cíclica:



**Hidrólisis**  
Descomposición química de una sustancia por acción del agua.

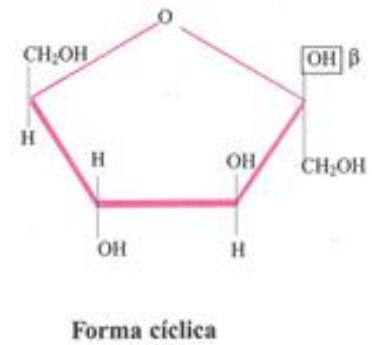
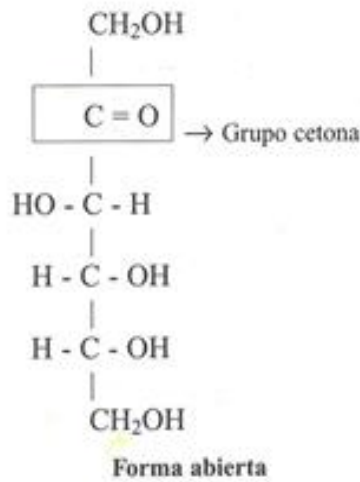
La **glucosa** es una **aldohexosa** (**aldo** por el grupo aldehído, **hexo** por los seis átomos de carbono y **osa** porque es la terminación que se da al nombre de los glúcidos). También se denomina **azúcar de uva** o **dextrosa**.



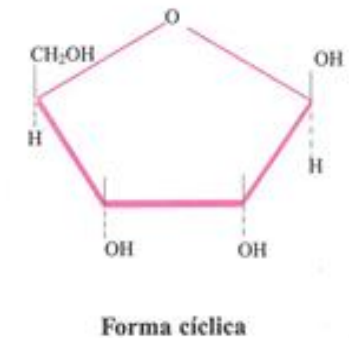
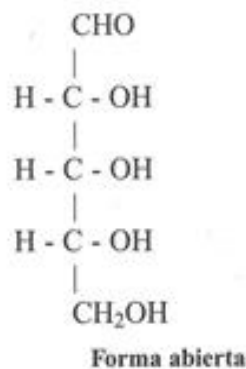
La fructosa es una cetohehexosa (ceto por el grupo cetona, hexo por los seis átomos de carbono y osa por ser un glúcido).

La ribosa es una aldopentosa (aldo por el grupo aldehído, pento por los cinco átomos de carbono y osa por ser un glúcido).

Otra hexosa importante es la **fructosa** ( $C_6H_{12}O_6$ ) que está presente en diversos jugos de frutas y en la miel, acompañando a la glucosa:



En la leche de los mamíferos se halla una aldohexosa, la **galactosa**. Entre las pentosas, se encuentra la **ribosa** ( $C_5H_{10}O_5$ ) que forma parte del **ácido ribonucleico** (ARN) encargado de dirigir la síntesis de proteínas:



En los monosacáridos hay igual número de átomos de carbono y de oxígeno, y el doble de átomos de hidrógeno, por lo cual responden a la fórmula general  $C_n(H_2O)_n$ .

En todos los monosacáridos se encuentran grupos hidroxilo, correspondientes a funciones alcohol, y un grupo aldehído o cetona.

Los monosacáridos de igual número de átomos de carbono tienen igual fórmula molecular pero se diferencian en la fórmula estructural. Por ejemplo: glucosa y fructosa.



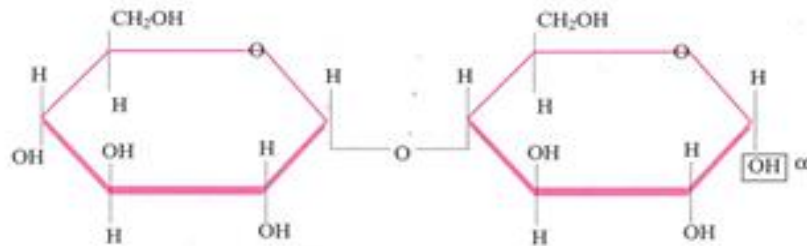
La glucosa se encuentra en la uva madura, la miel y las frutas dulces.

## b) Los oligosacáridos

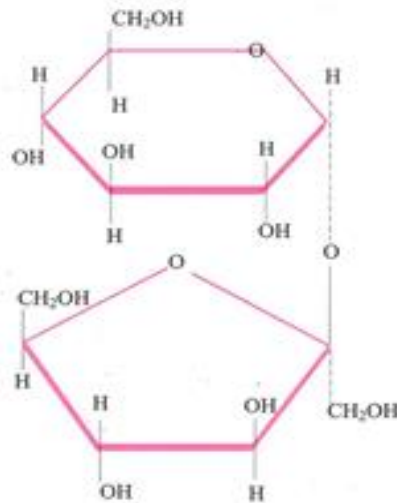
Son los glúcidos hidrolizables que resultan de la unión de dos a seis moléculas de monosacáridos.

De acuerdo con el número de monosacáridos que los forman, los oligosacáridos se clasifican en **disacáridos** (dos moléculas), **trisacáridos** (tres), **tetrasacáridos** (cuatro), etcétera.

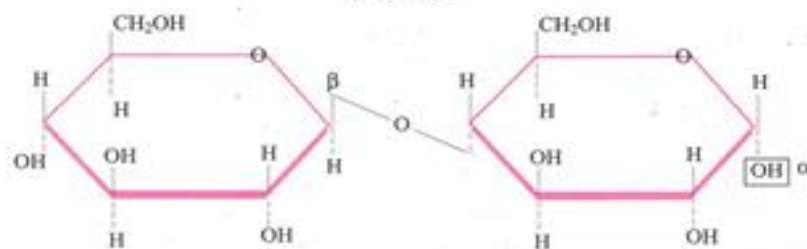
Los más importantes son los disacáridos y entre ellos se destacan la **maltosa**, la **sacarosa** y la **lactosa**:



**Maltosa**



**Sacarosa**



**Lactosa**

Por hidrólisis, se verifica que:

- *maltosa* = dos moléculas de *glucosa*.
- *sacarosa* = una molécula de *glucosa* y otra de *fructosa*.
- *lactosa* = una molécula de *glucosa* y otra de *galactosa*.

La **maltosa** se encuentra en la malta (cebada germinada y tostada) por lo cual también se llama **azúcar de malta**.

La **sacarosa** forma parte de la savia elaborada de los vegetales y es abundante en algunas especies, tales como la caña de azúcar y la



**Polímeros**  
 Son moléculas grandes formadas por la unión de moléculas más pequeñas denominadas monómeros.

remolacha azucarera, de donde es posible su extracción a nivel industrial para ser usada como alimento.

La lactosa se halla en la leche de vaca en aproximadamente un 5%. Fermenta con mucha facilidad produciendo ácido láctico, lo cual provoca la coagulación de la leche, conocida como "leche cuajada".

**c) Los polisacáridos**

Son hidratos de carbono hidrolizables que se forman por la unión de un número elevado de monosacáridos (más de seis) constituyendo polímeros.

Los polisacáridos son macromoléculas de estructura compleja y muy difundidos en la Naturaleza. No son solubles en agua y carecen de sabor dulce.

Algunos desempeñan funciones de reserva como el **almidón** en los vegetales y el **glucógeno** en los animales. Otros son sustancias estructurales como la **celulosa** en los tallos y la **quitina** en los artrópodos.

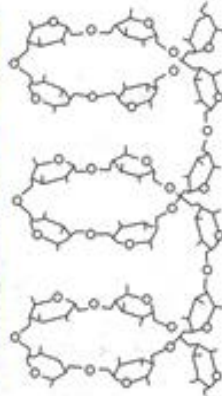
- El exceso de glucosa que las plantas producen durante la fotosíntesis, se convierte en **almidón** que se deposita en tubérculos, raíces, semillas y frutos.

El almidón está constituido por dos polisacáridos: la **amilosa** (20%) y **amilopectina** (80%). Ambos polisacáridos son polímeros de la glucosa pero difieren en sus estructuras y en sus propiedades.

La **amilosa** es una larga cadena lineal formada por la unión de aproximadamente 300 unidades de glucosa que se arrollan en forma de hélice:



**El almidón es abundante en tubérculos y semillas.**



o en forma más simplificada :



Es soluble en agua caliente y con el yodo da una coloración azul intensa.

La **amilopectina** es una cadena ramificada de más de 1.000 unidades de glucosa.

La amilopectina es insoluble en agua caliente y con el yodo toma coloración violeta.



**Amylopectina.**

- En el hombre y en los animales superiores, cuando la ingestión de glucosa excede las necesidades, se produce un polisacárido complejo de estructura similar a la amilopeptina que cumple la función del almidón en los vegetales y que se denomina **glucógeno**. Este glúcido se deposita especialmente en el hígado y en los músculos y se puede transformar rápidamente en glucosa cuando el organismo lo requiere.



*El glucógeno provee la glucosa necesaria para la actividad muscular.*

En los músculos la concentración de glucógeno decrece durante el trabajo muscular, liberando energía y formando ácido láctico. La acumulación de este último es la causa de dolorosos calambres musculares.

- En los vegetales se encuentra un polisacárido que les es exclusivo, denominado **celulosa**. Es el más difundido de los polisacáridos y constituye aproximadamente el 50 % de la totalidad de los glúcidos existentes. Forma la pared celular que es característica de los vegetales y que no se encuentra en las células animales. La madera contiene de 40 a 50 % de celulosa. Los pelos que presentan las semillas de algodón contienen más del 90 % de este hidrato de carbono.

También es abundante en otras fibras vegetales, tales como lino, yute, cáñamo, etcétera.

La celulosa es un polímero formado por alrededor de 10.000 unidades de glucosa, que adoptan la forma de hilos largos y delgados. Estos hilos se disponen paralelamente, uniéndose entre sí por uniones puente de hidrógeno y dando origen a fibras resistentes. La celulosa es insoluble en agua y en solventes orgánicos, y no reacciona con el yodo.

El hombre y algunos mamíferos carecen de las enzimas necesarias para digerirla y por eso no la pueden aprovechar como fuente energética, como lo hacen con el almidón.



*Las fibras del algodón representan la forma natural más pura de la celulosa.*

- En los artrópodos existe otro polisacárido, la **quitina**, que cumple funciones estructurales. Así, la firmeza que presentan el caparazón de los crustáceos, el exoesqueleto de los insectos, arácnidos y miriápodos, y las paredes celulares de algunos hongos se debe a la presencia de ese glúcido.

La quitina es una sustancia blanca, dura y amorfa en cuya constitución interviene el nitrógeno, además del carbono, hidrógeno y oxígeno.



*El esqueleto externo de los artrópodos es rico en quitina.*

## Actividades de fijación

1) **Completa** las siguientes frases referidas a los lípidos:

- a) Las biomoléculas se pueden reunir en cuatro grandes grupos:.....  
..... y.....
- b) Los lípidos tienen en común la propiedad de ser solubles en.....  
..... e insolubles (o casi insolubles) en.....
- c) El glicerol se denomina propanotriol porque tiene.....
- d) Las grasas y los aceites son mezclas de.....
- e) Los triglicéridos son compuestos que resultan de la reacción de una molécula de ...  
..... con tres moléculas de.....
- f) Los acilglicéridos o glicéridos se clasifican en:.....  
.....
- g) Los triglicéridos son triésteres porque.....  
.....
- h) A la temperatura de 20 °C, las grasas son..... y los aceites.....
- i) En los aceites predominan los triglicéridos formados por ácidos.....

2) **Escribe** sobre la línea de puntos la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos:

- a) glicerol o propanotriol:.....
- b) ácido palmítico:.....
- c) ácido octadecanoico:.....
- d) Triestearato de glicerilo:.....

3) Teniendo en cuenta a los siguientes glúcidos:

*Sacarosa - glucógeno - celulosa - glucosa - maltosa - almidón - fructosa - ribosa - lactosa.*

**Indica** cuáles son:

- a) monosacáridos:.....  
**Justifica:**.....
- b) disacáridos:.....  
**Justifica:**.....
- c) polisacáridos:.....  
**Justifica:**.....

4) **Lee** las siguientes afirmaciones. Cuando la consideres correcta **encierra** con un círculo la **V**; en caso contrario, **marca** de igual modo la **F**. En este caso **señala** sobre la línea de puntos cuál es el error.

- Los glúcidos son compuestos formados por C, H, O, N y S. **V F**  
.....
- Los monosacáridos son glúcidos hidrolizables. **V F**  
.....
- La glucosa es una aldohexosa por contener un grupo aldehído. **V F**  
.....
- La fructosa es una polihidroxicetona. **V F**  
.....



### 3. De importancia primordial: las proteínas

Desde el punto de vista científico, un organismo es una fábrica de productos químicos. Respira oxígeno, bebe agua, ingiere alimentos y transforma todo eso en las materias que hacen posible la vida. Dentro de esta dinámica, las **proteínas** protagonizan la mayoría de las decenas de miles de tareas que se requieren para mantener el cuerpo con vida: son su almacén estructural y aceleran una cantidad elevada de reacciones químicas que deben producirse en un ambiente muy suave, sin altas temperaturas, sin reactivos químicos enérgicos ni presiones elevadas y que deben ser ajustadas continuamente a las características variables del medio que las rodea y a las distintas necesidades momentáneas del organismo. Por lo tanto, se puede afirmar que *las proteínas son sustancias orgánicas esenciales para la vida de los organismos uni o pluricelulares.*



*Alimentos con alto contenido de proteínas.*

La palabra proteína deriva del griego **proteus**, que significa *fundamental*, la *base* o lo *primero*, es decir, de *importancia fundamental*.

Entre las proteínas más conocidas, se pueden mencionar la **albúmina** del huevo, la **mioglobina** de los músculos, la **caseína** de la leche, la **seroalbúmina** y las **globulinas** de la sangre, la **gliadina** y la **glutenina** que forman el gluten de la harina de trigo.

Las proteínas son **macromoléculas** constituidas por **carbono**, **hidrógeno**, **oxígeno** y **nitrógeno**, frecuentemente por **azufre** y en algunos casos **fósforo**.

Las masas moleculares de las proteínas son muy elevadas, habiéndose señalado que sus valores oscilan entre 10.000 (citocromo c) y 40.000.000 (virus). Como consecuencia del tamaño de las moléculas forman soluciones coloidales.

Cuando las proteínas se hidrolizan van originando sucesivamente compuestos de masa menor, tales como **proteosas**, **peptonas**, **polipéptidos** hasta obtener como productos finales los **aminoácidos**. Diversas investigaciones han permitido establecer que *las proteínas son polímeros constituidos por un elevado número de alfa-aminoácidos unidos entre sí por enlaces peptídicos.*

En suma, se puede establecer que:

**Las proteínas son biopolímeros esenciales para la vida formados por cadenas de alfa-aminoácidos cuya masa molecular es superior a 10.000.**

Las proteínas son compuestos que se desnaturalizan por la acción del calor, alcohol, ácidos, electricidad, etcétera. Cuando se desnaturalizan se vuelven insolubles en agua y precipitan.

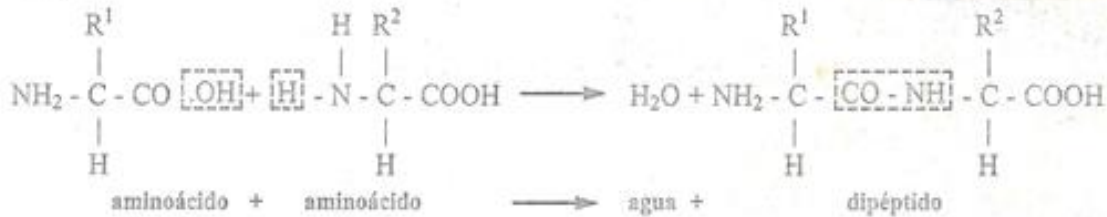


*La clara de huevo coagula por la acción del calor.*

Las plantas y las bacterias elaboran sus propias proteínas a partir de los nitratos del suelo. En cambio, los animales ingieren proteínas contenidas en los alimentos y las descomponen en sus aminoácidos constituyentes con los cuales sintetizan sus proteínas.

### 3.1. Desde los aminoácidos hasta las proteínas

Los aminoácidos tienen la propiedad de unirse entre sí mediante enlaces peptídicos. El grupo carboxilo de una molécula de aminoácido puede reaccionar con el grupo amino de otra molécula, formando agua y un dipéptido:



El enlace  $-\text{CO}-\text{NH}-$  que une dos aminoácidos se denomina enlace peptídico. De este modo no sólo se pueden unir dos, sino muchas moléculas formando largas cadenas de aminoácidos, denominadas genéricamente péptidos.

Cuando se unen dos moléculas de aminoácidos se forma un dipéptido; si son tres, un tripéptido; en caso de ser cuatro, un tetrapéptido; etcétera. Los que están formados por pocos aminoácidos son oligopéptidos, mientras que aquellos que resultan de la unión de muchos se llaman polipéptidos.

Por su parte, los polipéptidos cuya masa molecular es mayor a 10.000 constituyen las proteínas.

En los seres humanos intervienen aproximadamente veinte aminoácidos diferentes en la formación de las proteínas. Con esas veinte unidades se construyen complicadas estructuras, pues los aminoácidos se repiten y combinan de muy diversas formas y en distintas cantidades. El número de combinaciones posibles es tal que el número de proteínas llega a ser superior a la cantidad de células del cuerpo humano.

Cada especie animal o vegetal tiene sus proteínas específicas (propias de la especie) que no se encuentran en otras. Esas proteínas se reproducen en todos los individuos de la misma especie, pues su formación está dirigida por el código genético impreso en el ADN (ácido desoxirribonucleico).

*Representación de la proteína ribonucleasa. (Cada aminoácido es un círculo de color diferente.)*



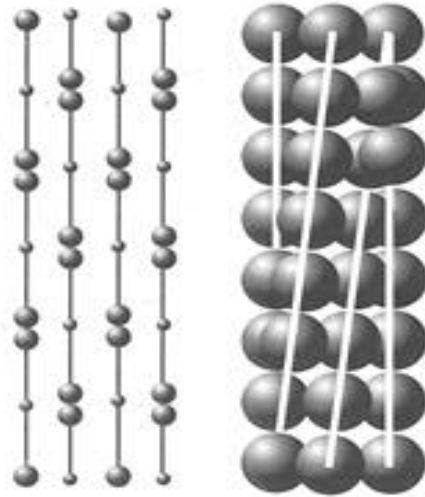
- Lisina
- Ác. glutámico
- Treonina
- Alanina
- Fenilalanina
- Arginina
- Serina
- Asparagina
- Histidina
- Metionina
- Tirosina
- Cisteína
- Glutamina
- Leucina
- Ác. aspártico
- Prolina
- Valina
- Glicina
- Isoleucina

Los péptidos están muy difundidos en los seres vivos y desempeñan importantes funciones biológicas.

### 3.2. ¿Cuáles son las clases de proteínas?

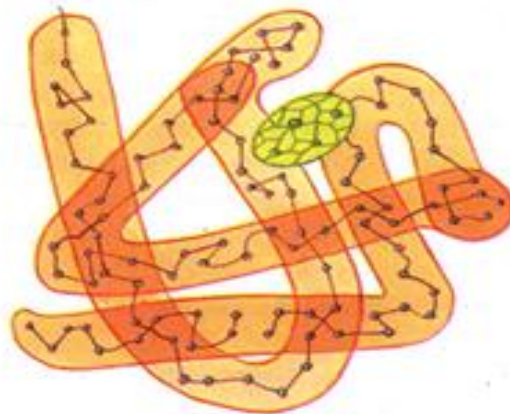
De acuerdo con la conformación espacial que presentan las moléculas y las funciones que cumplen, las proteínas se clasifican en:

a) **Proteínas fibrosas:** se ordenan en forma de filamentos u hojas porque las cadenas peptídicas están dispuestas paralelamente; son alargadas e insolubles en agua; cumplen funciones estructurales. Como ejemplo, podemos señalar el *colágeno*, que se encuentra en la piel, en los tendones, en los cartilagos y en la materia orgánica del hueso; la *elastina* presente en las paredes de las arterias y venas; la *queratina* que se localiza en las uñas, cabellos, lana, plumas, escamas y cuernos, y la *fibroína* que forma la seda y la telaraña.



*Proteínas fibrosas.*

b) **Proteínas globulares:** están constituidas por moléculas compactas y tienen forma redondeada; son solubles en agua y desempeñan diversas funciones en el organismo, tales como conferir inmunidad (*anticuerpos*), participar en la cadena respiratoria (*mioglobina*), catalizar las reacciones químicas (*enzimas*), etcétera. La conformación de cada una de estas proteínas depende de la función biológica que desempeña.



*Proteína globular (Mioglobina).*

#### 3.2.1. Las enzimas

Para obtener energía de los alimentos, las células cuentan con diferentes procedimientos, entre los cuales interesa particularmente la respiración celular. Ésta consiste en una combustión lenta que libera energía.

Los “combustibles” están representados por distintas clases de compuestos del carbono, pero principalmente por la glucosa. La “combustión” de este azúcar produce su degradación y simultáneamente la liberación de energía; al final quedan como desechos dióxido de carbono y agua. Pero, ¿cómo puede realizarse esta “combustión” en las células si sus temperaturas son relativamente bajas?

Diversas investigaciones bioquímicas han demostrado que esto puede efectuarse por la acción de ciertas proteínas, denominadas **enzimas**.

Estas sustancias tienen como principal función acelerar la velocidad de las reacciones químicas que se producen dentro de los seres vivos, por lo cual también se llaman **biocatalizadores**.

Es conveniente aclarar que las enzimas no sólo actúan dentro de las células, sino que también son secretadas por las células hacia el ambiente donde cumplen su acción catalítica. Tales son los casos de la **ptialina** (amilasa salival) que es una enzima contenida en la saliva y que interviene en la descomposición del almidón de los alimentos, la **pepsina** que se halla en jugo gástrico del estómago y degrada las proteínas, y la **lipasa** que se encuentra en el jugo pancreático y actúa sobre las grasas. Entonces, se puede establecer que:

**Las enzimas o fermentos son biocatalizadores que aceleran la velocidad de las reacciones químicas que se realizan en los seres vivos.**

Cada enzima actúa solamente en una determinada reacción química (se conocen más de 1.500 enzimas que actúan en otras tantas reacciones). Por lo tanto, las enzimas son específicas.

La sustancia sobre la cual actúa la enzima se denomina **sustrato**.

Las enzimas son más activas entre 20 y 40 °C. A menos de 20 °C su acción se inhibe, a más de 40 °C pierden su poder enzimático y a partir de los 50 °C generalmente se desnaturalizan.

#### 4. Los ácidos nucleicos

En 1869, **Friedrich Miescher** logró aislar de los núcleos de los leucocitos una sustancia compleja a la que llamó **nucleína**.

Investigaciones posteriores demostraron que se trataba de más de una sustancia y se les dio el nombre de **ácidos nucleicos** por hallarse en el núcleo de las células. Más adelante se comprobó que también se encuentran en el citoplasma.

Los ácidos nucleicos son el **ácido desoxirribonucleico (ADN)** y el **ácido ribonucleico (ARN)**.

El **ADN** se encuentra principalmente en el núcleo de las células, donde constituye el material esencial de los  **cromosomas** y es la **base química de la transmisión de los caracteres hereditarios**.

El **ARN** es abundante en el citoplasma, en unos orgánulos llamados **ribosomas**, pero también se halla en pequeñas cantidades en el núcleo. Su función es **dirigir la síntesis de proteínas** en base a la información codificada en el ADN.

Los ácidos nucleicos son polímeros formados por largas cadenas de un conjunto de sustancias denominadas **nucleótidos**.

En razón de ser polímeros producidos por las células e indispensables para su existencia se los denomina **biopolímeros**, al igual que los polisacáridos y las proteínas.

En consecuencia:

**Los ácidos nucleicos son biopolímeros cuyos monómeros son sustancias denominadas nucleótidos.**



**Célula.**  
(Vista con el microscopio óptico.)

Las moléculas de los nucleótidos están constituidas por una base nitrogenada, un monosacárido (pentosa) y ácido fosfórico.

#### 4.1. Estructura del ADN

El ácido desoxirribonucleico (ADN) está formado por dos cadenas de nucleótidos enrolladas en forma de escalera caracol o doble hélice.

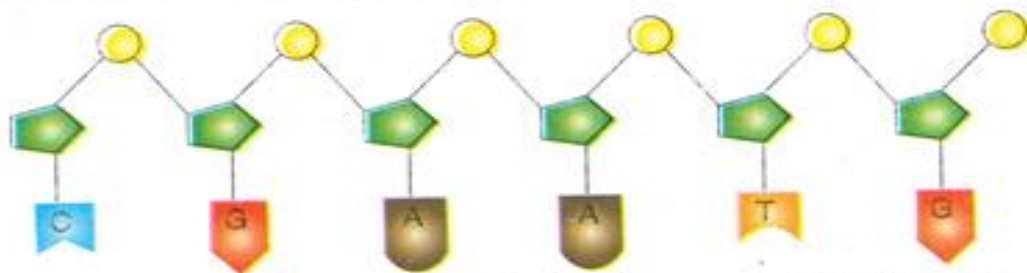
En los nucleótidos que constituyen el ADN, la pentosa es la desoxirribosa (D) y las bases nitrogenadas pueden ser: adenina (A), citosina (C), guanina (G) o timina (T).

Para simplificar la representación, cada nucleótido del ADN se puede representar así:

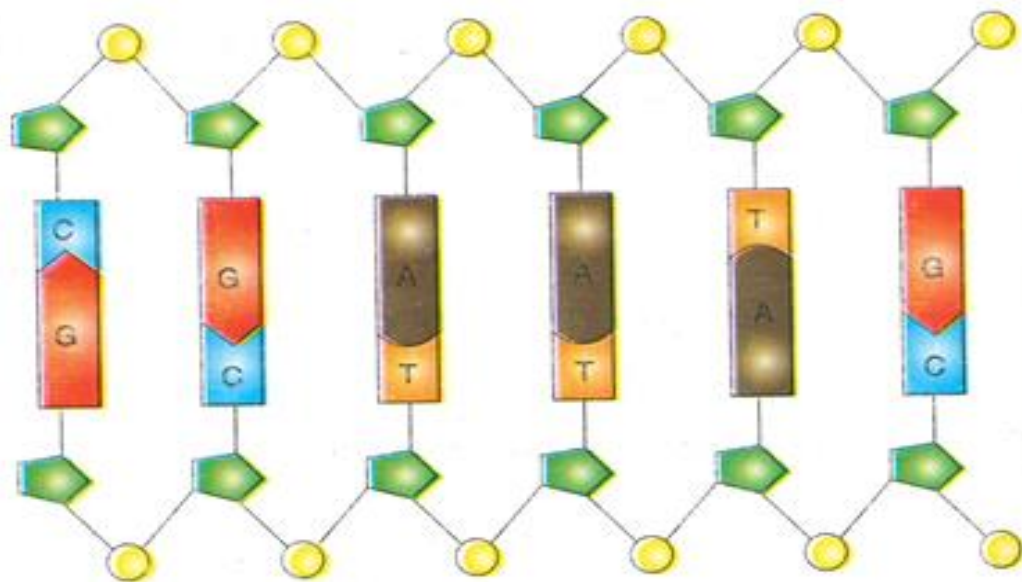


P = Grupo fosfato proveniente del ácido fosfórico.  
D = Resto de la desoxirribosa.  
B = Resto de la base nitrogenada (A, C, G o T).

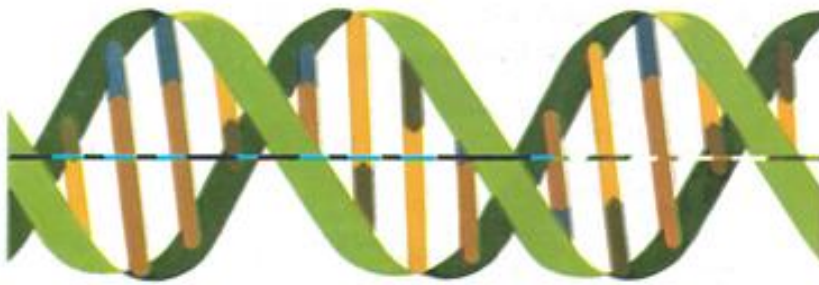
El grupo fosfato (P) de un nucleótido se une con la desoxirribosa (D) de otro y así se va formando una cadena, "hilo" o "banda":



Al mismo tiempo se unen entre sí dos bandas a través de las bases por uniones puente de hidrógeno:



Estas dos cadenas de nucleótidos se enrollan en forma de espiral, hacia la derecha, de modo que pueden compararse con una escalera de caracol o doble hélice y así queda formada la molécula de ADN, que se puede esquematizar de la siguiente manera:



Las dos barandas de la escalera están constituidas por desoxirribosa y ácido fosfórico, y los peldaños por pares de bases nitrogenadas. Las uniones entre estas bases son obligadas: adenina con timina (A - T) y citosina con guanina (C - G). (No es posible la unión de A con C o con G; tampoco de T con C o con G.)

A la doble hélice del ADN se fijan proteínas formando un complejo, llamado **fibrilla núcleoproteica**:



En las diferentes especies de seres vivos, estas fibrillas se enrollan de modos diferentes. Así, en muchas de ellas, primero se aparean:



Luego se enrollan como un hilo trenzado:



Y finalmente se retuercen formando asas características:





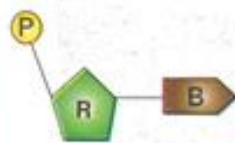
De este modo se forman las **cromátides** que constituyen el **cromosoma**:



Los cromosomas se encuentran en el núcleo de cada una de las células que forman un organismo. Cada especie tiene un número determinado de cromosomas. En el caso de la especie humana son 46.

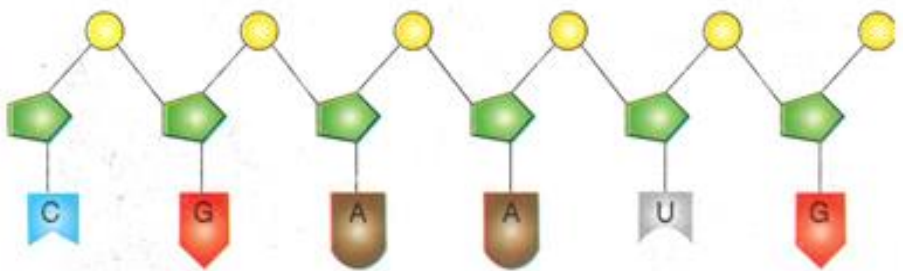
## 4.2. Estructura del ARN

Las moléculas de **ácido ribonucleico (ARN)** generalmente están formadas por una sola cadena de nucleótidos. Éstos están compuestos por **ácido fosfórico (P)**, el monosacárido **ribosa (R)** y una base nitrogenada que puede ser **adenina (A)**, **uracilo (U)**, **citocina (C)** o **guanina (G)**:



**P** = grupo fosfato proveniente del ácido fosfórico.  
**R** = resto de ribosa.  
**B** = resto de la base nitrogenada (A, U, C o G).

El grupo fosfato (P) de un nucleótido se une con la ribosa (R) de otro y forma una **cadena simple**:



Las principales semejanzas y diferencias entre el ARN y el ADN se pueden apreciar en el siguiente cuadro:

ÁCIDO NUCLEICO	Ácido	Pentosa	Bases nitrogenadas	Cadena
ARN	Fosfórico	Ribosa	Adenina - Timina - Citosina - Guanina	Doble
ADN	Fosfórico	Desoxirribosa	Adenina - Uracilo - Citosina - Guanina	Simple

Hay tres clases de ácido ribonucleico (ARN):

- **ARN mensajero (ARNm)** que se forma en el núcleo de las células a partir del ADN.
- **ARN ribosomal (ARNr)** que constituye los ribosomas citoplasmáticos.
- **ARN de transferencia (ARNt)** que se encuentra libre en el citoplasma y lleva los aminoácidos a los ribosomas.

Cada uno de estos ARN tiene una estructura diferente adaptada a la función que cumple.

### *4.3. ¿Cuáles son las funciones de los ácidos nucleicos?*

---

Los ácidos nucleicos cumplen funciones trascendentes para la continuidad y el mantenimiento de las especies, tales como la **autoduplicación del ADN** y la **síntesis de proteínas**.

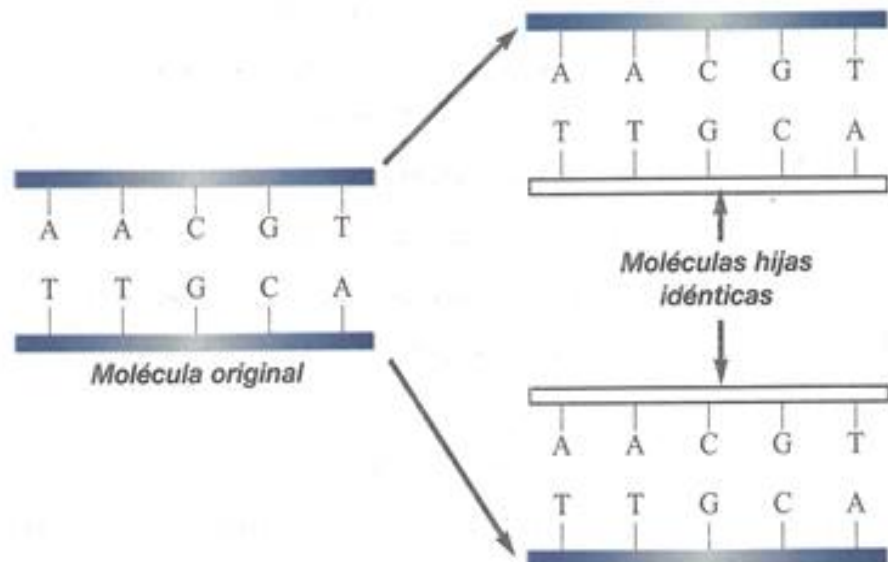
#### **1. Autoduplicación del ADN o Replicación.**

Durante la reproducción celular, cada molécula de ADN de la célula madre tiene la capacidad de convertirse en dos moléculas idénticas a la original que son las que van a integrar las células hijas. De este modo se asegura la transmisión de los caracteres de los padres a los hijos y la continuidad de la especie.





La autoduplicación del ADN es un complejo proceso enzimático que ocurre en dos etapas: primero, las dos cadenas que forman la molécula de ADN se separan y, luego, cada una de dichas cadenas genera la cadena complementaria exactamente igual a la que se ha separado:



Entonces, la autoduplicación del ADN o replicación es el proceso por el cual, de una molécula de ADN se forman dos moléculas hijas idénticas a la original.

## 2. Síntesis de proteínas

Cada especie vegetal o animal contiene un conjunto particular de moléculas proteicas que se mantienen invariables de generación en generación. Ello es posible por un complicado mecanismo de elaboración en el que tienen primordial participación los ácidos nucleicos.

La síntesis de las proteínas comprende fundamentalmente dos etapas: la transcripción y la traducción.

La **transcripción** ocurre dentro del núcleo de la célula y en esta etapa, de acuerdo con el código genético que está impreso en el ADN, se sintetiza el **ARN mensajero (ARNm)** que lleva a los ribosomas del citoplasma la información sobre cómo debe ser la proteína que se debe fabricar.

En la etapa de **traducción** el ARNm, ya ubicado en los ribosomas, dirige la formación de la proteína con los aminoácidos que aporta el **ARN de transferencia (ARNt)**.

En consecuencia, la **síntesis de proteínas es un proceso complejo: sobre la cadena de ADN se produce el ARNm, el cual se dirige a los ribosomas citoplasmáticos donde conduce la formación de las proteínas con los aminoácidos que aporta el ARNt.**

## Actividades de reconocimiento

1) Lee atentamente las siguientes afirmaciones. Cuando las consideres correctas, **encierra** con un círculo la **V**; en caso contrario, **marca** de igual modo la **F**. En este último caso, reemplaza sobre la línea de puntos la palabra que está destacada por el término que la convierte en verdadera.

- Los polipéptidos son cadenas de **aminas**. V F .....
- Las proteínas son **dipéptidos** de masa molecular elevada. V F .....
- Ciertas proteínas actúan como **biocatalizadores**. V F .....
- Las proteínas humanas se forman con unos **cuarenta** aminoácidos. V F .....
- Las proteínas globulares tienen forma **filamentosa**. V F .....
- Las enzimas **aceleran** la velocidad de las reacciones químicas. V F .....
- Los ácidos nucleicos son biopolímeros formados por **nucleótidos**. V F .....
- El ADN se encuentra en los **ribosomas**. V F .....
- El ARN está formado por **dos** cadenas de nucleótidos. V F .....
- Las proteínas se forman en los **chromosomas**. V F .....

2) Marca con una **X** las respuestas que consideras correctas:

a) Las proteínas son:

- ( ) macromoléculas biológicas. ( ) esenciales para la vida.
- ( ) polinucleótidos ( ) sustancias estructurales de las células.
- ( ) cadenas de aminoácidos ( ) compuestos que se desnaturalizan con facilidad.
- ( ) reservas de energía.
- ( ) biopolímeros.

b) El ácido desoxirribonucleico (ADN) es:

- ( ) un polisacárido. ( ) abundante en el núcleo.
- ( ) responsable de la transmisión de los caracteres hereditarios. ( ) una doble cadena de nucleótidos.
- ( ) un polinucleótido. ( ) un polipéptido.
- ( ) una base nitrogenada.
- ( ) una doble cadena de aminoácidos.

c) El ácido ribonucleico (ARN) es:

- ( ) un polisacárido. ( ) abundante en el núcleo.
- ( ) el que dirige la síntesis de proteínas. ( ) una doble cadena de nucleótidos.
- ( ) un polímero. ( ) un polipéptido.
- ( ) una macromolécula biológica. ( ) un ácido nucleico.
- ( ) una base nitrogenada. ( ) una cadena simple de aminoácidos.

