

**Universidad Autónoma del Estado de México**

**FaPUR**

**Lic. Ciencias Ambientales**

**Materia y Energía (Semestre 2015-B)**

**Unidad IV “Química Orgánica”**

**Elaborado por Dr. Eduardo Campos Medina**

# Guion Explicativo

En esta unidad temática se abordaran temas relacionados con química orgánica, la importancia del carbono en el medio ambiente, que corresponden a la unidad IV, de la unidad de aprendizaje.

Por lo cual el alumno asimilará que es lo que ocurre en la hibridación del elemento carbono, mediante este análisis entenderá los tipos de compuestos alifáticos que puede formar el carbono ( alcanos, alquenos y alquinos ).

Asimismo se revisaran los criterios de nomenclatura de estos compuestos alifáticos que establece la IUPAC, cabe señalar que este material se abordan dichos criterios, pero los ejercicios que refuerzan dicha temática se realizarán en el pizarrón de clase

# Guion Explicativo

Finalmente se identificarán los diferentes tipos de compuestos orgánicos, identificando su grupo funcional, enfatizando al alumno la importancia que tiene esta identificación, ya que estos temas son vitales en las unidades temáticas de Química Ambiental I y II.

Cabe señalar que el material dispuesto es de apoyo para la introducción de los alumnos hacia el tema, los ejercicios concernientes se realizarán en el salón de clase en el pizarrón, resolviéndolos de manera conjunta profesor-alumno

# Contenido

## 1.- Química del Carbono

### 1.1.- Compuestos Orgánicos del Carbono

### 1.2.- Hibridación del Carbono

### 1.3.- Nomenclatura de Compuestos Alifáticos (Alcanos, Alquenos y Alquinos)

### 1.4.- Alquenos y Alquinos cíclicos

## 2.- Identificación de grupos funcionales

### 2.1.- Alcoholes

### 2.2.- Fenoles

### 2.3.- Aldehídos

### 2.4.- Cetonas

### 2.5.- Aminas

# Contenido

**2.6.- Éteres**

**2.7.- Esteres**

**2.8.- Haluros**

**2.9.- Compuestos de Azufre y Nitrógeno**

**2.10.- Hidrocarburos Aromáticos**

# Compuestos Orgánicos del Carbono

- Los compuestos orgánicos son sustancias químicas basadas en cadenas de carbono e hidrógeno.
- En muchos casos contienen oxígeno, y también nitrógeno, azufre, fósforo, boro y halógenos.
- No son moléculas orgánicas los carburos, los carbonatos y los óxidos de carbono.

# Compuestos Orgánicos del Carbono

- Las moléculas orgánicas pueden ser de dos tipos:
- **Moléculas orgánicas naturales:** Son las sintetizadas por los seres vivos, y se llaman biomoléculas, las cuales son estudiadas por la bioquímica.
- **Moléculas orgánicas artificiales:** Son sustancias que no existen en la naturaleza y han sido fabricadas por el hombre como los plásticos.

## Compuestos Orgánicos del Carbono

- La línea que divide las moléculas orgánicas de las inorgánicas ha originado polémicas e históricamente ha sido arbitraria, pero generalmente, los compuestos orgánicos tienen carbono con enlaces de hidrógeno, y los compuestos inorgánicos.
- NO Así el ácido carbónico es inorgánico, mientras que el ácido fórmico, el primer ácido graso, es orgánico. El anhídrido carbónico y el monóxido de carbono, son compuestos inorgánicos

# Hibridación

## Estado basal y estado excitado

- Su configuración electrónica en su estado natural es:  
 **$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$  (estado basal)**
- Se ha observado que en los compuestos orgánicos el carbono es tetravalente, es decir, que puede formar 4 enlaces.
- Cuando este átomo recibe una excitación externa, uno de los electrones del orbital 2s se excita al orbital 2p<sub>z</sub>, y se obtiene un estado excitado del átomo de carbono:



# Hibridación

## Hibridación $sp^3$ (tetravalencia del Carbono)

- En seguida, se hibrida el orbital  $2s$  con los 3 suborbitales  $2p$  para formar 4 nuevos orbitales híbridos que se orientan en el espacio formando entre ellos ángulos de separación  $109.5^\circ$ . Esta nueva configuración del carbono hibridado se representa así:
- $1s^2 (2sp^3)^1 (2sp^3)^1 (2sp^3)^1 (2sp^3)^1$

# Hibridación

## Hibridación $sp^2$ (enlace doble C=C)

- Los átomos de carbono también pueden formar entre sí enlaces dobles y triples, denominados insaturaciones.
- En los enlaces dobles, la hibridación ocurre entre el orbital  $2s$  y dos orbitales  $p$ , y queda un orbital  $p$  sin hibridar. A esta nueva estructura se le representa como:

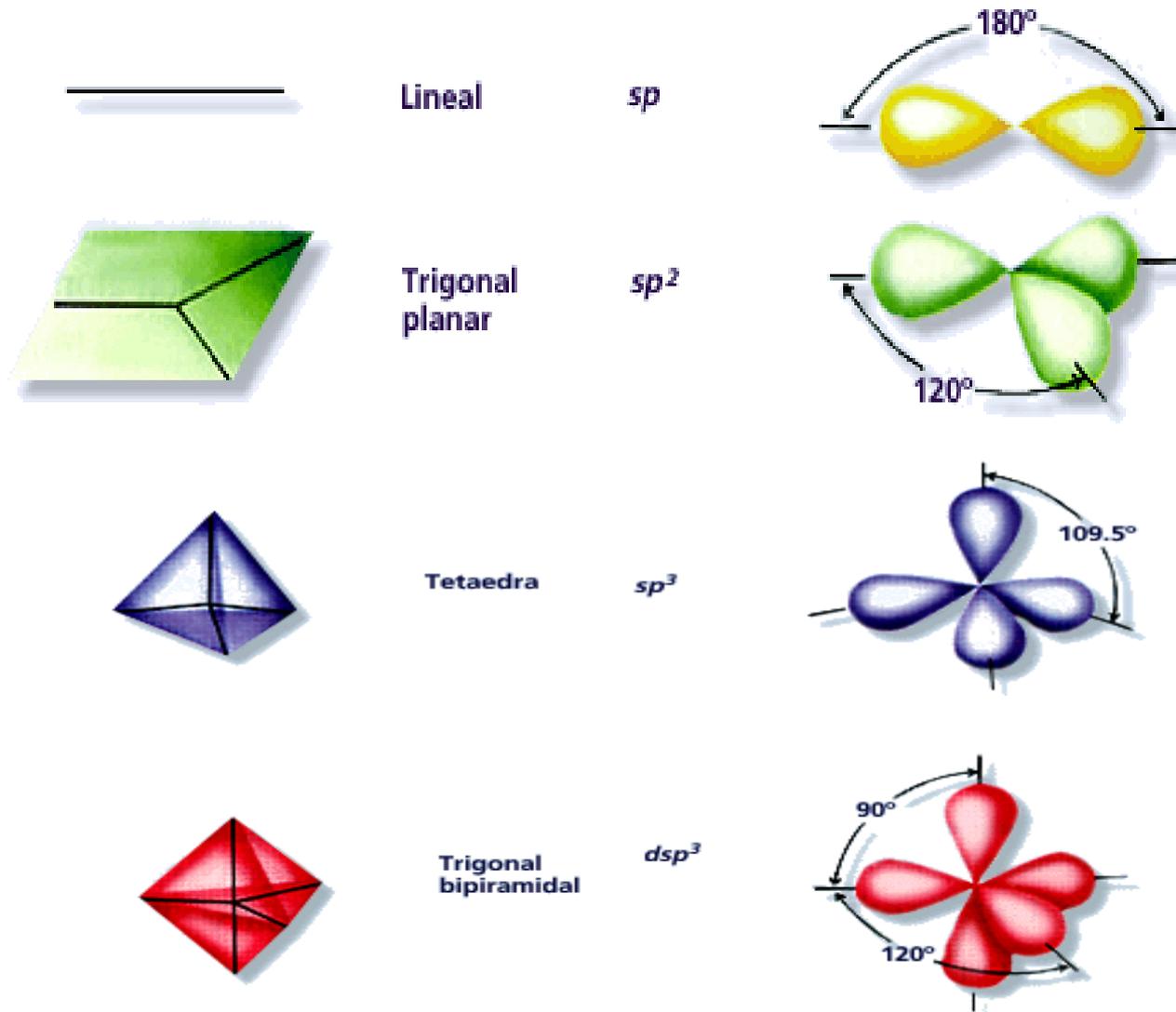


- Al formarse el enlace doble entre dos átomos, cada uno orienta sus tres orbitales híbridos con un ángulo de  $120^\circ$ , como si los dirigieran hacia los vértices de un triángulo equilátero.

# Hibridación

- **Hibridación sp (enlace triple  $C\equiv C$ )**
- Los dos orbitales p restantes no se hibridan, y su configuración queda:  
 $1s^2 2sp^1 2sp^1 2py^1 2pz^1$
- Al formarse el enlace entre dos carbonos, cada uno traslapa uno de sus 2 orbitales sp para formar un enlace sigma entre ellos; los dos orbitales p sin hibridar de cada átomo se traslapan formando los dos enlaces ( $\pi$ ) restantes de la triple ligadura, y la final el último orbital sp queda con su electrón disponible para formar otro enlace.
- **Adquiere una estructura lineal.**

# Hibridación



# Nomenclatura de Alcanos, Alquenos, Alquinos y Ciclo alcanos 9

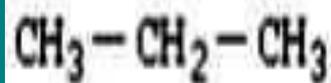
## Alcanos lineales

- ❑ Los compuestos orgánicos más sencillos desde un punto de vista estructural son los hidrocarburos acíclicos saturados no ramificados o alcanos lineales.
- ❑ Estos compuestos consisten en cadenas no ramificadas de átomos de carbono, con sus respectivos hidrógenos, unidos por enlaces simples.
- ❑ Los cuatro primeros miembros de la serie se denominan metano, etano, propano y butano.
- ❑ Los nombres de los miembros superiores de esta serie se forman con un término numérico, seguido de “-ano”, con elisión de la “a” terminal del término numérico.

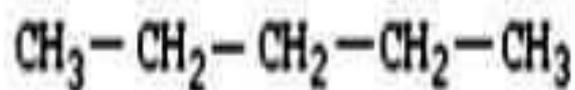
<u>N° de C</u>	<u>Nombre</u>
1	Metano
2	Etano
3	Propano
4	Butano
5	Pentano
6	Hexano
7	Heptano
8	Octano
9	Nonano
10	Decano
11	Undecano
12	Dodecano
20	Icosano
30	Triacotano
132	Dotriacontahectano

# Ejemplos de Nomenclatura de Alcanos

11



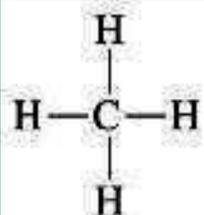
propano



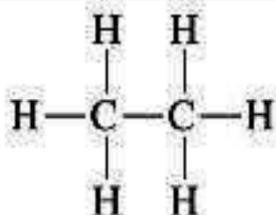
pentano



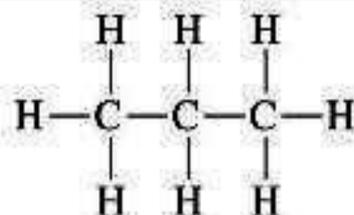
hexano



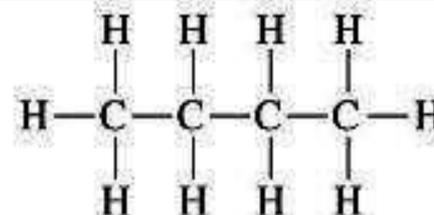
Metano,  $\text{CH}_4$



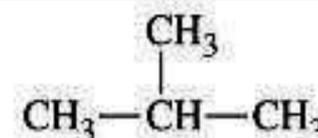
etano,  $\text{C}_2\text{H}_6$



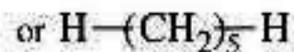
Propano,  $\text{C}_3\text{H}_8$



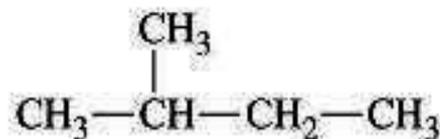
Butano,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$



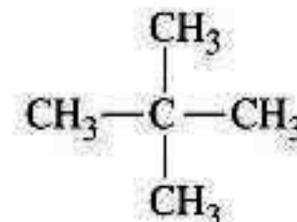
Isobutano,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$



pentano,  $\text{C}_5\text{H}_{12}$



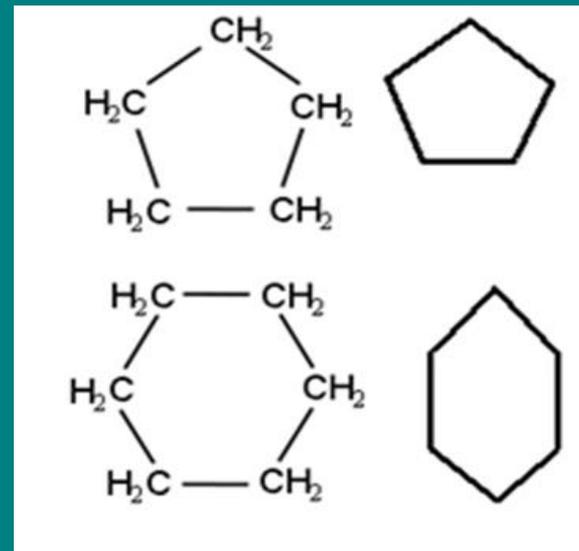
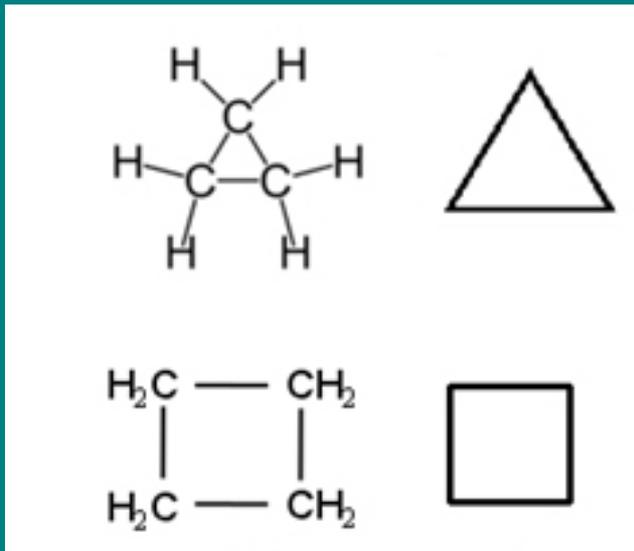
isopentano,  $\text{C}_5\text{H}_{12}$



neopentano,  $\text{C}_5\text{H}_{12}$

Para nombrar este tipo de compuestos, primero se debe de tener en consideración que el compuesto es cerrado, es decir forma un ciclo. Después se debe de contar el numero de vértices que aparece en la figura y el numero corresponde a lo establecido en el numero de átomos de carbono en los alcanos lineales.

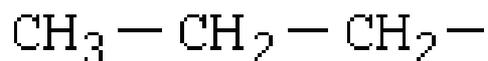
Y finalmente antes de nombrarlo se antepone la palabra “ciclo”.



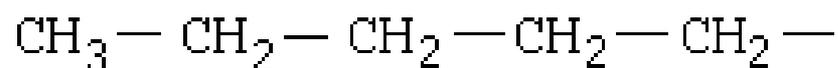
## Grupos alquilo

Son radicales univalentes derivados de los alcanos correspondientes por pérdida de hidrógeno de un átomo de carbono terminal.

Se nombran substituyendo la terminación “-ano”, del nombre del hidrocarburo del que derivan, por “-ilo”. Se asigna el número 1 al átomo de carbono con la valencia libre.

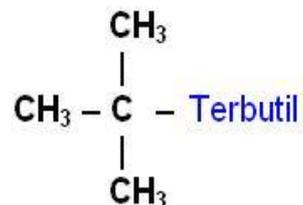
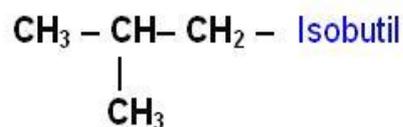
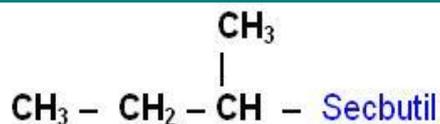
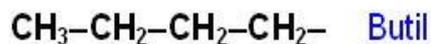
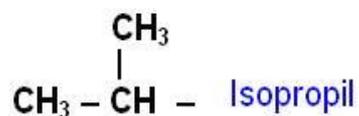
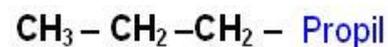
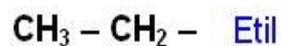


propilo



pentilo

## Grupos Alquilo o Ramificaciones a identificar



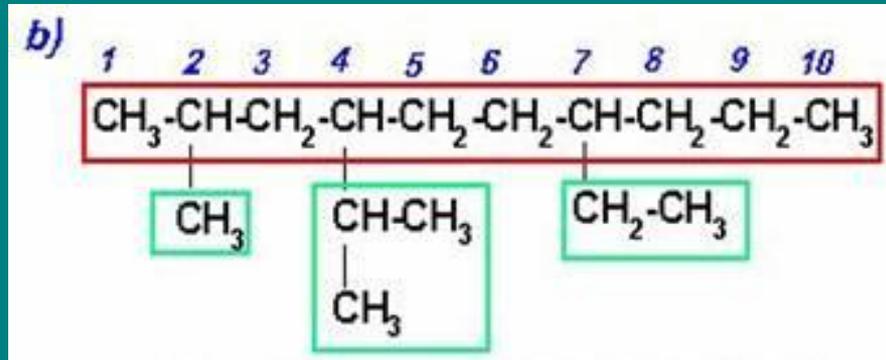
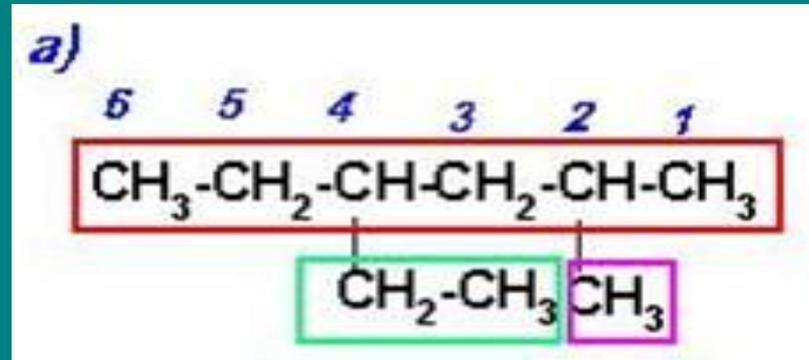
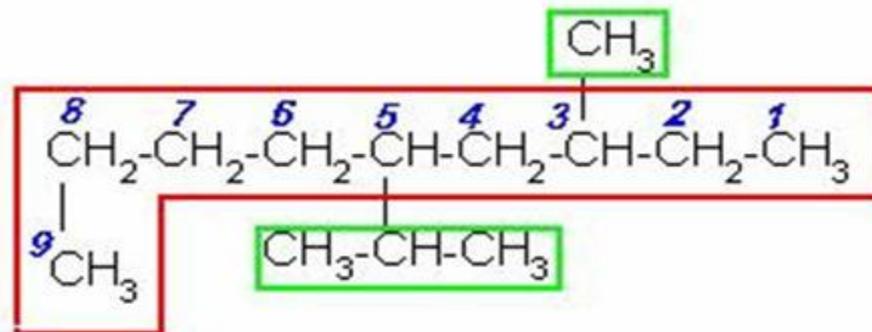
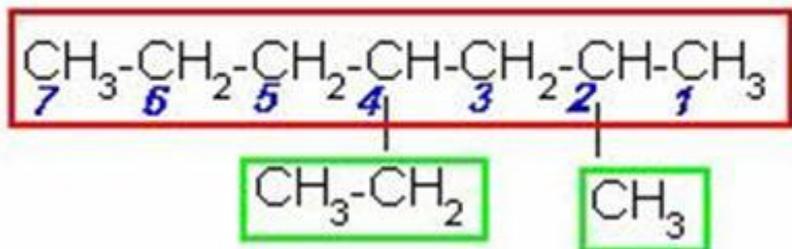
## Alcanos ramificados

- ❑ Se identifica la cadena continua más larga de átomos de carbono (“cadena principal”).
- ❑ Esta cadena determina el nombre base del alcano.
- ❑ Si una molécula tiene dos o más cadenas de igual longitud se selecciona como cadena principal aquella que tiene un mayor número de sustituyentes.
- ❑ Se nombran todos los grupos unidos a la cadena más larga como sustituyentes alquilo.

- ❑ Se numera la cadena principal comenzando por el extremo más próximo a uno de los sustituyentes.
- ❑ Si tenemos dos sustituyentes a igual distancia de los extremos se utiliza el orden alfabético para determinar la numeración.
- ❑ En una cadena lateral el carbono 1 es siempre el que está unido a la cadena principal.

## Alcanos ramificados

- ❑ Para nombrar el compuesto se colocan los nombres de los sustituyentes por orden alfabético precedidos del número del “C” al que están unidos y de un guion, y a continuación se añade el nombre de la cadena principal.
- ❑ En el caso de los cicloalcanos se antepone el prefijo ciclo- al nombre del correspondiente alcano de igual número de átomos de C.



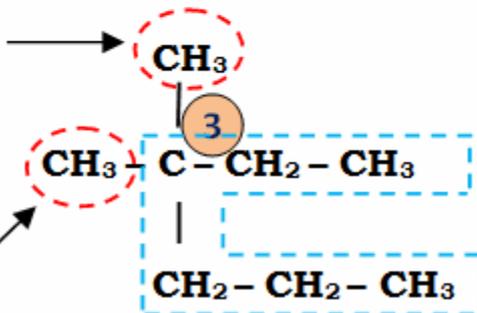


La cadena tiene 6 carbonos  
"hexano"

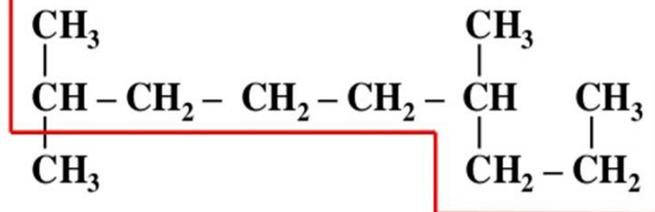
### Distinguiendo las ramificaciones

La cadena tiene dos ramificaciones (-CH<sub>3</sub>)

Ramificación (metil)  
asociado al "carbono 3"

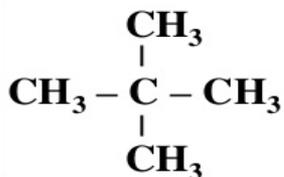
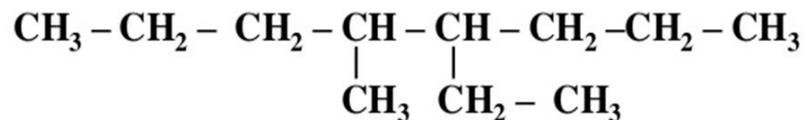


Ramificación (metil)  
asociado al "carbono 3"

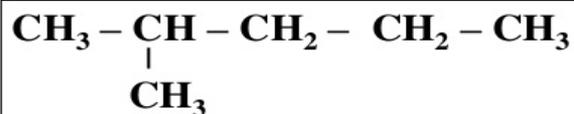


2,6-Dimetilnonano

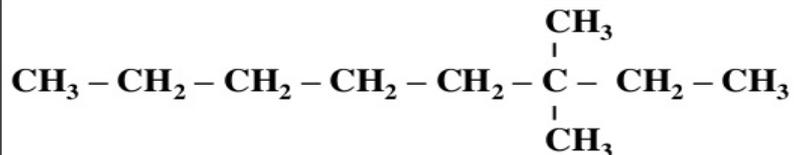
4-Etil-5-metiloctano



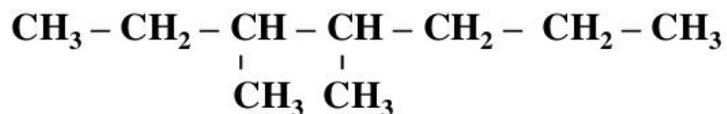
Dimetilpropano



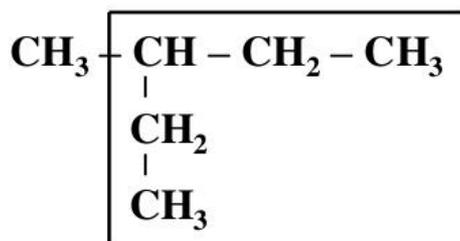
2-Metilpentano



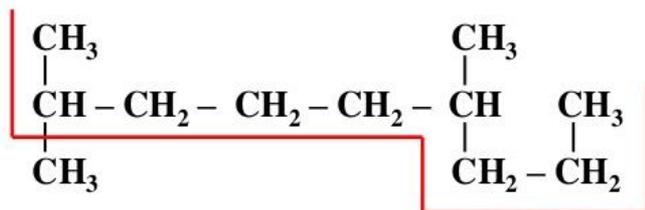
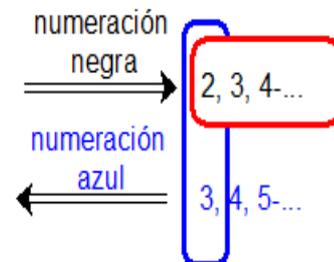
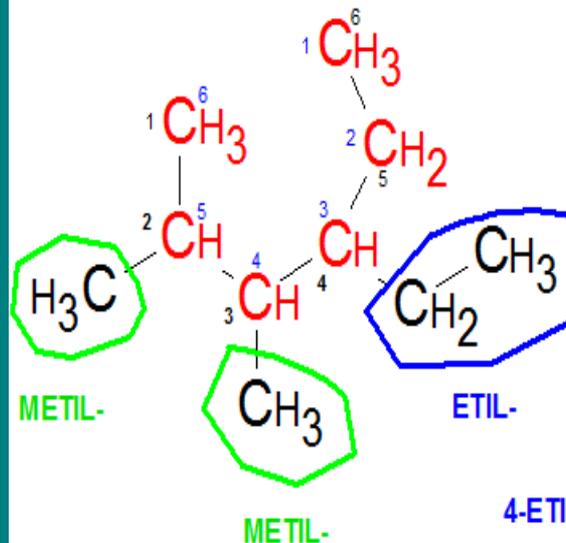
3,3-Dimetiloctano



3,4-Dimetilheptano

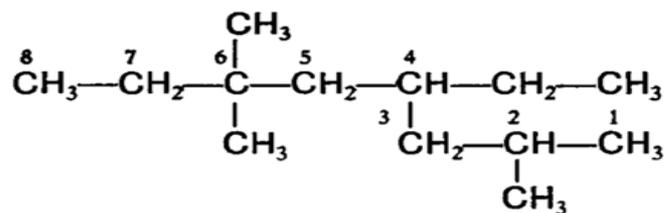
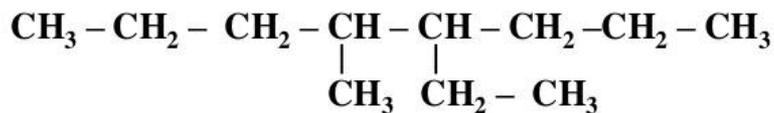


3-Metilpentano

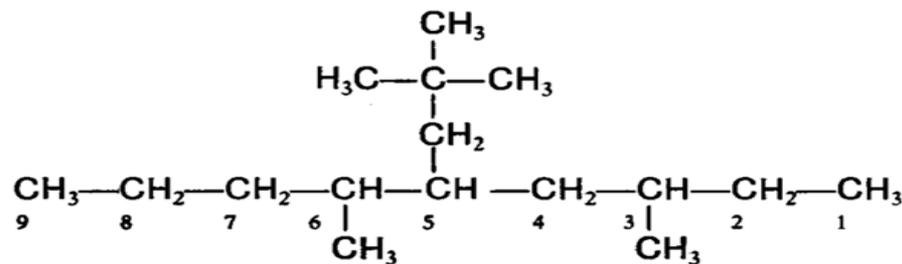


2,6-Dimetilnonano

4-Etil-5-metiloctano

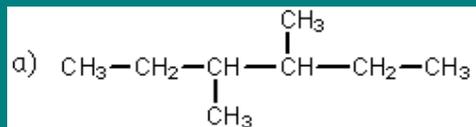


4-etil-2,6,6-trimetiloctano

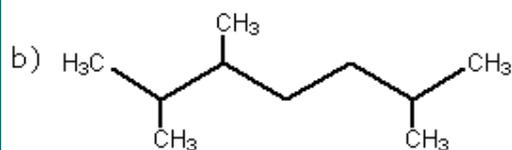


5-(2,2-dimetilpropil)-3,6-dimetilnonano

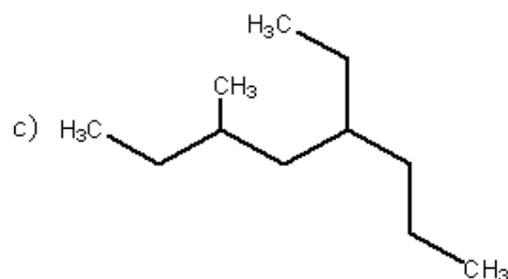




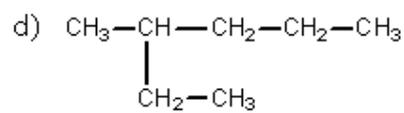
e) 3-etil-2,6-dimetilheptano



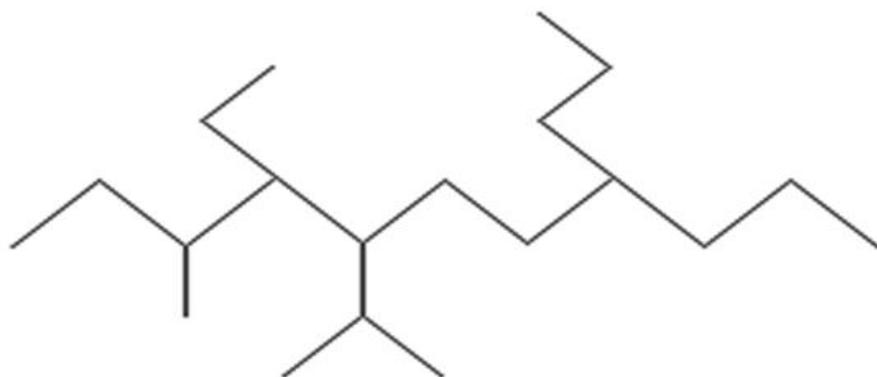
f) 3,5,7-trimetil-6-(1-metilpropil)decano



g) 2,7-dimetil-4,5-dietiloctano



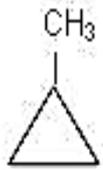
h) 1,2-dipropilciclohexano



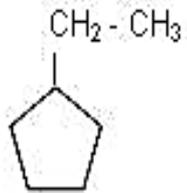
**¿Cómo se nombra,  
este compuesto?**

## Alcanos ramificados

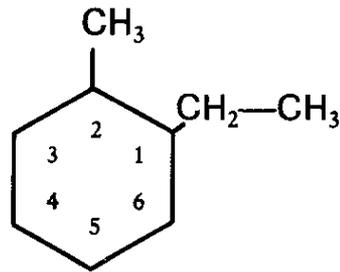
- En el caso de cicloalcanos monosustituidos si el sustituyente tiene más átomos de carbono, entonces ese sustituyente es la cadena principal. Si el sustituyente tiene igual menor número de átomos de carbono entonces la cadena principal es el cicloalcano y no es necesario numerar la posición de aquel.
- En el caso de cicloalcanos multisustituidos se ordenan alfabéticamente los sustituyentes y se indica su posición relativa con un número asignándoles los localizadores más bajos posibles.



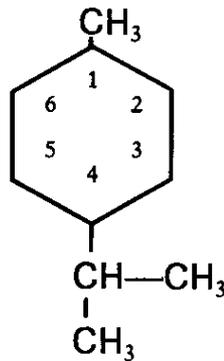
Metil-ciclo propano



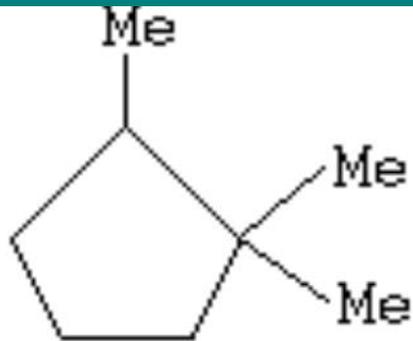
Etil - ciclo pentano



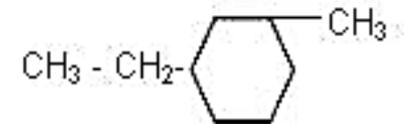
1-etil-2-metilciclohexano



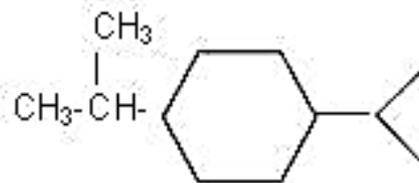
1-metil-4-(1-metiletil)-ciclohexano



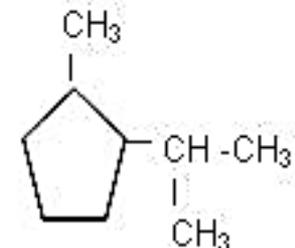
1-etil-2-metilciclopropano



1-etil-3-metilciclohexano



1-ciclopropil-4-isopropilciclohexano



1-isopropil-2-metilciclopentano

# Alquenos

- ❑ Los hidrocarburos acíclicos insaturados no ramificados que poseen un doble enlace se nombran reemplazando la terminación “-ano” del nombre del correspondiente hidrocarburo saturado por la terminación “-eno”.
- ❑ Si hay dos o más dobles enlaces la terminación será -dieno, trieno, - tetraeno.
- ❑ La numeración de la cadena empieza por el doble enlace cuidando que la numeración sea la más pequeña y que contenga a las dobles ligaduras.

# Alquenos

- Se localizan los sustituyentes de la cadena principal, se nombran por orden alfabético las ramificaciones que se han identificado.
- Finalmente se nombra la cadena principal, respetando el número de átomos de carbono y la terminación respectiva.

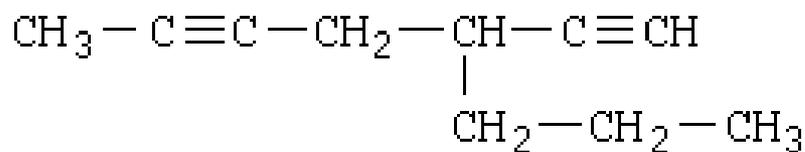


# Alquinos

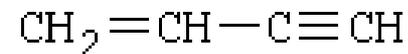
- ❑ Los hidrocarburos acíclicos insaturados no ramificados que poseen un triple enlace se nombran reemplazando la terminación “-ano” del nombre del correspondiente hidrocarburo saturado por la terminación “-ino”
- ❑ La cadena principal se numera de forma que se asigne el número más bajo posible al triple enlace.
- ❑ La posición del triple enlace se indica mediante el localizador del primero de los átomos que intervienen en el triple enlace.

## Alquinos

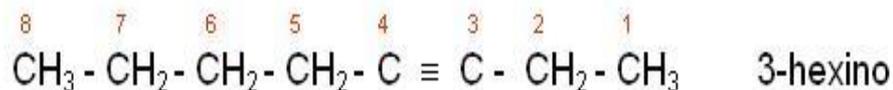
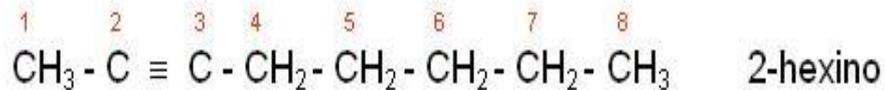
- A los dobles y triples enlaces se les asignan los números más bajos posibles, aunque a veces de lugar a asignar al “-ino” un número más bajo que al “-eno”.
- Si es posible elegir la forma de numerar, a los dobles enlaces se les asignan los números más bajos.



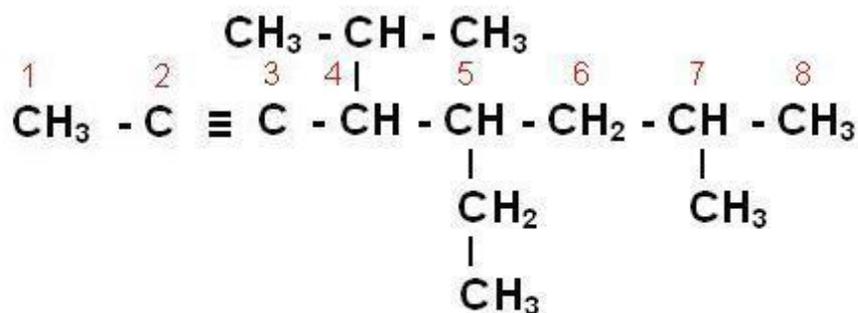
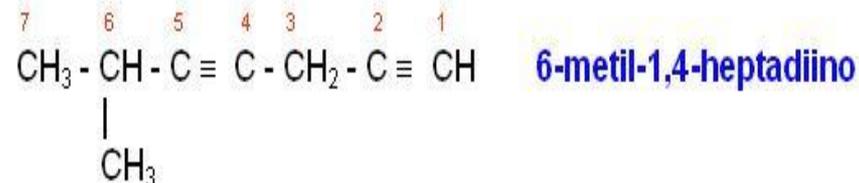
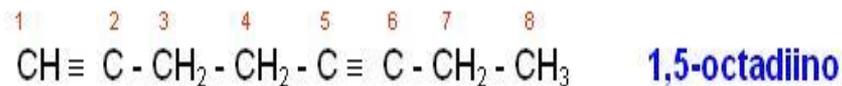
3-propil-1,5-heptadiino



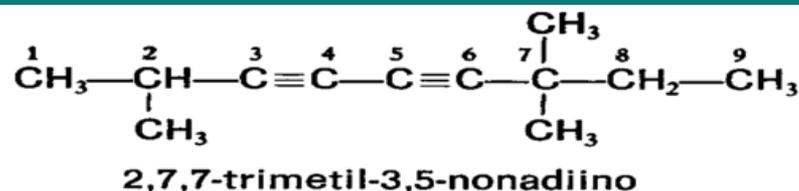
1-buten-3-ino



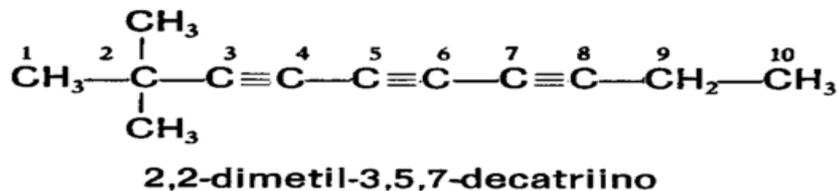
Recuerda que se numera por donde esté más cerca la triple ligadura al extremo.



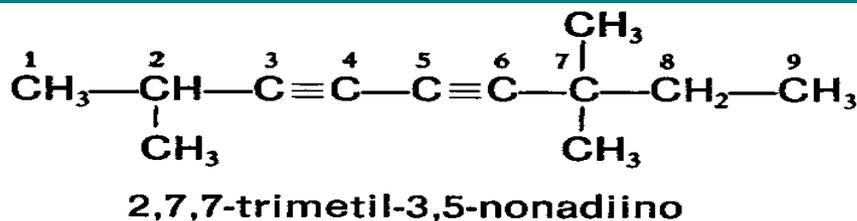
5-etil-4-isopropil-7-metil-2-octino



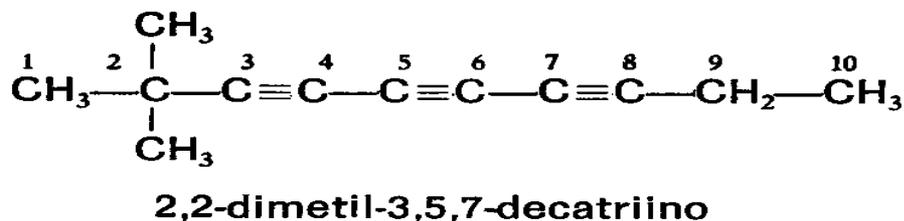
2,7,7-trimetil-3,5-nonadiino



2,2-dimetil-3,5,7-decatriino



2,7,7-trimetil-3,5-nonadiino



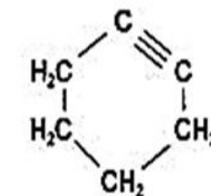
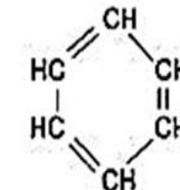
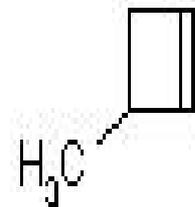
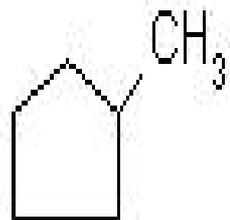
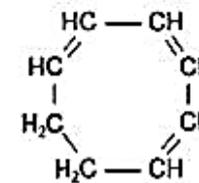
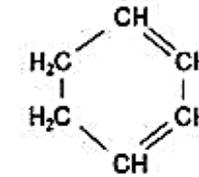
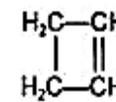
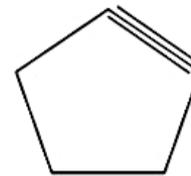
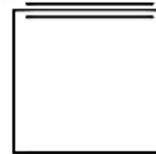
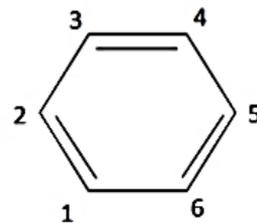
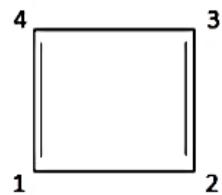
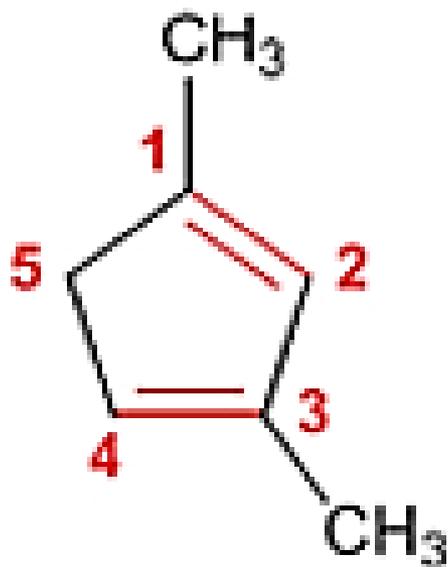
2,2-dimetil-3,5,7-decatriino

# Alquenos y Alquenos cíclicos

Para los dos casos, se debe de considerar como primer punto el ciclo que tiene la doble o triple ligadura. Es decir se debe de contar el numero de átomos que conforman el ciclo, iniciando el conteo por los átomos de carbono que contiene o forman la doble o triple ligadura.

Se antepone la palabra ciclo y se pone la raíz correspondiente al número de átomos de carbono, y se le daba al terminación según sea el caso “eno” o “ino”.

Si el ciclo esta ramificado, el conteo del ciclo es iniciando por la ligadura doble o triple, el sentido de la numeración es con referencia a la ramificación más cercana a la ligadura. Posteriormente se nombran la ramificaciones y finalmente se nombre el nombre del ciclo.



# Grupos Funcionales

En este curso únicamente se pide como requisito la identificación de los grupos funcionales de los diferentes compuestos orgánicos.

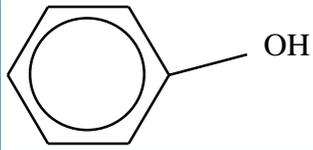
La nomenclatura que señala la IUPAC para cada uno de los grupos funcionales es bastante extensa y se necesitarían de que menos dos cursos para completarla.

Por lo cual se solicita que el alumno identifique a simple vista el que compuesto orgánico correspondiente

# Grupos Funcionales

<b>Clase</b>	<b>Grupo funcional</b>	<b>Nombre</b>	<b>Ejemplo</b>
Ácido carboxílico	R-COOH	No. Átomos de Carbono	CH <sub>3</sub> -COOH <b>Ac. Etanoico</b>
Aldehído	- CHO	No. Átomos de Carbono	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> -CHO <b>Propanal</b> <b>Propanaldehido</b>
Cetona	>(C)=O	No. Átomos de Carbono	CH <sub>3</sub> – CO-CH <sub>3</sub> <b>Propanona</b> <b>Dimetilcetona</b>

# Grupos Funcionales

Clase	Grupo funcional	Nombre	Ejemplo
Alcohol	R-OH	No. Átomos de Carbono	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-OH}$ <b>Butanol</b> <b>Alcohol Butílico</b>
Amina	$\text{R-NH}_2$ $\text{R}_2\text{-NH}$ $\text{R}_3\text{-N}$	No. de Sustituyentes	$\text{CH}_3\text{-NH}_2$ <b>Metil amina</b> $(\text{CH}_3)_2\text{-NH}$ <b>Dimetil Amina</b> $\text{CH}_3\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_3$ <b>Etil, Metil Amina</b>
Fenoles	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$	Fenol	 <b>Fenol</b>

# Grupos Funcionales

Clase	Grupo funcional	Nombre	Ejemplo
Éteres	$R-O-R'$	No. Sustituyentes	$CH_3-O-CH_3$ <b>Dimetil eter</b> $CH_3-O-CH_2-CH_3$ <b>Etil, Metil Eter</b>
Ésteres	$R-COO-R'$	Se elige una estructura básica y se nombre el 2º sustituyente	$CH_3-COO-CH_2-CH_3$ <b>Acetato de Etilo</b>

# Grupos Funcionales

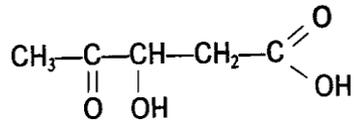
<b>Clase</b>	<b>Grupo funcional</b>	<b>Nombre</b>	<b>Ejemplo</b>
<b>Amida</b>	$\text{R-CO-NH}_2$ $\text{R-CONH-COR}_1$ $\text{R-CONH-(COR)}_2$	Depende del sustituyente	$\text{CH}_3\text{-CO-NH}_2$ <b>Acetamida</b>
<b>Haluro de Alquilo</b>	$\text{R-X}$ $\text{X= Cl, Br, I, F}$	Depende del sustituyente	$\text{CH}_3\text{-Cl}$ <b>Cloro metano</b> ( <b>Cloruro de metilo</b> ) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br}$ <b>Bromoetano</b> ( <b>Bromuro de etilo</b> )

# Grupos Funcionales

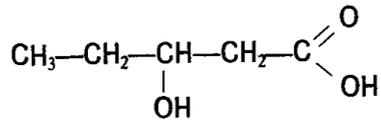
<b>Clase</b>	<b>Grupo funcional</b>	<b>Nombre</b>	<b>Ejemplo</b>
<b>Tioles</b>	<b>R-SH</b>	<b>Depende del sustituyente</b>	<b>CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-SH</b> <b>Etanotiol ó etilmercaptano</b>

# Ejercicios de repaso

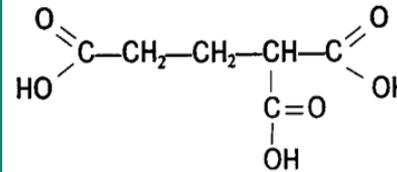
## Ac. Carboxílico



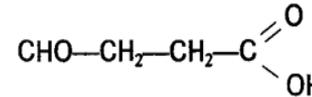
Acido 3-hidroxi-4-oxopentanoico



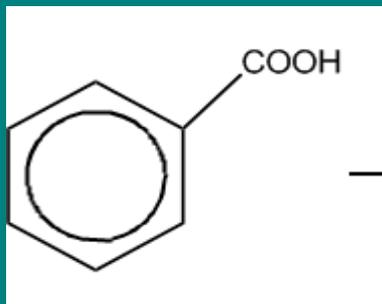
Acido 3-hidroxipentanoico



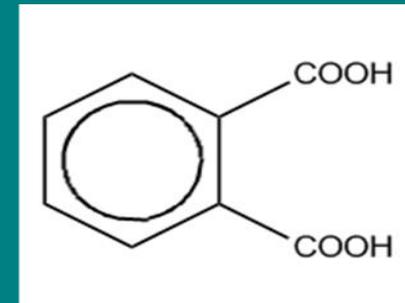
Acido 2-carboxipentanodioico



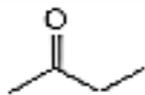
Acido formilpropanoico



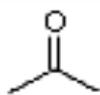
### Cetonas



### Aldehídos



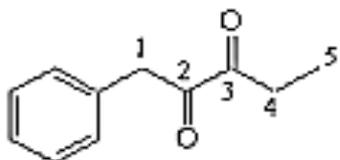
2-butanona ó  
etil metil cetona



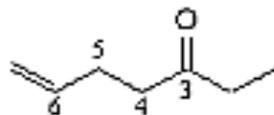
propanona  
ó acetona



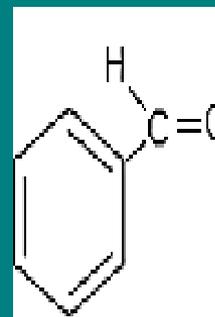
acetofenona ó  
fenil metil cetona



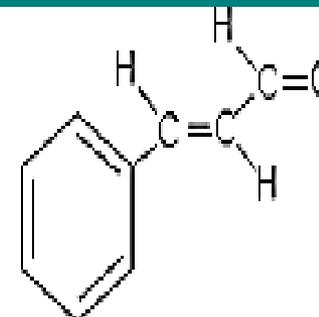
1-fenilpentano-2,3-diona



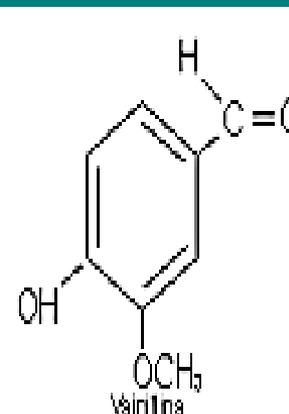
hept-6-en-3-ona



Benzaldehído



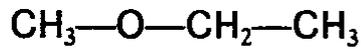
Cinamaldehído



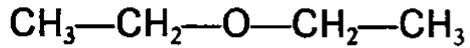
Vanilina



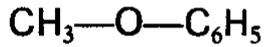
## Éteres



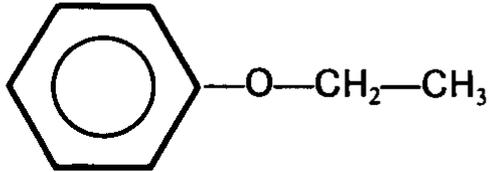
Etilmetiléter



Dietiléter

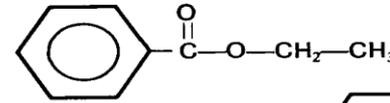


Fenilmetiléter

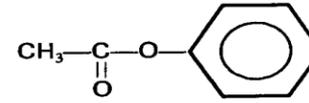


Etilfeniléter

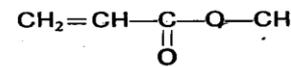
## Esteres



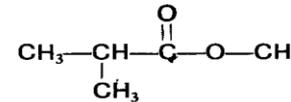
Benzoato de etilo



Etanoato de fenilo

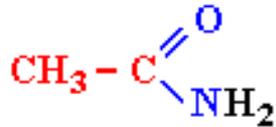


Propenoato de metilo

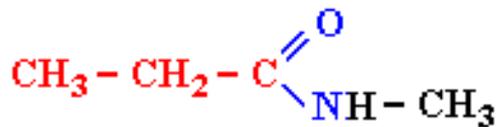


2-metilpropanoato de metilo

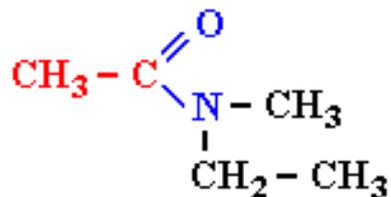
## Amidas



acetamida

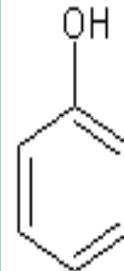


metilpropilamida

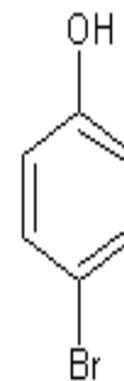


etilmetilacetamida

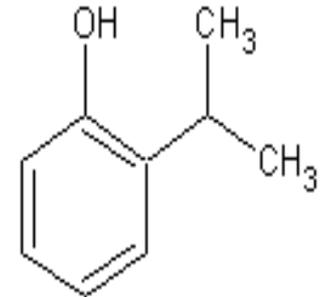
## Fenoles



Fenol

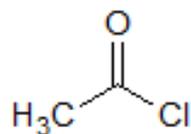


4-bromofenol

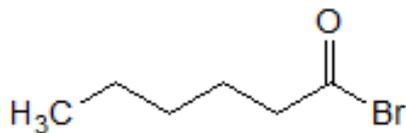


2-isopropilfenol

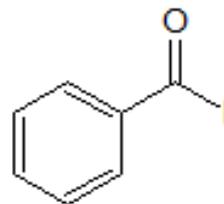
## Haluros de Alquilo



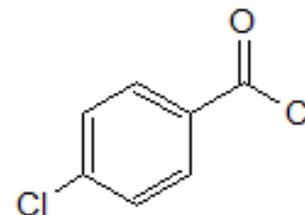
Cloruro de acetilo



Bromuro de hexanoilo

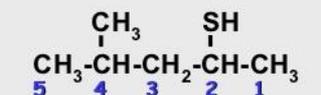
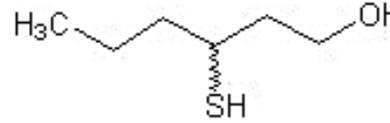
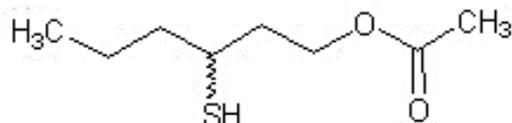
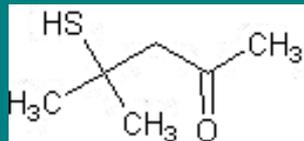


Yoduro de benzoilo

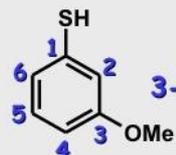


Cloruro de *p*-clorobenzoilo

## Tioles



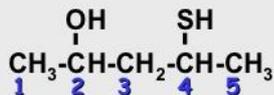
4-Metilpentano-2-tiol



3-Metoxitiofenol

15.1 Si no es grupo principal

**Prefijo: Mercapto- o Sulfanil-**



4-Mercaptopentan-2-ol

# Bibliografía

- ❑ Wade, L. G. Jr. *Química Orgánica*. 5ª Ed. Pearson Prentice Hall, España 2004
- ❑ Moore, J et al. “El mundo de la Química: conceptos y aplicaciones”. 2ª Ed. Editorial Addison-Wesley Longman. México 2000.
- ❑ Chang, R. “Química” 6a. Ed. Editorial McGraw-Hill. México, 2001.
- ❑ Morrison, R.T. y Boyd, R.N. “Química Orgánica”. 5ª. Ed. Editorial Fondo Educativo Iberoamericano. E.U.A. 1976.
- ❑ Solomons, T.W.G. “Química Orgánica”. 2ª Ed. Editorial Limusa. México, 1982