

## UNIDAD 14. NOMENCLATURA QUÍMICA ORGÁNICA

### ¿Cómo se nombran los compuestos orgánicos?

**Desempeño Esperado.** El estudiante reconoce los grupos funcionales de la química orgánica, identifica por su nombre y/o fórmula compuestos orgánicos lineales y ramificados.

#### 1. NOMENCLATURA DE HIDROCARBUROS.

El sistema empleado para nombrar los hidrocarburos y en general los compuestos orgánicos es el SISTEMA IUPAC (Internatioanal Union of Pure and Applied Chemistry). En nuestro curso, usaremos la nomenclatura IUPAC, salvo algunos casos en los cuales es necesario usar la nomenclatura sistemática o la común. En la nomenclatura IUPAC el nombre de un compuesto orgánico consta de:

##### 1.1. Raíz o prefijo.

Indica el número de átomos de carbono que constituyen la molécula, así:

met	: cadena con un átomo de carbono	C
et	: cadena de dos átomos de carbono	C - C
prop	: cadena de tres átomos de carbono	C - C - C
but	: cadena de cuatro átomos de carbono	C - C - C - C
pent	: cadena de cinco átomos de carbono	C - C - C - C - C
hex	: cadena de seis átomos de carbono	C - C - C - C - C - C
hept	: cadena de siete átomos de carbono	C - C - C - C - C - C - C
oct	: cadena de ocho átomos de carbono	C - C - C - C - C - C - C - C
non	: cadena de nueve átomos de carbono	C - C - C - C - C - C - C - C - C
dec	: cadena de diez átomos de carbono, etc.	C - C - C - C - C - C - C - C - C - C

##### 1.2. Terminación o sufijo.

Enuncia la naturaleza del grupo funcional o el grado de insaturación de la molécula, así:

El sufijo *ano*, se emplea cuando el compuesto tiene enlaces sencillos (compuestos saturados); cuando los enlaces son dobles, se cambia por *eno* y cuando son triples por *ino* (compuestos insaturados). Cuando el compuesto tiene en su molécula un grupo -OH, su nombre termina en *ol*.

##### 1.3. Grupos Alquilo.

Recordemos que son los alcanos que han perdido un hidrógeno y son los grupos que ramifican las cadenas. Estos fueron estudiados en el Módulo 13 y es necesario aprenderlos como requisito para aprender nomenclatura orgánica.

#### 2. Nomenclatura de alcanos lineales.

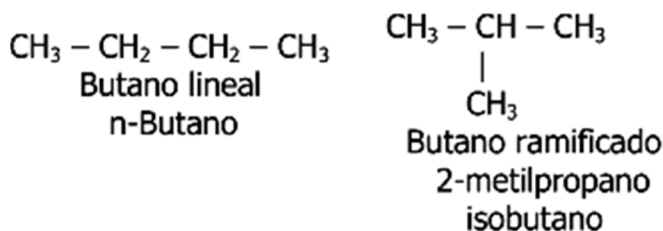
Los tres primeros miembros de la serie de los alcanos reciben los nombres de:

Metano	CH <sub>4</sub>
Etano	CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>
Propano	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>

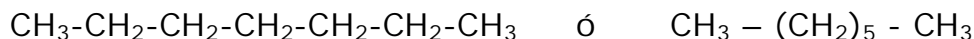
A partir del butano se presenta la isomería, es decir, compuestos que tienen la misma fórmula molecular, pero diferente fórmula estructural. Vemos el caso del butano:

Fórmula molecular:  $C_4H_{10}$

Fórmula estructural:



Los alcanos lineales de 4 o más carbonos, se nombran anteponiendo la letra n separada por un guión, a continuación se escribe el nombre del alcano. Este prefijo significa normal. Así, el heptano lineal se llamará n-heptano:



### 3. Nomenclatura de Alquenos y Alquinos lineales.

Se numera la cadena, empezando por el extremo en donde se encuentre más cerca el doble o el triple enlace. La posición del doble o el triple enlace se le asigna al carbono que tenga el número más bajo. Este número se separa por un guión y a continuación se escribe el nombre del hidrocarburo insaturado (hidrocarburos con dobles o triples enlaces). Veamos:



**Actividad de Refuerzo # 1.** Escribir la fórmula estructural de:

- A. n-hexano
- B. 2-buteno
- C. 3-hexino

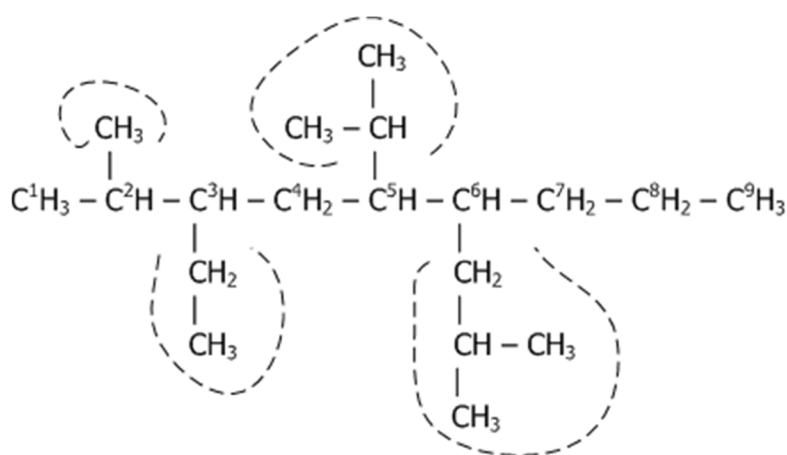
### 4. Nomenclatura de Alcanos Ramificados.

Las reglas para nombrarlos se extienden posteriormente a los compuestos orgánicos, es decir, alquenos, alquinos, alcoholes, aldehídos, etc. Se recomienda por lo tanto comprenderlas y aplicarlas muy bien para nivelar apropiadamente este desempeño. La nomenclatura IUPAC para estos compuestos ha fijado las siguientes reglas:

- 1) El nombre genérico de un hidrocarburo saturado es alcano.
- 2) Se escoge como cadena principal, la secuencia más larga de átomos de carbono de la molécula, y se usa como base el nombre del hidrocarburo correspondiente. Si se presentan varias cadenas de igual longitud se escoge la más ramificada. Esta regla se estudió en el módulo anterior.

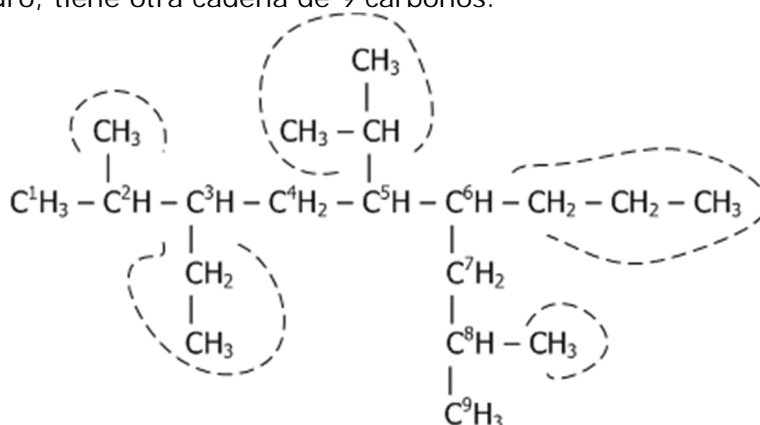
- 3) Cada ramificación de la cadena principal se considera como un sustituyente que deriva de otro hidrocarburo; para ello se cambia la terminación ano por ilo o il.
- 4) Se numeran los carbonos de la cadena base de modo que los sustituyentes queden ubicados en los números más bajos.
- 5) Cada sustituyente recibe un nombre y un número que indica el carbono al cual está unido. Si sobre el mismo carbono existen dos o más sustituyentes se repite el número; si los sustituyentes son iguales, se usan los prefijos di, tri, tetra, etc., que indican el número de veces que se repite el sustituyente.
- 6) Los números se separan entre sí por comas, y de letras por guiones.
- 7) El nombre de los grupos sustituyentes se escribe en orden de complejidad, o por orden alfabético, atendiendo al número de carbonos: primero será el metil, luego el etil, propil, butil, etc. Consulte el módulo anterior en donde se indica este orden.
- 8) El prefijo iso, se emplea cuando hay dos grupos metilos en un extremo de la cadena normal o lineal; el prefijo neo, cuando hay tres.

El ejemplo a continuación fue estudiado en el módulo anterior: Hay dos cadenas de 9 átomos de carbono, escogemos la más ramificada.

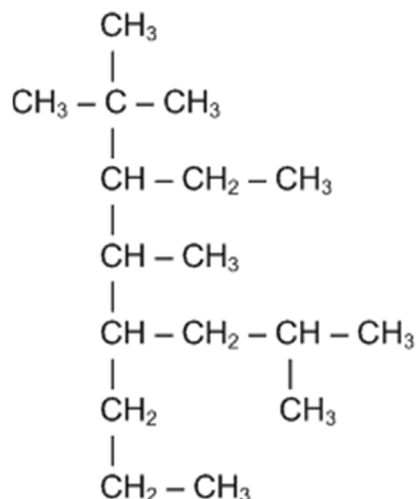


Esta cadena principal de 9 carbonos tiene 4 ramificaciones

El mismo hidrocarburo, tiene otra cadena de 9 carbonos:

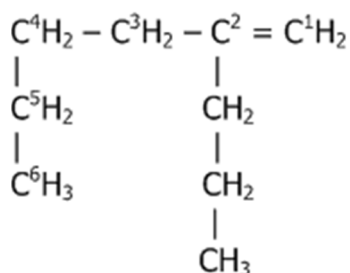


El mismo hidrocarburo, con otra cadena de 9 carbonos pero 5 ramificaciones. Esta cadena de nueve carbonos es la **cadena principal**.



Aplicando las reglas enunciadas el nombre será: 2, 8 - dimetil -3- etil - 6 - n-propil - 5 - isopropil nonano.

**Actividad de Refuerzo # 2.**



- A. Escribir la fórmula estructural de: 3, 3, 9 – trimetil – 6 – isopropil – 7 – n –propil decano.
- B. Dar el nombre lupac del hidrocarburo mostrado. Ver figura.

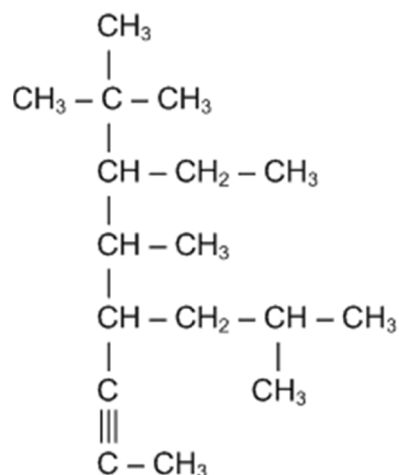
**5. Nomenclatura de alquenos y alquinos ramificados**

- 1) El nombre genérico de un hidrocarburo insaturado es alqueno o alquino.
- 2) Se escoge como cadena principal, la secuencia más larga de átomos de carbono de la molécula que contenga el doble o el triple enlace, y se usa como base el nombre del hidrocarburo correspondiente. Si se presentan varias cadenas de igual longitud se escoge la más ramificada.
- 3) Se numera la cadena empezando por el extremo en donde se encuentre más cerca el doble o el triple enlace. La posición del doble o el triple enlace se asigna igual que en los alquenos y alquinos lineales.

Las demás reglas de los alcanos ramificados se aplican a alquenos y alquinos. Veamos el ejemplo siguiente:

Numeramos la cadena empezando por el extremo en donde está el doble enlace. La cadena más larga que contiene el doble enlace tiene 6 carbonos. Hay otra cadena, más larga, de 8 carbono pero no contiene el doble enlace. El nombre es: 2–n–propil–1–hexeno.

**Actividad de Refuerzo # 3.** Dar el nombre IUPAC del compuesto siguiente:



## 6. LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

Para mayor facilidad los compuestos orgánicos se agrupan por *funciones*, de acuerdo con sus grupos funcionales. *Grupo funcional* es un átomo o grupo de átomos cuya presencia en una molécula determina las propiedades características de la función.

### 6.1. FUNCIONES ORGÁNICAS.

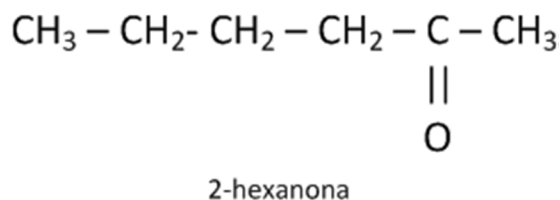
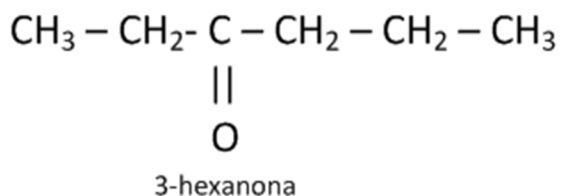
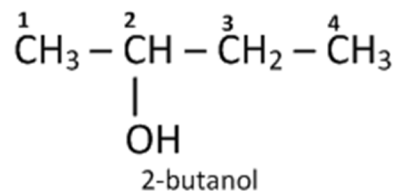
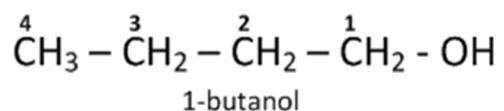
De esta manera el estudio de los compuestos orgánicos se simplifica enormemente. Ya no es necesario estudiar los tres millones de compuestos que existen, sino aproximadamente 25 clases de compuestos de propiedades afines. Basta conocer cuáles son estas para aplicarlas posteriormente a todos los miembros de una misma familia. En la Tabla (página siguiente) se presentan las principales funciones orgánicas. En la fórmula general, R (llamado grupo alquilo) representa el resto de la molécula, es decir, la parte diferente al grupo funcional.

### 6.2. NOMENCLATURA ORGÁNICA.

El sistema empleado para nombrar los compuestos orgánicos sigue siendo el SISTEMA IUPAC (Internatioanal Union of Pure and Applied Chemistry).

Los grupos funcionales se pueden presentar al final de la cadena como el -COOH ácido y el -CHO, aldehído. Otros como el grupo -OH, alcohol y el -CO-, cetona, se presentan en carbonos interiores. En estos casos se presenta la ISOMERIA (ver Módulo 15), o sea compuestos con la misma fórmula molecular pero diferente fórmula estructural.

Estos isómeros se diferencian numerando la cadena por el extremo más cercano donde se halle el grupo funcional. Al nombre del compuesto se le antepone este número y se separa por un guión.

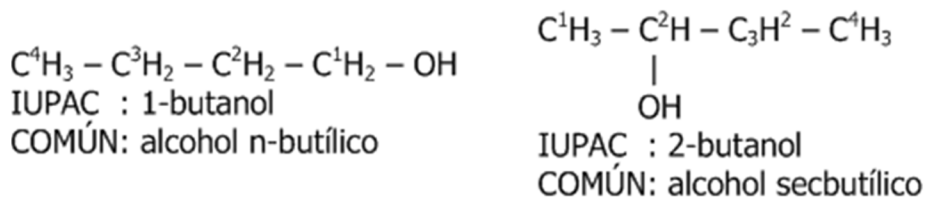


Al nombrar un compuesto orgánico debemos tener en cuenta lo siguiente:

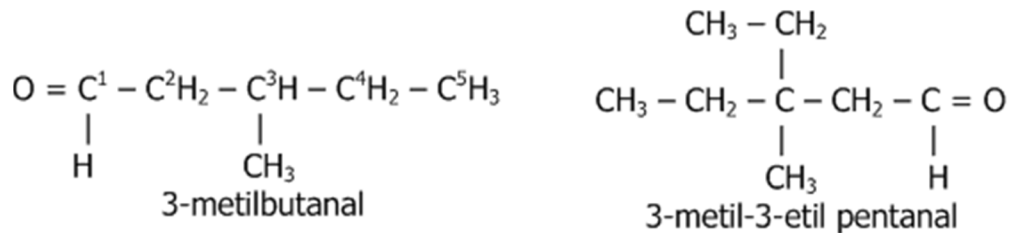
- 1) Los números se separan de los nombres por medio de un guión.
- 2) El sentido de numeración de la cadena lo determina el dígito menor donde aparece el grupo funcional; para ello se numera la cadena por el extremo donde se halle más cerca el grupo funcional principal.
- 3) Para el caso de los isómeros, donde el que cambia de posición es el doble o el triple enlace, se continúa con las mismas reglas anteriores, teniendo en cuenta a qué extremo de la cadena está más cerca dicho enlace.
- 4) Si la cadena es ramificada, los sustituyentes (generalmente grupos alquilo), se nombran siguiendo las reglas ya estudiadas para los alcanos.

PRINCIPALES FUNCIONES ORGÁNICAS Y SUS CARACTERÍSTICAS				
Función química	Grupo funcional		Ejemplo	
Alcanos		Enlace simple	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	Propano
Alquenos		Enlace doble	$\text{CH}_2=\text{CH-CH}_3$	Propeno
Alquinos	$\text{H-C}\equiv\text{C-H}$	Enlace triple	$\text{HC}\equiv\text{C-CH}_2\text{-CH}_3$	1-butino
Aromáticos		o	$\text{C}_6\text{H}_6$	Benceno
Alcohol	$-\text{OH}$		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	Etanol
Éter	$-\text{O}-$		$\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$	Éter dimetílico
Aldehído			$\text{HCHO}$	Formaldehído o metanal
Cetona			$\text{CH}_3\text{-C(=O)-CH}_3$	Acetona o propanona
Ácido carboxílico			$\text{CH}_3\text{-C(=O)-OH}$	Ácido acético o etanoico
Éster			$\text{CH}_3\text{-C(=O)-O-CH}_3$	Acetato de metilo
Amina	$-\text{NH}_2$		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$	Etilamina
Amida			$\text{CH}_3\text{-C(=O)-NH}_2$	Acetamida
Anhídrido				Anhídrido acético
Fenol	$\text{Ar-OH}$			Hidroxibenceno

Ejemplos de alcoholes:

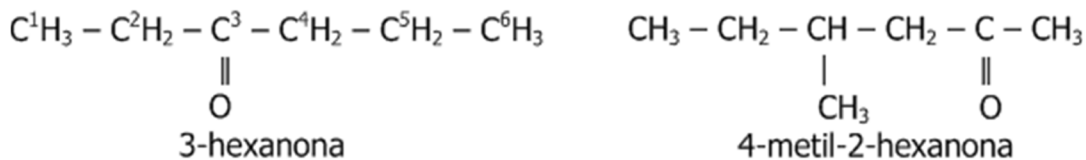


Ejemplos de aldehídos:

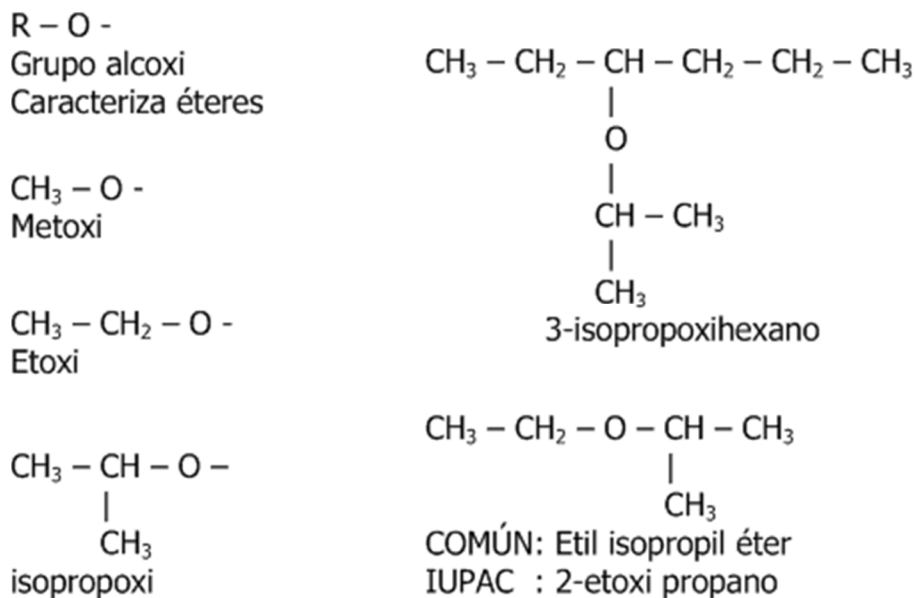


La función aldehído también se puede escribir CHO.

Ejemplos de Cetonas:



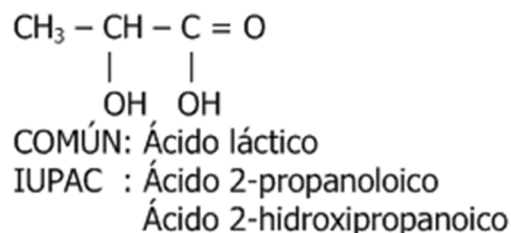
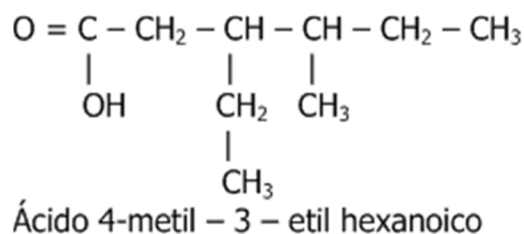
En el caso de los éteres, se utiliza más ampliamente el sistema común de nomenclatura, pero cuando los grupos R-O- que se unen a la cadena (llamados alcoxi) tienen más de 4 carbonos se nombran utilizando el sistema Iupac. Veamos:



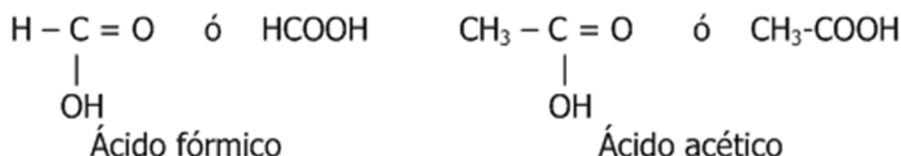


Podemos observar que en los nombres comunes, se nombran los grupos alquilo que se unen al grupo  $-O-$  y a continuación se escribe la palabra éter.

Ejemplos de ácidos:

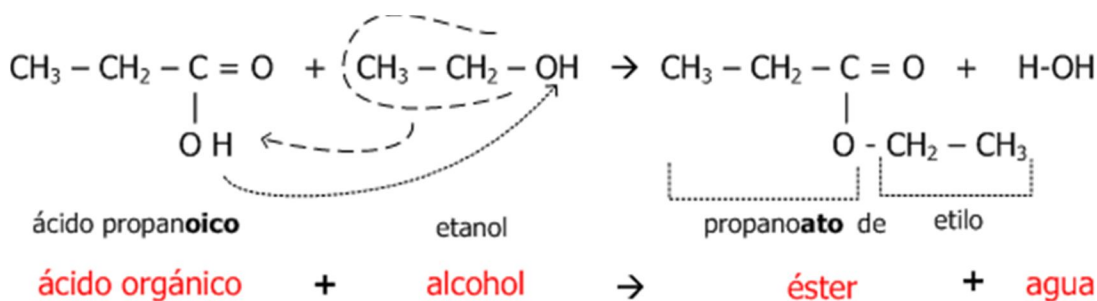


Los ácidos se nombran generalmente utilizando el sistema común de nomenclatura. Algunos de estos nombres:

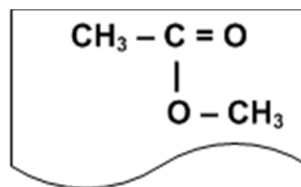


El nombre fórmico viene del latín *formica* que significa hormiga. Acético, del latín *acetum* igual vinagre.

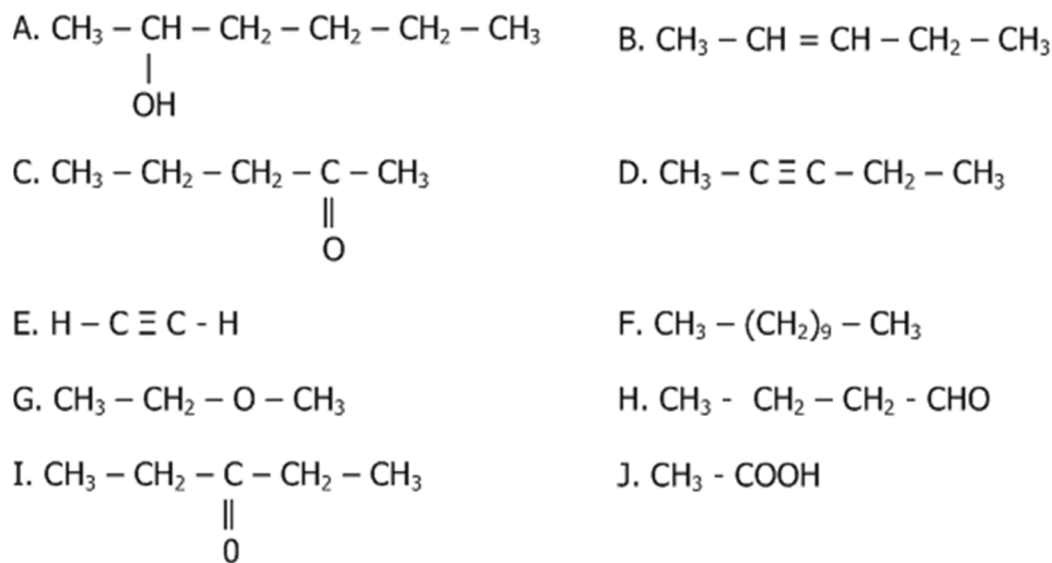
Los ácidos cuando se hacen reaccionar con los alcoholes producen una familia de compuestos llamados ésteres. La terminación **ico** del ácido cambia por **ato** en estos compuestos. Veamos algunos ejemplos:



**Etanoato de metilo es un éster que proviene de: Ácido etanoico y metanol**



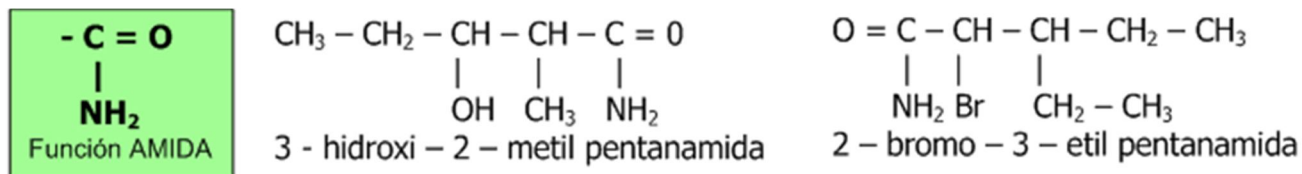
**Actividad de Refuerzo #4.** Escriba el nombre correcto para cada uno de los compuestos siguientes:



**Actividad de Refuerzo # 5.** Escriba la fórmula estructural de:

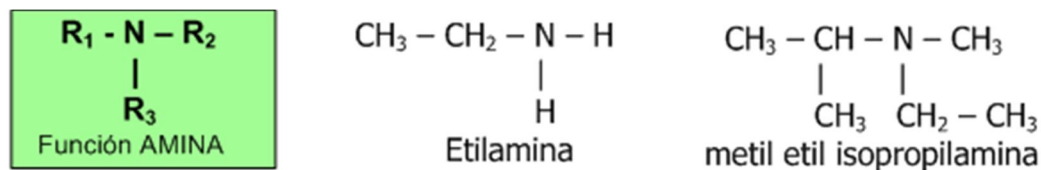
- 1,2,3-propanotriol (nombre común glicerina)
- Metanoato de etilo
- 2,4-dimetil-3-etil hexano
- 4-metil-2-pentanona
- Ácido 2,3-dimetilbutanoico
- 2,3-dimetilbutanal

Pasemos ahora al estudio de la nomenclatura de las **amidas**. Podemos observar el grupo funcional característico de las mismas y algunos ejemplos.



Como en el caso de los aldehídos y los ácidos, el carbono que contiene la función siempre va en un extremo de la cadena, por lo que al numerarla debe llevar siempre el número 1.

Las **aminas** se consideran compuestos derivados del amoníaco, por sustitución de 1, 2 o los tres hidrógenos por grupos alquilo o arilo (derivados de hidrocarburos aromáticos). Los ejemplos siguientes ilustran el caso.



Los nombres mostrados son comunes. Si tiene un grupo alquilo la amina es primaria, si tiene dos, secundaria. El último ejemplo es una amina terciaria.

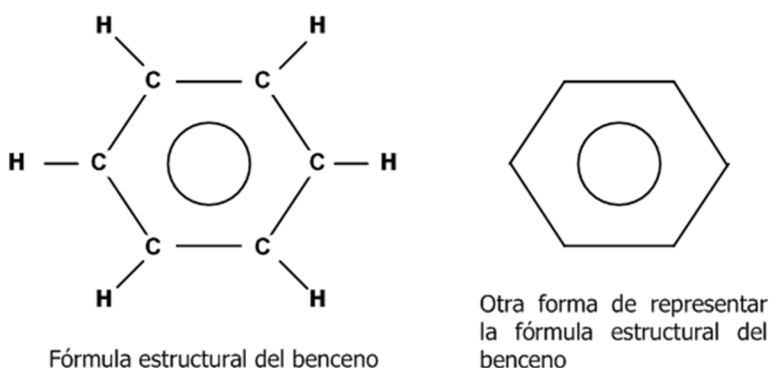
### 6.3. HIDROCARBUROS AROMÁTICOS

Esta familia de hidrocarburos corresponde a compuestos que tienen en su estructura el benceno,  $C_6H_6$ , y sustituyentes que pueden ser grupos alquilo, amino, nitro, etc.

- NH <sub>2</sub> amino	- NO <sub>2</sub> nitro	- CH <sub>2</sub> = CH <sub>2</sub> vinilo
----------------------------	----------------------------	---

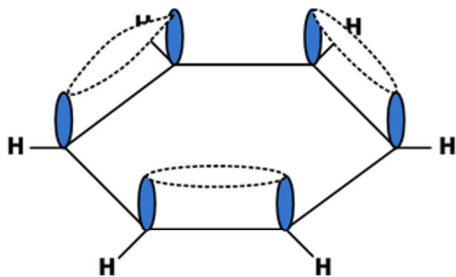
Análisis y determinaciones de pesos moleculares repetidos muestran que el benceno tiene una serie de propiedades muy características, entre las que se destaca su gran estabilidad frente a la mayor parte de los reactivos (comportamiento similar a los alcanos). Puede presentar reacciones de adición, pero no en forma tan reactiva como los alquenos y alquinos, necesitando la presencia de catalizadores. Es decir el benceno tiene comportamiento intermedio entre hidrocarburos saturados e insaturados.

Se han propuesto muchas fórmulas estructurales para el benceno, de las cuales la más aceptada y estudiada es:

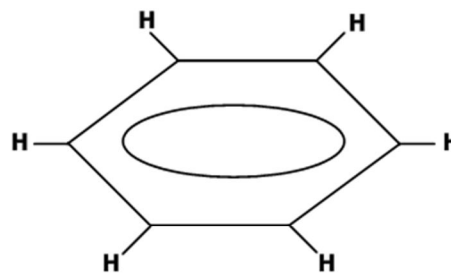


Esta estructura se sustenta en la teoría de la resonancia en la cual cuando se pueden dibujar dos o más configuraciones electrónicas equivalentes o casi equivalentes para la misma molécula, sin cambiar la posición de los átomos, la molécula no está representada por ninguna de estas configuraciones, sino que es una estructura intermedia entre las representaciones, y es más estable que cualquiera de ellas.

De acuerdo con la teoría de la hibridación estudiada en la Unidad Los Compuestos Orgánicos ( $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ ) cada átomo de carbono en el benceno presenta hibridación  $sp^2$ . Los ángulos de enlace son de  $120^\circ$ . El orbital p no *hibridado* contiene un electrón no apareado y es perpendicular al plano hexagonal formado por la molécula (Ver Figura) Los enlaces situados en el plano son todos de tipo sigma ( $\sigma$ ) y fuera del plano se formarán los enlaces  $\pi$  (en total 3) con la característica adicional de no estar perfectamente localizados como en el caso de los alquenos y alquinos.



Los electrones de los orbitales p no híbridos, forman un enlace  $\pi$ . Estos electrones se alternan formando una nube de forma circular, fuera del plano de la molécula.



La nube de electrones fuera del plano se acostumbra representarla por medio de la imagen de forma circular en el centro del anillo.

Se dice que en el benceno los electrones  $\pi$  están *deslocalizados*. En algún momento pueden estar entre los carbonos 1-2, 3-4 y 5-6, en otro momento pueden estar entre los carbonos 2-3, 4-5, 6-1. En definitiva lo que se observa es una nube electrónica (en forma de anillo) por encima y por debajo del plano de la molécula.

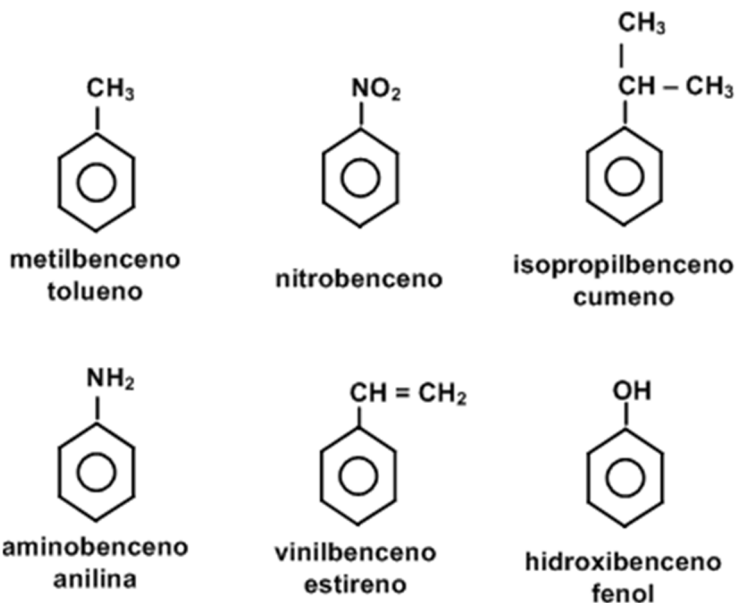
Por medio de análisis con rayos X se ha podido demostrar que la molécula es plana y que *los seis enlaces carbono - carbono son iguales*. También se ha podido demostrar que la longitud del enlace carbono - carbono es intermedia entre la longitud del enlace C-C y C=C.

#### 6.4. ¿CÓMO SE NOMBRAN?

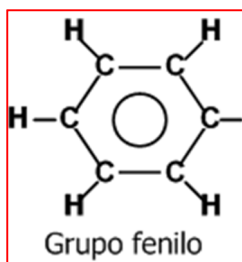
La nomenclatura IUPAC de hidrocarburos aromáticos acepta algunos nombres comunes.

##### 6.4.1. DERIVADOS MONOSUSTITUÍDOS DEL BENCENO.

Como los seis átomos de carbono en el benceno son equivalentes, sólo puede haber un derivado monosustituído. Ejemplos: Veamos los nombres comunes siguientes aceptados por la IUPAC:



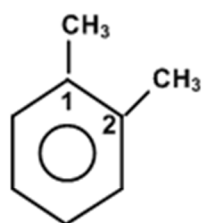
### 6.4.2. DERIVADOS DISUSTITUÍDOS.



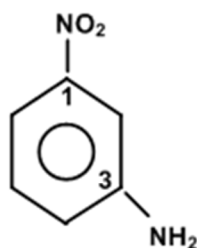
Cuando hay dos grupos sustituyentes unidos al carbono del anillo, según la posición de uno de ellos con respecto al otro, originan tres tipos de isómeros de posición que se designan con los prefijos orto (*o*-), meta (*m*-) y para (*p*-), respectivamente para las posiciones 1, 2; 1, 3 y 1, 4.

Ocasionalmente es necesario recordar que, así como en los alcanos hay grupos alquilo (útiles para dar nombres IUPAC), el benceno cuando pierde un hidrógeno genera un grupo llamado fenilo, y si es un hidrocarburo aromático se llama arilo.

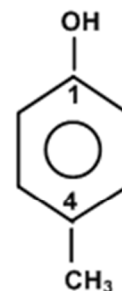
Veamos algunos ejemplos:



1,2-dimetil benceno  
orto-dimetil benceno  
o-dimetilbenceno

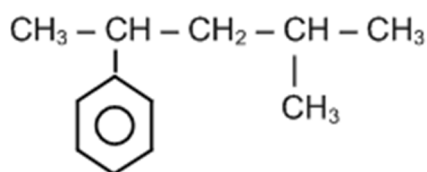


3-amino-1-nitro benceno  
meta-nitro aminobenceno  
m-nitro amino benceno

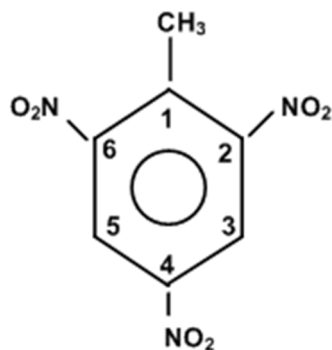


1-hidroxi-4-metil benceno  
para-hidroxi metil benceno  
p-hidroxi metil benceno

El grupo fenilo puede sustituir el hidrógeno en los hidrocarburos como se muestra a continuación:



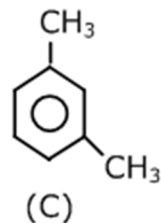
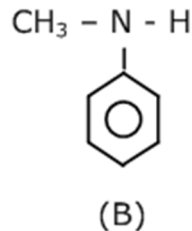
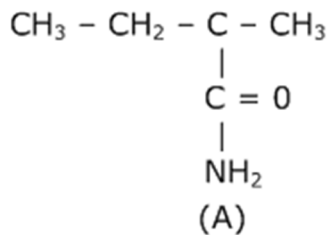
2-fenil - 3 - metil pentano



2,4,6-trinitro-1-metil benceno  
2,4,6-trinitro tolueno  
TNT

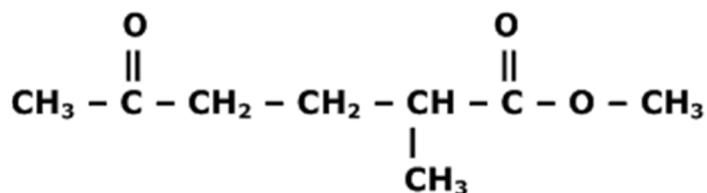
Igualmente, en el benceno, se pueden sustituir los hidrógenos para casos en donde hay 3 o más sustituyentes.

**ACTIVIDAD DE REFUERZO # 6.** Dar un nombre aceptable a cada uno de los compuestos siguientes:



**ACTIVIDAD DE REFUERZO # 7.** Encontrar las fórmulas estructurales de: catecol, resorsinol, hidroquinona, 0-xileno, m-xileno, p-xileno, o-cresol, m-cresol, p-cresol.

## 7. PREGUNTAS TIPO ICFES EXPLICADAS.

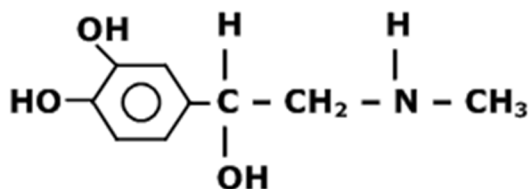


1. De acuerdo con su estructura molecular, el compuesto anterior se caracteriza por presentar propiedades químicas de

- A. Un éter y un aldehído.      B. Una cetona y un éster.      C. Un aldehído y un éster.      D. Una cetona y un éter.

*El primer grupo en el extremo derecho de la cadena es un éster, que se representa como se indica en la tabla de la página 6 y en los ejemplos de la página 9. Igualmente la cadena se numera empezando por el carbono de la derecha, por lo que el carbono 5 corresponde a una función cetona. Así, la opción correcta es B.*

a. La siguiente molécula es la representación de la molécula de adrenalina:



De acuerdo con ésta, se puede establecer que las funciones orgánicas presentes en la adrenalina son

- A. fenol, alcohol y amina.  
 B. alqueno, alcano, alcohol y amida.  
 C. cicloalcano, alqueno y amida.  
 D. fenol, alcohol, amina y éster.

*Un benceno con OH es un fenol, un -OH unido a un carbono alifático (carbono de una cadena carbonada) es un alcohol y el Nitrógeno del extremo derecho de la cadena es una amina. Opción correcta A.*