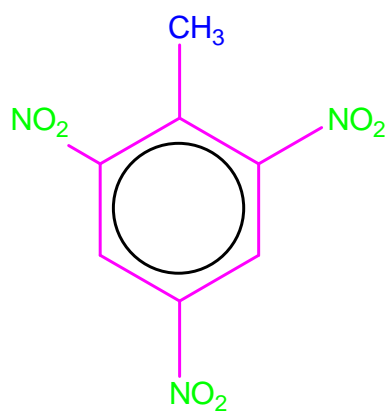


Formulación y nomenclatura en Química Orgánica

Dpto. Ciencias Naturales, Colegio Maravillas



Miguel Conesa
Esther León
2ªed

FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA EN QUÍMICA ORGÁNICA

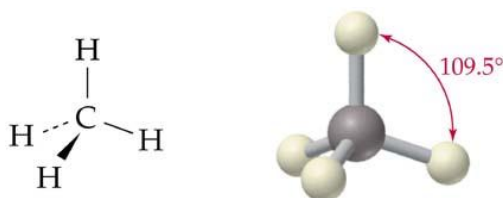
La química orgánica estudia un gran número de compuestos que tienen en común la presencia de átomos de carbono entre sus moléculas. Los compuestos orgánicos son aquellos que forman parte de los seres vivos, a diferencia de los compuestos inorgánicos que se encuentran en los minerales y rocas. En general, los compuestos orgánicos están formados por una cadena carbonada, son covalentes, insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos. Existen además compuestos intermedios entre lo orgánico e inorgánico: los organometálicos. En realidad el objeto de estudio de la química orgánica es la **química del carbono** y sus derivados.

Friedrich Wöhler, en 1828, logró sintetizar urea; a partir de ese momento se sintetizaron cientos de miles de compuestos orgánicos comprobándose que la síntesis de estos compuestos se podía hacer sin que mediaran los seres vivos. Liebig, Kekulé, Couper, Le Bel, Van't Hoff (siglo XIX) y otros, abordaron el concepto de enlace y desarrollaron métodos de análisis y configuraciones tridimensionales de las estructuras moleculares. Posiblemente la causa de la abundancia de compuestos carbonados estriba a su especial configuración electrónica y a la estabilidad de los enlaces que forma con otras moléculas de carbono.

El carbono tiene una valencia IV y su configuración electrónica es $1s^2 2s^2 2p^2$; puesto que la primera capa está llena ($2n^2 = 2$) le quedan cuatro electrones sin compartir (valencia IV) pudiendo formar enlaces con otros carbonos. Estas uniones pueden ser, simples, dobles o triples. De los seis electrones solo nos fijaremos por su reactividad en los cuatro últimos (**tetravalencia**); esta valencia se explica gracias al fenómeno de hibridación de los orbitales.

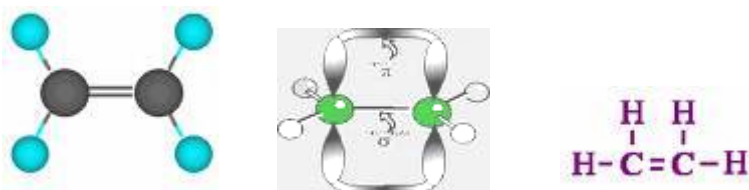
1) Hibridación sp^3 :

Enlace sencillo, la geometría espacial muestra un tetraedro con un ángulo de enlace de $109,5^\circ$



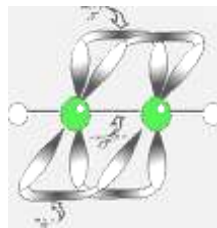
2) Hibridación sp^2

Enlace doble, la geometría espacial es plana con un ángulo de enlace de 120° . El orbital p_z es perpendicular al plano de los orbitales sp^2



3) Hibridación sp

Enlace triple. La geometría de la molécula es lineal y el ángulo formado es de 180°



Los electrones no implicados en la formación de estos enlaces pueden unirse a Hidrógenos o aniones monovalentes o grupos moleculares monovalentes denominados **radicales**.

El aspecto que pueden tener las fórmulas son los siguientes: SEMIDESARROLLADA, DESARROLLADA, SIMPLIFICADA, MOLECULAR y GEOMÉTRICA. Entre ellas las que más usaremos son las semidesarrolladas en las que se especifica los enlaces y la posición de dichos enlaces. El resto de los átomos se agrupan en el carbono que les corresponde. Ejemplos:

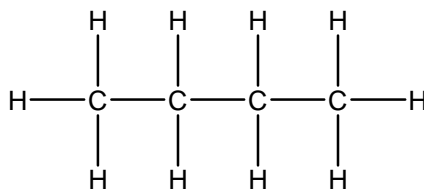
Butano



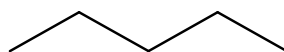
Prefijo que indica el nº de carbonos de la cadena hidrocarbonada (4)

Fórmula semidesarrollada: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

Fórmula desarrollada:



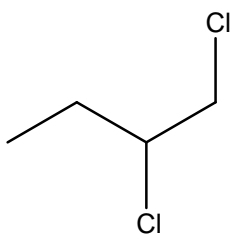
Fórmula simplificada:



Fórmula molecular: C_4H_{10}

En la fórmula simplificada cada vértice corresponde a un átomo de carbono y cada segmento al enlace carbono – carbono (se representa en forma de zig-zag). En la forma semidesarrollada se admite incluir los enlaces C—C y C—X (siendo X cualquier átomo o radical).

$\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ 1,2 dicloropropano (semidesarrollada)



1,2-dicloropropano (simplificada)

GRUPOS FUNCIONALES

Cuando se sustituye un átomo de hidrógeno por otro átomo o grupo de átomos, dan lugar a otro compuesto con propiedades físicas y químicas diferentes. El conjunto presenta cualidades y propiedades que no tenían los elementos por separado o combinados de otra forma.

El átomo o grupo atómico que sustituye al hidrógeno se le denomina **grupo funcional**; a los compuestos que presentan el mismo grupo funcional aunque tengan números de carbono distintos se denomina serie homóloga.

REGLAS GENERALES DE FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA

Estas reglas están establecidas por la **I.U.P.A.C.** (International Union of Pure and Applied Chemistry)

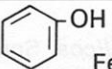
Regla 1: Hay que localizar la cadena principal, que es la que determina el prefijo del nombre del compuesto. Para identificar la cadena principal se deben cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ Incluye el grupo funcional prioritario
- ✓ Si hay varias cadenas que cumplen la condición anterior se elige la más larga que tengan menos grupos prioritarios, siguiendo el orden de la tabla de grupos funcionales.
- ✓ Se numera la cadena principal de forma que el número más bajo corresponda al grupo principal, y en su segundo término, a los sustituyentes menos prioritarios.

Regla 2: Siempre hay que nombrar el **prefijo** (número de átomos de la cadena principal), y el **sufijo** (determina el grupo funcional).

Regla 3: Los grupos funcionales no prioritarios se nombran como sustituyentes. Se añade el nombre del sustituyentes antes de la cadena principal y si hay más de uno se ordenan alfabéticamente. Si hay varios sustituyentes iguales se añadirá los numerales **di-,tri-,tetra-,penta-** etc. separados por comas y colocando entre el nombre y el número un guión. Los nitroderivados se nombran como sustituyentes.

GRUPOS FUNCIONALES:

| | Nombre de la función | Grupo funcional y fórmula general | Ejemplo |
|----------------------------|-------------------------------|---|--|
| 1. HIDROCARBUROS | 1.1. Alcanos (Parafinas) | $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ Butano |
| | 1.2. Alquenos (Olefinas) | $-\text{CH}=\text{CH}-$ C_nH_{2n} | $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ Propeno |
| | 1.3. Alquinos (Acetilenos) | $-\text{C}\equiv\text{C}-$ $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ | $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ Propino |
| | 1.4. Hidrocarburos cíclicos | | C_5H_{10} Ciclopentano |
| | 1.5. Hidrocarburos aromáticos | | C_6H_6 Benceno |
| | 1.6. Derivados halogenados | $\text{R}-\text{X}$ | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$ 1-cloropropano |
| 2. COMPUESTOS OXIGENADOS | 2.1. Alcoholes | $\text{R}-\text{CH}_2\text{OH}$ | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ Etanol |
| | 2.2. Fenoles | $\text{Ar}-\text{OH}$ |  Fenol |
| | 2.3. Éteres | $\text{R}-\text{O}-\text{R}'$ | $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ Metoxietano |
| | 2.4. Aldehídos | $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ Propanal |
| | 2.5. Cetonas | $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$ | $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ Propanona |
| | 2.6. Ácidos | $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ Ácido propanoico |
| | 2.7. Ésteres (y sales) | $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'$ | $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$ Etanoato de metilo |
| 3. COMPUESTOS NITROGENADOS | 3.1. Aminas | $\text{R}-\text{NH}_2$ | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ Etilamina |
| | 3.2. Amidas | $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$ | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$ Propanamida |
| | 3.3. Nitrilos | $\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$ | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{N}$ Propanonitrilo |
| | 3.4. Nitrocompuestos | $\text{R}-\text{NO}_2$ | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ Nitroetano |

Modificado de Marino Latorre Ariño **Formulación y nomenclatura Química Orgánica Ed. Santillana 1983**

HIDROCARBUROS

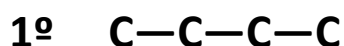
Son moléculas compuestas por carbono e hidrógeno, formando cadenas más o menos largas. Si presentan anillos aromáticos (benceno) se denominan hidrocarburos aromáticos, si no poseen esta estructura se denominan hidrocarburos alifáticos.

HIDROCARBUROS SATURADOS: ALCANOS no ramificados

Independientemente de si tienen ramificaciones o no, **el prefijo indica el número de carbonos de la cadena** y el sufijo que se añade es **– ano**. Los alcanos que no presentan ramificaciones y con un número pequeño de carbonos (de uno a cuatro) tienen nombre propio:

| | | | |
|---------|------------|--|-------------|
| METANO | 1 CARBONO | CH ₄ | |
| ETANO | 2 CARBONOS | CH ₃ —CH ₃ | |
| PROPANO | 3 CARBONOS | CH ₃ —CH ₂ —CH ₃ | |
| BUTANO | 4 CARBONOS | CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₃ | |
| PENTANO | 5 CARBONOS | NONANO | 9 CARBONOS |
| HEXANO | 6 CARBONOS | DECANO | 10 CARBONOS |
| HEPTANO | 7 CARBONOS | UNDECANO | 11 CARBONOS |
| OCTANO | 8 CARBONOS | | |

Para formular cualquiera de estos compuestos, simplemente enlazaremos los carbonos y después vamos añadiendo el número de hidrógenos necesarios para completar las cuatro valencias. Ej: BUTANO



HIDROCARBUROS SATURADOS: ALCANOS ramificados

Están formados por una cadena principal que es un alcano lineal y que a su vez tiene una serie de ramificaciones o cadenas laterales, llamadas sustituyentes o radicales. Los alcanos ramificados derivan de los alcanos lineales en los que un átomo de hidrógeno (H) de un grupo metileno (-CH₂-) ha sido sustituido por un radical alquilo.

Tanto los alcanos lineales como los ramificados tienen idéntica fórmula general C_nH_{2n+2}. Para nombrar correctamente estos compuestos debe seguirse una serie de reglas:

- 1- Se elige como cadena principal del hidrocarburo aquella que contenga el mayor número de átomos de carbono posible. Esta será la cadena o esqueleto que de nombre al hidrocarburo.

- 2- La cadena principal se nombra como un alcano lineal. Los radicales se nombran como el alcano lineal del que proceden, sustituyendo la terminación -ano por -ilo. Por ello reciben el nombre genérico de radicales alquilo y se representan como -R.
- 3- Se numera la cadena principal comenzando por el extremo que asigne a los sustituyentes la numeración más baja posible. Estos números reciben el nombre de localizadores.
- 4- Los sustituyentes se citan por orden alfabético, precedidos de su localizador del cual se separan mediante un guión y terminando el nombre con el de la cadena principal. Mientras que los nombres de los radicales aislados terminan en **-ilo**, cuando forman parte del nombre de un alcano ramificado terminan en **-il**. **Por lo tanto el orden habitual será -butil-etil-metil-propil-**. Si hay más de un radical idénticos se antepone el prefijo **di-, tri-, tetra-...** delante del nombre del radical, que irá precedido de los localizadores correspondientes separados por comas. **Estos prefijos no se tienen en cuenta para el orden alfabético.**
- 5- Cuando los radicales son ramificados se denominan radicales complejos. Se nombran como si fuera un alcano ramificado, pero asignando el localizador 1 al C unido a la cadena principal. Para alfabeticar se considera que el nombre de un radical complejo comienza por la primera letra del nombre, aunque sea un prefijo multiplicador. Si existen dos o más radicales complejos idénticos se emplean los prefijos multiplicadores bis, tris, tetrakis....

Puesto que los carbonos se pueden unir a otros, es posible encontrar ramificaciones en las cadenas. Estas ramificaciones son en realidad moléculas que han perdido un átomo de hidrógeno en cualquier carbono y se denominan radicales. Se formulan igual que en el caso anterior eliminando un hidrógeno de un carbono terminal, pero sustituimos la terminación **-ano** por **-ilo** o **-il**.

Ejemplos:

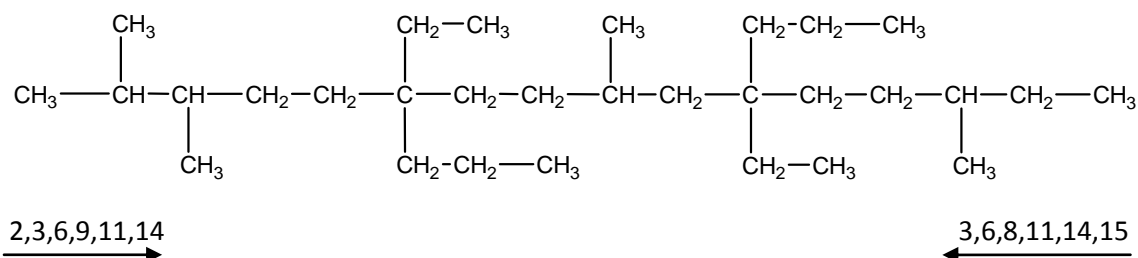
Metilo -CH₃

Butilo -CH₂-CH₂-CH₂-CH₃

Etilo -CH₂-CH₃

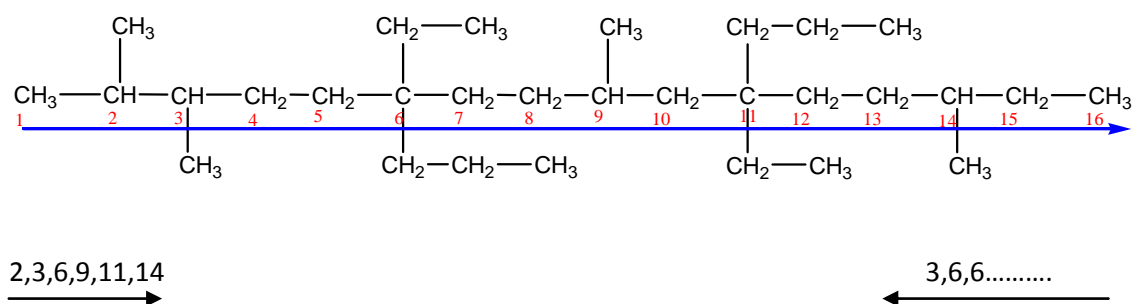
Propilo -CH₂-CH₂-CH₃

Formulemos el siguiente compuesto:

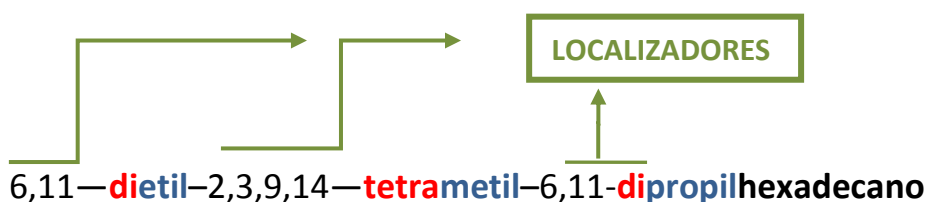


Mediante una flecha y unos números representamos la localización de las ramificaciones posibles, dependiendo del lugar por donde comencemos a numerar.

PRIMER PASO: IDENTIFICAR LA CADENA PRINCIPAL, que será la que contenga más átomos de carbono. Comenzamos a numerar a partir del extremo en que las ramificaciones tienen localizadores más bajos. Si en nuestro ejemplo comenzásemos a numerar de derecha a izquierda, veríamos que el tercer carbono tendría un radical metilo, sin embargo al numerar de izquierda a derecha hay un metilo en el segundo carbono, por lo tanto la numeración correcta es de izquierda a derecha.



SEGUNDO PASO: Cuando hay sustituyentes distintos se nombran alfabéticamente sin tener en cuenta los prefijos **DI**, **TRI**, **TETRA** etc. que se usan cuando se repite un radical. Hay que especificar el **localizador** (nº del átomo de carbono de la cadena principal), separando el número del nombre del sustituyente con un guión y añadiendo comas entre números. En este caso la secuencia será: **ETIL – METIL – PROPIL** (ORDEN ALFABÉTICO de los sustituyentes encontrados, SIN CONTAR CON LOS PREFIJOS DI, TRI, TETRA etc.), por lo tanto se puede nombrar de la siguiente manera:



6,11—**dietil** porque hay dos radicales etilo uno en 6 y otro en 11

2,3,9,14—**tetrametil** porque hay cuatro radicales metilo en posición 2,3,9, y 14

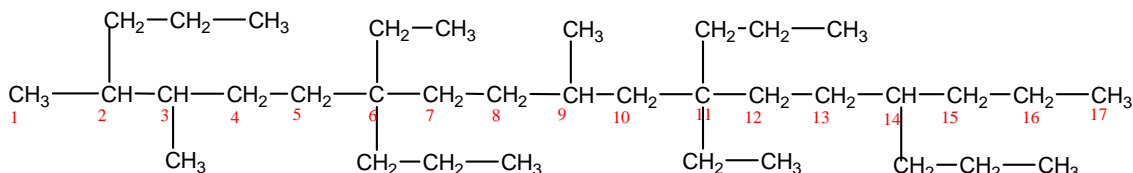
6,11—**dipropil** porque hay dos radicales propilo, uno en 6 y otro en 11,

hexadecano porque la cadena principal tiene 16 átomos de carbono

Si hubiese varias cadenas con igual número de átomos de carbono, se nombra como principal la que contenga mayor cantidad de cadenas laterales.

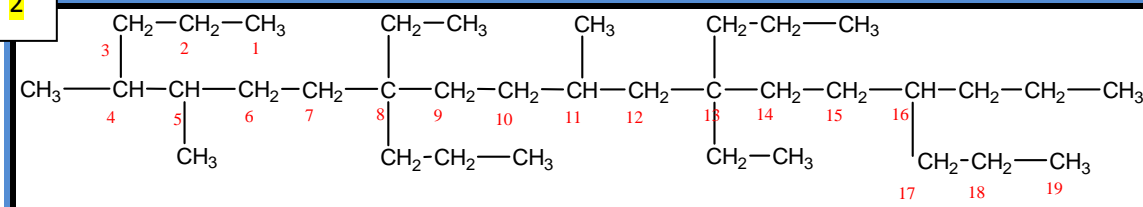
En esta fórmula, la numeración correcta es la segunda:

1



2,3,6,9,11,14 (17 carbonos)

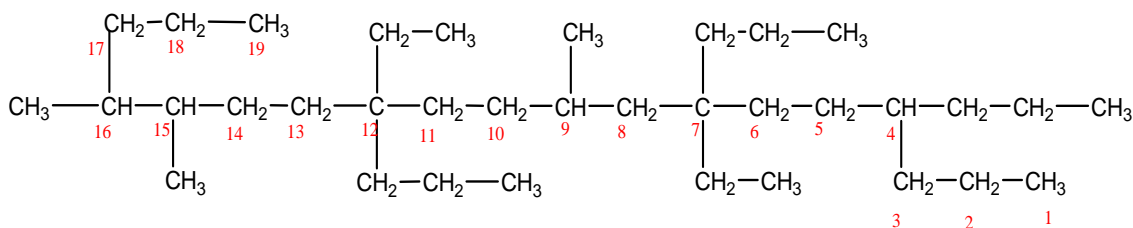
2



4,5,8,8,11,13,13,16 (19 carbonos)

SIN EMBARGO, TAMBIÉN SE PODRÍA PENSAR QUE ESTA NUMERACIÓN ES CORRECTA:

3



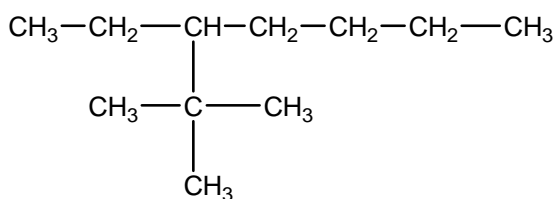
4,7,7,9,12,12,15,16 (19 C)

TENDRÍAMOS QUE ELEGIR LA QUE PRESENTASE MAYOR NÚMERO DE SUSTITUYENTES. LA FÓRMULA [2] TIENE 8 SUSTITUYENTES Y LA FÓRMULA [3] TIENE TAMBIÉN 8 SUSTITUYENTES. Buscaremos ahora el segundo sustituyente: en la fórmula [2] está en el carbono 5 y en la fórmula [3] está en el carbono [7]; **por lo tanto elegimos la numeración de la fórmula [2]. Se nombraría de esta forma:**

9

8,13-DIETIL-4,5,11-TRIMETIL- 8, 13, 16 -TRIPROPIL NONADECANO**SUSTITUYENTES CON RAMIFICACIONES**

Si un sustituyente presenta ramificaciones, el nombre de las ramificaciones se coloca entre paréntesis indicando que se trata tan solo de un sustituyente. Ej:



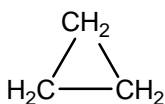
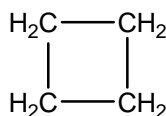
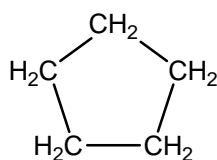
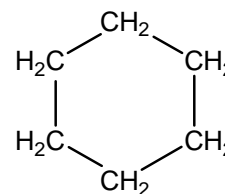
3-(1-dimetiletil) heptano

Cuando nos dan el nombre y tenemos que formular procederemos de la siguiente manera:

- 1- Se escribe la cadena principal y se comienza a numerar por uno de sus extremos.
- 2- Se añaden las ramificaciones o cadenas laterales en los localizadores correspondientes
- 3- Se completa cada carbono con los hidrógenos necesarios para completar su valencia.

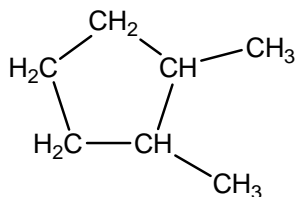
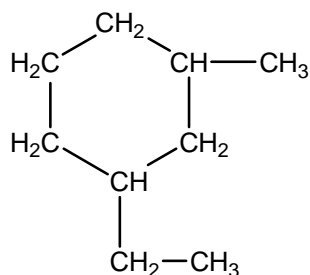
HIDROCARBUROS SATURADOS CON ESTRUCTURAS CERRADAS

Se denominan cicloalcanos. Se nombran añadiendo el prefijo **ciclo-** al nombre del hidrocarburo de cadena abierta que corresponda según su número de carbonos. Lógicamente el ciclo más pequeño corresponderá al hidrocarburo de tres átomos de carbono.

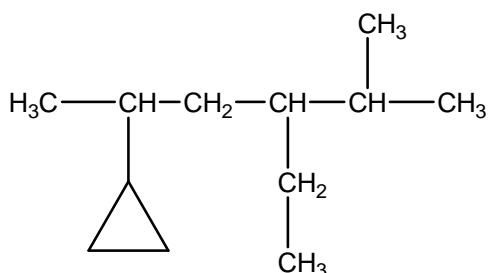
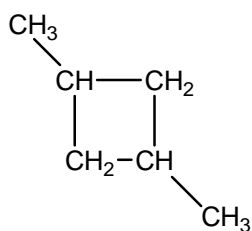
**Ciclopropano****ciclobutano****ciclopentano****ciclohexano**

Si existen sustituyentes en los ciclos, se enumeran los carbonos dando el primer localizador al carbono que tenga el radical de cadena más larga:

Ejemplos:

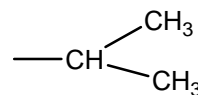
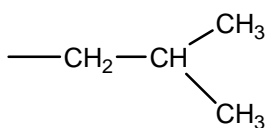
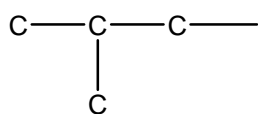
**1,2- dimetilciclopentano****1-etil-3-metilciclohexano**

En el caso de una cadena lineal en la que ha incorporado un ciclo se nombra en primer lugar la posición o localizador del ciclo y a continuación se sigue la norma general. Ejemplo:

**5-ciclopropil-2metil-3propilhexano****1-3-dimetilciclobutano**

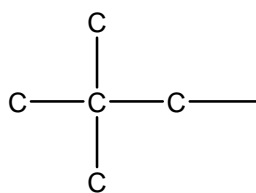
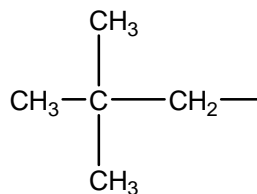
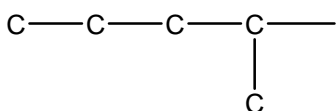
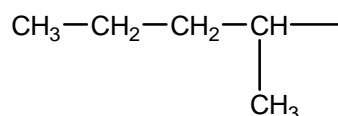
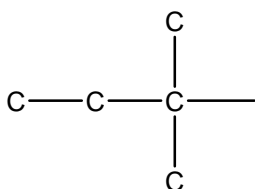
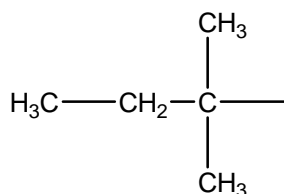
Existen algunos radicales con nombres tradicionales admitidos por la IUPAC, entre ellos usaremos los siguientes:

Estructura **iso** ejemplos: **isobutilo** (2-metilpropilo) **Isopropilo** o metiletilo



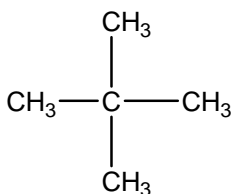
Estructura **neo**

ejemplo **neopentilo** (2,2-dimetilpropilo)

Estructura **sec**ejemplo **sec**-pentilo (1-metilbutilo)Estructura **terc**ejemplo **terc**-pentilo (1,1-dimetilpropilo)

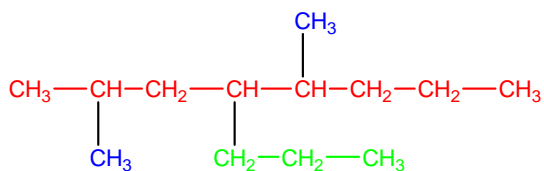
Observa que los prefijos **iso** y **neo** no están separados por un guión ni están en cursiva, **sec** y **terc** sí.

Si al comienzo de la fórmula aparece la letra "n" (Ej: n-propilo), significa que la cadena no tiene ramificaciones. $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (n-propilo). El término **ISO** se emplea cuando en la cadena hay más de 6 átomos de carbono y con un metilo en el penúltimo; el término **NEO** se emplea cuando tiene dos grupos metilo:



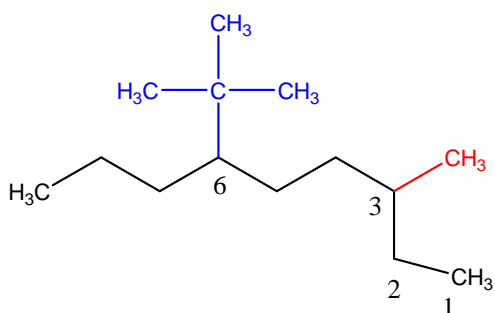
NEOPENTANO O DIMETIL PROPANO

Ejemplos resueltos de numeración y nomenclatura de cadenas hidrocarbonadas ramificadas, (forma semidesarrollada y simplificada):

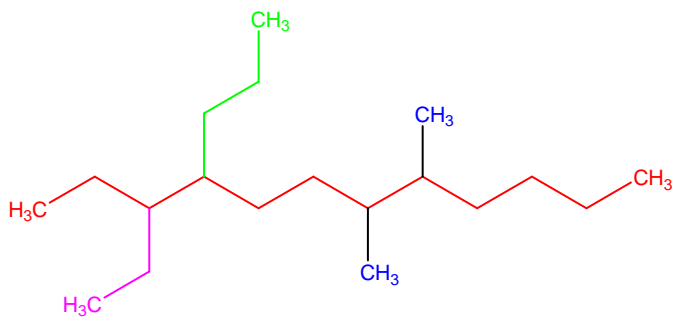


Observa que cada vértice corresponde a un átomo de carbono. (Forma simplificada)

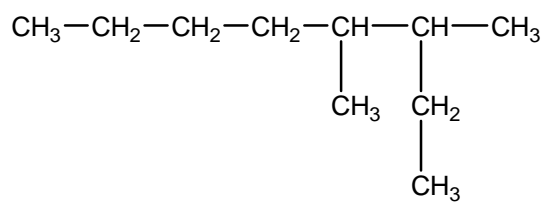
2,5dimetil- 4propiloctano



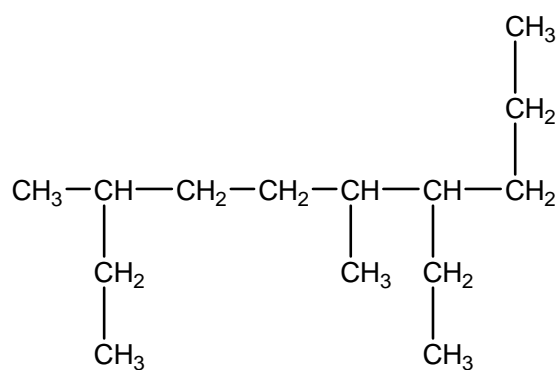
3-metil-6-tercbutilnonano
3-metil-6-(1,1-dimetiletil)nonano



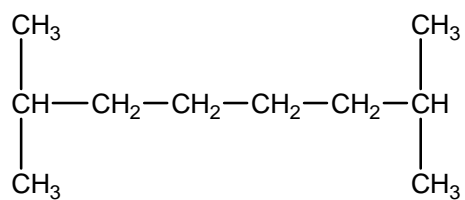
3-etil-7,8-dimetil-4-propildodecano



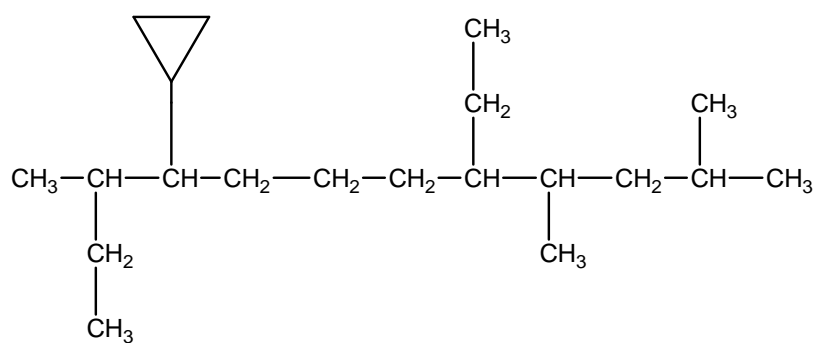
3,4-dimetiloctano



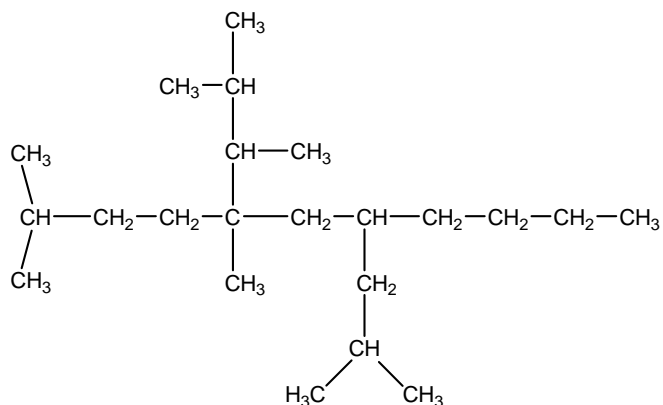
7-etil-3,6-dimetildecano



2,6-dimetiloctano



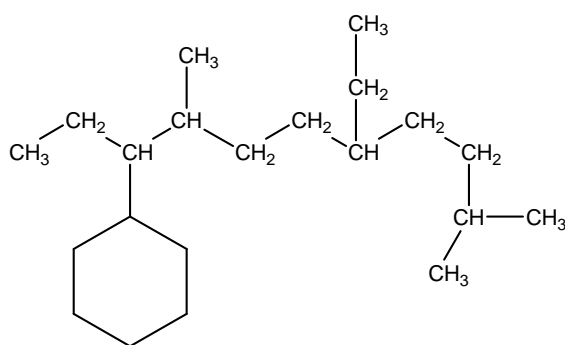
9-ciclopropil-5-etil-2,4,10-trimetildodecano



5-(1,2-dimetilpropil)-7-isobutil-2,5-dimetilundecano

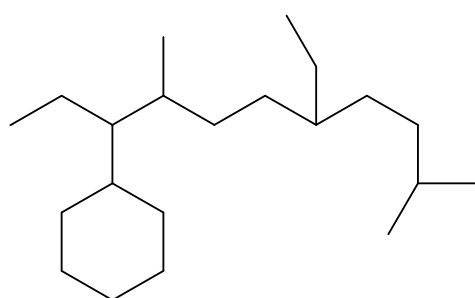
El paréntesis se debe a la aparición de sustituyentes en otro sustituyente (dimetilpropil)

Observar la simetría del isopropilo en posición 7.



9-(ciclohexanil)-5-etil-2,8-dimetilundecano

Observa que el esqueleto principal está en forma de zig-zag.



Forma simplificada de la misma molécula.

9-(ciclohexanil)-5-etil-2,8-dimetilundecano

2. Formula los siguientes compuestos:

- Trimetilheptano
- Tetrametilhexano
- 1-3 dimetilciclohexano
- 6-etil-2,6,8-trimetil-7-propilundecano

- 8-ciclopropil-5-etil-2,4,9-trimetilundecano
- 2-ciclohexil-4etil-ocatano
- 1-etil-2-2-dimetilheptano
- 3,3-dietil-5-isopropil-4-metiloctano
- 1-etil-1-(1-etil-2,3,3-trimetilbutil)-2metilciclobutano

HIDROCARBUROS INSATURADOS

Son aquellos en los que se puede observar un doble o triple enlace entre dos átomos de carbono contiguos. **ALQUENOS** (DOBLE ENLACE); **ALQUINOS** (TRIPLE ENLACE).

ALQUENOS

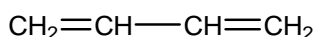
Son hidrocarburos con dobles enlaces carbono-carbono **C=C**. Se conocen también con el nombre de olefinas (hidrocarburos insaturados). Para nombrarlos deben seguirse los siguientes criterios:

- 1- Si solo existe un doble enlace en la molécula, se toma como cadena principal la de mayor número de átomos de carbono que contenga al doble enlace. Se nombra entonces la cadena terminada en **-eno**. La posición del doble enlace en la cadena se indica con un localizador, situado delante del nombre (nomenclatura clásica) o delante del sufijo (nomenclatura moderna).
- 2- Si existe más de un doble enlace en la molécula, se toma como cadena principal aquella que contiene el mayor número de dobles enlaces, **aunque esta no sea la más larga**. Si persiste la coincidencia se siguen las reglas de los radicales vistas para alcanos.

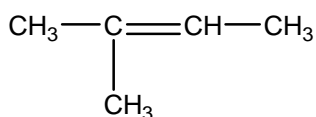
El nombre de la cadena principal se obtiene añadiendo a la terminación **eno** un prefijo multiplicador que indique el número de dobles enlaces: **dieno, trieno...**

(Las normas están modificadas de *Nomenclatura Química Orgánica* Universidad Alfonso X el Sabio)

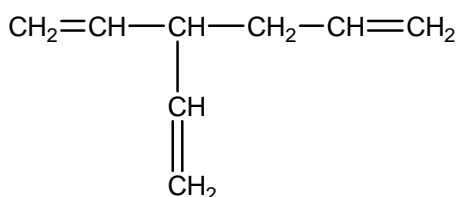
Ejemplos:



1,3-butadieno



2-metil-2-buteno

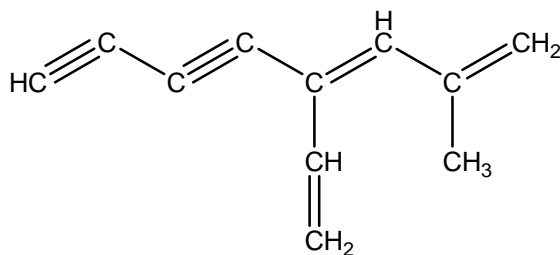


3-etenil-1,5-hexadieno

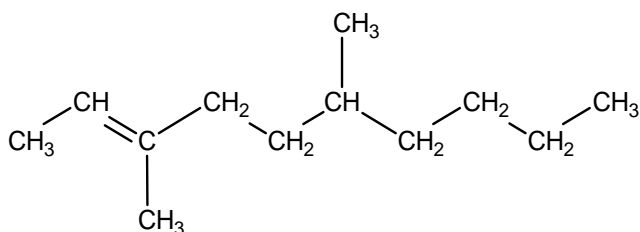
RADICALES CON NOMBRE COMÚN

ALIL $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$ (2-PROPENILO)

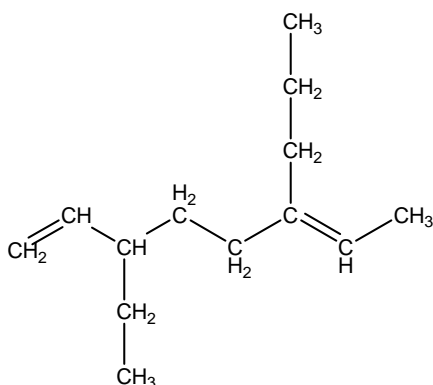
VINIL $\text{CH}_2=\text{CH}-$ (ETENILO)



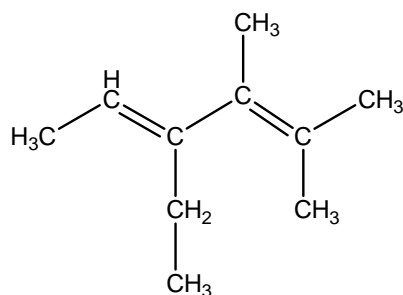
2-metil-4-vinil-1,3-octadien-5,7-diino



3,6-dimetil-2-deceno



3-etil-6-propil-1,7-dieno

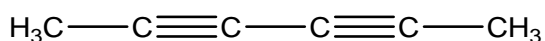
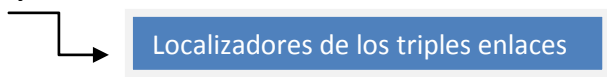


4-etil-2,3 dimetil-2,4-hexadieno

ALQUINOS

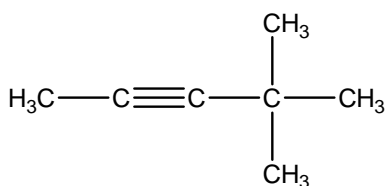
Son hidrocarburos con triple enlace. Se nombran añadiendo la terminación **-ino** al nombre de la cadena principal y anteponiendo el número localizador menor de los carbonos implicados en el triple enlace. Si existe más de un triple enlace se indica el consiguiente prefijo delante del prefijo -ino.

Ej: **2,4- hexadiino** :

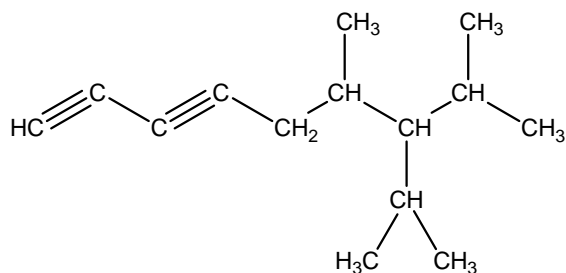


Si la cadena presenta ramificaciones se elige como principal la que tenga mayor número de triples enlaces. La IUPAC admite como nombre de **etino** a derivados del **acetileno** $\text{HC}\equiv\text{CH}$, de esta manera al **propilacetileno**, se le puede denominar **2-pentino**.

Ejemplos:



4,4-dimetil-2-pentino



7-isopropil-6,8-dimetilnona-1,3-diino

ALQUENINOS (DOBLES Y TRIPLES ENLACES A LA VEZ)

Son hidrocarburos insaturados en los cuales coexisten dobles y triples enlaces en la misma molécula. Para su nomenclatura se aplican las siguientes reglas:

1. **Se toma como cadena principal la que contenga el mayor número de insaturaciones.** independientemente de que se trate de dobles o triples enlaces
2. Si hay más de una posibilidad de acuerdo con el criterio anterior se aplican las siguientes reglas:

La de mayor número de átomos de carbono.

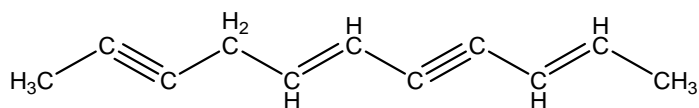
La de mayor número de dobles enlaces.

La que asigne el localizador más bajo a las ramificaciones existentes (reglas de los radicales)

3. Se numera la cadena principal comenzando por aquel extremo en el cual las insaturaciones tengan el localizador más bajo posible.
4. En caso de igualdad se da preferencia a los dobles enlaces. Si persiste la igualdad se aplican las reglas de radicales.

(Las normas están modificadas de *Nomenclatura Química Orgánica* Universidad Alfonso X el Sabio)

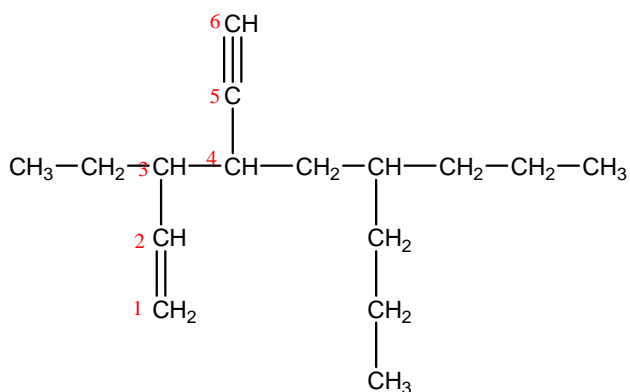
Ejemplos:



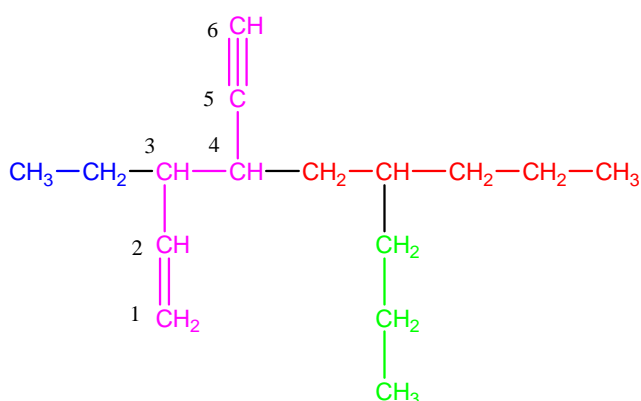
2,7-undecadien-4,9-diino

Cuando la numeración de las insaturaciones coincide (tanto si se numera por la izquierda como si se numera por la derecha), se comienza por donde se encuentre antes la doble insaturación.

Ejemplos:



3-etil-4-(2-propilpentil)-1-hexen-5-ino

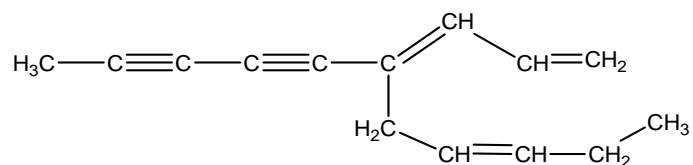


3-etil-4-(2-propilpentil)-1-hexen-5-ino

La cadena marcada de color morado es la que presenta mayor número de insaturaciones, por lo tanto es la cadena principal. En posición 3 presenta un radical etilo y en posición 4 tiene un radical propilo en uno pentilo. Por último en posición 5 presenta un triple enlace. Por lo tanto para formular correctamente si nos dan la notación, tendríamos que hacer lo siguiente:

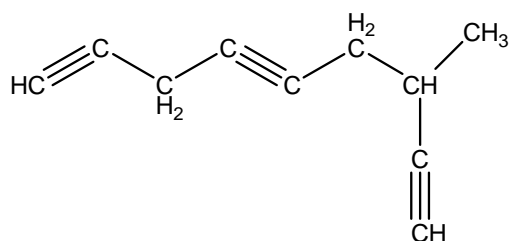
- 1- Escribir el número de carbonos
- 2- Situar los dobles enlaces y posteriormente los triples enlaces.
- 3- Se comienza a numerar por el extremo que tenga el localizador más bajo para el enlace doble.

Ejemplo:

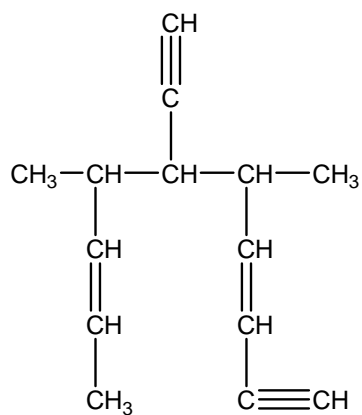


4-(2-pentil)nona-1,3-dieno-5,7-diino

Se comienza a numerar por la derecha ya que en 1-3 presenta un dieno y además la cadena principal se distingue de derecha a izquierda porque presenta mayor número de insaturaciones.



7-metil-1,4,8-nonatriino

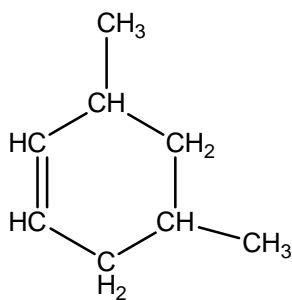


6-etinil-5,7-dimetil-3,8-decadien-1-ino

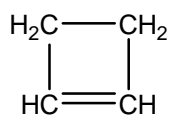
HIDROCARBUROS CÍCLICOS INSATURADOS

Son hidrocarburos cíclicos que presentan insaturaciones (dobles o triples enlaces). Se nombran añadiendo el prefijo **ciclo-** al nombre del hidrocarburo insaturado.

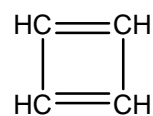
Ejemplo:



3,5-dimetil-1-ciclohexeno



ciclobuteno



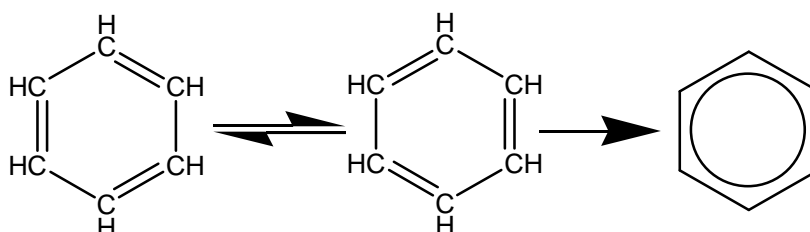
ciclobutadieno

Formula los siguientes compuestos:

- 1) 3,5,7-trietil-4-metil-1,5-nonadien-8-ino
- 2) 4,6,8-trimetil-1,4,7-nonadieno
- 3) 1-nonen-3,5,7-triino
- 4) 5-(1,2-dimetilalil)-7-isobutil-2,5-dimetil-2,6-undecadien-9-ino
- 5) 4-isopropil-3-(1-metilpropil)-1,5-hexadieno
- 6) 4,5-dimetil-1,3-ciclohexadieno
- 7) 2-etil-1-etinil-1,3-ciclobutadieno
- 8) 5-etil-3propil-1,4-octadieno
- 9) 3-etinil-3-vinil-1,4-hexadieno
- 10) 2,2,4-treimetilpentano

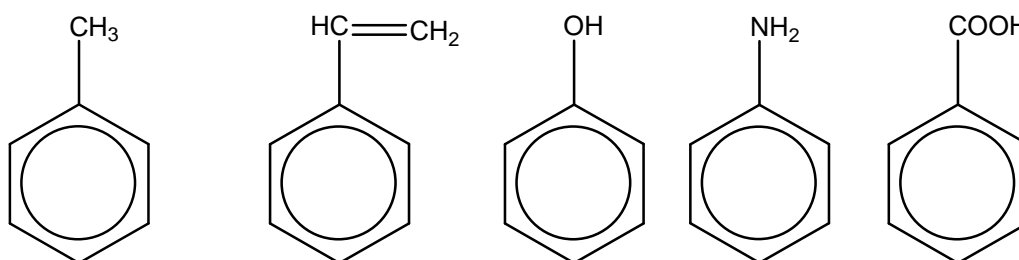
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS

El benceno es un hidrocarburo aromático cíclico de seis átomos de carbono; presenta tres dobles enlaces conjugado dando lugar a dos formas equivalentes que en conjunto se representa por un círculo dentro del hexágono.



El Benceno (C_6H_6) es un compuesto muy estable debido a los dobles enlaces conjugados (aromaticidad) y los derivados del benceno se denominan en general hidrocarburos aromáticos.

En el caso de los anillos que posean un sustituyente se antepone su nombre al del benceno; algunos compuestos tienen nombre propio. Ej: Tolueno (metilbenceno):



Tolueno

Estireno o vinil-benceno

Fenol

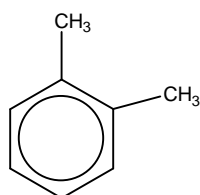
Anilina

Ácido benzoico

Cuando existe más de un sustituyente es necesario indicar su posición siguiendo las siguientes reglas:

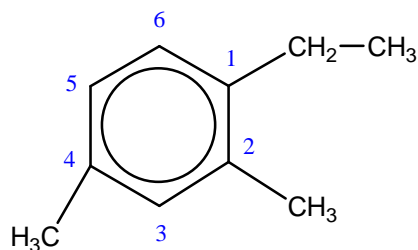
- Si hay dos grupos se usan los prefijos **orto-(o-)**, **meta-(m-)** y **para -(p-)** que indican que los sustituyentes están en carbonos contiguos, separados por uno y por dos carbonos, respectivamente. Los dimetilbencenos tienen como nombre común xilenos.

Ej: orto-dimetilbenceno (o-xileno)



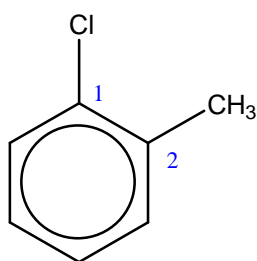
- Si hay más de dos grupos se usarán los localizadores: **EL número 1 del localizador corresponde al carbono que tenga el sustituyente más prioritario**. Si no se coloca el número uno se entiende que es la posición del último grupo nombrado.

Ejemplos:

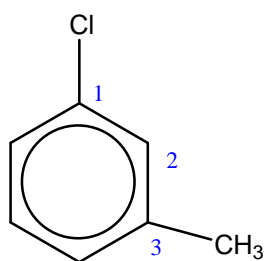


1-etil-2,4-dimetilbenceno

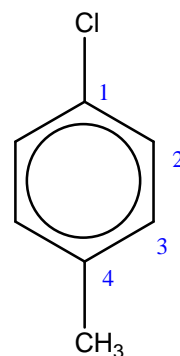
Cuando el anillo bencénico se usa como sustituyente en un hidrocarburo se denomina **(fenil)**.



o-clorometilbenceno
o-clorotolueno



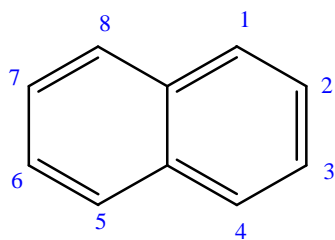
m-clorometilbenceno
m-clorotolueno



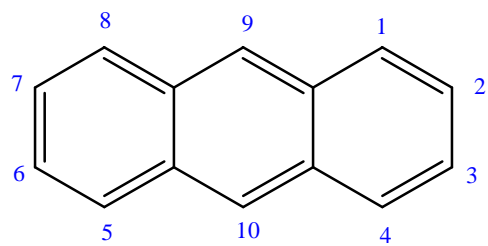
p-clorometilbenceno
p-clorotolueno

POLICICLOS CONDENSADOS

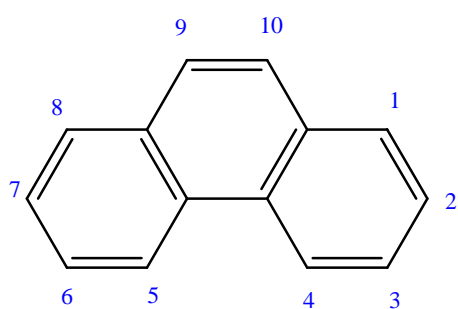
Cuando los anillos aromáticos comparten un par de átomos de carbono se denominan policiclos. Generalmente tienen nombre comunes. Si hay más de un sustituyente es necesario usar los localizadores de la siguiente manera:



Naftaleno

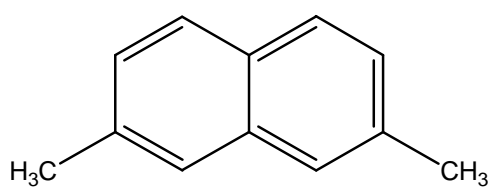


Antraceno

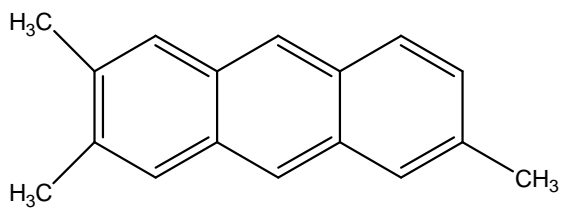


Fenantreno

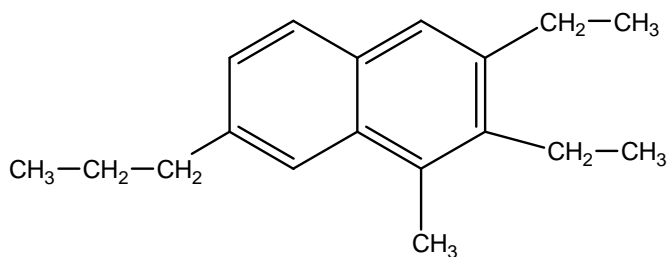
Ejemplos:



3,6-dimetilnaftaleno



3,6,7-trimetilantraceno



2,3-diethyl-4-metil-6propilnaftaleno

FORMULA LOS SIGUIENTES COMPUESTOS:

- 1- 2,4,6-trinitrotolueno
- 2- Trifenilmetano
- 3- Vinilbenceno
- 4- 9,10-dimetilantraceno
- 5- 1-cloro-2-etil-3-metilbenceno (2-etil-3-metil-clorobenceno)
- 6- 5-etil-3-isopropil-1-vinilbenceno
- 7- Tetrametilantraceno
- 8- Isopropilbenceno
- 9- Fenilacetileno
- 10- Difeniacetileno

DERIVADOS HALOGENADOS

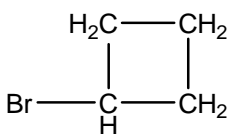
Cuando uno o varios hidrógenos se sustituyen por halógenos en las cadenas hidrocarbonadas (alifática o aromática) se denominan derivados halogenados.

Existen dos nomenclaturas:

- 1- El compuesto se considera una sal binaria. En este caso se nombra el haluro y la parte orgánica se indica como si fuese un sustituyente.

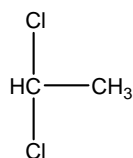
Ejemplos:

Ioduro de etilo: $\text{ICH}_2\text{-CH}_3$

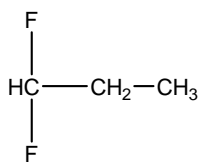


Bromuro de ciclobutanilo

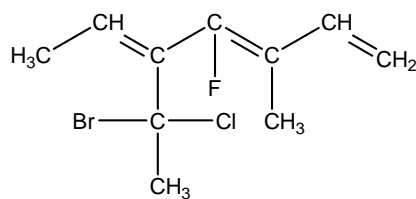
- 2- Siguiendo las reglas de la IUPAC. En este caso es el halógeno el que se denomina como si fuese un sustituyente del hidrocarburo. Ejemplos:



1,1-dicloroetano
 $\text{Cl}_2\text{CH-CH}_3$



1,1-difluor-propano
 $\text{F}_2\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3$



4-flúor-5(1-bromo-1-cloroetil)-3-metil
-1,3,5-heptatrieno

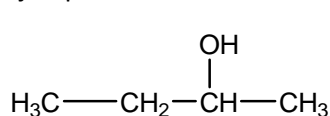
COMPUESTOS OXIGENADOS

En este grupo se incluye a los alcoholes, fenoles, éteres, aldehídos, cetonas, ácidos y ésteres. En todos ellos se sustituye un hidrógeno por un grupo oxigenado.

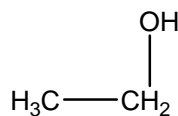
ALCOHOLES. Dependiendo del carbono al que estén unidos los alcoholes se clasifican en primarios, secundarios o terciarios. Muchos de los alcoholes más simples tienen nombre común. Se nombran añadiendo el sufijo **-ol-** al nombre del compuesto. Se siguen las siguientes normas:

- La cadena principal es la que contiene el mayor número posible de grupos hidroxilos (OH), después el mayor número posible de insaturaciones, después los grupos menos prioritarios y por último las cadenas laterales.
- Si hubiese varias posibilidades se elige la más larga.
- Se comienza a numerar por el extremo de la cadena que de localizadores más bajos a los grupos hidroxilos y posteriormente a las insaturaciones o sustituyentes.
- El sufijo **-ol-** se añade al nombre de la cadena principal; previamente se ha indicado la posición del grupo hidroxilo mediante un número que se antepone al nombre de la cadena principal.
- Si existen varios grupos hidroxilo se indican mediante los prefijos (DI, TRI etc.)

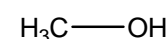
Ejemplos:



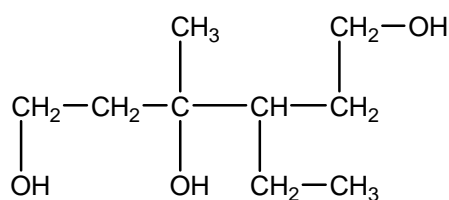
2-butanol



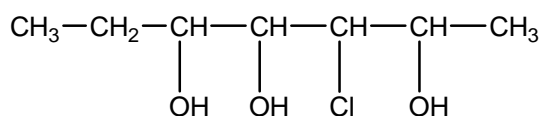
etanol



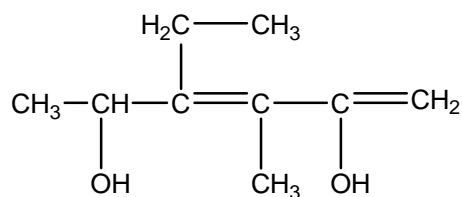
metanol



2-etil-3-metil-1,3,5-pentanotriol

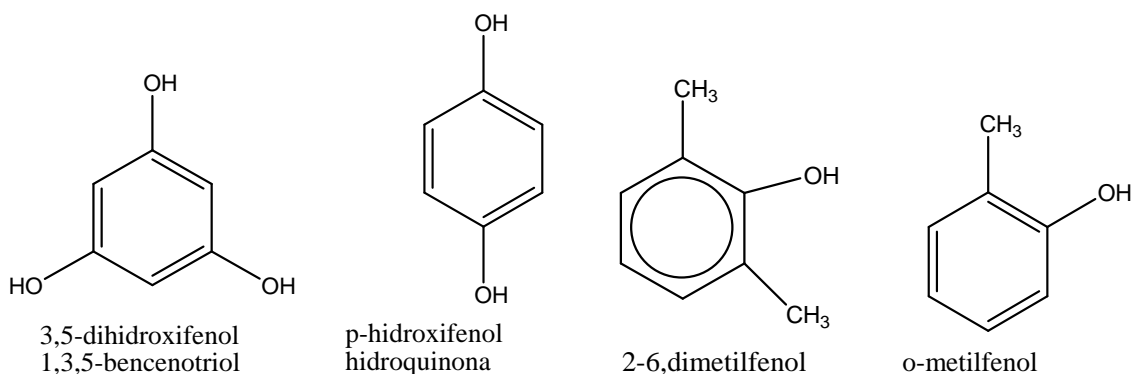


3-cloro-2,4,5-heptanotriol



4-etil-3-metil-1,3-hexadien-2,5-diol

FENOLES. Son compuestos que se obtienen cuando se sustituyen los hidrógenos de un benceno por un grupo hidroxilo ($-\text{OH}$) y se nombran como derivados del fenol o como derivados del benceno. Si hay más de un radical (OH) se siguen los prefijos (ORTO, META, PARA). Otros derivados fenólicos pueden tener nombres comunes.



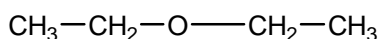
ÉTERES. Son compuestos que contienen un oxígeno $-\text{O}-$, que enlazan dos radicales alquílicos.

Existe tres formas de nombrarlos:

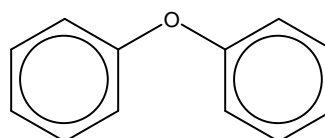
- Se nombran los dos radicales que une el grupo $-\text{O}-$ por orden alfabético. Ej. Etilmetiléter.
- Se nombra el radical más sencillo y el otro como si perteneciese a la cadena principal, añadiendo $-\text{OXI}-$ Ej: **metoxietano**.
- Si comenzamos con la palabra éter, se escribe a continuación los radicales comenzando por el más sencillo y acabado en el sufijo $-\text{ICO}-$. Ej: **éter metiletílico**.



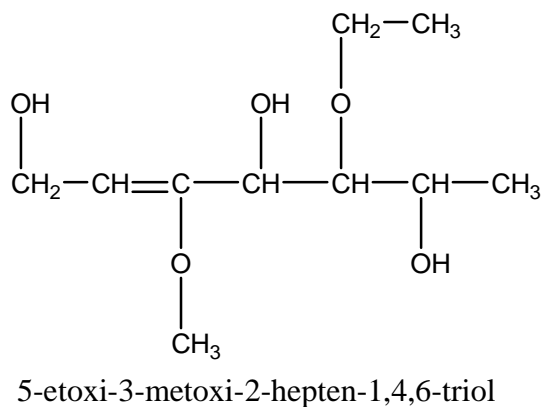
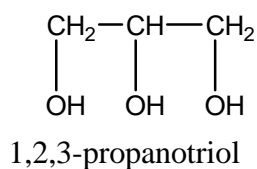
Ejemplos:



dietiléter
etoxietano
éter dietílico

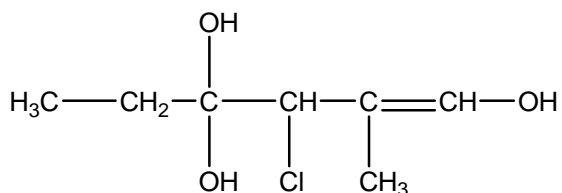
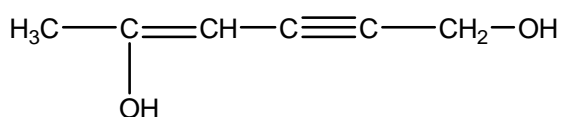
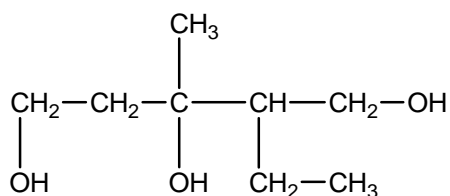


Difeniléter



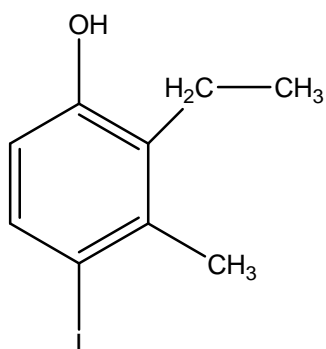
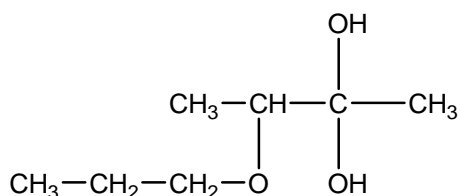
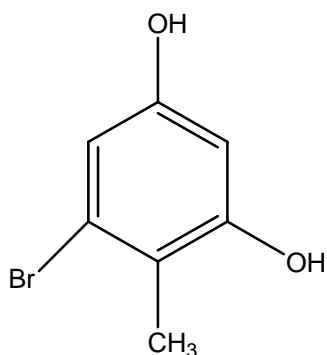
Actividades:

1) Nombra los siguientes compuestos:

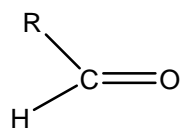


2) Formula los siguientes compuestos:

- 1- Butanol
- 2- m-metilfenol
- 3- 3-cloro-2,4-dihidroxiifenol
- 4- Diviniléter
- 5- Dimetiléter
- 6- 2-fenilfenol
- 7- 2-bromo-3,5-hidroxi-4-metilfenol
- 8- Difeniléter
- 9- 2-metoxifenol
- 10- Etilfeniléter



ALDEHÍDOS. El grupo funcional es C=O (Carbonilo), pero al estar en un carbono anomérico (extremo de la cadena) está asociado a un átomo de hidrógeno quedando de la siguiente forma:

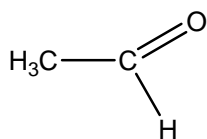
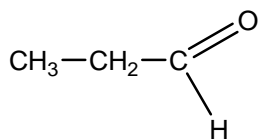
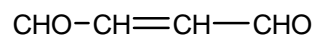


de forma simplificada **-CHO**

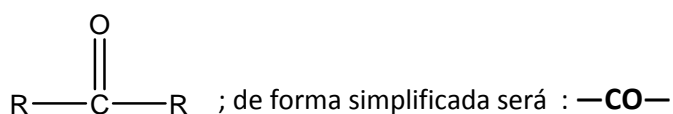
Se puede nombrar los aldehídos de dos formas:

- Añadiendo el término **-aldehído** al nombre de la cadena
- Si seguimos las reglas de la IUPAC haremos lo siguiente:
 - o Elegimos como cadena principal aquella que tenga más grupos.
 - o Se nombra la cadena principal sustituyendo la terminación **-o** por **-al**.
 - o Se comienza a numerar por el carbono que contenga el grupo aldehído.
 - o Si hay dos grupos aldehído terminales se indica como **-dial**
 - o Si el grupo aldehído **-CHO** forma parte de una cadena lateral se nombra como sustituyente usando el prefijo **formil-**

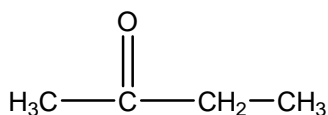
Ejemplos:

acetaldéhidoo
etanalpropioaldéhidoo
propanal

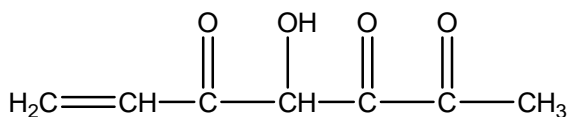
butenodial

CETONAS. El grupo funcional también es C=O, sin embargo nunca está en posición terminal:

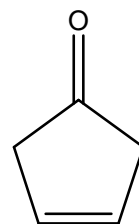
Se nombran los dos radicales unidos al grupo cetónico ordenados alfabéticamente. Ej:

etilmetilcetona
butanona

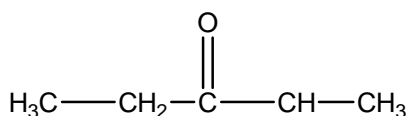
- Si seguimos las reglas de la IUPAC haremos lo siguiente:
 - o Elegimos como cadena principal aquella que tenga más grupos carbonilos.
 - o Se comienza a numerar por el carbono que contenga el grupo aldehído con el localizador más bajo.
 - o Se nombra sustituyendo el **-o** terminal por **-ona**
 - o Si hay varios grupos se identifican como (DI, TRI, etc.)
 - o Si la cetona no es el grupo principal se nombra como sustituyente con el prefijo **-oxo-**



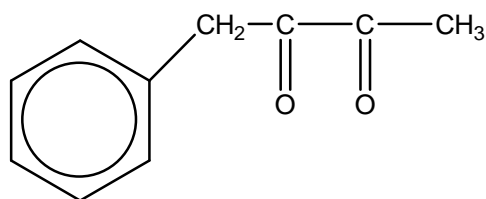
4-hidroxi-6-hepten-2,3,5-triona



3-ciclopentenona



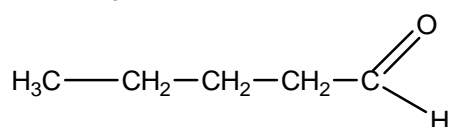
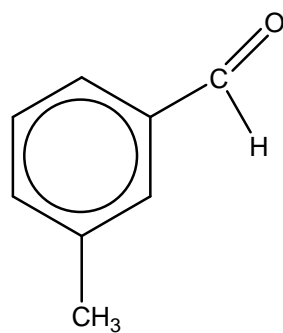
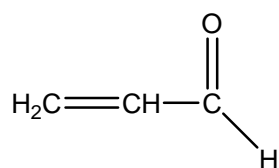
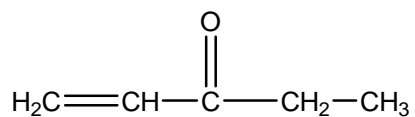
2-metil-3-oxopentano

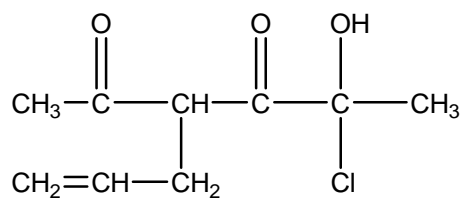
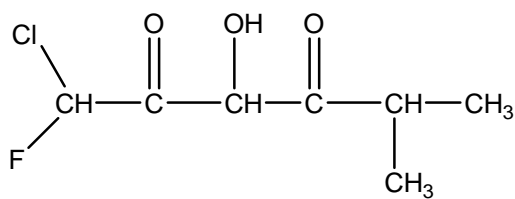
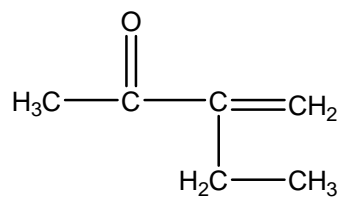
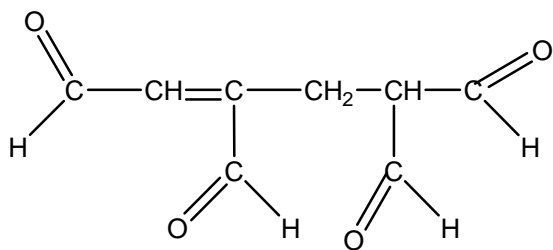


1-fenil-2,3-butanodiona

Formula los siguientes compuestos:

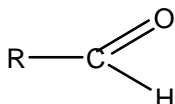
- Propanodial
- 2,3-dioxo-4-pentinal
- 2-hidroxi-3,5-dioxohexanal
- Metilbutanona
- 2-metil-3-oxopentanal
- 1-ciclobutenilformaldehído
- 4-oxo-2-pentanal
- Propenal
- 1-cloro-1-flúor-3-hidroxi-5-metil-2,4-hexanodiona
- 2-oxo-3-butenal

Nombra los siguientes compuestos:



ÁCIDOS ORGÁNICOS

Es un compuesto hidrocarbonado con uno o más grupos carboxílicos. La forma abreviada se representa así: –**COOH** y de forma desarrollada:



Como ocurre en casos anteriores hay muchos ácidos que mantienen un nombre propio en su nomenclatura y que están aceptados por la IUPAC

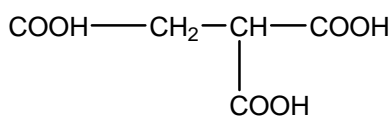
| Fórmula | Nombre común | Sistemática | Fórmula | Nombre común | Sistemática |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--|-----------------------|-----------------------|
| HCOOH | Ácido fórmico | Ácido metanoico | CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH | Ácido butírico | Ácido butanoico |
| CH ₃ COOH | Ácido acético | Ácido etanoico | HOOC-COOH | Ácido oxálico | Ácido etanodioico |
| CH ₃ CH ₂ COOH | Ácido propiónico | Ácido propanoico | C ₆ H ₅ (COOH) | Ácido benzoico | Ácido benzoico |

Normas de nomenclatura:

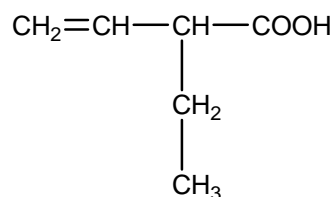
- Se elige como principal la cadena con mayor número de grupos carboxílicos.
- Se numera la cadena dando al grupo carboxílico el nº1. Si hubiese dos se comienza por la cadena que ofrezca menores números de localizadores para grupos menos prioritarios.
- La denominación comienza con la palabra “ácido”, seguida por el nombre de la cadena principal, sustituyendo la terminación –o por –oico.
- Si hay dos grupos carboxilos se nombra con la terminación –dióico.
- Si hay grupos carboxílicos en cadenas laterales se nombran como un sustituyente con el prefijo **carboxi-**

Ejemplos:

Ácido propanoico CH₃-CH₂-COOH
 Ácido 2-butenico CH₃-CH=CH-COOH
 Ácido etanoico : CH₃-COOH



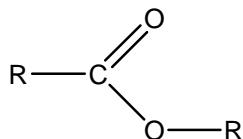
ácido 2-carboxibutanoico



ácido 2-etil-3-butenico

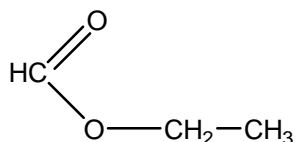
ÉSTERES

Al tener un hidrógeno que se puede disociar, los ácidos carboxílicos poseen carácter ácido. Cuando este hidrógeno se sustituye por un radical alquilo o arilo, forma un **éster**. De forma abreviada se el grupo funcional se representa como **—COO—**, de forma desarrollada se representa así:

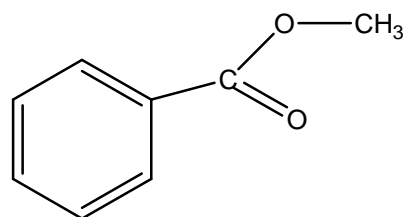
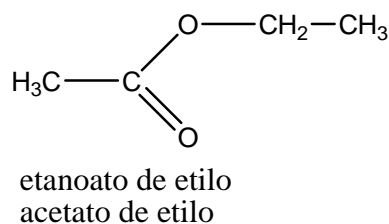
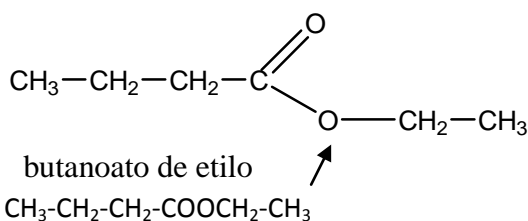


Para nombrarlos se hace lo mismo que en grupo anterior, sin embargo, se omite la palabra "ácido" y el sufijo en vez de **—ico** se nombra como **—ato**; a continuación se añade la preposición **de** y la denominación del radical que sustituye al hidrógeno.

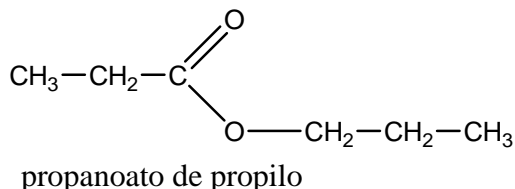
Ejemplos:



metanoato de etilo, proviene del ácido metanoico, en el que un H ha sido sustituido por un grupo etilo.



benzoato de metilo

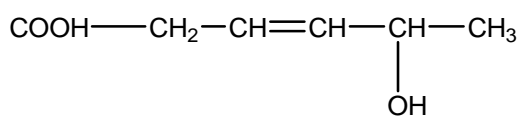
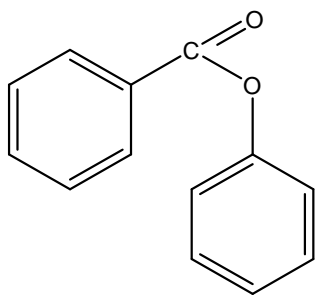
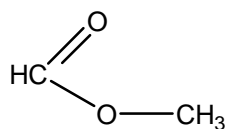
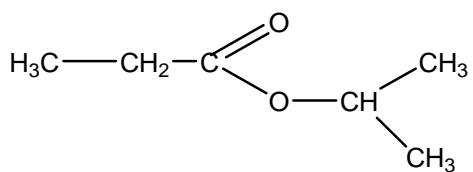
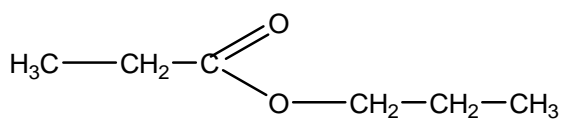
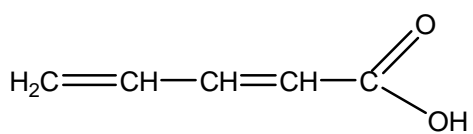
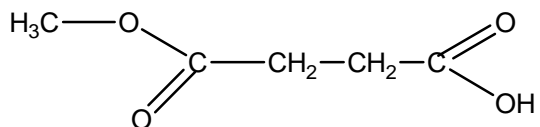
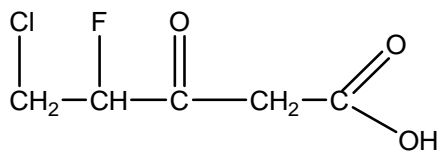


Actividades:

2) Formula estos compuestos:

- 1- Propanoato de etilo
- 2- Ácido 2,4-pentanodienoico

1) Nombra los siguientes compuestos.



COMPUESTOS NITROGENADOS

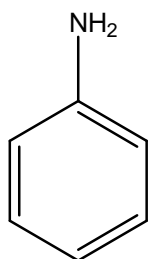
Son los formados por una o varias cadenas hidrocarbonadas con algún sustituyente que contenga átomos de nitrógeno; entre ellos están las **aminas**, **amidas**, **nitrilos** y **nitroderivados**.

AMINAS

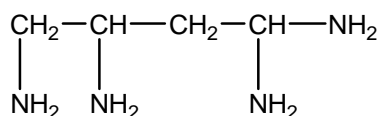
Son derivados del amoniaco (NH_3), en el que los hidrógenos pueden ser sustituidos por radicales orgánicos). Si solo se sustituye un hidrógeno tenemos aminas primarias; si han sido dos secundarias y terciarias cuando han sustituido todos los hidrógenos del amoniaco.

En las aminas primarias se añade la terminación **-amina** al nombre de la cadena principal o añadiendo el nombre **-amina** al nombre del radical que se une al nitrógeno. Ejemplos:

$\text{CH}_3\text{—NH}_2$ Metano**amina** o metil**amina**



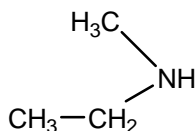
fenil**amina**
anilina



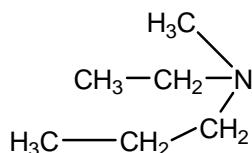
1,1,3,4-butanotetramina

En las aminas secundarias y terciarias el nitrógeno está unido a dos o tres grupos orgánicos respectivamente. La cadena principal será la más compleja que se una al nitrógeno. Se nombra anteponiendo la letra **N-** a los sustituyentes unidos al nitrógeno. Seguidamente se le une el nombre de la cadena principal o del radical de la cadena principal acabado en **-amina**. El infijo **-aza-** se usa cuando las aminas secundarias o terciarias han ocupado el lugar de algún carbono.

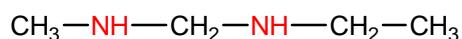
Ejemplos:



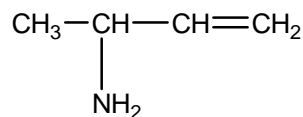
N-metil**etilamina**
etilamina es la cadena principal



N-etil-N-metilpropilamina
La propilamina es la cadena principal

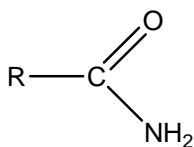


2,4-diazapentano

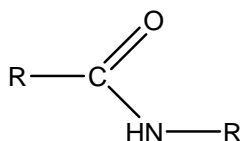
3-buten2-amina
1-metil-2-propenilamina

AMIDAS

Estos compuestos derivan de un ácido orgánico en el que el grupo **(OH)** ha sido sustituido por un grupo amino **—NH₂**



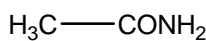
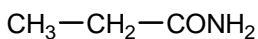
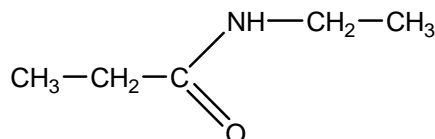
Amida terminal sin sustituyente



Amida con 1 sustituyente

- Estos compuestos se nombran quitando la palabra **ácido** (proviene de los ácidos) y cambiando la terminación **—oico** por **—amida**.
- Si la cadena tiene sustituyentes, la principal es la que tiene el grupo amida y la numeración comienza por el grupo amida.
- Si el grupo amino es secundario o terciario, se nombra como sustituyente, se antepone N-, indicando que está unido al nitrógeno.

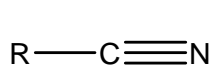
Ejemplos:

etano**amida**propano**amida**

N-etil-propanamida

NITRILOS

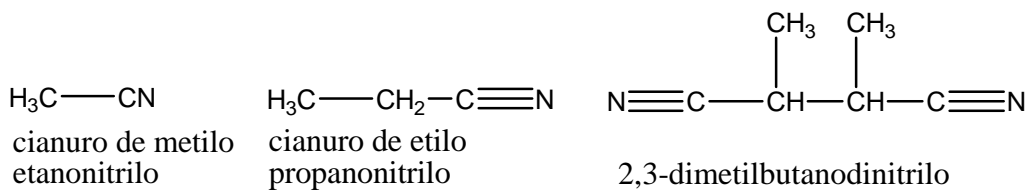
Son también derivados de los ácidos orgánicos, sin embargo los enlaces con el oxígeno han sido sustituidos por un **triple enlace con el nitrógeno**.



grupo ciano

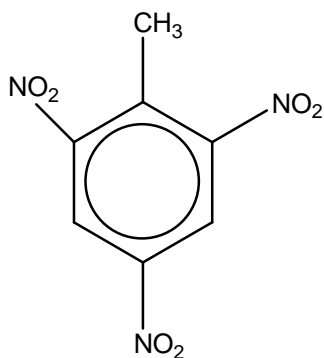
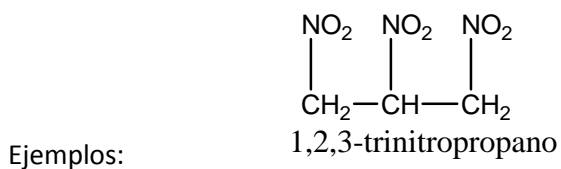
forma reducida
grupo ciano

- Se nombra como **cianuro** de.. al **grupo ciano** y a continuación, el nombre del radical al que va unido.
- Siguiendo las reglas de la IUPAC, se puede nombrar como el ácido del que deriva, suprimiendo el término ácido y cambiando la terminación **—ico** por **—nitrilo**.

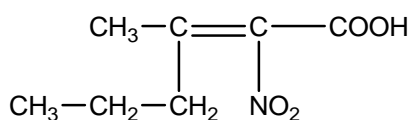


NITRODERIVADOS

Cuando uno o más hidrógenos de un hidrocarburo han sido sustituidos por grupos nitro ($-\text{NO}_2$), son compuestos nitroderivados. El grupo nitro se nombra como derivado mediante el prefijo -nitro.



2,4,6--trinitrotolueno
TNT (explosivo)



ácido 3-metil-2-nitro-2-hexenoico

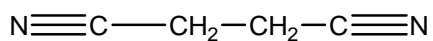
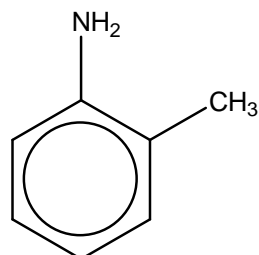
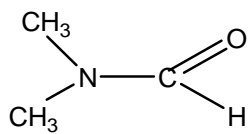
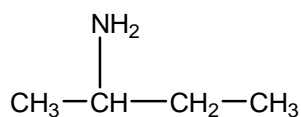
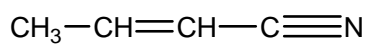
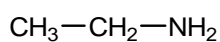
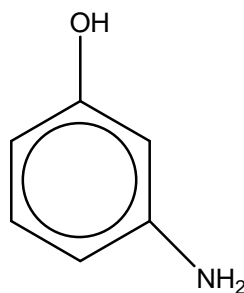
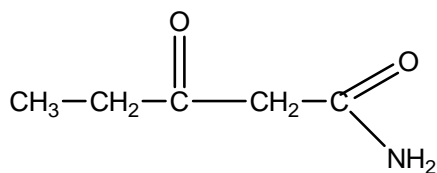
Cuando hay más de un grupo funcional el orden de prioridad para nombrarlo es el siguiente:

ÁCIDO < ALDEHÍDO = CETONA > ALCOHOL > AMINA > ENLACE DOBLE > ENLACE TRIPLE > HALÓGENO > GRUPO ALQUILO

Ácido 2-hidroxi propanoico $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{COOH}$

Ácido 3-oxo butanoico $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

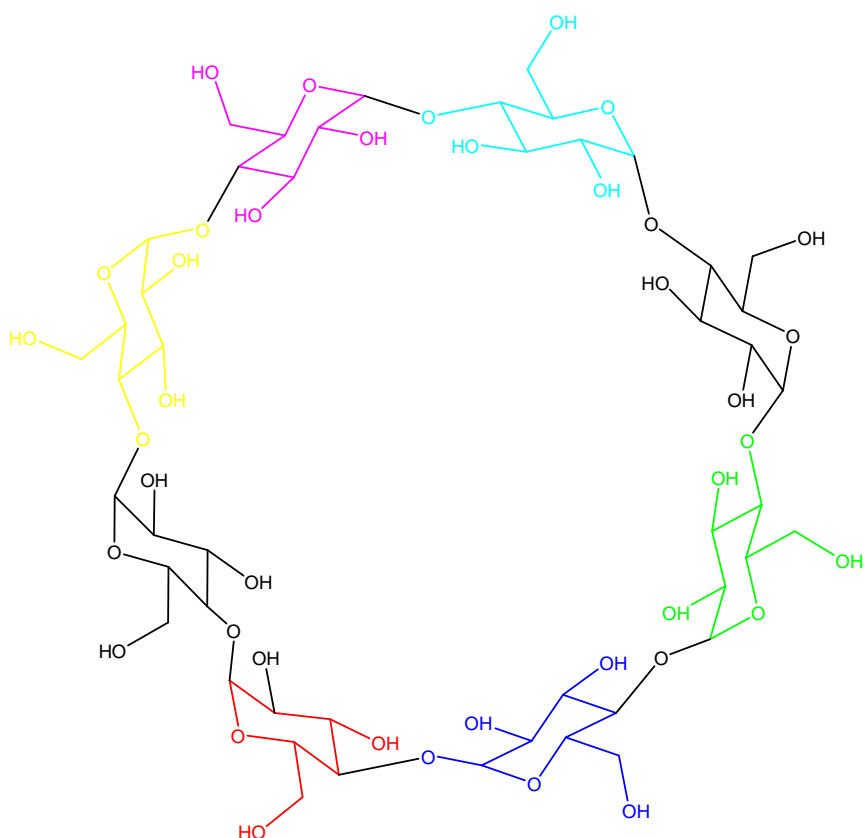
3-Hidroxi Butanal $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CHO}$

Nombra los siguientes compuestos:**Formula los siguientes compuestos:**

- 1- 4-bromo-N-etil-N-metilpentanamida
- 2- 2-butanoamina
- 3- 2,3-dimetilamina
- 4- 1,2,3-trinitropropano
- 5- Ácido 2-ciano-3-pentenoico
- 6- Cianuro de fenilo
- 7- Cianuro de 1,3-butadieno
- 8- 2-amino-3,4-dihidroxipentanonitrilo
- 9- o-metilanilina
- 10- 3-amino-2-butanol

Enhorabuena si has llegado hasta aquí; como has podido comprobar todo esto no se puede digerir en dos días. Te recomiendo que cada día trabajes un grupo y en unas semanas seguro que identificarás cualquiera de las fórmulas de química orgánica que encontrarás en los libros de texto. Esperamos haberte ayudado a entender este idioma y confiamos en que sigas profundizando, estudiando y disfrutando de la Química.

Miguel y Esther



Bibliografía:

Formulación y nomenclatura de Química Orgánica de Manuel Rodríguez Morales Ed. Oxford.
Formulación y nomenclatura en Química Orgánica (Universidad Alfonso X el Sabio), Madrid
Formulación Química Orgánica. Ed. Santillana.