



# Química

## U3 Química orgánica



# Química orgánica



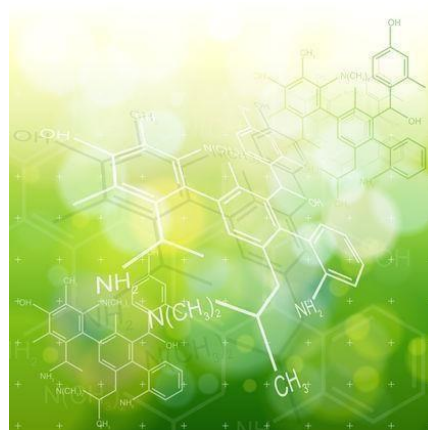
## Índice

Presentación de la unidad .....	4
Competencia específica.....	5
Propósitos.....	5
3.1. Introducción a la química orgánica.....	7
3.1.1. Propiedades del carbono .....	9
3.1.2. Características y nomenclatura de hidrocarburos .....	17
3.1.3. Características y nomenclatura de los alcoholes, éteres y aminas.....	36
3.1.4. Características y nomenclatura de aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y ésteres.....	45
3.1.5. Principales reacciones de compuestos orgánicos .....	51
3.2. Principales biomoléculas.....	57
3.2.1. Carbohidratos .....	58
3.2.2. Lípidos .....	67
3.2.3. Proteínas .....	75
Cierre de la unidad .....	82
Para saber más .....	83
Fuentes de consulta .....	85

## Presentación de la unidad

En esta tercera unidad profundizaremos en el estudio de los átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y halógenos (F, Cl, Br, I y At), los cuales forman diversos compuestos tales como:

- Alcanos
- Alquenos
- Alquinos
- Cetonas
- Alcoholes
- Aminas
- Amidas
- Halogenuros, entre otros.



También identificaremos las principales reacciones que se llevan a cabo en química orgánica. Para finalizar, estudiaremos algunas biomoléculas como son: los lípidos, las proteínas y los carbohidratos, con la finalidad de conocer sus funciones, y revisará las reglas para nombrar a las sustancias orgánicas establecidas por la IUPAC.

## Competencia específica



**Distinguir** las propiedades de los compuestos orgánicos para identificar los grupos funcionales mediante el estudio de la estructura y la nomenclatura establecidas por la IUPAC.

## Propósitos

Esta unidad tiene el propósito de:

- Nombrar los compuestos orgánicos considerando su grupo funcional.
- Diferenciar las reacciones químicas de adición, eliminación, sustitución, oxidación, reducción.
- Identificar las características de las principales macromoléculas.

Ruta de aprendizaje: ¿Qué debo aprender en esta unidad ?

Unidad 3: Química orgánica

#1

Diferenciar entre compuesto orgánicos

#2

Identificar las propiedades del carbono

#4

Reconocer las reacciones que ocurren en compuestos orgánicos

#3

Nombrar los compuestos orgánicos considerando su grupo funcional

#5

Diferenciar las macromoléculas

#6

Describir las características de las biomoléculas



powered by



### 3.1. Introducción a la química orgánica

El término de química orgánica, de acuerdo con Bruice (2008) se introdujo en el año 1807 por **Jons Jacob Berzelius**, con la finalidad de nombrar el estudio de los compuestos derivados de los recursos naturales.

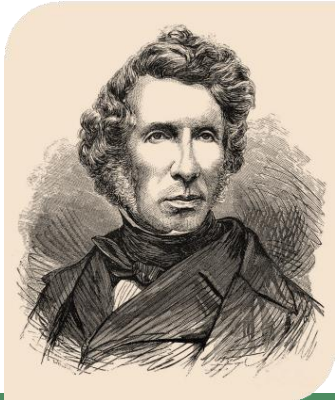


Figura 1. Dibujo de Friedrich Wöhler.

Tomada de:  
<http://images.fineartamerica.com/images-medium-large/friedrich-whler-1800-1882-granger.jpg>

En aquella época se consideraba que los compuestos orgánicos estaban unidos por una fuerza vital y que ello los distinguía de los compuestos inorgánicos.

Fue hasta el año 1823 cuando **Friedrich Wöhler**, alumno de Berzelius, observó la evaporación de una sustancia llamada cianato de amonio, la cual formaba cristales incoloros de gran tamaño. Para su sorpresa, el producto obtenido era urea, un compuesto orgánico. De esta forma, concluyó que es posible sintetizar compuestos orgánicos en un laboratorio.

#### Química orgánica

Se define como una rama de la química que estudia los compuestos de carbono.

El carbono es el elemento que se encuentra en mayor proporción en el mundo, se conocen más de 16 millones de compuestos que contienen carbono y alrededor del 90% de los compuestos nuevos que se sintetizan cada año contienen carbono (Brown, 2007).

El carbono se encuentra en toda la naturaleza, está presente en el DNA, las proteínas y los lípidos, entre otros compuestos. Por ello es considerado el elemento de la vida y constituye el 18% de nuestro cuerpo, formando parte esencial de las estructuras de

mantenimiento, organización y funcionalidad de cada una de las células de todos los seres vivos.

## Diferencias entre compuestos orgánicos e inorgánicos

Es importante que antes de iniciar con el estudio de la química orgánica comparemos las características de los compuestos orgánicos con los inorgánicos que ya estudiamos:

**Tabla 1. Diferencias entre compuestos orgánicos e inorgánicos.**

Compuestos orgánicos	Compuestos inorgánicos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Están formados principalmente por: C, H, O, N.</li><li>• Su número supera al de los compuestos inorgánicos.</li><li>• Prevalece el enlace covalente.</li><li>• Son generalmente insolubles en agua.</li><li>• No son buenos conductores de electricidad.</li><li>• Son sensibles al calor y se descomponen fácilmente.</li><li>• Poseen bajos puntos de fusión y ebullición.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Están constituidos por átomos de cualquier elemento.</li><li>• El número de compuestos es mucho menor al de los orgánicos.</li><li>• Prevalece el enlace iónico.</li><li>• Generalmente son solubles en agua.</li><li>• En disolución o fundidos son buenos conductores de la electricidad.</li><li>• Resisten temperaturas altas, sin sufrir cambios.</li><li>• Poseen altos puntos de fusión y de ebullición.</li></ul>

### 3.1.1. Propiedades del carbono

El carbono es un elemento que se encuentra en la familia IV-A de la tabla periódica, su número atómico es 6 y su configuración electrónica es la siguiente:



Si desarrollamos la estructura del carbono según el modelo de Lewis, se observan sus 4 electrones de valencia en su última capa:



**Figura 2. Estructura de Lewis del carbono.** Se observan los electrones de valencia representados con puntos.

#### Propiedad de tetravalencia del carbono

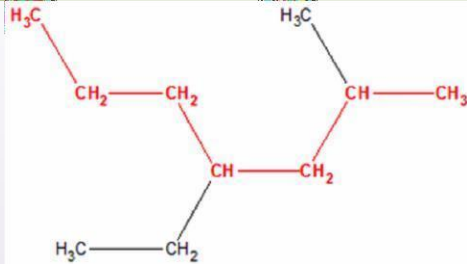
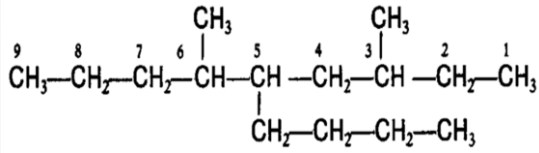
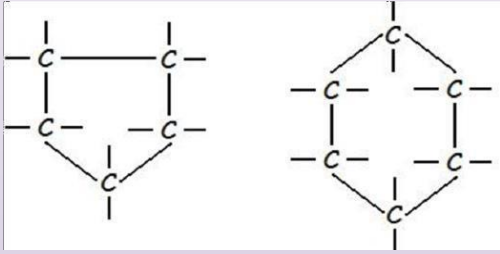
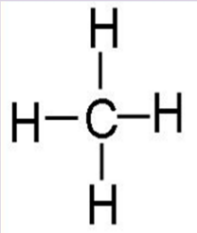
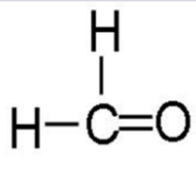
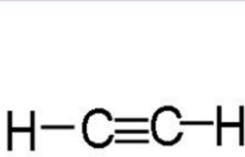
Se refiere a la unión del carbono con otras cuatro moléculas ya sean iguales o diferentes, debido a que el carbono presenta cuatro electrones de valencia y por lo tanto puede compartir sus electrones hasta completar los ocho electrones de la última capa, cumpliendo con la regla del octeto de Lewis y formando un compuesto estable.

Para completar esta tetravalencia, el carbono también puede formar dobles o triples enlaces con otros elementos, por lo que el número de átomos con los que se unirá dependerá de los enlaces y electrones disponibles.

Casi todas las estructuras orgánicas tienen enlaces carbono-hidrógeno. Debido a que la capa de valencia del hidrógeno sólo puede alojar dos electrones formando un solo enlace covalente. En consecuencia, los átomos de hidrógeno siempre se encuentran en la superficie de las moléculas orgánicas formando algo semejante a la "piel" y los enlaces

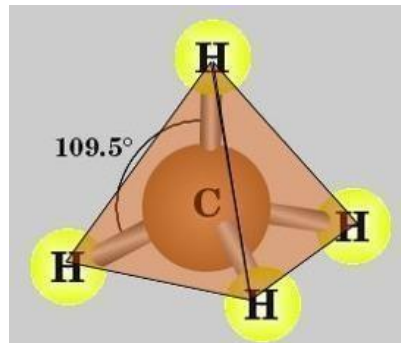
carbono-carbono forman la columna vertebral o esqueleto (Brown, 2007). El carbono puede formar estructuras muy variadas: cadenas largas, cadenas ramificadas, ciclos, ya sea con enlaces sencillos, dobles o triples, como se puede apreciar en la tabla 2.

Tabla 1. Tipos de cadenas y enlaces del

Tipo de cadenas	Imagen		
Cadena Larga			
Cadena Ramificada			
Cadenas Cíclicas			
Cadenas con enlaces sencillos, dobles y triples	 <p>Cuatro simples</p>	 <p>Dos simples y uno doble</p>	 <p>Uno simple y uno triple</p>

Tomado de [http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo\\_ov/2BCH/B1\\_BIOQUIMICA/t11\\_BIOMOLECULAS/informacion.htm](http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/2BCH/B1_BIOQUIMICA/t11_BIOMOLECULAS/informacion.htm)

El compuesto más sencillo que forma el carbono es el metano, el cual está formado por una molécula de carbono con cuatro hidrógenos unidos por enlaces sencillos. La molécula de metano se puede representar de forma tridimensional como se muestra en la figura 3, porque recuerda que las moléculas tienen traslación, rotación, flexión y contracción; sin embargo, en el momento de representarla aparece siempre de forma plana.

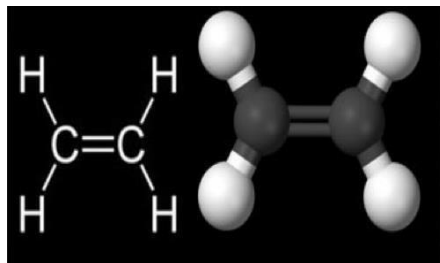


**Figura 3. Molécula del metano.** Con círculos amarillos se representan los átomos de hidrógeno unidos por enlaces sencillos al carbono.

Tomado de:

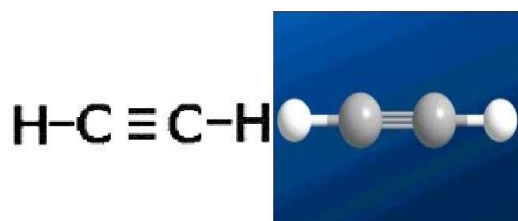
<https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+de+estructura+de+lewis+del+carbono>

La estructura tridimensional de las moléculas orgánicas y bioquímicas desempeña un papel fundamental en la determinación de su comportamiento físico y químico. Cuando los cuatro enlaces que forma el carbono son sencillos, los pares de electrones tienen una disposición tetraédrica como el caso del metano. El carbono puede formar dobles y triples enlaces con otros carbonos, formando alquenos y alquinos, respectivamente. En el caso del alqueno eteno, su arreglo es la disposición de un triángulo equilátero donde se presentan tres densidades electrónicas alrededor del carbono. En cambio, para el etino, que es un alquino, las densidades electrónicas se encuentran alrededor del carbono, por lo que su arreglo será lineal.



**Figura 4. Ejemplo de un alqueno.** Se muestra la estructura plana (izquierda) y tridimensional (derecha) del compuesto eteno formado por un doble enlace entre dos carbonos.

Tomado de: <https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+del+eteno>



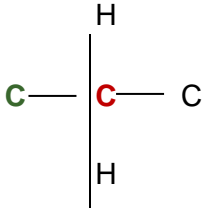
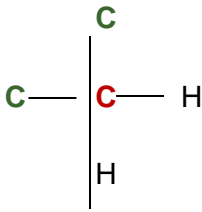
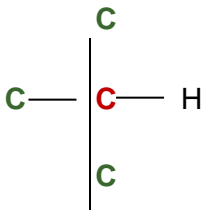
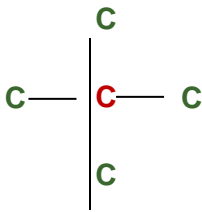
**Figura 5. Ejemplo de un alquino.** Se muestra la estructura plana (izquierda) y tridimensional (derecha) del compuesto etino formado por un triple enlace entre dos carbonos.

Tomado de <https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+del+etino>

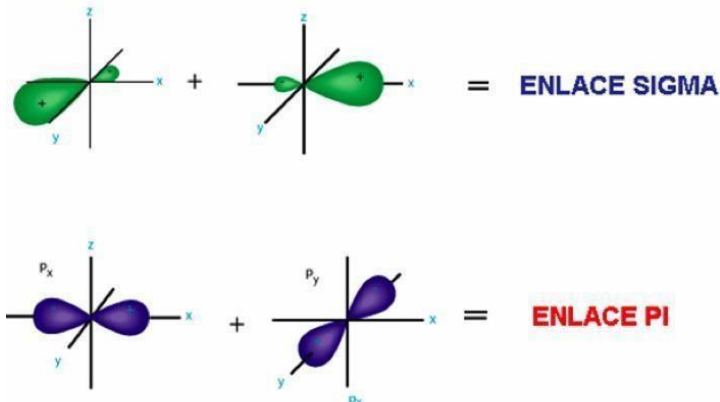
Existen cuatro tipos de carbonos dentro de una molécula dependiendo de su posición (tabla 2). Difieren entre sí no sólo por el número de hidrógenos que poseen, sino también por su reactividad. Por lo anterior podemos decir que algunos carbonos tendrán preferencia para reaccionar sobre otros. (Geissman, 2004).

**Tipos de carbonos.** Tomado de

<https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+del+carbono+primario>

Tipo de carbonos	Imagen
<p><b>Carbonos primarios:</b> son aquellos que están unidos a otro carbono por medio de un enlace simple.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Primario</b></p>
<p><b>Carbonos secundarios:</b> son lo que se encuentran unidos a dos átomos de carbonos o a otro carbono mediante un doble enlace.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Secundario</b></p>
<p><b>Carbonos terciarios:</b> estos se encuentran unidos a otros tres carbonos mediante enlaces sencillos o a dos carbonos, uno con simple y el otro con doble enlace.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Terciario</b></p>
<p><b>Carbonos cuaternarios:</b> se encuentran unidos a cuatro átomos de carbono o a dos carbonos con doble enlace.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>Cuaternario</b></p>

Los enlaces carbono-carbono tienen características diferentes, los enlaces sencillos se conocen como **enlaces sigma ( $\sigma$ )** y son muy fuertes. Para romper un enlace sigma se requiere de mucha energía; en el caso del metano, 104 kcal/mol para romper tan solo uno de los enlaces C-C. El otro tipo de enlace presente en los compuestos con doble o triple unión, es el **enlace pi ( $\pi$ )** el cual es menos fuerte que el sigma, y por ello reacciona o se rompe más fácilmente.



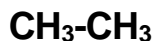
**Figura 6. Enlaces entre carbonos.** De verde se observa el enlace sigma y de azul el pi, presentes en compuestos orgánicos.

Tomado de

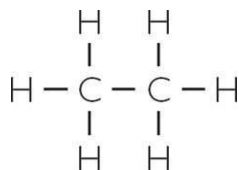
<https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+de+dobles+y+triples+enlaces>

La composición de cada sustancia se representa mediante fórmulas que nos permiten comprender la forma en que se enlazan los átomos. En la química orgánica existen cuatro tipos de fórmulas o representaciones:

- A) **Condensada:** indica el total de átomos de cada especie presentes en una molécula. Por ejemplo, la fórmula condensada del etano es **C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>**, que nos indica que esta molécula contiene 2 átomos de carbono y 6 de hidrógeno.
- B) **Semidesarrollada:** muestra únicamente los enlaces carbono-carbono y el número de hidrógenos contenidos en cada carbono. En el caso del etano su fórmula semidesarrollada sería:

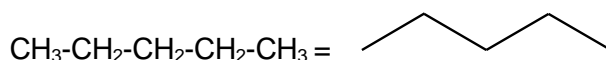


- C) **Desarrollada:** indica en un plano la estructura de la molécula; representa el modo de agrupación de todos los átomos que la forman y señala los enlaces por medio de líneas. La fórmula desarrollada del etano sería:

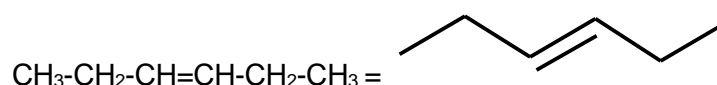


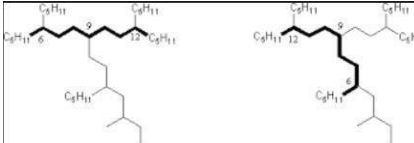
D) En **zigzag**, utilizada en los libros para ahorrar espacio y tiempo, es una mezcla entre la fórmula condensada y la semidesarrollada. En este caso se utilizan líneas en zigzag, en las que cada uno de los vértices representa un carbono con sus respectivos hidrógenos.

**Ejemplo:** el pentano de cinco átomos de carbono lo podemos representar de la siguiente manera:



De igual manera los dobles y triples enlaces se pueden representar con este tipo de simbología.



Condensada	Semidesarrollada	Desarrollada	Zigzag
$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	

**Figura 7. Ejemplos de las diferentes fórmulas químicas.** Se observan los cuatro tipos diferentes de fórmulas químicas: condensada, semidesarrollada, desarrollada y en zigzag.

Tomado de [http://ocwus.us.es/quimica-organica/quimica-organica-i/temas/1\\_estructura\\_y\\_enlace\\_en\\_los\\_compuestos\\_de\\_carbono/leccion2\\_con\\_imagenes/pagina\\_13.htm](http://ocwus.us.es/quimica-organica/quimica-organica-i/temas/1_estructura_y_enlace_en_los_compuestos_de_carbono/leccion2_con_imagenes/pagina_13.htm)

Los compuestos orgánicos que sólo se agrupan con el hidrógeno reciben el nombre de **hidrocarburos**, pero existen otras agrupaciones de átomos que dan origen a otros compuestos, con propiedades físicas y químicas diferentes (tabla 3).

Tabla 3. Grupos

	FUNCION	GRUPO FUNCIONAL
HIDROCARBUROS	Alcanos (Parafinas)	
	Alquenos (Olefinas)	
	Alquinos (Acetilenos)	
	Aromáticos	
Halogenuros	Derivados halogenados	$R-X$
FUNCIONES OXIGENADAS	Alcoholes	$R-OH$
	Éteres	$R-O-R'$
	Aldehídos	
	Cetonas	
	Ácidos carboxílicos	
	Ésteres	
FUNCIONES NITROGENADAS	Aminas	$R-NH_2$ $R-NH-R'$ $R-N(R')-R''$
	Amidas	
	Nitrilos	$R-C\equiv N$
	Nitrocompuestos	$R-NO_2$

Tomado de [http://ejercicios-fya.com/Formulacion\\_organica/32\\_grupos\\_funcionales.html](http://ejercicios-fya.com/Formulacion_organica/32_grupos_funcionales.html)

### 3.1.2. Características y nomenclatura de hidrocarburos

La mayoría de los compuestos orgánicos se derivan de un grupo de compuestos conocidos como hidrocarburos, debido a que están formados sólo por hidrógenos y carbonos. Con base en la estructura, los hidrocarburos se dividen en dos clases principales: alifáticos y aromáticos. Los hidrocarburos alifáticos no contienen anillos bencénicos, a diferencia de los hidrocarburos aromáticos que contienen uno o más de ellos (Chang).

Los hidrocarburos alifáticos se dividen en alcanos, alquenos y alquinos. Los alcanos se conocen como hidrocarburos saturados porque contienen el número máximo de átomos de hidrógeno que pueden unirse con la cantidad de átomos de carbono presentes y se clasifican por la forma en que se agrupan en lineales, ramificados y cíclicos.

#### Alcanos

Se definen como aquellos hidrocarburos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno, unidos por un enlace sencillo, denominado también enlace sigma ( $\sigma$ ), que es un enlace fuerte y poco reactivo.

Tabla 4. Ejemplos de alcanos

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

Tomado de

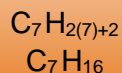
<https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+de+dobles+y+triples+enlac+es>

Los alcanos lineales siguen la fórmula general  $C_nH_{2n+2}$  en donde  $n$  es el número de carbonos (Lamarque y Zygadio, 2008). Para que quede más clara la utilización de esta fórmula vamos a analizar un ejemplo:

**Ejemplo:** se requiere conocer la fórmula del heptano.

## Fórmula del heptano

1. Identificar el número de carbonos que tiene el heptano: 7 carbonos
2. Sustituir este valor en la fórmula general:



Existen nombres de hidrocarburos que ya son históricos, como los del metano, etano, propano y butano tienen, sin embargo, a partir del pentano (5 carbonos) los alcanos se nombran mediante los prefijos griegos numerales, que señalan el número de carbonos:

Tabla 5. Prefijos utilizados en química

Número de C	Numeral griego	Número de C	Numeral griego	Número de C	Numeral griego
1	Meta	11	Undeca	30	Triaconta
2	Eta	12	Dodeca	31	Hentriaconta
3	Propa	13	Trideca	32	Dotriaconta
4	Buta	14	Tetradeca	40	Tetraconta
5	Penta	15	Pentadeca	50	Pentaconta
6	Hexa	16	Hexadeca	60	Hexaconta
7	Hepta	20	Eicos	70	Heptaconta
8	Octa	21	Heneicos	80	Octaconta
9	Nona	22	Docos	90	Nonaconta
10	Deca	23	Ticos	100	Hecta

Tomado de:

<https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+de+prefijos+quimica+organica>

Todos los alcanos tienen la terminación **-ano**. Si todos los alcanos fueran lineales sería muy fácil nombrarlos; sin embargo, la mayoría de ellos son ramificados. Para nombrar a los alcanos y a todas las familias de compuestos se siguen las reglas de la **Unión**

**Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).** La IUPAC ha desarrollado un sistema detallado de nomenclatura y sus reglas aplican en todo el mundo para nombrar dichos compuestos orgánicos.

Antes de pasar a los diversos ejemplos de cómo nombrar a los alcanos, es necesario saber que, para formar compuestos, éstos deben perder un hidrógeno para poder unirse, dando como resultado los radicales. En química orgánica son radicales llamados **grupos alquilo**, por lo general estos grupos son ramificaciones que salen de la cadena principal y es de suma importancia reconocerlos, sin esta debida identificación sería imposible nombrar a los compuestos.

Los radicales alquilo provienen de los alcanos más sencillos y para formarlos únicamente se debe eliminar un átomo de hidrógeno de uno de los carbonos, quedando listos para unirse al respectivo carbono y para la nomenclatura bastará sustituir la terminación **-ano** por **-il**, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Grupos

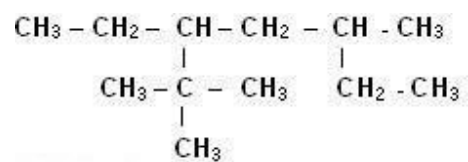
Grupo	Nombre	Abreviación
$\text{CH}_3-$	Metilo	Me
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-$	Etilo	Et
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	<i>n</i> -propilo	<i>n</i> -Pr
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Isopropilo	<i>i</i> -Pr
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	<i>n</i> -butilo	<i>n</i> -Bu
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Isobutilo	
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	sec-butilo	
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<i>t</i> -butilo (o <i>ter</i> -butilo)	<i>t</i> -Bu

Tomado de

[https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+de+grupos+alquilo+orgánic  
a](https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+de+grupos+alquilo+orgánic+a)

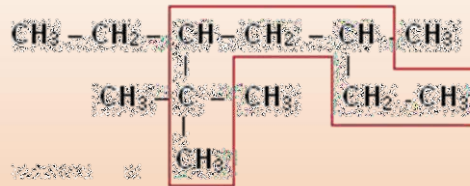
Los alcanos ramificados se nombran siguiendo las reglas de nomenclatura establecidas por la IUPAC, las cuales vamos a describir mientras nombramos un compuesto.

**Ejemplo:** Nombrar el siguiente compuesto.

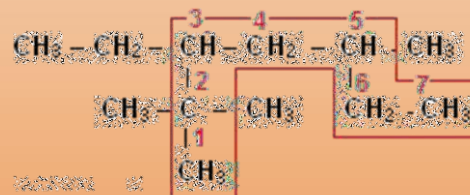


## Nomenclatura de alcanos

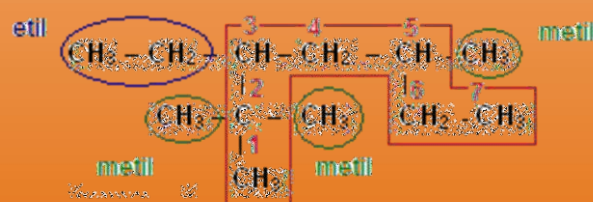
1. **Localizar la cadena principal.** Identificar la cadena más larga formada por átomos de carbono.



2. **Numerar la cadena principal.** Numerar los átomos de carbono que forman la cadena principal, iniciando por el extremo que tenga más próxima una ramificación.



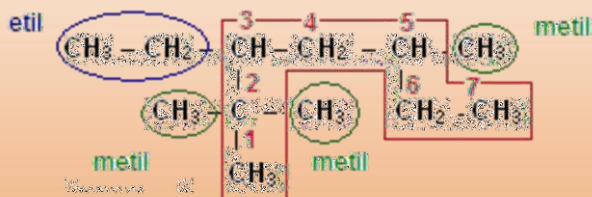
3. **Nombrar los grupos alquilo.** Identificar y nombrar los grupos alquilo que forman las ramificaciones unidas a la cadena principal, en estricto orden alfabético, colocando antes de cada uno el número de carbono al que se encuentran unidos. La posición y el nombre de los radicales se separan mediante el uso de guiones.



**3-etil, 2-metil, 2-metil, 5-metil**

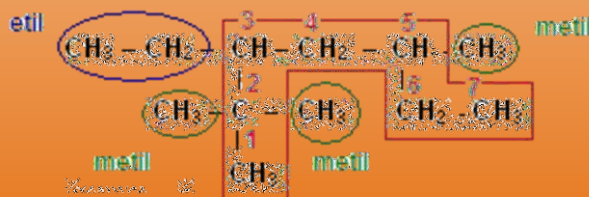
## Nomenclatura de alcanos (Continuación)

4. **Organizar grupos múltiples.** Cuando estén presentes varios radicales alquilo iguales, es necesario utilizar los prefijos di-, tri-, tetra-, penta-, etc., para señalar el número de radicales presentes agregando la posición de cada uno de ellos.



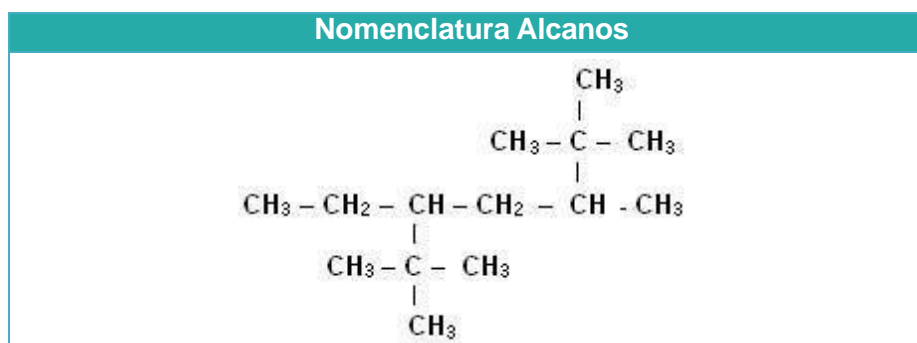
3-etil, 2,2,5-trimetil

5. **Nombrar la cadena principal.** Después de escribir el nombre de todas las ramificaciones, nombrar la cadena principal como si fuera un alcano lineal.

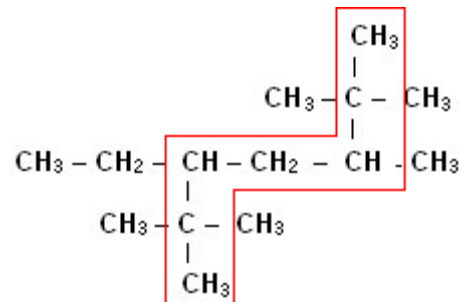


3-etil, 2,2,5-trimetilheptano

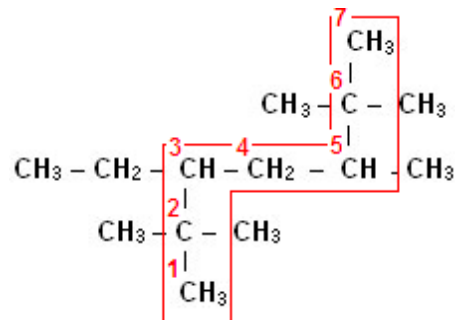
Repasemos nuevamente el procedimiento para asignar el nombre a un alcano mediante las siguientes imágenes:



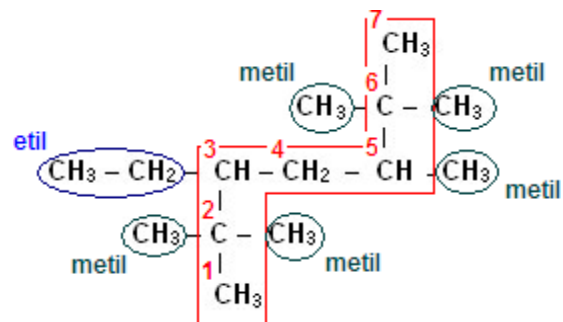
1)



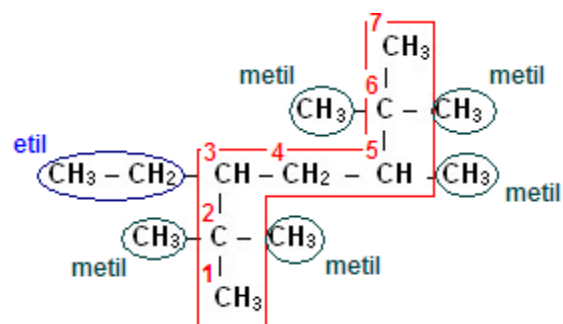
2)

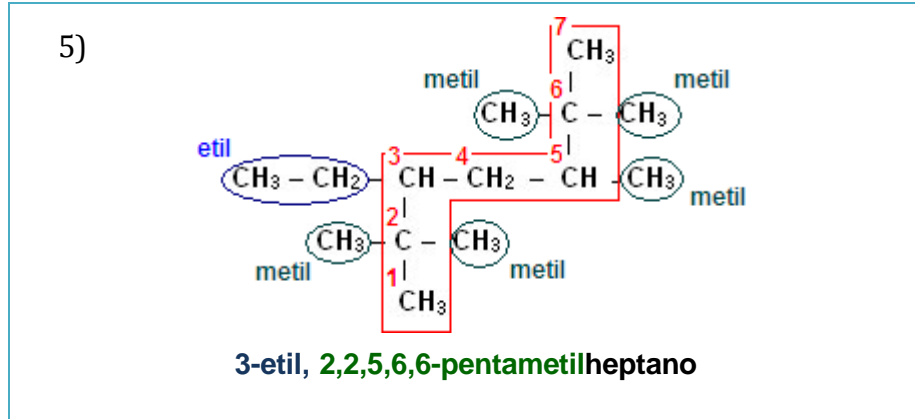


3)



4)

**3-etil, 2,2,5,6,6-pentametil**



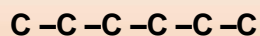
**Figura 8. Diagrama de proceso de nomenclatura de un alcano ramificado.** 1) Se identifica la cadena más larga y 2) se numera. 3) Se identifican los radicales y 4) se nombran indicando su posición. 5) Se nombra la cadena principal

Ahora revisemos el procedimiento inverso, a partir del nombre de un compuesto se debe desarrollar la fórmula química; para ello, es recomendable dibujar la cadena principal como la de un alcano lineal, posteriormente colocar los grupos alquilo y finalmente completar los hidrógenos faltantes en cada uno de los carbonos de la cadena, para completar su tetravalencia.

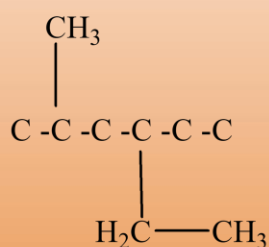
**Ejemplo:** dibujar la estructura del compuesto 2-metil-4-etilhexano.

## Identificación de la estructura de un alcano

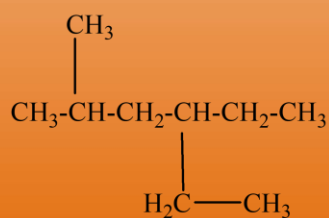
1. Dibujar la cadena principal de carbonos, en este caso son seis carbonos unidos por enlaces sencillos ya que el nombre tiene el prefijo numeral hexano.



2. Colocar los grupos alquilo mencionados en la posición señalada:

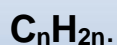


3. Completar la valencia de cada átomo de carbono agregando hidrógenos.



## Alquenos

Se caracterizan por tener dobles enlaces (un enlace sigma  $\sigma$  y un enlace pi  $\pi$ ). Al igual que los alcanos, poseen una fórmula general condensada donde n es el número de carbonos:

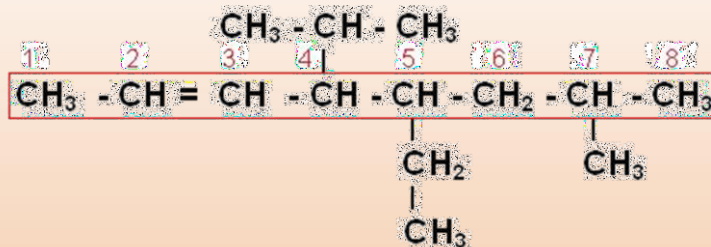


Vamos a continuación a aplicar la fórmula general de los alquenos para calcular el número de hidrógenos de un compuesto:

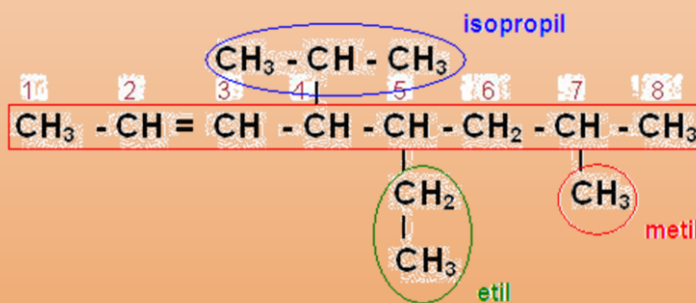


## Nomenclatura de alquenos (Continuación)

1. **Numerar la cadena principal.** Enumerar la cadena a partir del extremo que tenga más cercano el doble enlace.

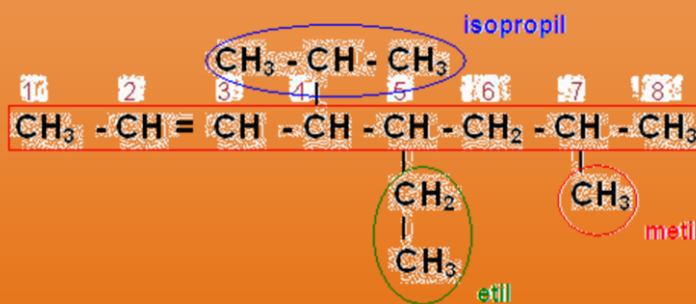


2. **Nombrar los grupos alquilo.** Nombrar las ramificaciones unidas a la cadena principal, en estricto orden alfabético.



5-etil, 4-isopropil, 7-metil

3. **Nombrar la cadena principal.** Después de escribir el nombre de todas las ramificaciones, se nombra la cadena principal colocando primero el número del carbono en el que inicia el doble enlace para continuar con el prefijo numeral agregando la terminación -eno.



5-etil-4-isopropil-7-metil-2-octeno

Tabla 7. Nombres de algunos

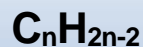
Nombre	Fórmula semidesarrollada
Eteno	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$
Propeno	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$
Buteno	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
Penteno	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
Hexeno	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
2-metil-2-penteno	$  \begin{array}{c}  \begin{array}{ccc}  \text{CH}_3 & & \text{H} \\  & \diagdown & / \\  & \text{C}=\text{C} & \\  & / & \diagdown \\  \text{CH}_3 & & \text{CH}_2-\text{CH}_3 \\  & &   \\  & & \text{CH}_2-\text{CH}_3  \end{array}  \end{array}  $
3-etil-1,5-heptadieno	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\    \\  \text{CH}_2-\text{CH}_3  \end{array}  $

Tomado de

<https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+de+alquenos+quimica+organica>

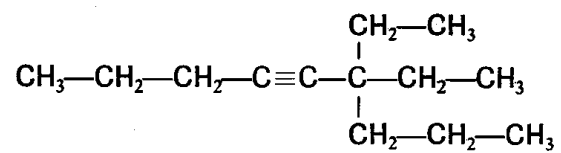
## Alquinos

Son hidrocarburos que presentan un triple enlace entre carbono-carbono (1 enlace  $\sigma$  y 2 enlaces  $\pi$ ). La fórmula general de los alquinos es:



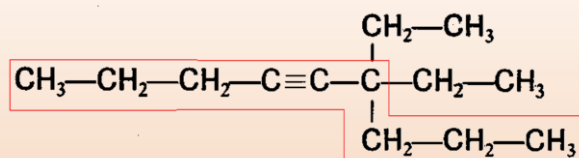
El caso de la nomenclatura de los alquinos es muy similar a la de los alquenos, la única diferencia es que se cambia la terminación **-eno** por **-ino**.

**Ejemplo:** Nombra el siguiente compuesto:

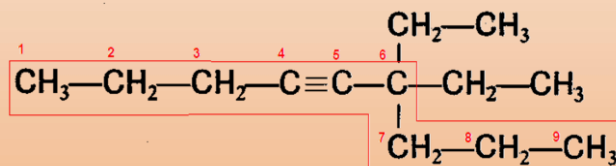


## Nomenclatura de alquinos

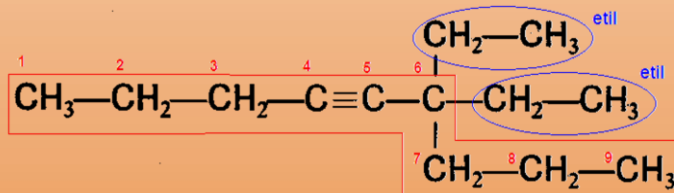
1. **Localizar la cadena principal.** Identificar la cadena más larga de átomos de carbono que contenga el triple enlace.



2. **Numerar la cadena principal.** Enumerar la cadena a partir del extremo que tenga el triple enlace más próximo.

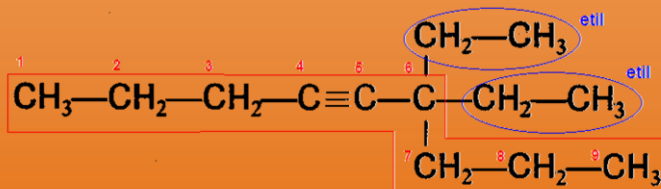


3. **Nombrar grupos alquilo.** Nombrar, en estricto orden alfabético, las ramificaciones unidas a la cadena principal.



6-etil, 8-etil

4. **Organizar grupos múltiples.** Cuando están presentes más de un mismo radical se utilizan los prefijos di-, tri-, tetra-, penta-, etc., señalando la posición de los mismos.

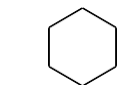


6,8-dietil



Recordemos que también existen hidrocarburos que no son lineales, es decir que forman ciclos; estos compuestos se clasifican en: cicloalcanos, cicloalquenos y cicloalquinos, y si observas las terminaciones de las palabras anteriores, identificarás que pertenecen a los diversos grupos de hidrocarburos, debido a que presentan enlaces simples, dobles y triples respectivamente, podemos decir que van a tener la misma terminación pero anteponiendo la palabra **ciclo**, como puedes observar en los siguientes ejemplos:

**Ejemplos:**



ciclohexano



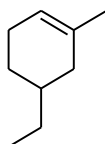
ciclopenteno



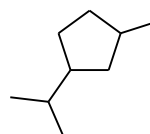
ciclobutino

En los ciclos también hay ramificaciones, entonces, para nombrarlos se toma en cuenta la arborescencia más compleja en el caso de los cicloalcanos, y la doble o triple ligadura en los cicloalquenos y cicloalquinos.

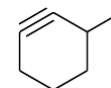
**Ejemplos:**



4-etil-2-metil-ciclohexeno

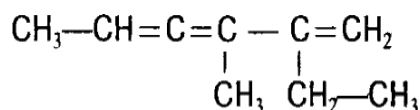


1-isopropil-4-metilciclohexano



3-metilciclohexino

En el caso que los compuestos tengan más de un doble enlace, se debe mencionar en dónde están los dobles o triples enlaces, como se muestra en la figura 9.



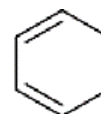
2-etil-3-metil-1,3,4-hexatrieno



1,3-Pentadieno



1,3-Butadieno



1,3-Ciclohexadieno

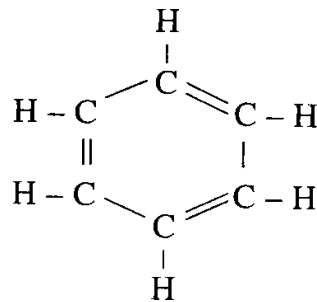
**Figura 9. Ejemplos de hidrocarburos cíclicos.** Se muestran ejemplos de alquenos con más de un doble enlace.

Tomado de

<https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+de+dienos+quimica+orgánica>

## Hidrocarburos aromáticos

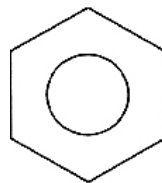
Son aquellos hidrocarburos que están compuestos por un ciclo denominado **benceno**, cuya estructura consta de 6 átomos de carbono con 3 dobles enlaces intercalados y 6 hidrógenos tal y como se muestra en la figura 9.



**Figura 10. Estructura del benceno.** Ciclo formado por seis átomos de carbono con tres dobles enlaces.

Tomado de  
<https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+de+benceno+quimica+organica>

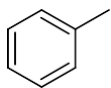
La característica principal del benceno es que los dobles enlaces se pueden mover a través de los carbonos debido a que están intercalados, esto se conoce como **resonancia**, motivo por el cual al benceno se le representa con un hexágono y un círculo en el centro que simboliza la movilidad de sus enlaces.



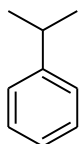
**Benceno**  
 $C_6H_6$

El benceno contiene átomos de carbonos e hidrógenos, los cuales pueden ser sustituidos por algún radical alquilo, halógeno o grupo funcional. Los bencenos pueden clasificarse en monosustituidos, disustituidos o polisustituidos.

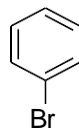
Se sigue una regla para nombrar a los bencenos, donde se escribe primero el prefijo del sustituyente y se añade la palabra **benceno**, como se muestra a continuación:



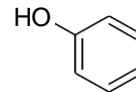
metilbenceno



isopropilbenceno

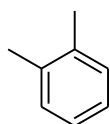


bromobenceno

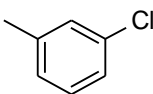


hidroxibenceno

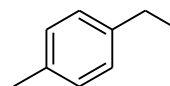
Para los bencenos disustituídos se debe indicar la posición de los sustituyentes con los prefijos **orto** (posición 1 y 2), **meta** (posición 1 y 3) y **para** (posición 1 y 4):



**orto**-dimetilbenceno  
**o**-dimetilbenceno



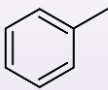
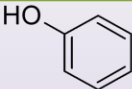
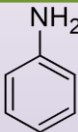
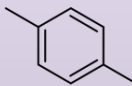
**meta**-clorometilbenceno  
**m**-clorometilbenceno



**para**-etilmetilbenceno  
**p**-etilmetilbenceno

Algunos de los hidrocarburos aromáticos presentan un nombre común que en diversos casos corresponde a quien lo descubrió o está relacionado con el olor que despiden, etc. Debemos tomar en cuenta que muchas veces estos nombres son los más empleados, como es el caso del **metilbenceno** que también es conocido como **tolueno** (Tabla 9).

Tabla 9. Nombres comunes de la IUPAC de algunos hidrocarburos aromáticos

Estructura	Nombre IUPAC (sistemático)	Nombre común
	Metilbenceno	Tolueno
	Hidroxibenceno	Fenol
	Aminobenceno	Anilina
	p-dimetilbenceno	p-xileno

Tomado de

<https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+de+quimica+orgánica>

### 3.1.3. Características y nomenclatura de los alcoholes, éteres y aminas

El oxígeno al integrarse a la cadena de carbonos, origina la formación de diversos compuestos, donde encontramos a los alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, éteres y esterres, dependiendo de la posición del oxígeno y los enlaces que forman.

## COMPUESTOS DE OXIGENO

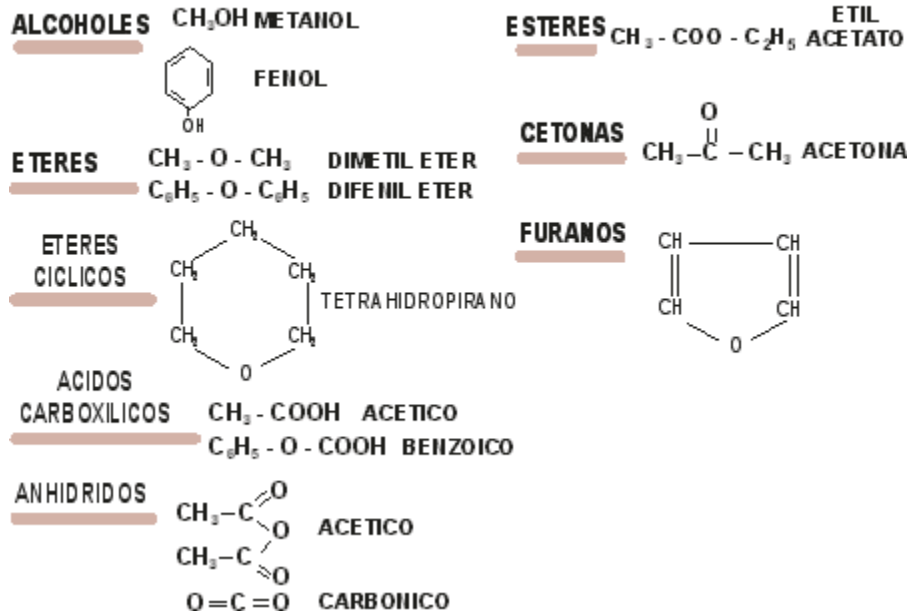


Figura 11. Compuestos orgánicos con oxígeno. Se muestran los diferentes compuestos formados por la unión de carbono con oxígeno e hidrógeno.

Tomado de <http://www.imp.mx/petroleo/?imp=comp>

Además de los hidrocarburos, existen una gran variedad de compuestos que son de gran utilidad en la industria y están presentes en la naturaleza. Entre estos compuestos encontramos a los **alcoholes**.

### Alcoholes

Se definen como compuestos que contienen el grupo **hidroxilo**.  
**-OH.**

Estos compuestos, de acuerdo con la posición del átomo de carbono al que estén unidos, se clasifican en alcoholes primarios, secundarios o terciarios (tabla 10):

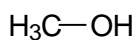
Tabla 10. Clasificación de alcoholes

Tipo	Estructura	Ejemplos
alcohol primario	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array} \text{ (etanol)}$
alcohol secundario	$\begin{array}{c} \text{R}' \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array} \text{ (2-butanol)}$
alcohol terciario	$\begin{array}{c} \text{R}' \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{R}'' \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{ (2-metil-2-propanol)}$

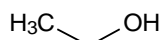
Tomado de <http://www.imp.mx/petroleo/?imp=comp>

Para nombrar a los **alcoholes primarios**, se indica el prefijo numeral griego de acuerdo con el número de átomos de carbono o el radical alquilo y se adiciona la terminación **-ol**.

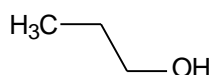
Ejemplos:



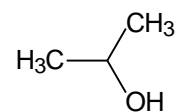
metanol



etanol



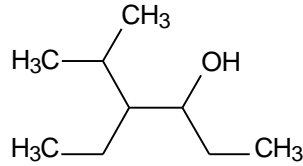
propanol



isopropanol

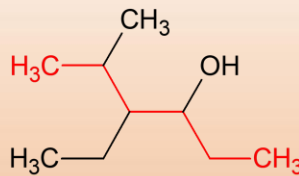
En el caso de las estructuras ramificadas, se utilizan como base las reglas de nomenclatura de los alcanos, indicando la posición del grupo hidroxilo (-OH) y cambiando la terminación -ano por **-ol**.

**Ejemplo:** Nombra el siguiente compuesto:

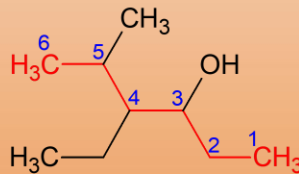


## Nomenclatura de alcoholes

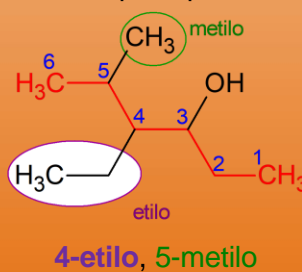
1. **Localizar la cadena principal.** Identificar la cadena más larga de átomos de carbono que contenga el grupo hidroxilo (-OH). En este caso la cadena está señalada en rojo.



2. **Numerar la cadena principal.** Se enumera la cadena a partir del extremo que tenga más cercano el grupo hidroxilo.

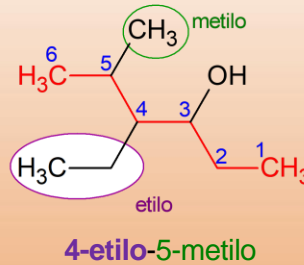


3. **Nombrar grupos alquilo.** Se nombran, en estricto orden alfabético, las ramificaciones unidas a la cadena principal.

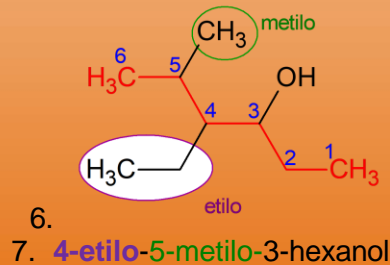


## Nomenclatura de alcoholes (Continuación)

4. **Organizar grupos múltiples.** Cuando estén presentes más de un mismo radical, se utilizan los prefijos di-, tri-, tetra-, penta-, etcétera señalando la posición de los mismos.



5. **Nombrar cadena principal.** Nombrar la cadena principal con la terminación **-ol**, anteponiendo el número del carbono en el que se localiza el grupo hidroxilo.



Los alcoholes tienen características muy similares a la de los éteres que son los compuestos que vamos a analizar a continuación.

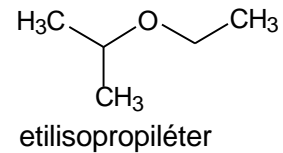
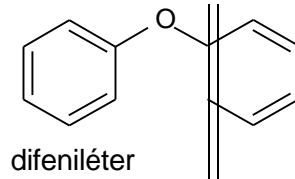
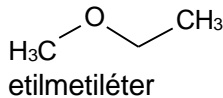
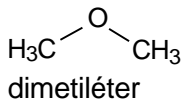
## Éteres

Compuestos que se caracterizan por contener un oxígeno unido a dos radicales alquilo.



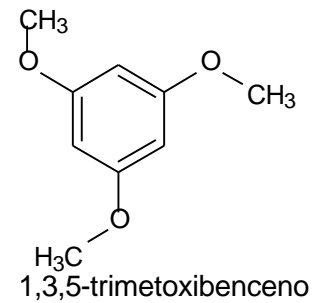
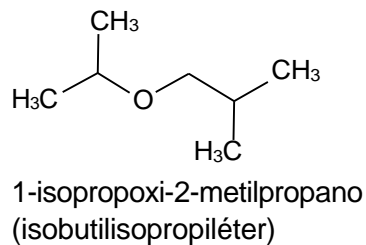
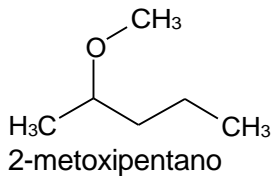
Para nombrar a los éteres se mencionan los grupos alquilo unidos al oxígeno, en orden alfabético, seguidos de la palabra **éter**.

**Ejemplos:**



En el caso de los éteres con estructuras más complejas, se nombran, según la IUPAC, considerando que uno de los radicales (el mayor si se trata de un éter asimétrico) es un hidrocarburo que lleva como sustituyente el grupo alquilo pequeño con el oxígeno, al que se denomina grupo alcoxi.

**Ejemplos:**

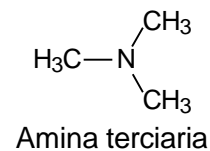
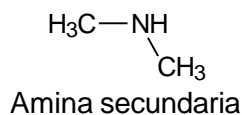
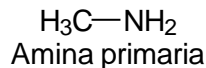


Empezaremos ahora con las **aminas**, grupo también importante que por lo regular está presente en gran parte de los compuestos estructurales de los seres vivos, como son las proteínas.

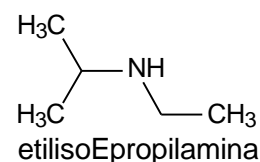
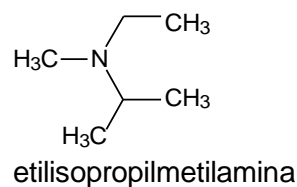
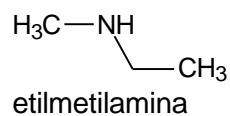
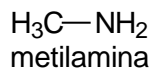
## Aminas

Son compuestos que se caracterizan por contener el elemento nitrógeno. Son bases orgánicas que tienen la fórmula general  $R_3N$ , en donde R puede ser H o un grupo derivado de un hidrocarburo.

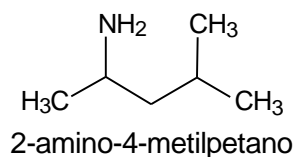
Las aminas se clasifican en primarias, secundarias y terciarias, dependiendo el número de sustituyentes alquilo del nitrógeno.

**Ejemplos:**

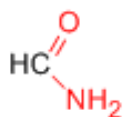
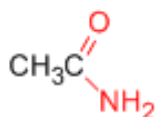
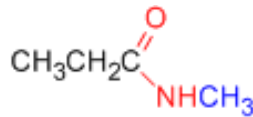
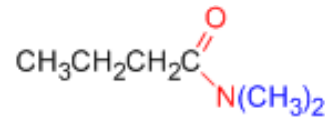
Para nombrar al grupo de aminas usaremos el prefijo del radical o radicales unidos al átomo de nitrógeno, en estricto orden alfabético, y como sufijo la palabra **-amina**.

**Ejemplos:**

Existe una consideración importante en las aminas; cuando la función de la amina interviene como sustituyente en la cadena principal utilizaremos el prefijo **-amino**, tal y como lo observamos a continuación:



Otro grupo de los compuestos orgánicos con nitrógenos son las amidas.

**Ejemplos:**Metan**amida**Etan**amida**N-Metilpropan**amida**N,N-Dimetilbutan**amida**

Las amidas sustituidas tienen esta definición porque uno o varios hidrógenos fueron sustituidos por otros grupos, como es el caso de la N,N-dimetilacetamida. La naturaleza de las amidas es, generalmente, neutra respecto a la capacidad de reacción en comparación con los ácidos o aminas que derivan; asimismo, algunas son ligeramente resistentes a la hidrólisis.

Las amidas de estructura pequeña, llamadas también simples de los ácidos carboxílicos alifáticos a excepción de la formamida, se encuentran en un estado sólido a temperatura ambiente y las amidas sustituidas de los ácidos carboxílicos alifáticos son líquidas, con puntos de ebullición altos. Las amidas de los ácidos carboxílicos aromáticos o sulfónicos se encuentran generalmente, sólidas.

Si necesitamos o nos solicitan el nombre de una amida con base en la IUPAC, debemos considerar reemplazar la terminación **-oico** del nombre IUPAC del ácido precursor por la palabra **amida** (tabla 11).

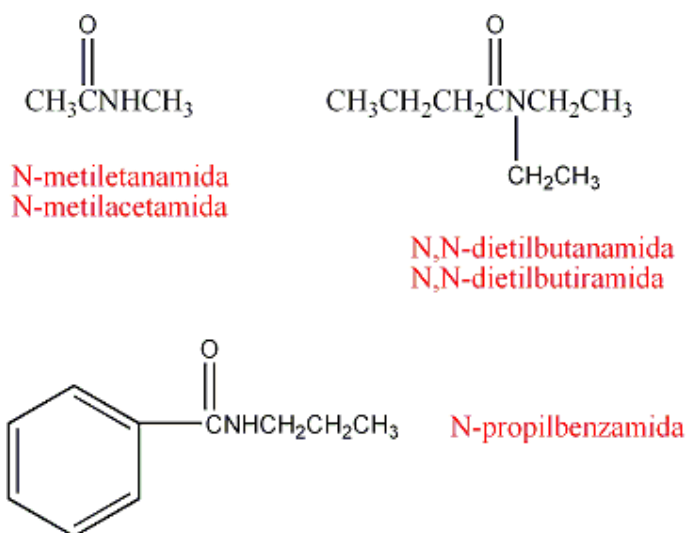
Como ejemplos tenemos al ácido metanoico donde el nombre de su amida cambiará a metanamida y la acetamida cambia de nombre a etanamida.

Tabla 11. Ejemplos de nombres comunes de amidas

Amida	Fórmula Química
Formamida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HCNH}_2 \end{array}$
Acetamida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{C}\text{NH}_2 \end{array}$
Propionamida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\text{NH}_2 \end{array}$
Butiramida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}\text{NH}_2 \end{array}$
Isobutiramida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CH}\text{C}\text{NH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$

Tomado de <http://quimicorganica2012.wikispaces.com/CONTENIDO>

Para el caso de las amidas sustituidas el nombre del grupo o grupos R se adicionan al nombre, para posteriormente colocar el prefijo N antes del nombre para identificar los grupos que están unidos al átomo de nitrógeno (figura 12).



**Figura 12. Ejemplos de algunas amidas.** Se muestra el cambio de nombre de las amidas a partir de su ácido precursor.

Tomado de <http://quimicorganica2012.wikispaces.com/CONTENIDO>

A continuación, veremos la nomenclatura de otros compuestos orgánicos muy importantes en la naturaleza que presentan otros grupos funcionales y que en muchos casos son utilizados como solventes.

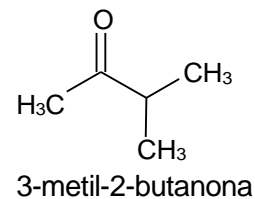
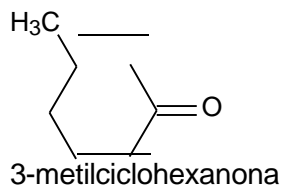
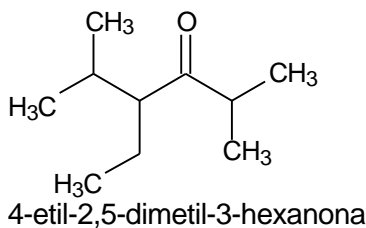
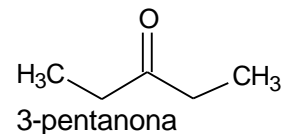
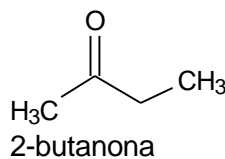
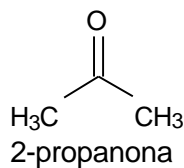


## Cetonas

Son compuestos que, al igual que los aldehídos, poseen en su estructura un grupo carbonilo ( $\text{-C=O}$ ), pero con la diferencia de que en las cetonas no poseen enlaces con hidrógeno, de modo que está unido a otros dos carbonos mediante enlaces sigma.

La nomenclatura IUPAC de las cetonas sigue las mismas reglas y consideraciones que se aplican para los alcanos, con la diferencia de que la terminación del nombre de la cadena principal cambia de  $\text{-ano}$  a  $\text{-ona}$ , indicando la posición del carbono carbonilo.

### Ejemplos:



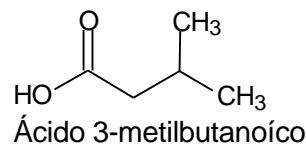
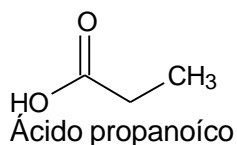
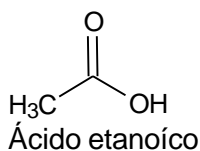
En condiciones apropiadas tanto los alcoholes como los aldehídos se pueden oxidar hasta llegar a formar ácidos carboxílicos, que son las siguientes moléculas que estudiaremos

## Ácidos carboxílicos

Son compuestos que contienen el grupo carboxilo:  
**-COOH**

Para nombrar a esta familia de compuestos, se inicia con la palabra **ácido** seguida del prefijo griego que indica el número de carbonos (incluyendo el carbonilo) y finalizando con la terminación **-oico**.

**Ejemplos:**



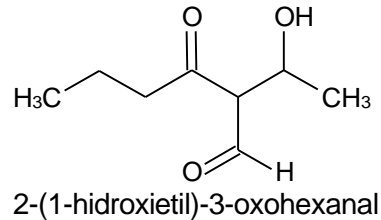
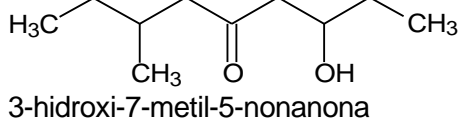
En el caso de que los compuestos contengan más de un grupo funcional en su estructura, se debe elegir el grupo de mayor prioridad de acuerdo con la información que se muestra en la tabla 12, en ella se puede apreciar que los compuestos de mayor prioridad son los ácidos carboxílicos, seguidos por los aldehídos y cetonas, alcoholes, aminas y por último los alquenos y alquinos. El sufijo del nombre del compuesto corresponde al grupo funcional de mayor prioridad, los demás grupos se citan como sustituyentes (prefijos).

Tabla 12. Prioridad de los grupos funcionales

Grupo funcional	Nombre como sufijo	Nombre como prefijo
Ácido carboxílico	Ácido -oico	carboxi
Aldehído	-al	oxo
cetona	-ona	oxo
amina	-amina	amino
alqueno	-eno	alquenil
alquino	-ino	alquinil
alcano	-ano	alquil

Tomado de

<https://www.google.com.mx/search?q=imagenes+de+prioridad+y+grupos+funcionales>.

**Ejemplos:**

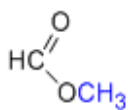
En el primer caso, el grupo de mayor prioridad es la cetona y en el segundo caso el aldehído, los grupos restantes fueron nombrados como sustituyentes de la cadena principal (Klages, 2005).

Otro grupo importante que debemos estudiar son los ésteres, los cuales proviene de condensar a los alcoholes.

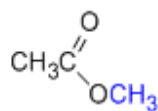
**Ésteres**

Son compuestos cuya fórmula general es **R'COOR**, donde R' puede ser H o un grupo derivado de un hidrocarburo y R es un grupo derivado de un hidrocarburo.

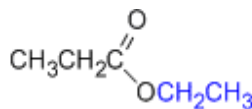
Para nombrar a los ésteres se considera la sal del ácido del que provienen, respetando la nomenclatura de la IUPAC, pero cambiando la terminación -oico del ácido por la terminación **-oato**, finalizando con el nombre del grupo alquilo unido al oxígeno.

**Ejemplos:**

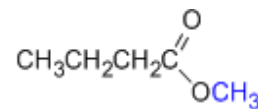
metanoato de metilo



Etanoato de metilo



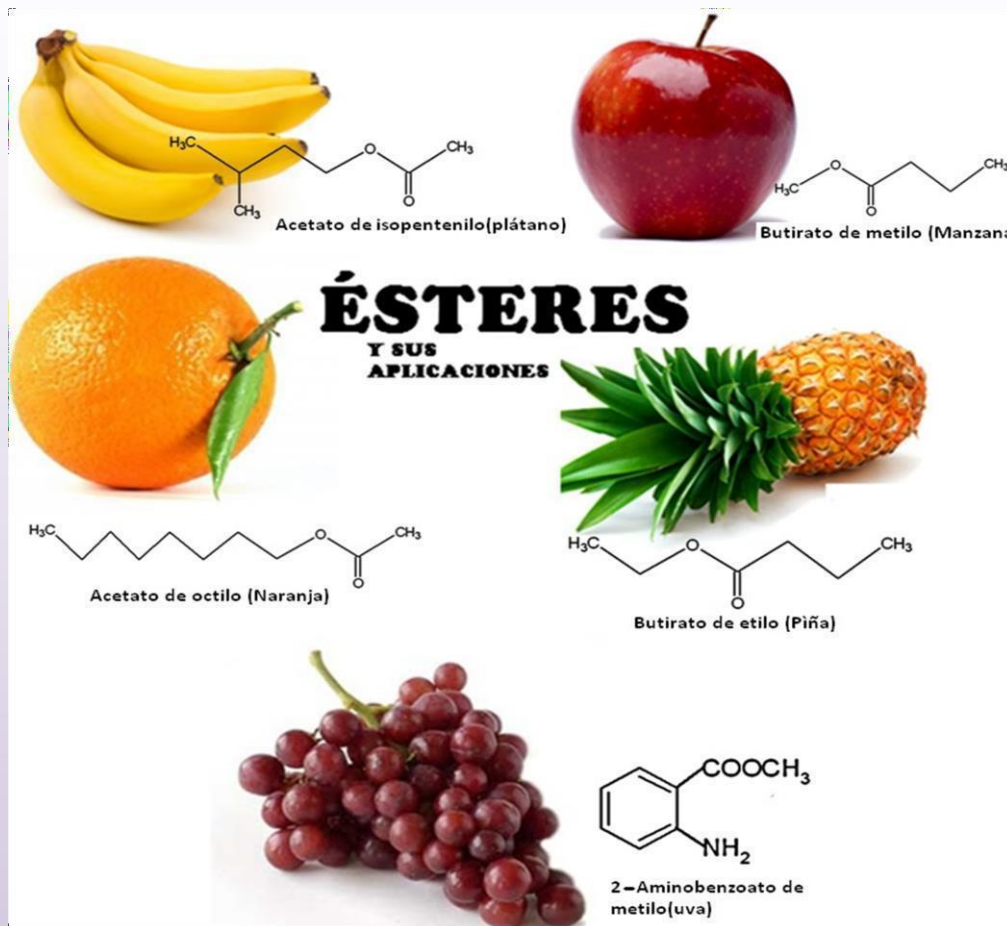
Propanoato de etilo



Butanoato de metilo

Los ésteres están presentes en la naturaleza proporcionando el olor característico a distintas frutas, como lo puedes observar en el siguiente organizador gráfico.

## Tabla 13. Ésteres y sus aplicaciones



Observa algunos ejemplos de ésteres que están presentes en alimentos como las frutas. Tomado de

<http://www.quimicayalgomas.com/wpcontent/uploads/2011/10/Esteres-portada.jpg>

Por último, veremos al grupo de los halogenuros, conocidos también como **haluros**. Recordarás que cuando la molécula pierde un hidrógeno, se forma un grupo alquilo y que puede sustituirse por otro elemento que en este caso puede ser F, Cl, Br y I, formándose un enlace polar, debido a la electronegatividad de los halógenos que es más fuerte que la del carbono (figura 13).

Las características principales de los halogenuros de alquilo, también llamados haluros de alquilo, es que presentan densidades y puntos de ebullición más altos que los correspondientes alcanos, y esto es debido al peso molecular del halógeno.

Para nombrar a los halogenuros se debe iniciar con el grupo de halógenos presentes en la cadena de carbonos. En la siguiente tabla puedes apreciar las dos formas de nombrar a los compuestos orgánicos el de la IUPAC y el común.

	$\text{CH}_3\text{-Cl}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-F}$	$\begin{array}{c} \text{Br} \\   \\ \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \end{array}$
IUPAC	clorometano	fluoroetano	2-bromopropano
Común	cloruro de metilo	fluoruro de etilo	bromuro de isopropilo
	$\text{CH}_2\text{Cl}_2$	$\text{CHCl}_3$	$\begin{array}{c} \text{F} \\   \\ \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-I} \end{array}$
IUPAC	diclorometano	triclorometano	2-fluor-1-yodobutano
Común	cloruro de metileno	cloroformo	yoduro de 2-fluorobutano
	$\text{CHClF}_2$	$\text{CCl}_3\text{-CH}_3$	$\text{CH}_2=\text{CHCl}$
IUPAC	cloro difluoro metano	tricloroetano	cloroeteno
Común	Freón-22	cloruro de etilo	cloruro de vinilo
		$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	
IUPAC		1,2,3,4-tetrafluoroeteno	
Común		tetrafluoroetileno	

Figura 13. Nombre IUPAC y común de algunos haluros.

Tomado de <http://prepa8.unam.mx/academia/colegios/quimica/infocab/unidad332.html>

Otro grupo de haluros, son los halogenuros de arilo, de igual forma son compuestos orgánicos unidos a halógenos. La diferencia radica que están junto a un aromático que es el benceno, por lo que reciben el nombre de halogenuros de arilo.

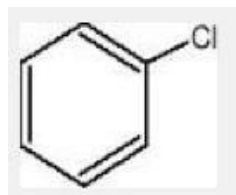
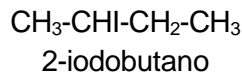


Figura 14. Representación de un halogenuro de arilo. Se muestra la estructura del cloro benceno.

Tomado de <http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/quimica/Tema14.html>

Es importante aclarar que el halógeno yodo (I), se debe escribir con “i” y no con “y”, como se muestra en el siguiente compuesto.



Observa que el compuesto base que es el butano pierde su hidrógeno, viene el yodo y se posiciona en el carbono 2; asimismo, también puede posicionarse en el carbono 1, por lo tanto, en química orgánica se pueden formar varios isómeros.

## Enlaces

Es muy importante que aprendas a nombrar correctamente todos los compuestos orgánicos ya que en la asignatura de “Bioquímica” estudiarás los procesos metabólicos en los que intervienen.

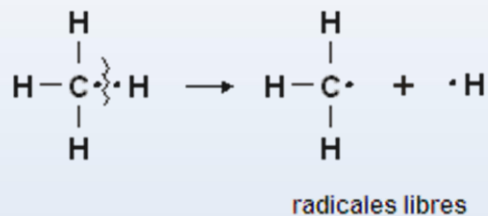
### 3.1.5. Principales reacciones de compuestos orgánicos

Los compuestos orgánicos pueden tener cambios en su estructura generados por diferentes reacciones químicas, en las que se rompen u originan enlaces (Morrison y Neilson, 2000). En el caso de las reacciones por rupturas éstas se clasifican en dos tipos, la homolítica y la heterolítica.

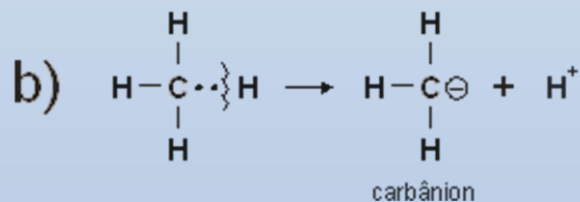
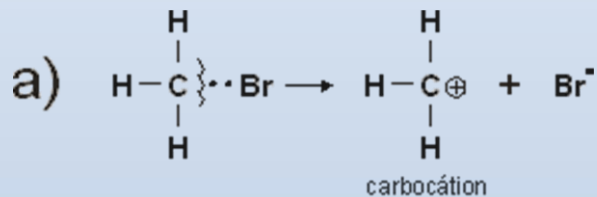
## Reacciones de ruptura

**Ruptura homolítica**

Tiene lugar cuando el enlace covalente se rompe de manera equitativa; es decir, cada uno de los fragmentos se lleva consigo a uno de los electrones que formaban el enlace original. Este proceso origina especies químicas llamadas radicales libres.

**Ruptura heterolítica**

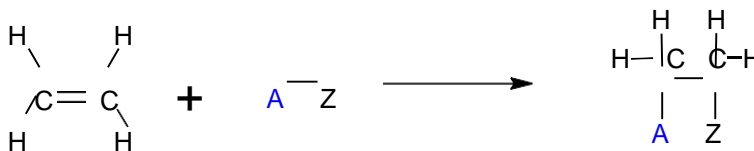
Ocurre cuando la ruptura del enlace es asimétrica, es decir, cuando uno de los fragmentos del enlace se queda con los dos electrones del enlace original. Este proceso produce la formación de iones, es decir hay una especie cargada negativamente (anión) y otra cargada positivamente (catión).



De manera general existen tres tipos principales de reacciones que ocurren en los compuestos orgánicos: **la adición, la sustitución y la eliminación.**

## Reacciones de adición

Se definen como aquellas reacciones químicas que ocurren en los enlaces múltiples, como en el caso de los alquenos y los alquinos; así como en el grupo carbonilo de aldehídos y cetonas. Dichas reacciones se basan en la adición de dos especies químicas al enlace múltiple de una molécula insaturada (es decir, aquella que posee un enlace doble o triple). Como se muestra en la figura 14.



**Figura 15. Esquema de una reacción de adición.** El enlace doble de la primera molécula se rompe para formar un enlace sencillo con la segunda molécula.

Para este caso, la reacción se lleva a cabo mediante la formación de iones, por una adición electrofílica porque comienzan con el ataque del electrófilo (acepta electrones) al enlace múltiple, seguido de la adición del nucleófilo (dona electrones).

Las reacciones de adición reciben diferentes nombres dependiendo del compuesto que se está adicionando (Tabla 14). Es más común que este tipo de reacciones ocurran en los alquenos y los alquinos.

Tabla 14. Reacciones de adición

Nombre de reacción	Ejemplo
<b>Hidrogenación</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$
<b>Halogenación</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Cl}-\text{Cl} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}_2}$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{Cl}-\text{Cl} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$
<b>Hidrohalogenación</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}-\text{Cl} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\underset{\text{H}}{\text{CH}_2}$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{H}-\text{Cl} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\underset{\text{H}}{\text{CH}}$
<b>Hidratación</b>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{H}}{\text{CH}_2}$ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \left[ \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{C}}=\underset{\text{H}}{\text{CH}} \right] \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{OH})_2-\text{CH}_3$

Tomado de [http://ocwus.us.es/quimica-organica/quimica-organica/temas/6\\_alquenos/leccion13/pagina\\_06.htm](http://ocwus.us.es/quimica-organica/quimica-organica/temas/6_alquenos/leccion13/pagina_06.htm)

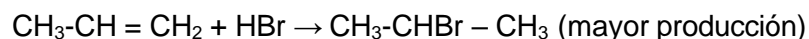
Los grupos que se adicionan al doble o triple enlace, lo pueden hacer en cualquiera de los dos carbonos, siempre y cuando el doble enlace sea simétrico, es decir sean de igual número de hidrógenos en cada átomo de carbono, de ahí que se obtengan mezclas de

compuestos, los cuales se llaman isómeros; sin embargo, cuando el enlace es asimétrico y la molécula a adicionarse contiene hidrógeno, se seguirá la regla de Markovnikoff.

## Regla de Markovnikoff

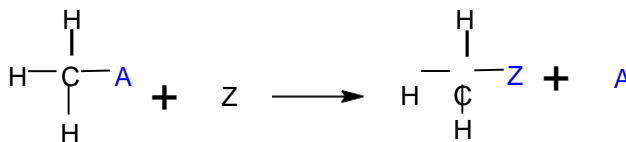
Esta regla menciona que cuando un reactivo asimétrico sufre una adición, el nuevo compuesto se adiciona a la insaturación que tenga el número mayor de hidrógenos, tal y como se muestra a continuación.

### Ejemplo:



## Reacciones de sustitución

Son aquellas reacciones que se llevan a cabo en un átomo o grupo atómico, el cual es sustituido o desplazado por otro, como se muestra en la figura 15.

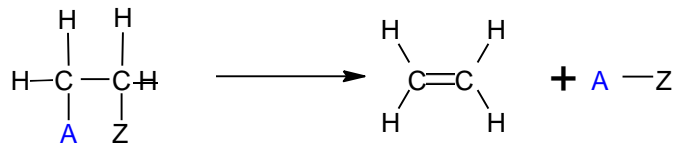


**Figura 16. Esquema de una reacción de sustitución. El elemento A es sustituido por el elemento Z.**

Las reacciones de sustitución también pueden clasificarse en: reacciones por radicales libres, nucleofílicas o de electrofílicas.

## Reacciones de eliminación

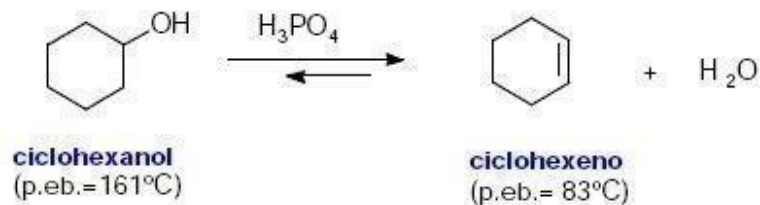
Son aquellas que crean el proceso inverso a las reacciones de adición y consisten en la pérdida de átomos o de un grupo de átomos de una molécula, formando enlaces múltiples o anillos (Figura 16).



**Figura 17. Esquema de una reacción de eliminación.** Los elementos A y Z son eliminados del primero compuesto, formándose un doble enlace en su lugar.

A continuación, analizaremos un ejemplo de reacción de eliminación:

**Ejemplo:** La deshidratación de alcoholes para formar otro grupo que será un alqueno.



### 3.2. Principales biomoléculas

Los diversos tipos de grupos funcionales orgánicos que hemos estudiado generan un inmenso conjunto de moléculas con reactividades químicas muy específicas y que forman parte de los seres vivos junto con otras moléculas inorgánicas. Casi todas las clases de moléculas orgánicas, que son constituyentes de los organismos, están formadas principalmente por seis elementos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre; además, contienen cantidades mínimas de elementos metálicos y otros no metálicos (McKee y McKee, 2003).

#### Macromoléculas y biomoléculas

##### Macromoléculas

Se pueden definir como aquellas sustancias que tienen una elevada masa molecular, es decir, contienen unidades estructurales repetidas, las cuales son llamadas monómeros (Marvel, 1998).

##### Biomoléculas

Son compuestos orgánicos que están presentes en todos los seres vivos y están constituidos principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno, fósforo y azufre, siendo las más importantes: los carbohidratos, proteínas y lípidos.

Muchos de los compuestos orgánicos que se encuentran en las células son relativamente pequeños, con pesos moleculares inferiores a 10 000 dalton (D), las células contienen cuatro familias de moléculas pequeñas: aminoácidos, azúcares, ácidos grasos y nucleótidos. Los miembros de cada grupo desempeñan varias funciones (tabla 15).

Tabla 15. Principales biomoléculas y su función

Molécula pequeña	Polímero	Funciones generales
Aminoácidos	Proteínas	Catálisis y elementos estructurales.
Azúcares	Hidratos de carbono	Fuentes energéticas y elementos estructurales.
Ácidos grasos	No aplica	Fuentes energéticas y elementos estructurales de las moléculas lipídicas complejas.
Nucleótidos	DNA y RNA	Información genética y síntesis de proteínas.

## Enlaces

Las biomoléculas son muy importantes en el estudio de la estructura y metabolismo de las células que analizarás en la asignatura de “Biología celular”, para ello es importante que continúes con su estudio entíendase identifiques cómo se sintetizan, tema que estudiarás en la asignatura de “Bioquímica”.

### 3.2.1. Carbohidratos

Los carbohidratos son las moléculas más abundantes en la naturaleza, que además de ser una fuente importante de producción rápida de energía en las células forman parte estructural de las células y son componentes de numerosas rutas metabólicas.

## Carbohidratos

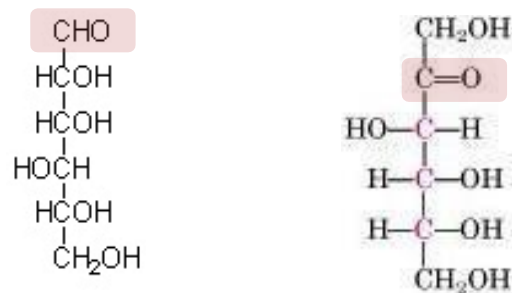
También conocidos como azúcares, son compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, utilizados durante el metabolismo para producir una gran cantidad de energía, liberando dióxido de carbono y agua, por lo que son reconocidos como la fuente principal de energía para los seres vivos

Los carbohidratos dependiendo del número de unidades que los componen, se clasifican en tres grupos: **monosacáridos**, **disacáridos** y **polisacáridos**

## Monosacáridos

Los monosacáridos son los carbohidratos más sencillos y también son conocidos como azúcares simples.

Los monosacáridos se dividen en dos grandes grupos diferenciados por el grupo funcional presente en la molécula, de esta forma se tienen a las **aldosas**, llamadas así debido a la presencia de un grupo aldehído (**-CHO**) y las **cetosas**, nombradas así por el grupo cetona (**-C=O**) presente en el carbohidrato (figura 18).



**Figura 18. Estructura de aldosas y cetosas.** Del lado izquierdo se representa la glucosa con el característico grupo aldehído y del lado derecho la fructosa con el grupo cetona.

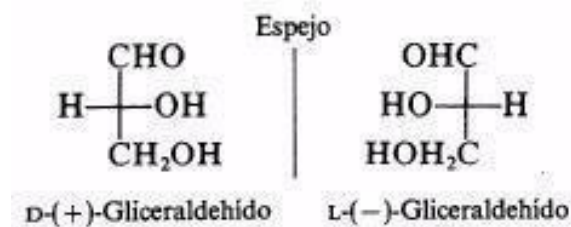
*Tomado de Curtis, 2009.*

En todos los monosacáridos (a excepción de la dihidroxiacetona) existen carbonos asimétricos, permitiendo la formación de dos conformaciones, los isómeros **D** y **L**. Es muy sencillo determinar si un carbohidrato es D o L, para hacerlo debes:

### Identificación de la conformación

1. Escribir la molécula en proyección de Fischer.
2. Identificar el penúltimo carbono asimétrico más alejado del grupo funcional.
3. Identificar la posición del grupo OH en este carbono. Esta posición determinará si el carbohidrato es D o L. Si el grupo está a la derecha el carbohidrato es D y si está a la izquierda el carbohidrato es L.

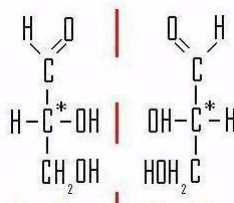
El gliceraldehído es un caso interesante ya que la forma D y L son imágenes especulares entre sí (figura 20), por lo que se dice que son **isómeros quirales**, **enantiómeros** o **enantiomorfos**.



**Figura 20. Isómeros quirales del gliceraldehído.** Del lado izquierdo se representa la conformación D y del lado derecho la L.

*Tomado de Curtis, 2009*

En el caso de las aldosas, todas se consideran como estructuras derivadas del gliceraldehído, ya sea D o L, y las cetosas se consideran estructuralmente derivadas de la D- o L-eritrosa (figura 21).



**Figura 21. Forma D- y L- de la eritrosa.** Se observan las dos conformaciones de una cetosa, del lado izquierdo la D y del lado derecho la L.

*Tomado de Curtis, 2009*

Como te darás cuenta, entre mayor cantidad de carbonos asimétricos tenga un carbohidrato, mayor será el número de isómeros ópticos posibles. Hay una fórmula muy sencilla para calcular este número de isómeros, la cual está dada por  $2^n$  donde n es el número de carbonos asimétricos presentes en la molécula.

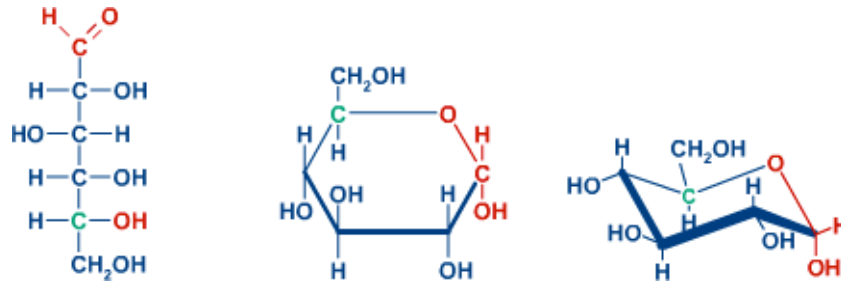
Los monosacáridos experimentan varios tipos de isomerizaciones, por ejemplo, tras varias horas una disolución alcalina de D-glucosa también contiene D-manosa y D-fructosa. Ambas isomerizaciones implican un desplazamiento intramolecular de un átomo de hidrógeno y una nueva disposición del doble enlace. El intermediario que se forma se denomina enediol. La transformación reversible de la glucosa en fructosa es un ejemplo de interconversión aldosa-cetosa. La conversión de glucosa en manosa se denomina una **epimerización**, ya que cambia la configuración de un único carbono asimétrico (McKee y McKee, 2003).

### ¿Sabes cuál es el origen de la conformación D o L?

Es una propiedad física de las moléculas que son ópticamente activas, es decir, que pueden desviar el plano de la luz polarizada y se debe, en el caso de los carbohidratos, a la presencia de los carbonos asimétricos.

De esta forma, a las moléculas que desvían la luz polarizada a la derecha se les llama dextrógiros, dextrorrotatorios o simplemente D, y los compuestos que desvían la luz polarizada a la izquierda se les llama levógiros, levorrotatorios o simplemente L.

Existe otra forma de representar a los carbohidratos, que se utiliza sobre todo cuando se están representando moléculas complejas, como los almidones o la celulosa, estas representaciones son la **proyección de Haworth** que es una forma común de representar a los carbohidratos de forma cíclica y la **representación de silla** que presenta a las moléculas en su forma más estable (figura 22).



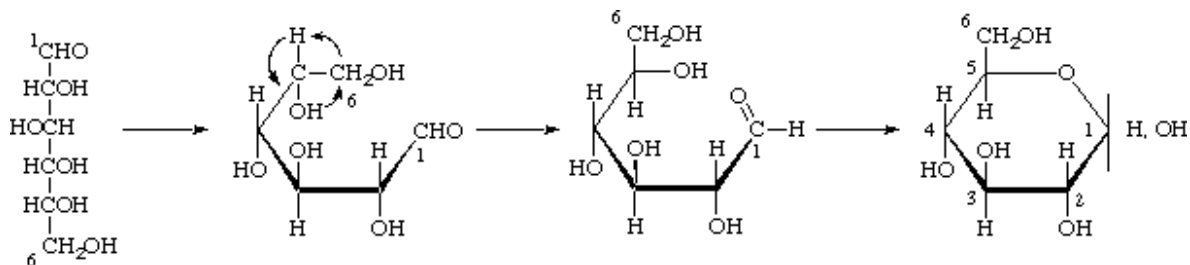
**Figura 22. Representaciones de la glucosa.** De izquierda a derecha, representación de Fischer, representación de Haworth y representación de silla.

*Tomado de Curtis, 2009*

Dependiendo del número de carbonos que presente el monosacárido, éstos pueden ser: **triosas**, que en su estructura tiene tres átomos de carbono; **tetrosas**, que contienen cuatro átomos de carbono, **pentosas**, con cinco átomos de carbono, o **hexosas** que contienen seis átomos de carbono. Esta clasificación aplica tanto para las aldosas como a las cetosas. Los monosacáridos más abundantes en las células son las pentosas y las hexosas.

Los monosacáridos de cinco o más carbonos se pueden dibujar en forma cerrada, esto es debido a que el grupo carboxilo forma parte de un anillo hemiacetalico, al reaccionar con un alcohol de la misma molécula. Cuando tienen cinco átomos de carbono a la estructura formada se le conoce como anillo furanosa, por analogía con la estructura del heterociclo furano; cuando el ciclo está formado por seis átomos de carbono, se llama anillo piranosa, por su semejanza con la estructura del pirano.

Cuando los monosacáridos forman anillos al reaccionar con los alcoholes de la misma molécula se forman hemiacetales.



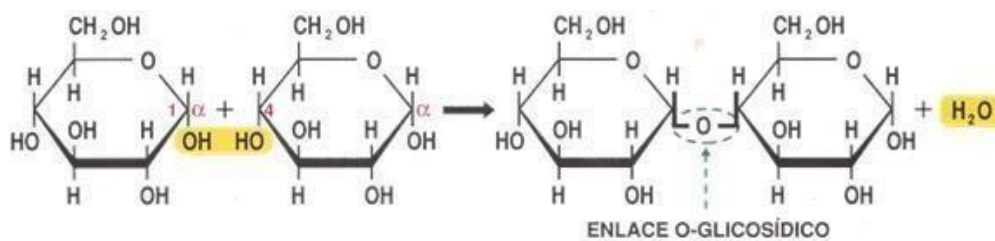
**Figura 23. Formación del hemiacetal en la glucosa.** Se forman la  $\alpha$ -D- glucopiranososa (alcohol en carbono 1 hacia arriba) y la  $\beta$ -D-glucopiranososa (alcohol en carbono 1 hacia abajo).

Tomado de <http://www.um.es/molecula/gluci02.htm>

Los azúcares que pueden oxidarse por agentes oxidantes débiles como el reactivo de Benedict se denominan azúcares reductores, debido a que la reacción sólo se produce con azúcares que puedan revertir a la forma de cadena abierta. Todos los monosacáridos son azúcares reductores.

## Disacáridos

Son compuestos formados por azúcares simples unidos mediante enlaces glicosídicos, que no pueden ser asimilados a menos que sean descompuestos en sus componentes por una enzima específica.

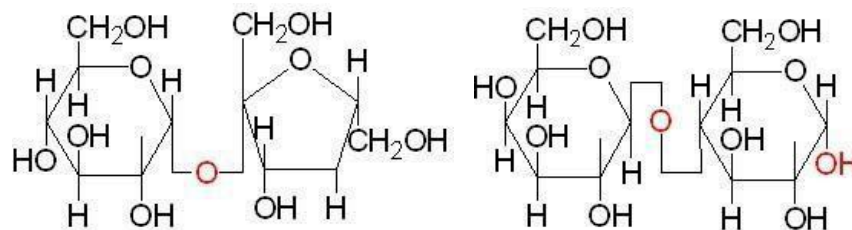


**Figura 24. Enlace glicosídico.** Se identifica el enlace que une a dos moléculas de glucosa liberando una molécula de agua (en amarillo) en su formación.

Tomado de <http://www.um.es/molecula/gluci03.htm>

Existen dos formas de enlaces glicosídicos: los **alfa** y la beta dependiendo de la posición del grupo hidroxilo del carbono anomérico.

**Ejemplo:** El carbono anomérico o carbono 1 de la D-glucosa reacciona con el carbono 4 de la D-galactosa formando el enlace  $\alpha$  1-4 de la D-lactosa. Cuando el carbono 1 de la D-glucosa se une con el carbono 2 de la D-fructosa se forma el enlace  $\alpha$  1-2 de la D-sacarosa (figura 25).



**Figura 25. Tipos de enlaces glicosídicos.** El primer disacárido representa a la sacarosa (glucosa-fructosa) con enlace  $\alpha$  1-2-enlace glicosídico, la segunda estructura representa a la lactosa (glucosa-galactosa) con enlace  $\alpha$  1-4-enlace glicosídico.

Tomado de Curtis, 2009.

Algunos ejemplos de disacáridos son:

La **lactosa**, es el azúcar de la leche; la **maltosa**, conocida también como azúcar de malta, es un producto intermediario de la hidrólisis del almidón y no parece existir en forma libre en la naturaleza, es un disacárido con un enlace glicosídico entre dos moléculas de D-glucosa; la **celobiosa** es un producto de degradación de la celulosa, contiene dos moléculas de glucosa ligadas por un enlace glicosídico  $\beta$ (1-4); y la **sacarosa** o azúcar común de mesa que se produce en las hojas y raíces de las plantas.

## Polisacáridos

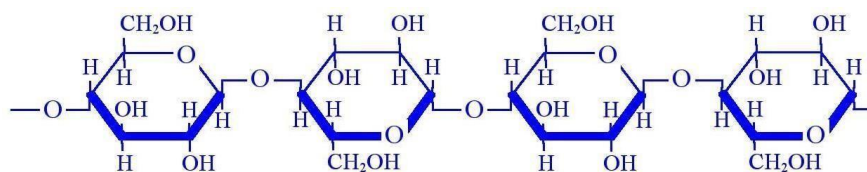
Se identifican como aquellos carbohidratos más complejos puesto que están formados por varios mono o disacáridos.

El término oligosacárido se utiliza para polímeros de azúcares relativamente pequeños que constan de dos a diez o más unidades de monosacáridos. Las moléculas de polisacáridos se utilizan como formas de almacenamiento de energía o como materiales estructurales y están formados desde cientos hasta miles de unidades de carbohidratos.

Los monosacáridos que conforman los oligosacáridos están unidos también por enlaces glucosídicos y la cadena formada puede ser lineal o ramificada. Los oligosacáridos más comunes están formados generalmente por D-glucosa, D-galactosa, D-manosa, N-acetil-D-glucosamina, N-acetil-D-galactosamina, ácido siálico y fucosa.

Algunos ejemplos de polisacáridos son:

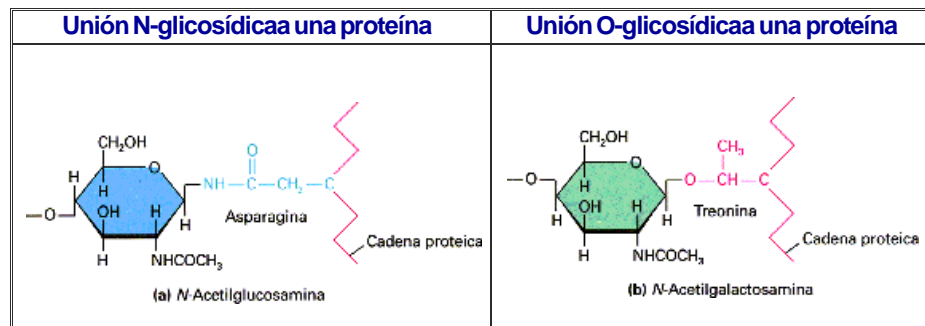
El **almidón**, que constituye una fuente de energía importante para los seres humanos, es una mezcla de dos polímeros, los cuales son: la amilopectina (80%), insoluble en agua y la amilosa (20%), soluble en agua. En ambos casos, son un homopolímero de la D-glucosa, donde los enlaces glucosídicos son  $\alpha$ -1,4' en su mayoría y  $\alpha$ -1,6' en menor proporción. Lo encontramos en los granos de cereales, en las raíces comestibles tales como las papas, el cual se libera durante la cocción de los alimentos. La **celulosa** es un homopolímero de la D-glucosa y es insoluble en agua. Los enlaces glucosídicos del acetal son beta, lo que pone a los sustituyentes en posición ecuatorial, dando como resultado un polímero estable, forma parte de la madera y del algodón.



**Figura 26. Estructuras de la celulosa.** Se observan los enlaces glucosídicos que unen los monómeros de glucosa.

Tomado de <http://selectividadandalucia.blogspot.mx/2013/07/polisacaridos.html>

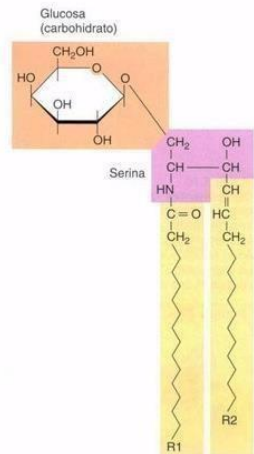
Los carbohidratos también pueden combinarse con otras biomoléculas como los ácidos nucleicos, los cuales contienen los carbohidratos ribosa y desoxirribosa como parte constituyente. Los oligosacáridos ramificados suelen estar unidos covalentemente a proteínas o a lípidos formando **glicoproteínas** y **glicolípidos**. La unión a proteínas suele ser de dos tipos: mediante **enlaces N-glicosídicos** es decir, la unión a un grupo amida de la cadena lateral de la asparagina y por enlaces **O-glicosídicos**, los cuales se presentan cuando se enlaza el carbohidrato con un grupo OH de la cadena lateral de los aminoácidos serina o treonina (figura 27).



**Figura 27. Unión de oligosacáridos a proteínas.** Del lado izquierdo se muestra la unión N-glicosídica y del lado derecho la O-glicosídica.

Tomado de <http://chemistry.umeche.maine.edu/CHY251/Enzym-Stereo.html>.

En el caso de los glicolípidos, estos se forman a partir de un enlace O-glicosídico con el grupo OH de un lípido (figura 28).



**Figura 28. Estructura de un glicolípidio.** Formado a partir de la unión de la glucosa y un lípido

Tomado de Curtis, 2009.

### 3.2.2. Lípidos

Los lípidos son sustancias naturales que conforman un grupo muy heterogéneo de biomoléculas. Se consideran lípidos moléculas como las grasas, los aceites, los fosfolípidos, los esteroides y los carotenoides, que se diferencian mucho en estructura y función. A causa de su diversidad el término lípido tiene una definición más operativa que estructura.

#### Lípidos

También conocidos como ácidos grasos, son ácidos monocarboxílicos que generalmente contienen un número par de átomos de carbono (4 a 36) y en algunos organismos actúan como fuentes de energía. Se caracterizan por ser sustancias insolubles en disolventes polares, como el agua y solubles en disolventes no polares, como el benceno, el éter, la acetona, el cloroformo, entre otros.

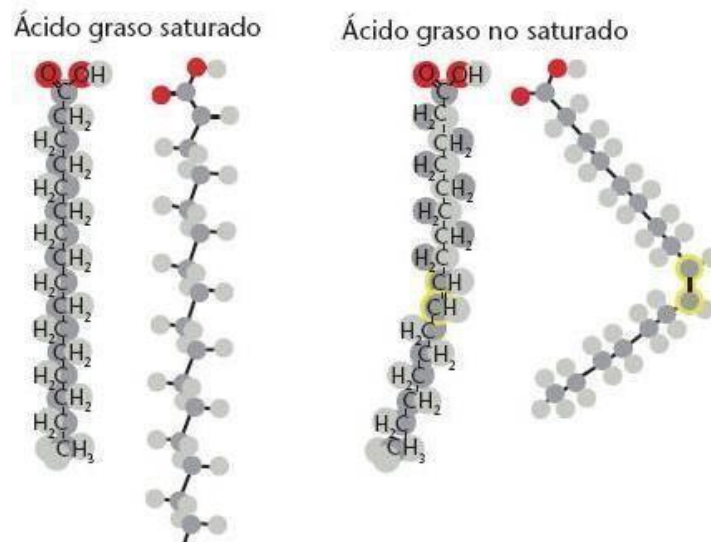
Podemos clasificar a los lípidos en **saponificables** e **insaponificables**. La **saponificación** es una reacción química que consiste en la disociación de los ácidos grasos en un medio alcalino de manera que se asocian con los álcalis formando las sales sódicas de los ácidos grasos que forman el jabón.

De esta manera, la clasificación de los lípidos la podemos observar en la **Tabla 16**.

Tabla 16. Clasificación de los lípidos

Tipo de lípido	Lípido
Saponificables	Ácidos grasos
	Acilglicéridos
	Fosfoglicéridos
	Esfingolípidos
	Ceras o céridos
No saponificables	Terpenos
	Esteroides
	Eicosanoides o prostaglandinas

**Ácidos grasos:** son ácidos monocarboxílicos que contienen típicamente cadenas hidrocarbonadas de longitudes variables (entre 12 y 20 carbonos). La cadena puede contener dobles enlaces (ácido graso insaturado) o no contener dobles enlaces (ácido graso saturado). Los ácidos grasos se distinguen por el número de carbonos y la posición de los dobles enlaces.

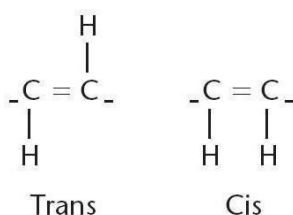


**Figura 29. Estructura de un ácido graso.** En la parte izquierda se muestra un ácido graso saturado y en la parte derecha uno insaturado.

Tomado de

[http://www.dfarmacia.com/farma/ctl\\_servlet?\\_f=37&id=13132747](http://www.dfarmacia.com/farma/ctl_servlet?_f=37&id=13132747)

Existen dos configuraciones en los ácidos grasos insaturados dadas por la orientación de los átomos de hidrógeno con respecto al doble enlace: la **cis**, donde los hidrógenos están del mismo lado, y la **trans**, donde los hidrógenos se posicionan en lados opuestos (figura 30).



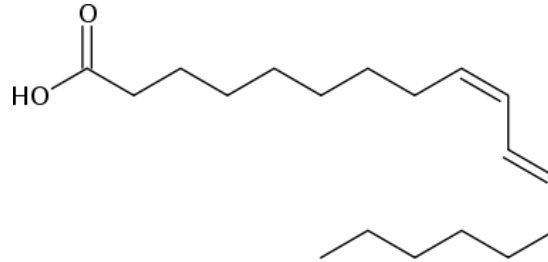
**Figura 30. Configuración cis y trans.** Se muestra del lado izquierdo la configuración trans de un ácido graso insaturado y del lado derecho la cis.

Tomado de Nelson y Cox, 2009.

Existen tres tipos de nomenclaturas para representar los ácidos grasos:

1. **La común.** En la que se les dan los nombres a los ácidos grasos por tradición, por ejemplo: el ácido palmítico le debe el nombre a su origen en el aceite de palma; el ácido oleico tiene su nombre porque proviene del aceite de oliva y el ácido esteárico que debe su origen al griego *stear* que significa grasa o sebo.
2. **La sistemática.** La cual sigue las reglas definidas por la IUAC, de manera que al carbono carboxílico se le otorga el número 1 y el resto de las posiciones se refieren a él. En este caso se indica el número de carbonos seguido de la palabra “decanoico”, cuando se refiere a un ácido graso saturado, por ejemplo: ácido hexadecanoico (16 átomos de C saturado) o ácido octadecanoico (18 átomos de C saturado). En caso de tener alguna insaturación se comenzará mencionando si la configuración es *cis* o *trans*, seguido del número que indica la posición donde se encuentra la insaturación, posteriormente se nombra el número total de C con la terminación “enoico” precedido del número de insaturación, por ejemplo: el ácido linoléico sería: cis,cis-9,12-octadecadienoico.
3. **La abreviada o numérica.** Donde aparecen números, letras y el símbolo delta para indicar la posición de las insaturaciones y la longitud de la cadena carbonada. Por ejemplo: para el ácido linoleico sería 19:2cΔ9,12. (figura 31). El primer número 19:2cΔ9,12 hace referencia al total de C que contiene. El segundo número 19:2cΔ9,12. indica el total de los dobles enlaces que posee. La letra 19:2cΔ9,12 son las configuraciones y posiciones de los dobles enlaces (c cuando es *cis* y t cuando es

*trans*). Delta y uno o más números 19: 2cΔ9, 12 corresponden al átomo de carbono en el que inicia cada doble enlace, estos números se designan contando a partir del carboxilo.



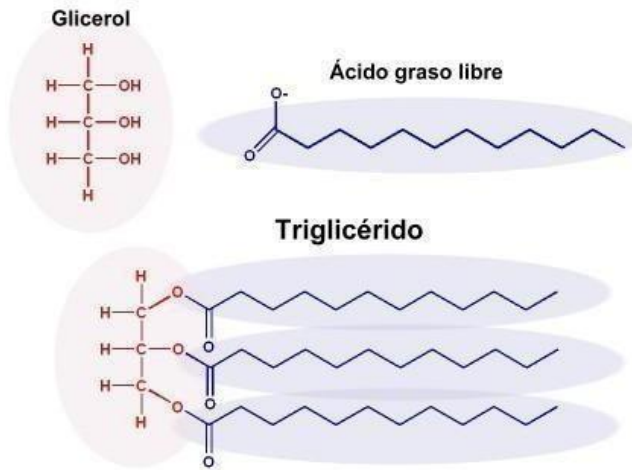
**Figura 31. Estructura del ácido linoleico.** La nomenclatura común es ácido linoleico, la nomenclatura sistemática es *cis, cis*-9,12-ocatadecadiénico y la nomenclatura abreviada es 19:2cΔ9,12.

*Tomado de Nelson y Cox, 2009.*

Ahora que ya conocemos la forma de nombrar a los lípidos en general, vamos a ir estudiando cada uno de ellos para analizar sus diferencias y funciones específicas.

**Acilglicéridos:** son ésteres de glicerol con moléculas de ácidos grasos; si un ácido graso se une a la glicerina, tendremos a un monoacilglicérido, y si son dos, un diacilglicérido, y si son tres, un triacilglicérido o triglicérido, que también se les conoce como grasas neutras. Los ácilglicéridos pueden ser sencillos, si contienen un solo tipo de ácido graso, o mixtos, si tienen ácidos grasos diferentes; asimismo, pueden ser de distintas longitudes ya sea insaturados, saturados o una combinación de ambos.

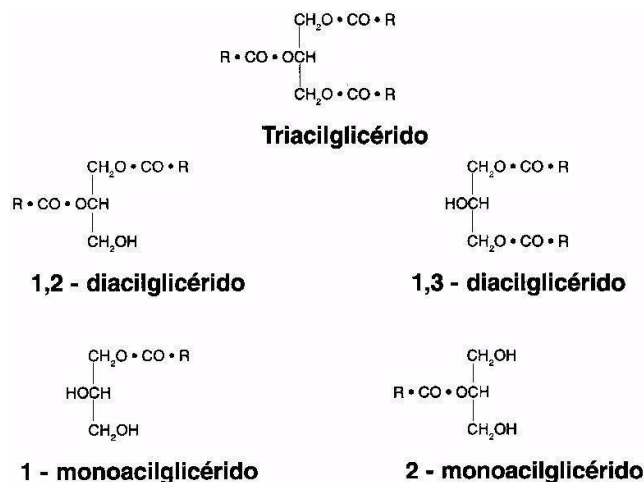
De acuerdo con la composición de los ácidos grasos, las mezclas de acilglicéridos se denominan grasas o aceites. Las grasas son sólidas a temperatura ambiente, contienen una gran proporción de ácidos grasos saturados y los aceites son líquidos a temperatura ambiente debido a su contenido relativamente elevado de ácidos grasos insaturados.



**Figura 32. Estructura de un acilglicérido.** La unión de una molécula de glicerol con tres moléculas ácido graso forman un triglicérido.

Tomado de <http://diccionariobiologica.blogspot.mx/>

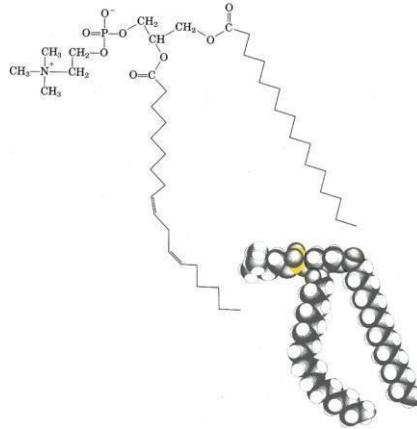
En la nomenclatura de los acilglicéridos se debe considerar la posición de unión del ácido graso con el glicero, en la figura 33 puedes observar algunos ejemplos. El tipo de ácido graso (con su nomenclatura correspondiente, como se indicó anteriormente) se representa como R y en el caso de los di y triacilglicétidos, estos ácidos grasos pueden ser del mismo tipo o de diferente estructura.



**Figura 33. Ejemplos de acilglicéridos.** Se muestra la estructura y nomenclatura de cinco diferentes acilglicéridos.

Tomado de [www.fao.org/docrep/V700S/V4700S00.htm](http://www.fao.org/docrep/V700S/V4700S00.htm).

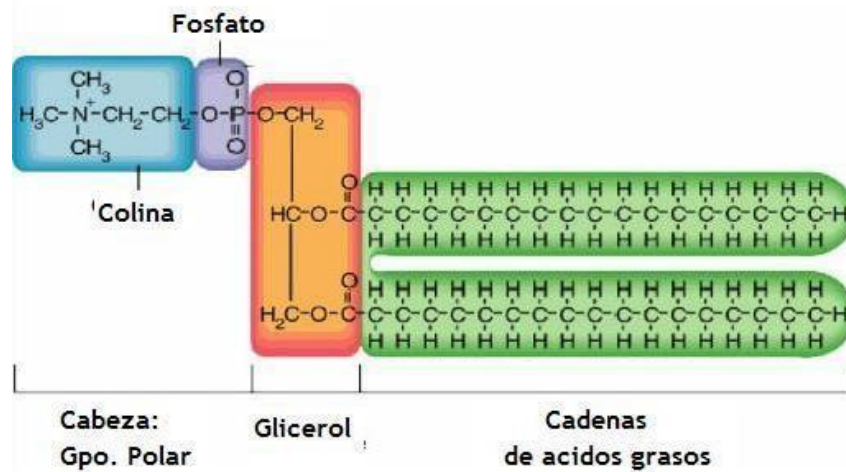
**Fosfoglicéridos:** Se caracterizan por tener un grupo fosfato, lo cual les confiere una mayor polaridad. En este caso se conforman por un ácido fosfatídico, glicerol y dos ácidos grasos que pueden ser saturados o insaturados (figura 34). Los diferentes tipos de fosfoglicéridos se diferencian en el tamaño, forma y carga eléctrica de sus grupos de cabeza polares (Nelson y Cox, 2009).



**Figura 34. Estructura de un fosfoglicérido.** Fosfatidilcolina formada por un fosfato, un glicerol y 2 ácidos grasos, uno saturado y uno insaturado.

*Tomado de Nelson y Cox, 2008.*

**Esfingolípidos:** Su estructura está constituida por una cadena larga del aminoalcohol **esfingosina**, en lugar de un glicerol y un ácido graso, el más común es el grupo de las ceramidas (figura 35). Los **glucolípidos** o **glucoesfingolípidos** son lípidos membranales formados de esfingosina y sacáridos o azúcares. Su estructura consta de una esfingosina, un ácido graso, un sacárido y una ceramida.

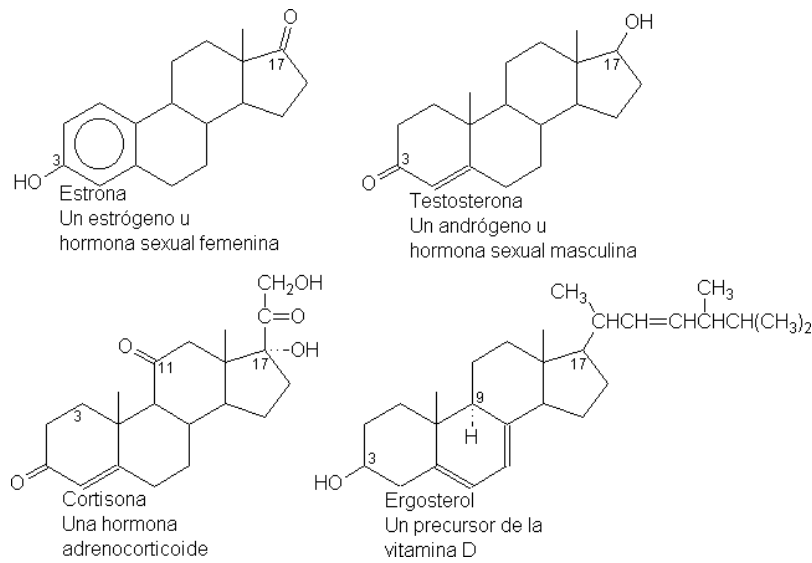


**Figura 35. Estructura de los fosfolípidos.** Se observa la cabeza polar formada por la colina, el grupo fosfato de morado, el glicerol de naranja y la parte no polar formada por cadenas de ácidos grasos.

Tomado de  
<http://mejoresapuntesbiologia.blogspot.mx/2013/05/trigliceridosfosfolipidoscarotenos-y.html>

**Ceras:** son mezclas complejas de lípidos apolares. Son ésteres de un monoalcohol y de un ácido graso, ambos de cadena larga. Forman las cubiertas protectoras de las hojas, tallos y las frutas de los vegetales; así como la piel de los animales. Los ésteres formados por ácidos grasos y alcoholes de cadena larga son constituyentes destacados de la mayoría de las ceras.

**Esteroides:** son lípidos no saponificables que derivan del **hidrocarburo perhidrociclopentanofenantreno**, el número y posición de sus dobles enlaces los hace diferentes unos de otros; así como en el tipo, número y localización de sus grupos funcionales. Los esteroides se diferencian entre ellos por la posición de los dobles enlaces carbono-carbono y diversos sustituyentes. Son sustancias importantes para los seres vivos, por ejemplo: el colesterol, los ácidos biliares, las hormonas sexuales, las hormonas de la corteza suprarrenal, alcaloides, entre otros (figura 36).



**Figura 36. Estructuras de esteroides.** Se muestra la estructura de los esteroides estrona, testosterona, cortisona y ergosterol.

Tomado de <http://132.248.103.112/orgánica/qo1/ok/alcohol/alco118.htm>

**Terpenos:** son otro tipo de lípidos insaponificables que derivan del isopreno y constan de dos o más moléculas de isoprenos, el cual es un hidrocarburo de cinco átomos de carbono. Reciben una subclasificación dependiendo de las unidades de isopreno que presenten, tal como lo indica la tabla 17. Regularmente, se encuentran unidos cola con cabeza; sin embargo, no es raro encontrar unidades de isopreno unidas cola con cola. Un ejemplo de terpeno es el licopeno.

Tabla 17. Clasificación de los terpenos

Nombre	Número de isoprenos en su estructura
Monoterpenos	Dos unidades
Sesquiterpenos	Tres unidades
Diterpenos	Cuatro unidades
Triterpenos	Seis unidades
Tetraterpenos	Ocho unidades

Todos los lípidos en general tienen funciones muy importantes en los seres vivos: como constituyentes de la membrana celular y como precursores de hormonas, por dar sólo unos ejemplos. Ahora que los conoces un poco mejor podemos continuar con el estudio de otras biomoléculas fundamentales para el funcionamiento celular, las proteínas.

### 3.2.3. Proteínas

Las proteínas son constituyentes esenciales de todos los organismos ya que realizan una gran diversidad de tareas en las células. Por ejemplo, en los animales, son los componentes estructurales principales del músculo, el tejido conjuntivo, las plumas, las uñas y el pelo. Además, participan en la regulación metabólica, el transporte, la defensa y la catálisis (McKee y McKee, 2003).

## Proteínas

Son polímeros que tienen como unidades monoméricas a los aminoácidos (palabra formada de dos vocablos, una que contiene un grupo amino y ácido que contiene un grupo carboxilo); dichas proteínas tienen diversas funciones, siendo la principal la función enzimática, y actúan como catalizadores para acelerar los procesos bioquímicos de los seres vivos.

Las proteínas están formadas por cadenas largas de hasta 20 aminoácidos diferentes (figura 37). Existen algunos aminoácidos naturales que pueden ser sintetizados por las células del organismo humano a partir de materiales sencillos que contengan C, O, H y N; sin embargo, otros tienen que adquirirse necesariamente con la dieta (sustancias que se ingieren regularmente como alimento). A estos últimos se les conoce como aminoácidos **esenciales** para la especie humana y son: valina, leucina, isoleucina, treonina, metionina, fenilamina, triptófano y lisina.

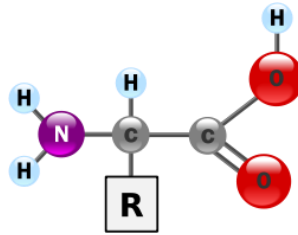
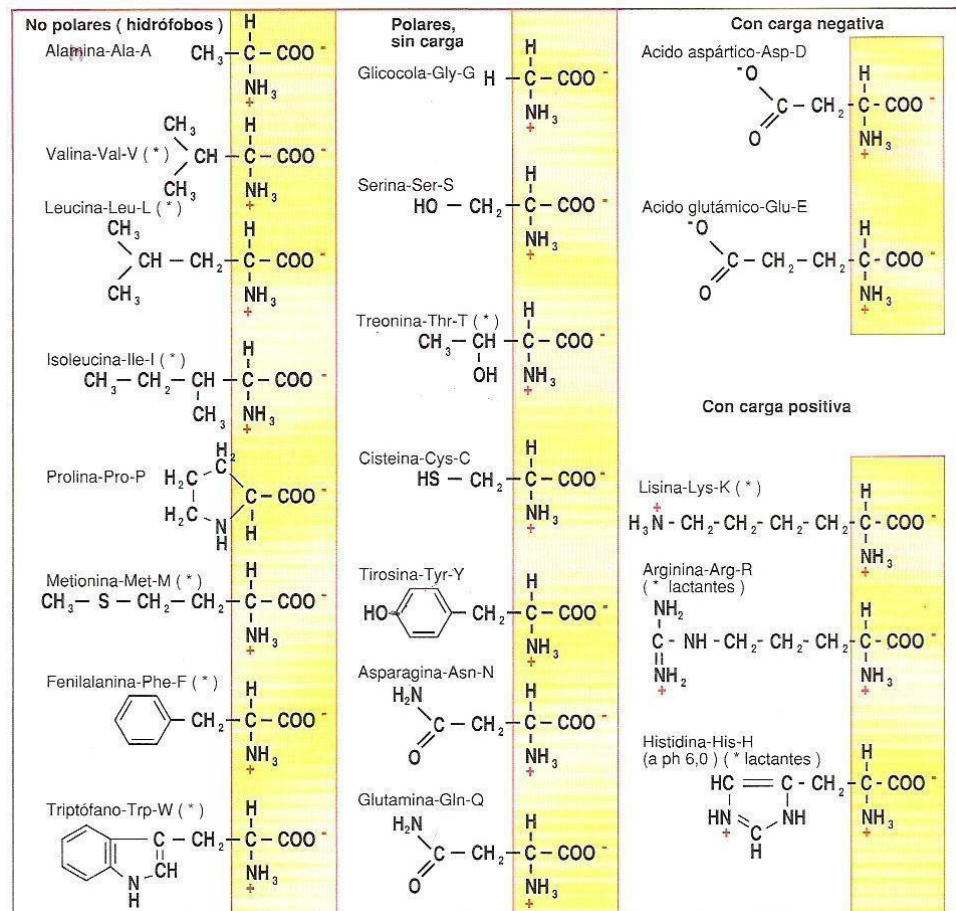


Figura 37. Estructura genérica de una proteína.

Tomado de <https://cienciaaldia.wordpress.com/2009/04/24/destruye-aminoacidos/>

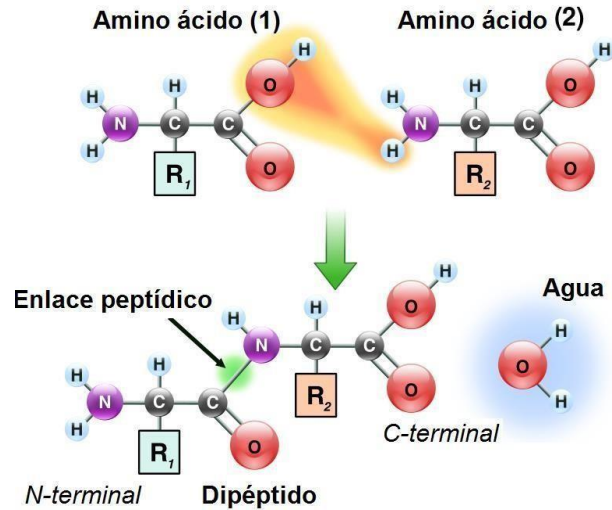
Los aminoácidos se clasifican de acuerdo con su capacidad para interactuar con el agua en: apolares neutros, polares neutros, ácidos y básicos.



**Figura 38. Aminoácidos.** Se muestra la estructura de los 20 aminoácidos agrupados por tipo.

Tomado de <http://profesorjanosensei.blogspot.mx/2014/05/cuestion-misc-3-repaso-bio-2-bach.html>

Las proteínas se forman por la unión de los aminoácidos mediante enlaces peptídicos (figura 39); siendo éste un enlace covalente que se establece entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente, dando lugar al desprendimiento de una molécula de agua.

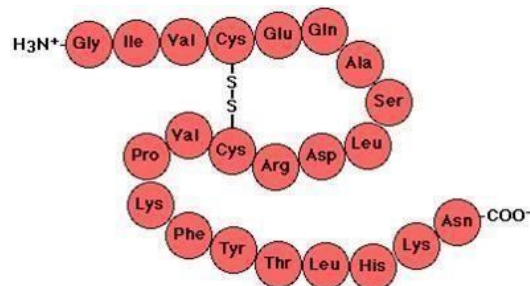


**Figura 39. Formación del enlace peptídico entre dos aminoácidos.** El par de electrones sin compartir del átomo de nitrógeno  $\alpha$ -amino de un aminoácido ataca al carbono  $\alpha$ -carboxilo de otro mediante una reacción de sustitución nucleófila.

Tomado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Peptidos.png>

Las proteínas son moléculas extraordinariamente complejas, por lo que se han diferenciado varios niveles en su organización estructural que revisaremos a continuación: (McKee y McKee, 2003).

- A) **Estructura primaria:** determinada por la secuencia de aminoácidos en la cadena proteica, es decir, el número de aminoácidos y el orden en que se encuentran enlazados y está especificada por la información genética (figura 40).

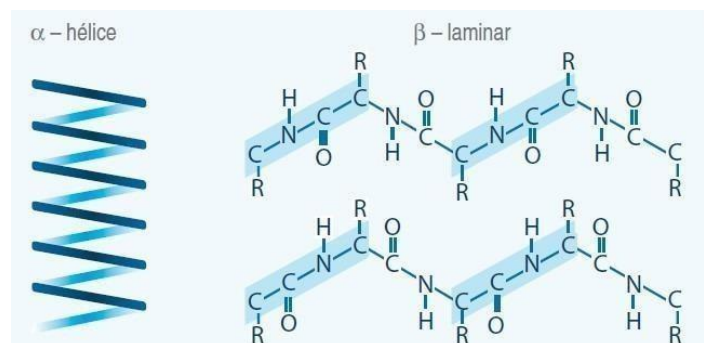


**Figura 40. Estructura primaria de una proteína.** Se muestra la secuencia de los aminoácidos que conforman a la proteína.

Tomado de <http://www.ehu.es/biomoleculas/proteinas/prot41.htm>

- B) **Estructura secundaria:** debido a las características fisicoquímicas de los aminoácidos presentes en la cadena, se forman determinadas disposiciones debido a la carga de cada aminoácido y el espacio que ocupan, de tal forma que al plegarse la cadena polipeptídica se forma la estructura secundaria. Los aminoácidos, a medida que se van enlazando y gracias a que tienen capacidad de giro en los enlaces, adquieren una posición espacial estable. Existen dos tipos de estructura secundaria: la  $\alpha$ -hélice y la lámina beta o estructura  $\beta$ -plegada, las cuales están estabilizadas por enlaces de hidrógeno entre los grupos carbonilo y N-H del esqueleto polipeptídico.

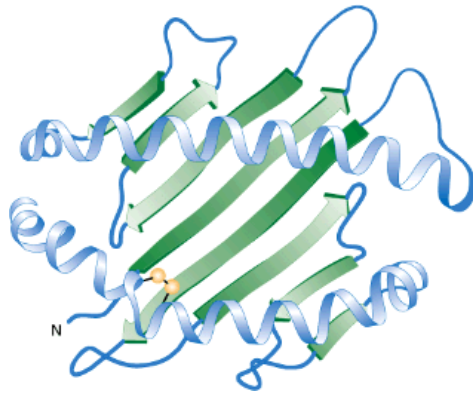
El  $\alpha$ -hélice es una estructura rígida en forma de varilla que se crea cuando una cadena polipeptídica se retuerce en una conformación helicoidal a la derecha. En cambio, la estructura  $\beta$ -plegada se forma cuando se alinean de lado dos o más segmentos de cadenas polipeptídicas, como se muestra en la figura 41.



**Figura 41. Estructuras secundarias de una proteína.** Del lado izquierdo se muestra un  $\alpha$ -hélice y del lado derecho una lámina  $\beta$ .

Tomado de <http://bioquimicacta14.blogspot.mx/2014/08/principios-inmediatos-organicos.html>

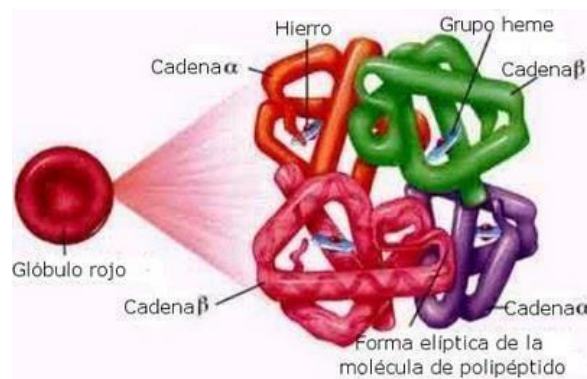
- C) **Estructura terciaria:** está conformada por conformaciones tridimensionales únicas que asumen las proteínas globulares al plegarse en sus estructuras nativas y biológicamente activas. El plegamiento proteico es un proceso en el que una molécula desorganizada naciente adquiere una estructura muy organizada, se produce como consecuencia de las interacciones entre las cadenas laterales en su estructura primaria (McKee y McKee, 2003).



**Figura 42. Estructura terciaria de una proteína.** Se observan las interacciones entre las estructuras alfa-hélices y beta-plegadas.

Tomado de <http://lacienciaysusdemonios.com/2010/05/04/evolucion-molecular-1-introduccion-i-proteinas-las-piezas-del-reloj/>

- D) **Estructura cuaternaria:** se forma de la unión, mediante enlaces débiles o no covalentes de las cadenas polipeptídicas con una estructura terciaria, creando un complejo proteico. Cada una de estas cadenas recibe el nombre de protómero.



**Figura 43. Estructura cuaternaria de la proteína hemoglobina.** Se observa la unión de dos cadenas  $\alpha$  y dos cadenas  $\beta$ .

Tomado de <http://uasmedifisiologia.blogspot.mx/2013/05/formacion-de-la-hemoglobina.html>

## Enlaces

Nos falta por estudiar otras biomoléculas muy importantes que son los ácidos nucleicos, los cuales analizaremos en la asignatura de “Bioquímica” y cuyos principios aplicarás en “Biología molecular”.

## Cierre de la unidad

En la Unidad 3, se estudiaron muchos de los compuestos orgánicos que existen en la naturaleza, y aunque no los analizamos todos, nos pudimos dar una idea de las diferencias que existen con los compuestos inorgánicos y de sus características principales.

Además, analizamos cómo estos compuestos pueden participar en la formación de biomoléculas que son muy importantes para la estructura y función de las células de los seres vivos.

A partir de ahora puedes observar el entorno e identificar los grupos orgánicos que hay en cada objeto que utilizas en tu vida diaria y profundizar en el estudio de la función de las biomoléculas en la fisiología de las células.

¡Felicidades, has concluido esta asignatura!

## Para saber más



### Química orgánica

[http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&ved=0CD4QFjAl&url=http%3A%2F%2Fdcb.fi-c.unam.mx%2FCoordinacionesAcademicas%2FFisicaQuimica%2FQuimica%2Fclases\\_virtuales%2F2Tona%2Fquimica\\_organica%2528ACPL%2529.pps&ei=8-zTVK3kKbjCsATImYKoCQ&usg=AFQjCNGdb6ZyQPK\\_GmHm4vgKfyD1DC0eGg&bvm=bv.85464276,bs.1,d. d2s](http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&ved=0CD4QFjAl&url=http%3A%2F%2Fdcb.fi-c.unam.mx%2FCoordinacionesAcademicas%2FFisicaQuimica%2FQuimica%2Fclases_virtuales%2F2Tona%2Fquimica_organica%2528ACPL%2529.pps&ei=8-zTVK3kKbjCsATImYKoCQ&usg=AFQjCNGdb6ZyQPK_GmHm4vgKfyD1DC0eGg&bvm=bv.85464276,bs.1,d. d2s)



The International Union of Pure and Applied Chemistry  
(IUPAC)

<http://www.iupac.org/>



Consulta los siguientes videos:

<https://www.youtube.com/watch?v=F9mauKBMhBE>

<https://www.youtube.com/watch?v=Un5cZV89gko>

<https://www.youtube.com/watch?v=BLCyWTO3174>

[https://www.youtube.com/watch?v=wfq\\_XJdZxQ](https://www.youtube.com/watch?v=wfq_XJdZxQ)

<https://www.youtube.com/watch?v=Un5cZV89gko>

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

<https://www.youtube.com/watch?t=19&v=D0fbSqwqsp4>

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

## Fuentes de consulta



1. Battaner, E. (2012). *Biomoléculas. Una introducción estructural a la bioquímica*. España: Salamanca.
2. Berzosa, I., y Llopis, J. (2002). *Formulación en química orgánica*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.
3. Brown H, LeMay H E, Bursten B E, Burdge J R. (2003). *Química la ciencia central*. Novena edición. Prentice Hall.
4. Bruice, P. (2008). *Química orgánica*. Estado de México: Pearson.
5. Curtis, H. Barnes, N.S. (2009) *Biología*. Editorial Médica Panamericana.
6. Geissman, T. (2004). *Principios de química orgánica*. Barcelona: Reverté, S.A.
7. Klages, F. (2005). *Tratado de química orgánica, Tomo 1 (primera parte)*. Barcelona: Reverté.
8. Lamarque, A., & Zygadio, J. (2008). *Fundamentos teórico-prácticos de química orgánica*. Argentina: Encuentro, grupo editor.
9. Marvel, C. (1998). *Introducción a la química orgánica de las macromoléculas de síntesis*. New York: Reverté.
10. McKee T y McKee J R. (2003). *Bioquímica la base molecular de la vida*. Tercera edición. Mc Graw Hill.
11. Morrison, R., y Neilson, R. (2000). *Química orgánica*. México: Pearson.
12. Nelson, D.L., Cox, M.M. (2009). *Lehninger: Principios de Bioquímica*. España. Editorial Omega.