





GRUPOS FUNCIONALES

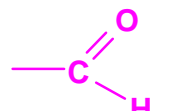
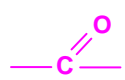
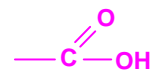
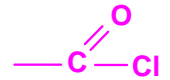
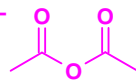
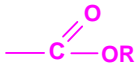
Grupos funcionales: elementos de clasificación, reactividad química

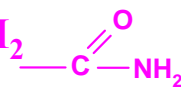
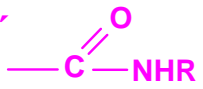
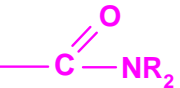
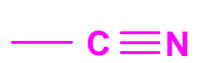
Las moléculas orgánicas en general se componen de dos partes muy diferenciadas, el esqueleto carbonado y el o los grupos funcionales. El esqueleto está constituido por átomos de C híbridos sp^3 , sp^2 o sp , unidos entre sí y a átomos de H y en general, es poco reactivo, de tal modo que **la reactividad química de una molécula orgánica habitualmente reside en el grupo funcional**. Los grupos funcionales (salvo los de los hidrocarburos insaturados) suelen estar formados por átomos de C unidos a heteroátomos (O, N, Halógenos, etc.) por lo que casi siempre el o los enlaces presentes en los grupos funcionales presentan una clara polaridad, de tal modo que los átomos de C de los grupos funcionales tienen una baja densidad electrónica cuando se hallan unidos a heteroátomos más electronegativos que el C, o dicho de otro modo, estos átomos de C tienen una clara afinidad por los centros ricos en electrones (**los reactivos nucleófilos**), por lo que se comportarán como **electrófilos**. Por el contrario, cuando el átomo de C se halla unido a un átomo menos electronegativo que él, presentará una elevada densidad electrónica y por ello tendrá una clara afinidad por los centros pobres en electrones (**los reactivos electrófilos**), comportándose por lo tanto como **nucleófilos**.

Un determinado grupo funcional se comporta de manera totalmente similar en todas las moléculas que lo contienen, por lo que el comportamiento químico de los compuestos que contienen un determinado grupo funcional en general siempre es predecible y ello da pie a agrupar a los compuestos orgánicos en categorías o familias que presentan similares propiedades fisicoquímicas en base a la presencia de un determinado grupo funcional.

TABLA I. Tipos de compuestos orgánicos y grupos funcionales

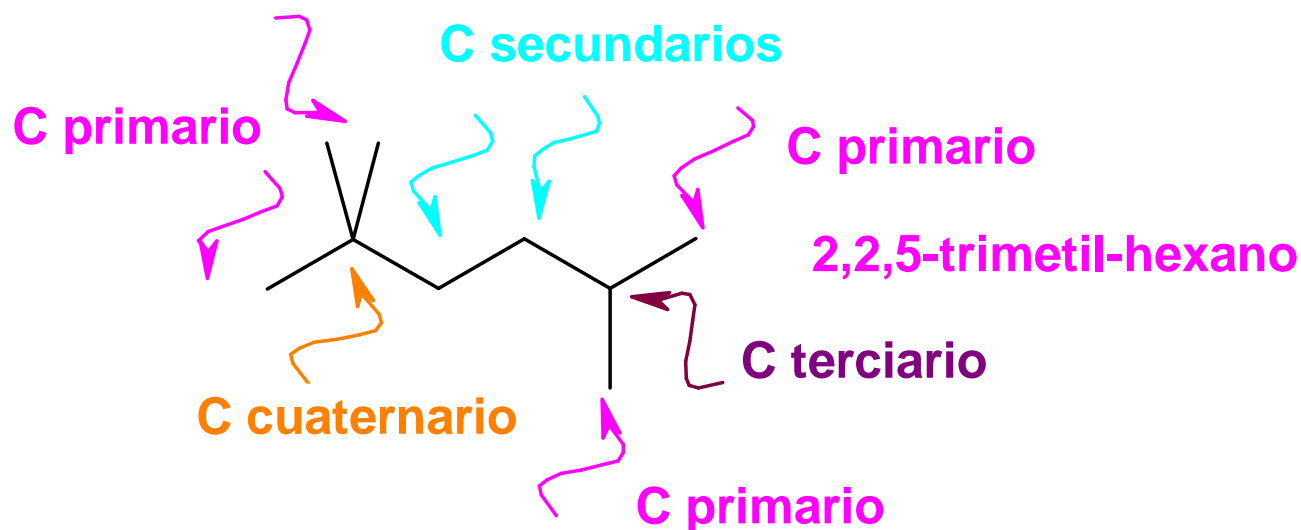
Tipo Compuesto	Grado Oxidación	Grupo Funcional	Ejemplo
Alcanos	0	Ninguno	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
Alquenos	1	$-\text{C}=\text{C}-$	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$
Alquinos	2	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
Aromáticos	1		
Haluros de alquilo (R-X)	1	$-\text{C}-\text{X}$ $\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{X}$
Alcoholes (R-OH) (C-OH)	1	$-\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
Éteres (ROR') (O-C-O)	1	$\text{C}-\text{O}-\text{C}$	CH_3OCH_3
Epóxidos	1		
Aminas primarias (RNH ₂)	1	$-\text{C}-\text{NH}_2$	CH_3NH_2
Aminas secundarias (RR'NH)	1	$-\text{C}-\text{NH}-\text{C}-$	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$
Aminas terciarias (R ₃ N)	1	$(-\text{C})_3\text{N}$	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$

Tipo Compuesto	Grado Oxidación	Grupo Funcional	Ejemplo
Tioles (RSH)	1	C-SH	CH ₃ SH
Sulfuros (RSR')	1	C-S-C	CH ₃ SCH ₃
Organometálicos (R-MgX); (R-Li); R ₂ Cd; R ₂ CuLi	0	C-Metal	MeMgBr; MeLi; Me ₂ Cd; Me ₂ CuLi
Aldehídos (RCHO)	2	-HC=O 	CH ₃ CHO
Cetonas (RCOR')	2	C-CO-C 	CH ₃ COCH ₃
Ácidos carboxílicos (RCOOH)	3	-COOH 	CH ₃ COOH
Cloruros de ácido (RCOCl)	3	-COCl 	CH ₃ COCl
Anhídridos de ácido RCO-O-COR'	3	-CO-O-CO- 	CH ₃ -CO-O-CO- CH ₃
Ésteres RCO-OR'	3	-CO-OR' 	CH ₃ -CO-O-CH ₃

Tipo Compuesto	Grado Oxidación	Grupo Funcional	Ejemplo
Amidas primarias (RCONH ₂)	3	-CO-NH ₂ 	CH ₃ CONH ₂
Amidas secundarias (RCONHR)	3	-CO-NHR' 	CH ₃ CONHCH ₃
Amidas terciarias (RCONR' ₂)	3	-CO-NR' ₂ 	CH ₃ CONH(CH ₃) ₂
Nitrilos (RC≡N)	3	-C≡N 	CH ₃ C≡N

Tipos de carbonos

Carbonos primarios son los que están unidos a un solo carbono y a tres hidrógenos, **carbonos secundarios** son los que están unidos a dos carbonos y dos hidrógenos, **carbonos terciarios** son los que se hallan unidos a tres carbonos y un solo hidrógeno y **carbonos cuaternarios** son los que se hallan unidos a cuatro carbonos. En la figura siguiente, correspondiente al alcano 2,2,5-trimetil-hexano se muestran los cuatro tipos de carbonos. Hay cinco C primarios (los Me), dos C secundarios (CH₂), un C terciario (CH) y un C cuaternario.

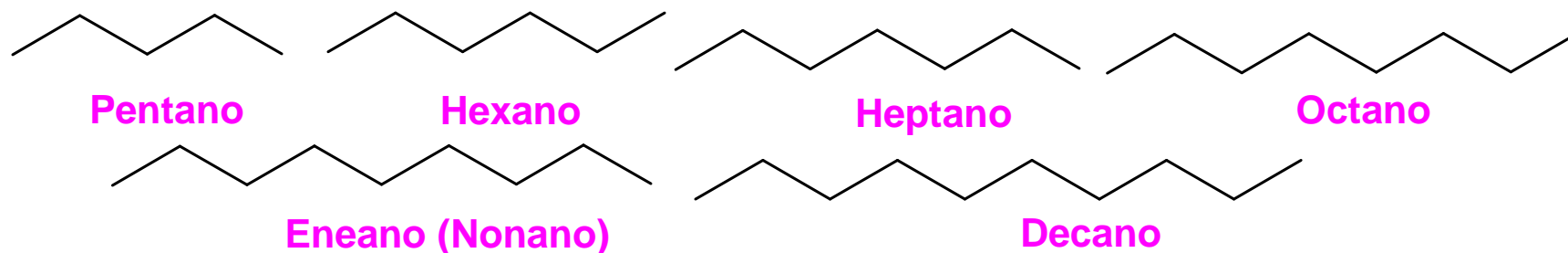


Hidrocarburos

Se conocen como hidrocarburos aquellos compuestos orgánicos constituidos sólo por C e H. Se suelen clasificar en **Alifáticos** y **Aromáticos**. Los primeros a su vez se dividen en **Alcanos**, **Alquenos** y **Alquinos**, mientras que los segundos se dividen en **Benceno** y **Arenos**.

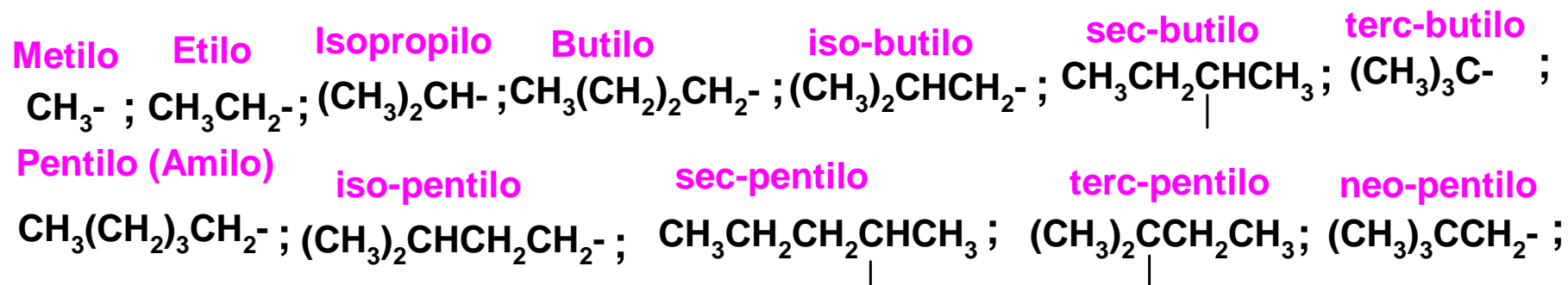
Alcanos: nomenclatura

Los alcanos se caracterizan por poseer C e H unidos entre si sólo por enlaces sencillos (sigma) C-C y C-H. La fórmula general de los alcanos es $C_nH_{(2n+2)}$. En relación a su nomenclatura los cuatro primeros alcanos se designan con los nombres comunes **metano**, **etano**, **propano** y **butano**, mientras que los superiores se designan con un prefijo que indica el número de átomos de C seguido del sufijo **ano**. Estos prefijos son **penta** (5), **hexa** (6), **hepta** (7), **octa** (8), **nona (enea)** (9), **deca** (10), **undeca** (11), **dodeca** (12), **trideca** (13), **tetradeca** (14), etc. Otros prefijos son **eicosa** (20), **triacont** (30), etc.



Alcanos ramificados

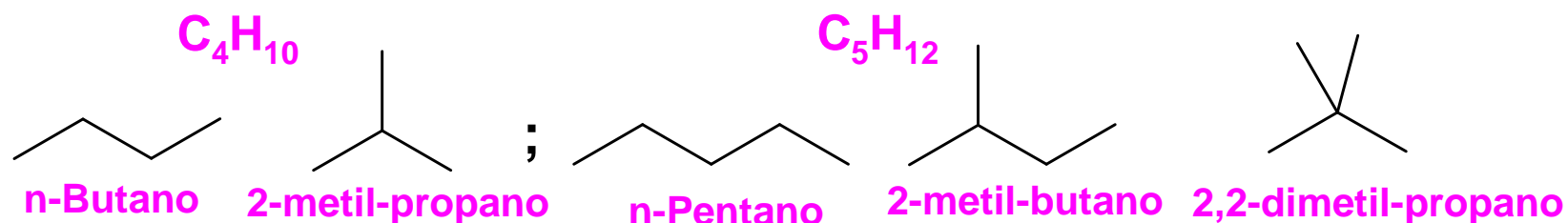
La nomenclatura de los alcanos ramificados exige la introducción del concepto de **grupo o radical alquilo**. Se conoce con este nombre a los hipotéticos grupos resultantes de eliminar un H de un alcano y se nombran cambiando la terminación **ano** del alcano del que derivan por el sufijo **ilo**. Los radicales alquilo más usuales son **metilo, etilo, propilo, isopropilo, butilo, isobutilo, sec-butilo, terc-butilo, pentilo, isopentilo, sec-pentilo, terc-pentilo, neopentilo**, etc.:



Isómeros.- Se conocen como isómeros aquellas sustancias que presentan análoga composición es decir, idéntica fórmula molecular, pero que sin embargo presentan propiedades físicas, químicas o ambas diferentes. Se deduce por lo tanto, que la fórmula de una sustancia no es suficiente para caracterizarla.

Isomería de cadena

Para el butano son posibles dos isómeros que sólo difieren entre sí en el esqueleto carbonado y que se denominan n-butano y 2-metil-propano. Para el pentano son posibles tres isómeros de cadena, para el hexano cinco, para el heptano ocho, etc. En general, a medida que aumenta el número de átomos de carbono del alcano aumenta el número de isómeros de cadena:

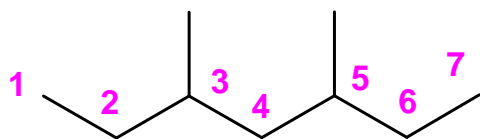


Nomenclatura de alcanos complejos

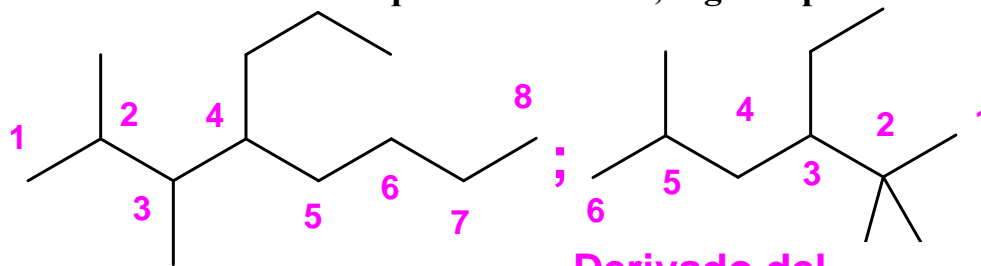
- 1°.- Seleccionar la cadena más larga de la molécula y usar el nombre del alcano correspondiente.
- 2°.- Cuando haya dos cadenas de igual longitud, elegir la que tenga mayor número de sustituyentes. Si ambas tienen la misma longitud y el mismo número de sustituyentes, se usa la regla n° 5.
- 3°.- Se nombran los sustituyentes unidos a la cadena más larga como sustituyentes **alquilo**s, quitando la **o** final del nombre. Así, **metil**, **etil**, etc., en lugar de **metilo**, **etilo**, etc.
- 4°.- Cuando existen varios sustituyentes idénticos sobre diferentes posiciones del esqueleto se nombran con el número del C sobre el que se hallan seguido de un prefijo (**di**, **tri**, **tetra**, etc.), que indica el número de sustituyentes seguido de su nombre. Estos prefijos no se tienen en cuenta en el orden alfabético.
- 5°.- Se numeran los carbonos de la cadena más larga, de modo que a los sustituyentes les toquen los números más bajos posibles.

5°.- Cuando hay dos sustituyentes sobre un mismo C se les asigna a ambos el mismo número.

6°.- Se nombra el alcano comenzando por los sustituyentes en orden alfabético (no se tienen en cuenta los prefijos **iso**, **sec**, **terc**), precedidos por el número del carbono al que estén unidos, seguido por el nombre de la cadena principal.

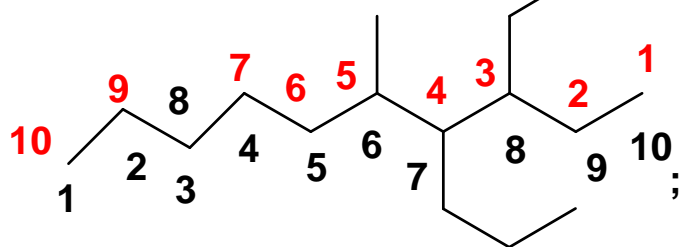


Derivado del heptano

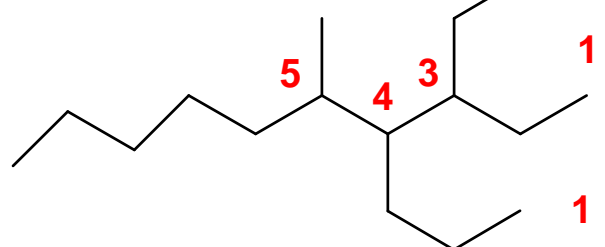


Derivado del octano

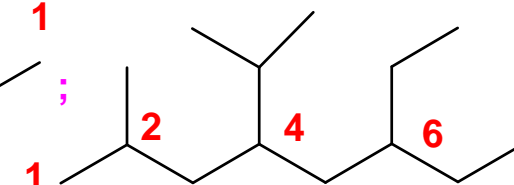
Derivado del hexano trisustituido



Correcta de derecha a izquierda (en rojo)

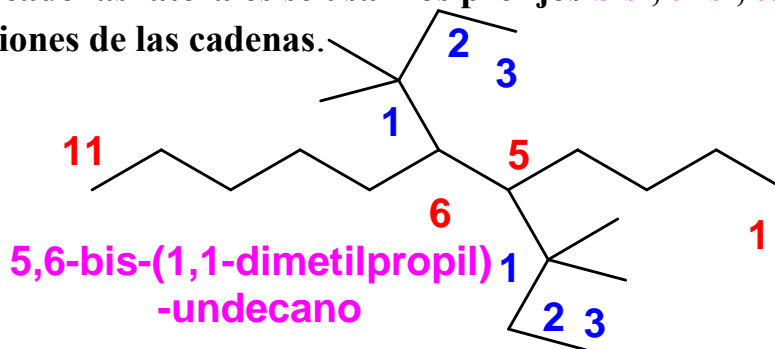


3-etil-5-metil-4-propil-decano



6-etil-2-metil-4-isopropil-octano

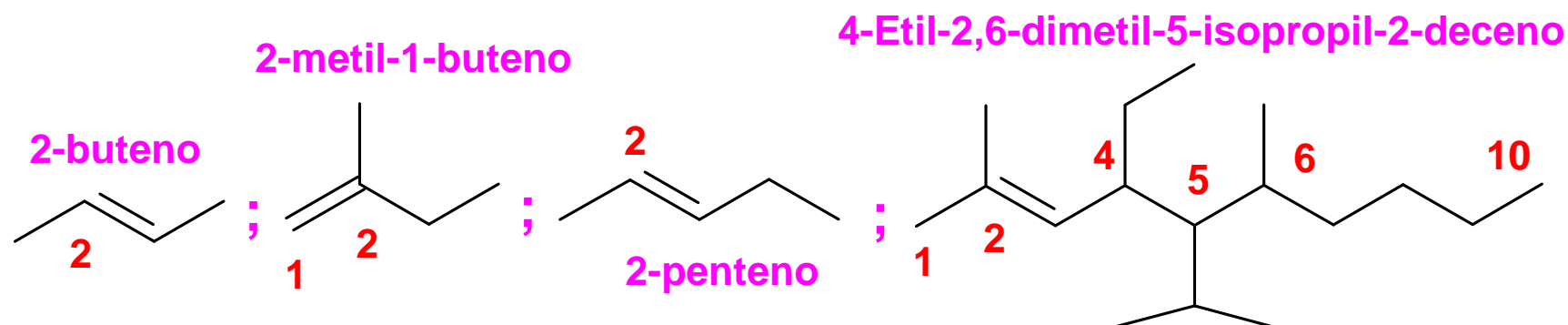
7°.- Si existen dos o más cadenas laterales idénticas, se numeran empezando por el C unido a la cadena principal y para nombrar las cadenas laterales se usan los prefijos **bis-**, **tris-**, **tetrakis-**, etc., precedidos de los números que indican las posiciones de las cadenas.



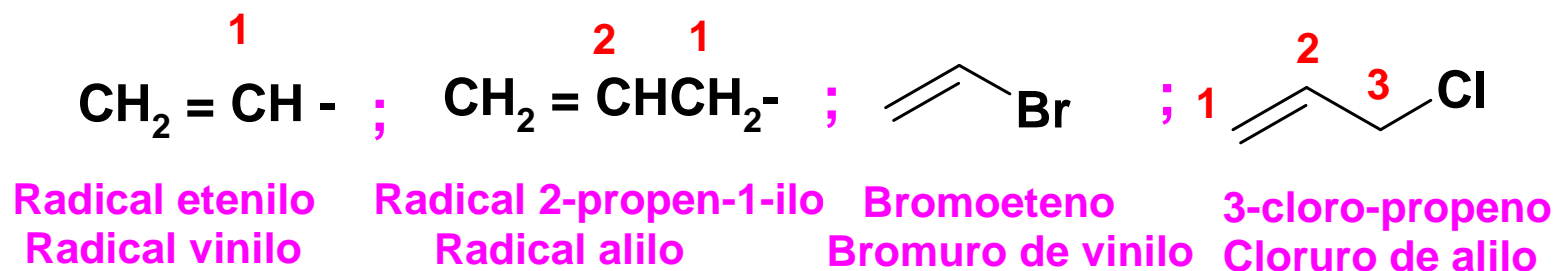
5,6-bis-(1,1-dimetilpropil) 1-undecano

Nomenclatura de Alquenos

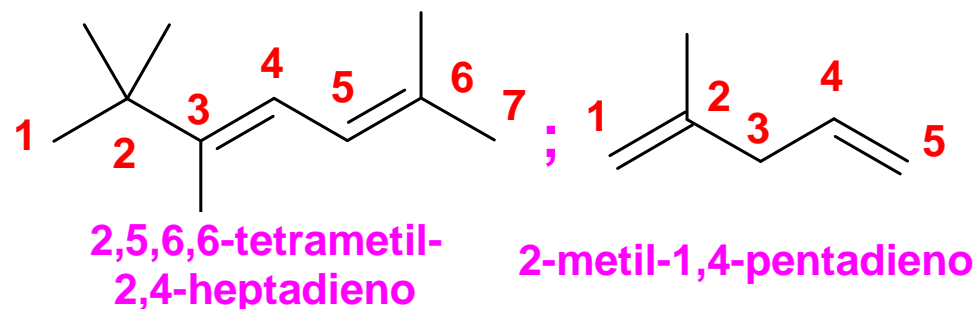
Los alquenos son hidrocarburos de primer grado de oxidación que poseen al menos un doble enlace entre dos átomos de C. Se nombran de manera similar a los alcanos cambiando el sufijo **ano** por **eno** y numerando la cadena de modo que al doble enlace le corresponda el menor número posible; si existen dos posibilidades se elige aquella que haga corresponder los números más bajos posibles a los sustituyentes.



Al igual que ocurría con los radicales alquilo existen radicales alqueno que derivan de los alquenos por pérdida de un H. Los más importante y habituales son el **etenilo** o **vinilo** y el **2-propen-1-ilo** o **alilo**. Es frecuente utilizar para estos radicales los nombres comunes en lugar de los nombres IUPAC:

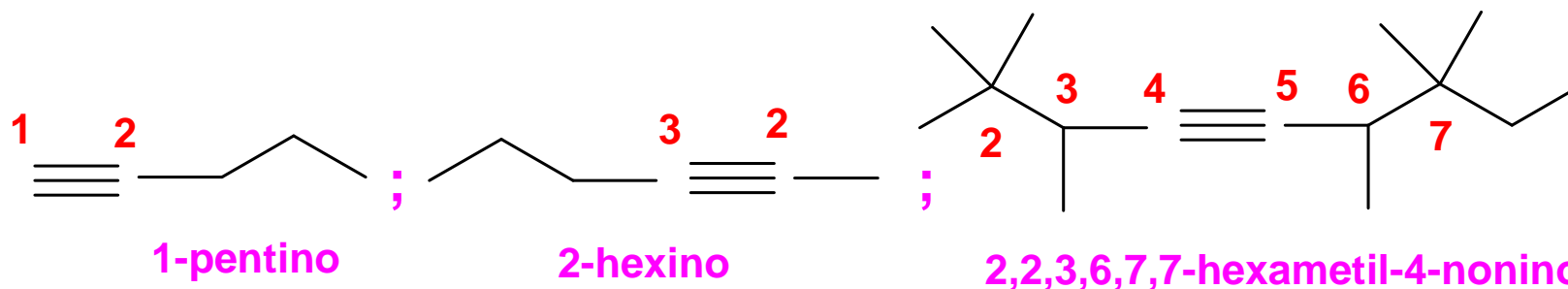


Cuando existen varios dobles enlaces en la molécula, la numeración se hace de modo que a éstos les correspondan los números más bajos posible, haciendo terminar el nombre de la cadena del alcano de origen en **dieno**, **trieno**, **tetraeno**, etc., según que existan, dos, tres, cuatro, etc., dobles enlaces. Caso de existir dos posibilidades de numeración, se debe elegir aquella que otorgue los números más bajos a los sustituyentes:

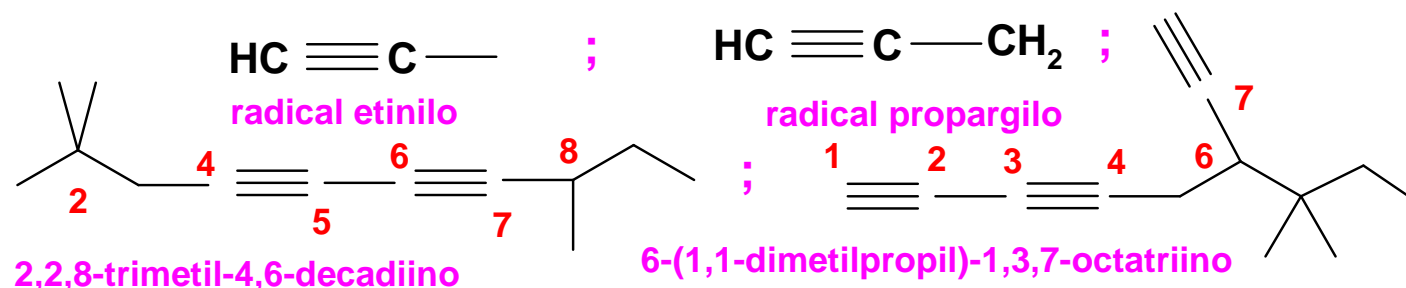


Alquinos

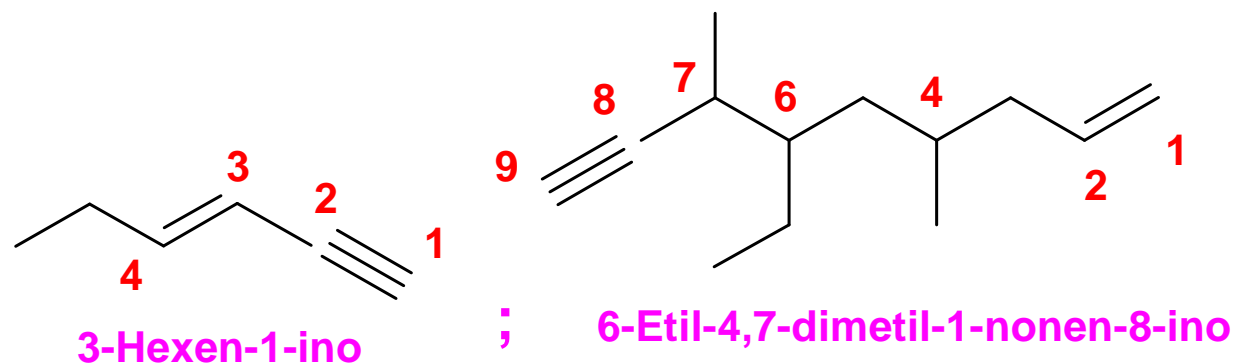
Los alquinos son hidrocarburos de segundo grado de oxidación que contienen al menos un triple enlace $C \equiv C$. Se nombran de manera similar a los alcanos cambiando el sufijo **ano** por **ino** y numerando la cadena de modo que al triple enlace le corresponda el menor número posible; si existen dos posibilidades se elige aquella que haga corresponder los números más bajos posibles a los sustituyentes.



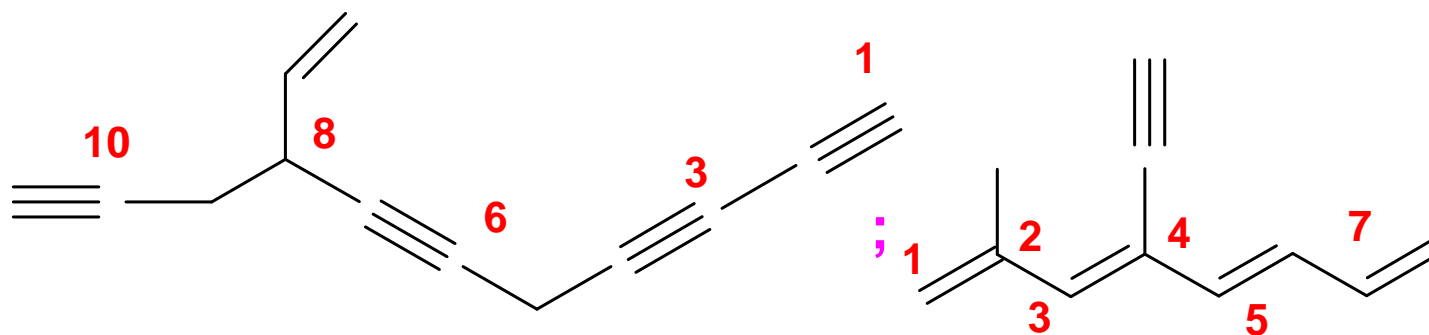
Existen radicales **alquinilo** derivados de los alquinos por pérdida de un H y los más importantes son el **etinilo** ($\text{HC} \equiv \text{C}^-$) y el **propinilo** ($\text{HC} \equiv \text{CCH}_2^-$) más conocido por **propargilo**. Cuando en una molécula hay más de un triple enlace se nombran haciendo terminar el nombre en **diino**, **triino**, etc., según que contenga dos, tres, etc., triples enlaces:



Cuando en la molécula existen dobles y triples enlaces los compuestos se conocen como **eninos** y se les nombra escogiendo como cadena principal la cadena que contenga mayor número de enlaces múltiples numerándose la cadena de modo que a estos enlaces les correspondan los menores números posible. Si existen dos posibilidades idénticas se numera de modo que al doble enlace le toque el menor número posible:



Cuando al escoger la cadena más larga se queda un doble o un triple enlace fuera de ella se le menciona como un sustituyente considerándolo como un **grupo alqueno** o **alquino** y se numera de tal modo que el número indicado corresponda al C unido a la cadena principal:

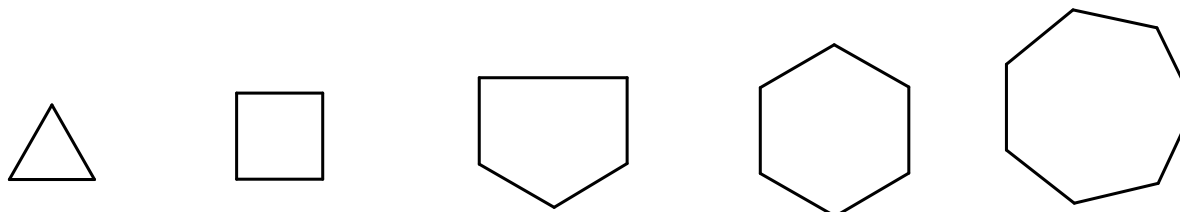


8-Etenil-1,3,6,10-undecatetraeno

4-etinil-2-metil-1,3,5,7-octatetraeno

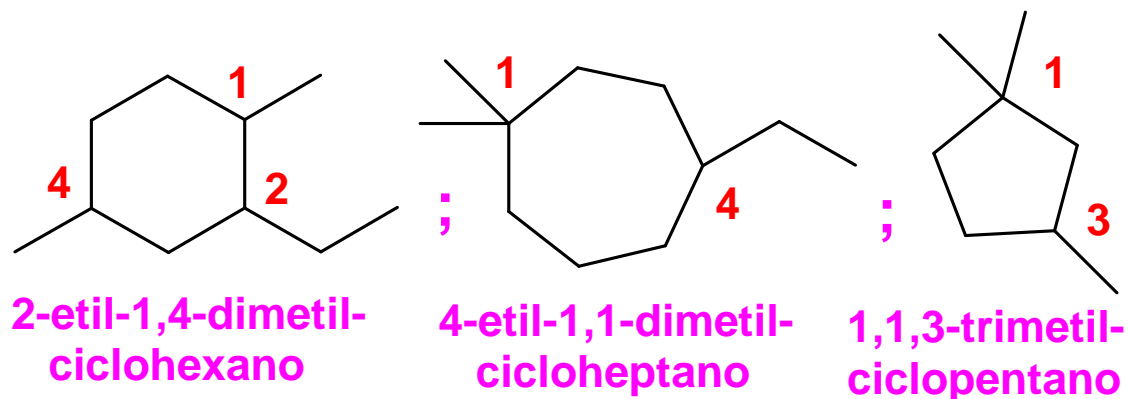
Hidrocarburos alicíclicos

Son hidrocarburos caracterizados por poseer al menos un ciclo. Se suelen dividir en **cicloalcanos**, **cicloalquenos** y **cicloalquinos** según sólo contengan enlaces sencillos, sencillos y dobles o sencillos y triples, respectivamente. Los cicloalcanos se nombran de manera completamente similar a los alcanos sin más que añadir al nombre del alcano de igual número de átomos de carbono el prefijo **ciclo**:

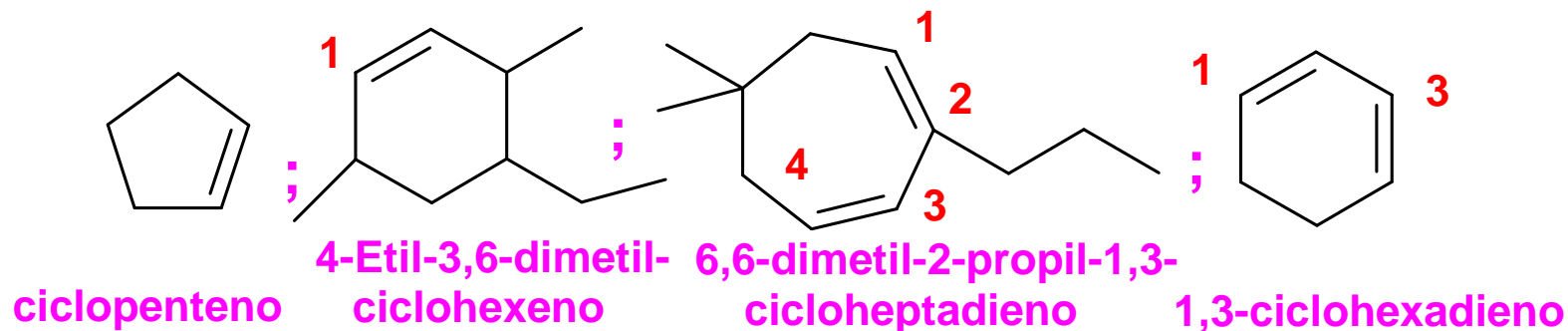


ciclopropano ciclobutano ciclopentano ciclohexano cicloheptano

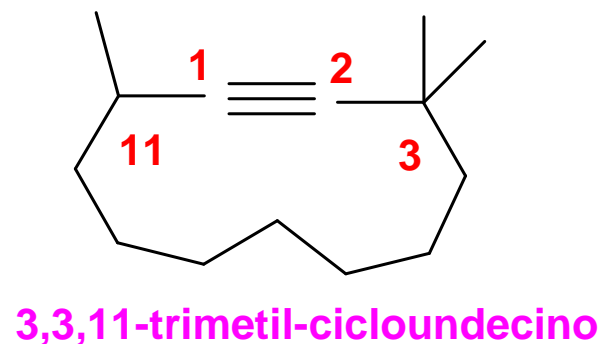
Cuando existen sustituyentes se nombran de modo que les corresponda el menor número posible:



Para los cicloalquenos las normas son idénticas, aunque si no existen sustituyentes no es necesario numerar el doble enlace. Cuando hay sustituyentes su posición se indica con un número, teniendo en cuenta que se empieza a numerar por el doble enlace:

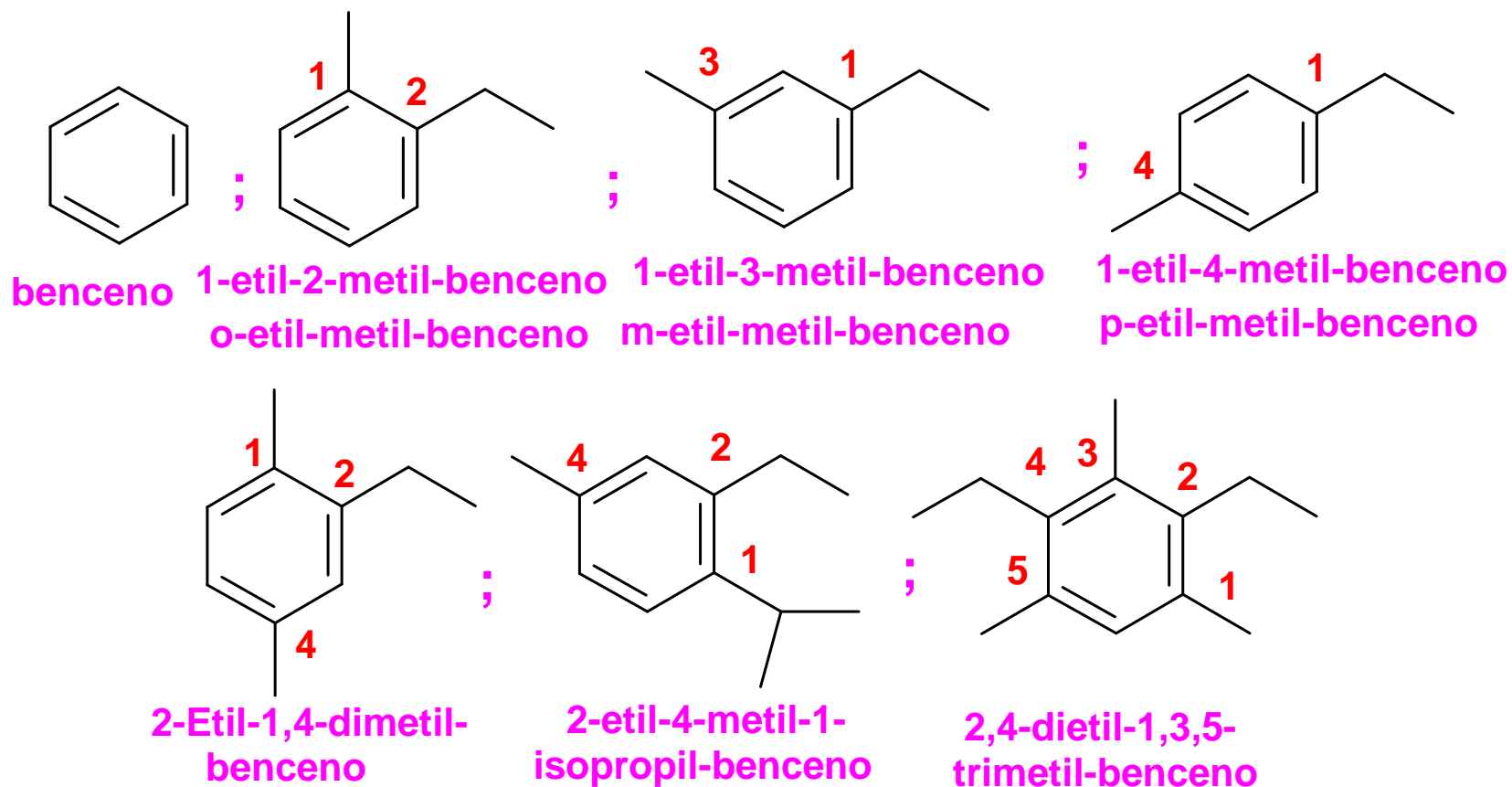


Los cicloalquinos por la geometría lineal del triple enlace sólo pueden existir en ciclos de gran tamaño, en general superior a diez átomos de carbono. Cuando no hay sustituyentes no se menciona el número del triple enlace, pues corresponde al uno.

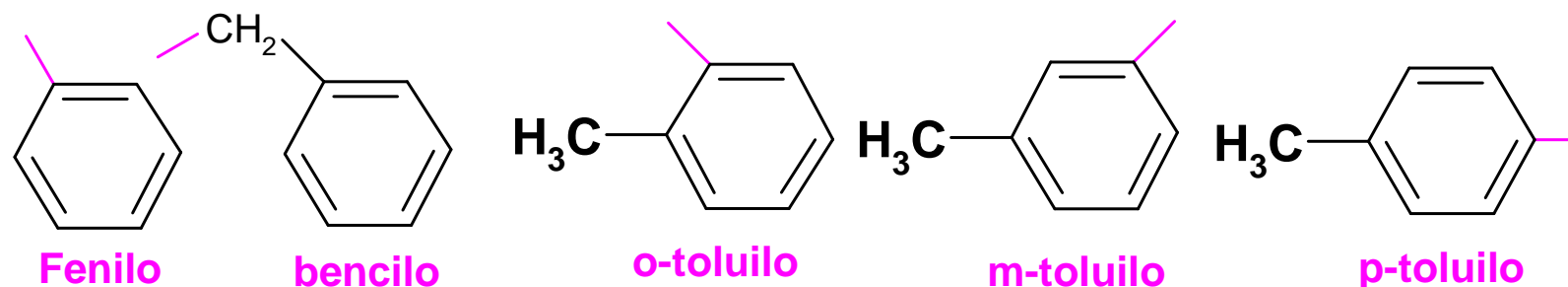


Hidrocarburos aromáticos

El prototipo básico de este tipo de hidrocarburos es el **benceno** que contiene en un ciclo de seis eslabones tres dobles enlaces conjugados, aunque debemos indicar que nunca debe ser designado como 1,3,5-ciclohexatrieno. Cuando hay dos sustituyentes se indica su posición relativa (1,2 = orto = o) (1,3 = meta = m) y (1, 3 = para = p) y cuando hay más de dos, se indica su posición con números, de manera que les corresponda el menor conjunto de números posible:

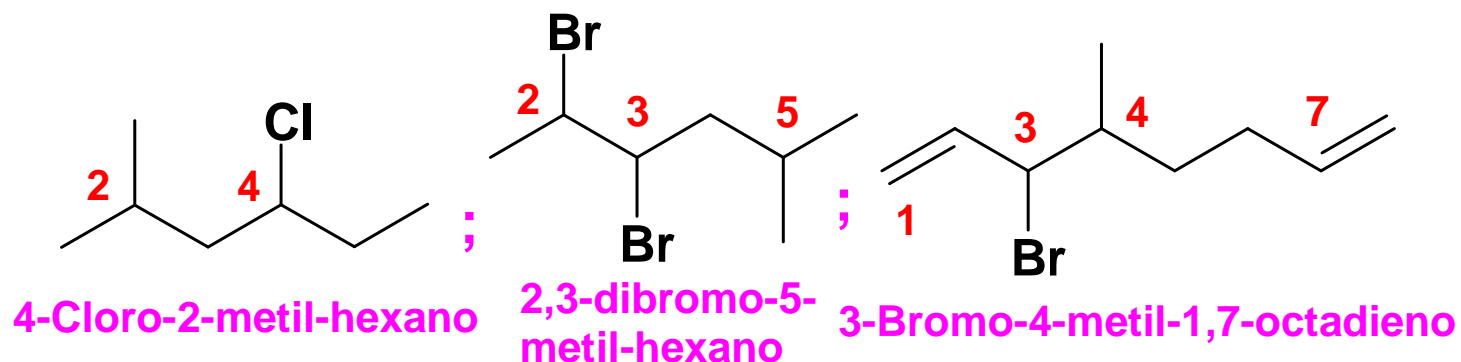


Existen radicales derivados de los anillos aromáticos que globalmente son conocidos como **arilos (Ar)** siendo el más sencillo el **fenilo** (C_6H_5-) que suele simbolizarse como **Ph**; los **arilos (Ar)** son fenilos que portan sustituyentes y entre los más comunes citaremos, el **bencilo** ($Ph-CH_2-$), el **metilfenilo** o **toluilo** del que existen tres posibilidades (**o-toluilo**, **m-toluilo** y **p-toluilo**):

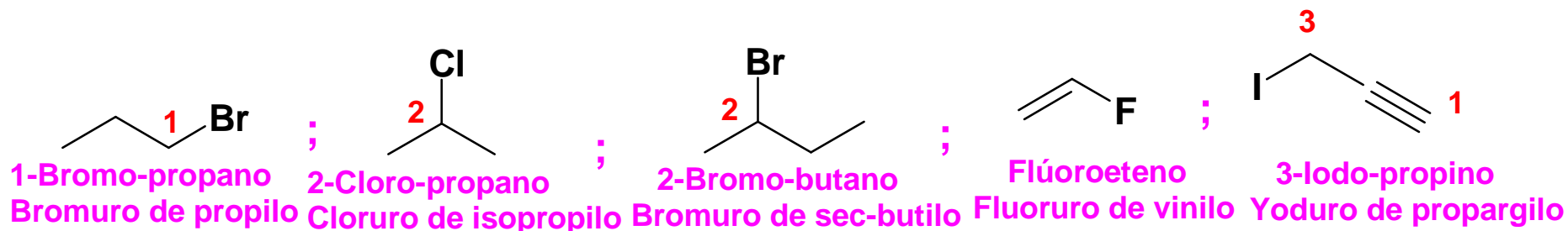


Haluros de alquilo

Son compuestos que contienen uno o varios átomos de halógeno unidos sobre átomos de carbono que pueden ser híbrido sp^3 , sp^2 o sp , siendo conocidos como haluros de alquilo, de alqueno o alquino, respectivamente. Se les nombra como a los alcanos, alquenos o alquinos, indicando con un número la posición del o de los átomos de halógeno:

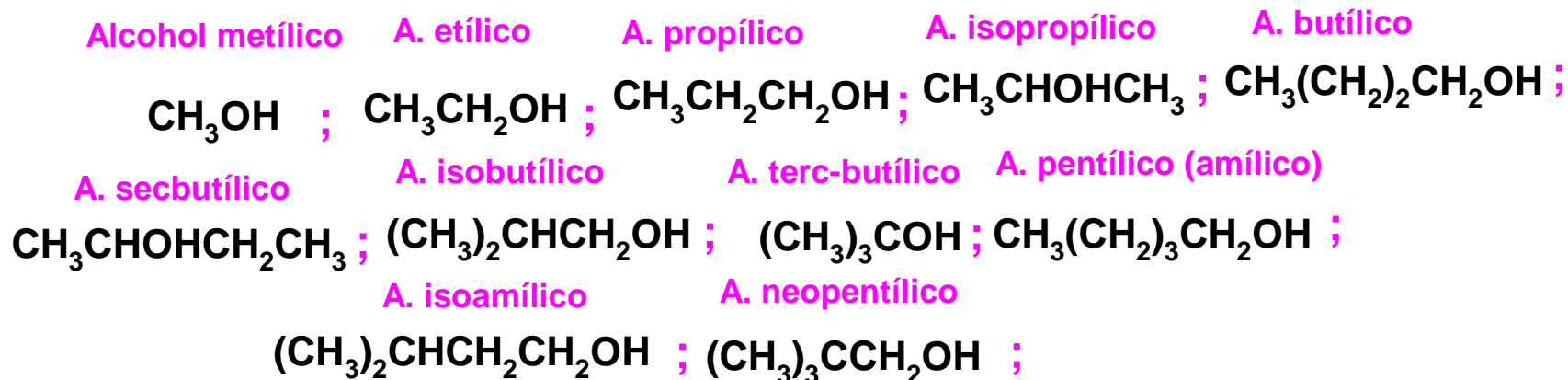


Es frecuente designarlos como haluros de alquilo en lugar de hacerlo como alcanos sustituidos por halógenos. Este sistema los nombra como derivados de los respectivos hidrácidos HF, HCl, HBr y HI, es decir como fluoruros, cloruros, bromuros y yoduros de alquilo (alqueno o alquino) respectivamente:

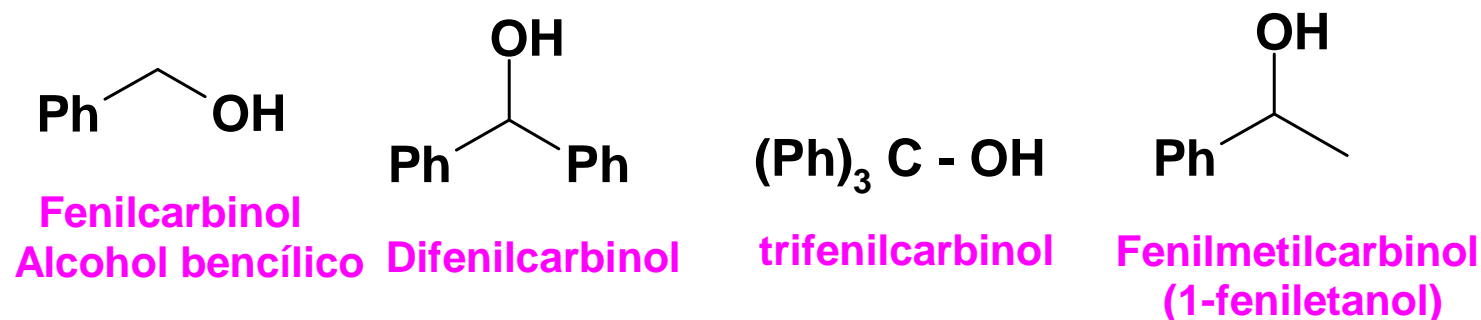


Alcoholes

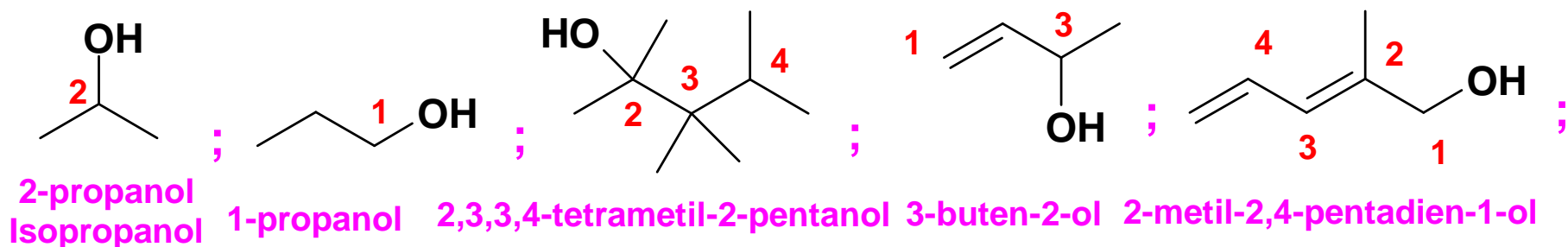
Son compuestos de primer grado de oxidación, que contienen un grupo hidroxilo (-OH) unido a un átomo de C sp³. Existen varias maneras de nombrar los alcoholes: (a) **Con la palabra alcohol seguida del nombre del grupo alquilo en forma de adjetivo**; ejemplos: alcohol metílico, alcohol etílico, alcohol propílico, alcohol isopropílico, alcohol butílico, alcohol sec-butílico, alcohol isobutílico, alcohol terc-butílico, alcohol pentílico (amílico), alcohol isoamílico, alcohol neopentílico, etc.:



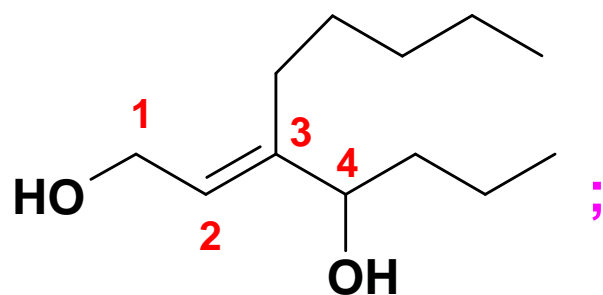
(b) Considerándolos derivados del alcohol más sencillo, el **carbinol** (alcohol metílico), por sustitución de los H por grupos alquilo o arilo. Ejemplos: El etanol sería el **metilcarbinol**, el propanol el **etilcarbinol**, el isopropanol el **dimetilcarbinol**, etc. Este método no debe aplicarse sino a los alcoholes con sustituyentes fenilos o arilo:



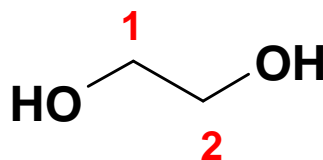
(c) De manera sistemática de acuerdo con la IUPAC, nombrándolos como derivados de los alcanos que se numeran de manera que al C portador del hidroxilo le corresponda el número más bajo posible, haciendo terminar el nombre del alcano correspondiente en **ol**:



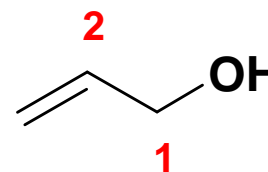
(d) Cuando sobre la molécula existan varios grupos hidroxilo, se aplica siempre el nombre IUPAC numerando la cadena de modo que a los C portadores de los grupos hidroxilos les toquen los menores números posibles, haciendo terminar el nombre en **diol (2OH)**, **triol (3OH)**, **tetrol (4OH)**, etc.:



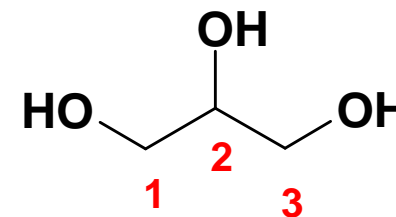
3-Pentil-2-hepten-1,4-diol



1,2-Etanodiol
Etilenglicol

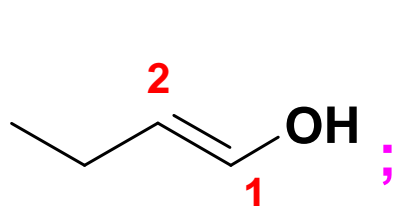


2-Propen-1-ol
Alcohol alílico

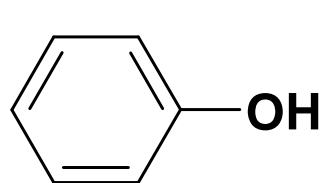


1,2,3-Propanotriol
Glicerina

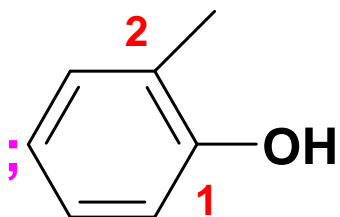
Conviene notar que los alcoholes son compuestos de primer grado de oxidación y que en la nomenclatura el grupo hidroxilo es prioritario sobre los halógenos, así como los dobles y triples enlaces. Además cuando el hidroxilo se halla sobre un C híbrido sp^2 alifático recibe el nombre de **Enol** y cuando es aromático **Fenol**, pero estos compuestos son diferentes de los alcoholes. Finalmente, diremos que los dioles son conocidos habitualmente como **glicoles** pero que los **glicoles geminales** o (1,1-glicoles), es decir, aquellos dioles que tienen los dos hidroxilos sobre el mismo C son altamente inestables y se descomponen rápidamente transformándose en aldehídos ó cetonas:



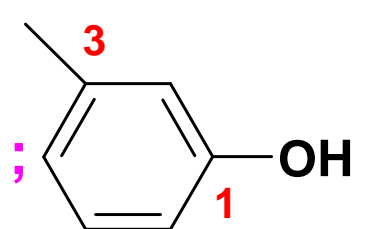
1-butenol
Un enol inestable



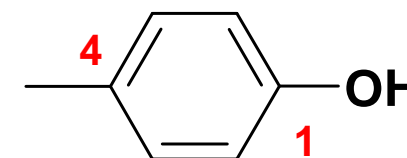
Fenol



o-Metilfenol



m-Metilfenol



p-metilfenol

Éteres

Los **éteres** son compuestos de primer grado de oxidación que contienen un átomo de O enlazado a dos átomos de C por enlaces sencillos, es decir, los éteres contienen el grupo funcional **C-O-C**. La fórmula general de un éter alifático acíclico es **R-O-R'** y desde ese punto de vista se les puede considerar como hidrocarburos alifáticos (R-H; R alquilo, alqueno o alquino) en los que un **H** ha sido reemplazado por un grupo alcoxi (**OR**). En general, el sustituyente más pequeño se toma como grupo alcoxi y el mayor como el resto hidrocarburo. Es conveniente advertir que el grupo éter tiene menos prioridad en nomenclatura que los grupos alcohol, amina, alqueno y alquino. Cuando un resto éter actúa como sustituyente, se le menciona como **alcoxi** (**metoxi, etoxi, propoxi, isopropoxi**), etc:

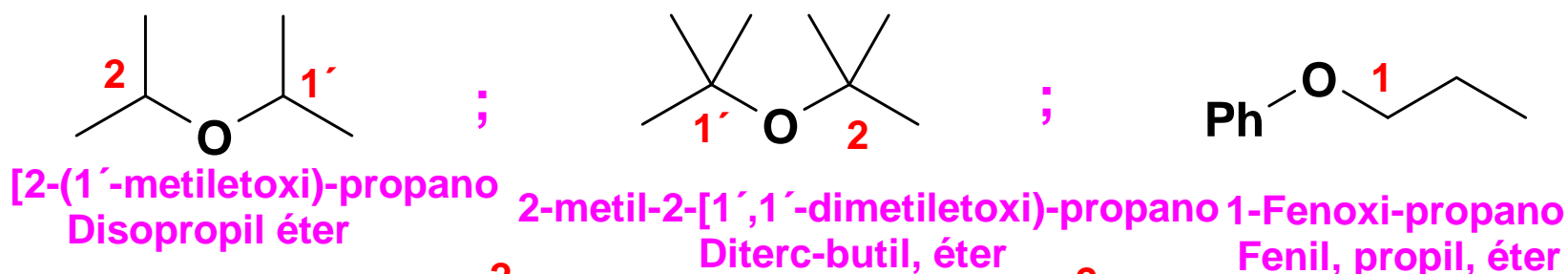


1-Metoxipropano
Metil, propil, éter

2-Etoxi-2-metil-propano
terc-Butil, etil, éter

Etoxietano
Diethyl éter

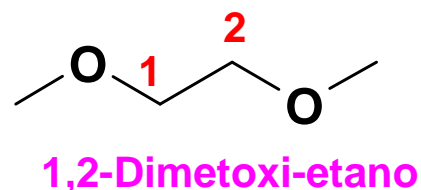
1-Etoxipropano
Etil, propil, éter



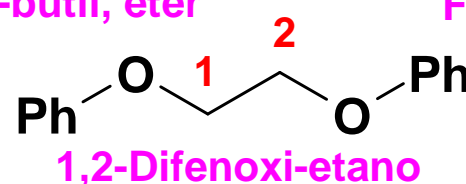
[2-(1'-metiletoxi)-propano
Disopropil éter

2-metil-2-[1',1'-dimetiletoxi)-propano
Diterc-butil, éter

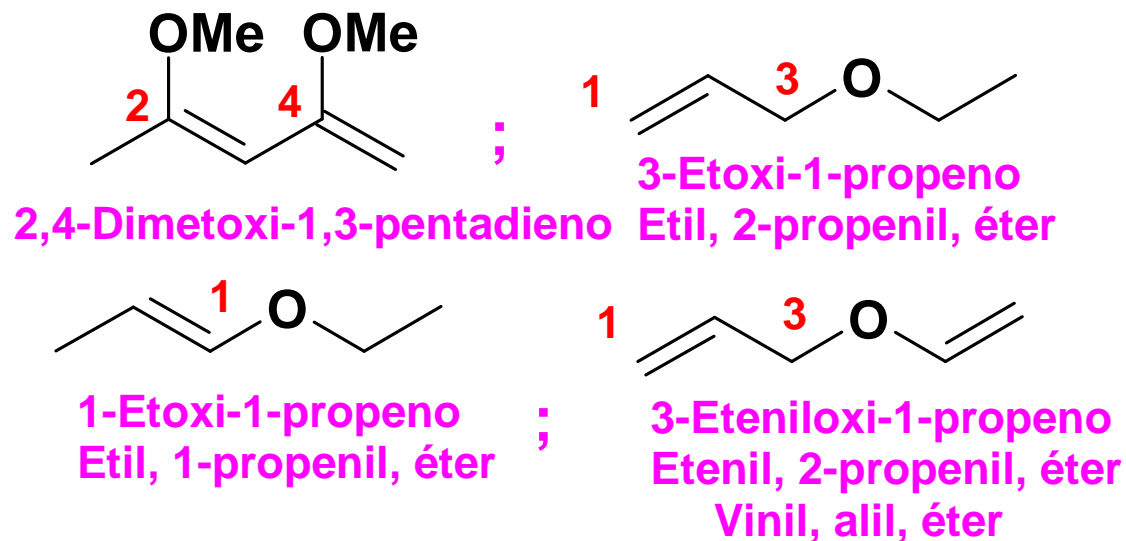
1-Fenoxi-propano
Fenil, propil, éter



1,2-Dimetoxi-etano



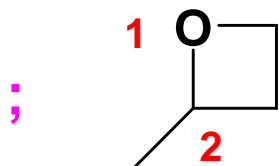
1,2-Difenoxi-etano



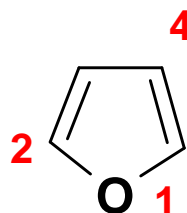
En otro sistema se nombran los éteres indicando los nombres de los restos alquilo, alquenilo o alquinilo unidos al O seguidos de la palabra **éter**. Cuando los dos restos son idénticos, se usa el prefijo **di** seguido del nombre del grupo en lugar de repetirlo dos veces; en los ejemplos anteriores se coloca este sistema de nomenclatura en la parte baja del nombre. Cuando el O se halla inserto en un ciclo, estamos en presencia de un éter cíclico que se considera como un heterociclo oxigenado y se nombra de manera sistemática (IUPAC) con el prefijo **oxa** seguido del nombre del hidrocarburo cíclico correspondiente. Cuando sobre el ciclo hay sustituyentes, la numeración se hace empezando por el átomo de O siguiendo en el sentido tal que a los sustituyentes les correspondan los números más bajos posibles. Sin embargo, es necesario señalar que muchos de estos heterociclos se designan por nombres comunes algunos de los cuales han sido aceptados por la IUPAC, tales como **oxirano**, **oxetano**, **tetrahidrofurano (oxolano)**, **tetrahidropirano (oxano)**, **oxepano**, **oxocano**, **oxonano**, **Oxecano**, etc., para los ciclos de 3, 4, 5, 6, 7, 8, o, etc., miembros, respectivamente.



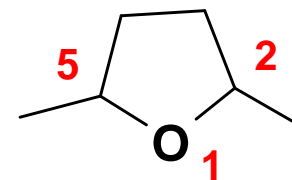
Oxaciclopropano
Oxirano, Epóxido,
Óxido de etileno



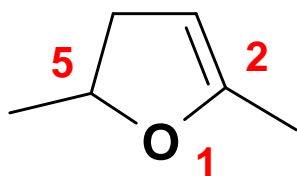
2-metil-Oxaciclobutano
2-metil-Oxetano



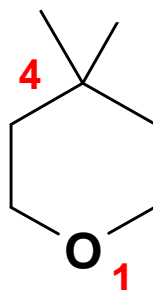
oxa-2,4-ciclopentadieno
Furano



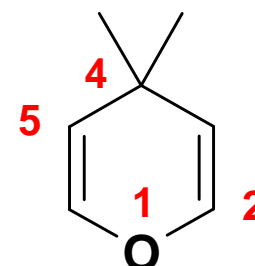
2,5-dimetil-oxaciclopentano
2,5-dimetil-tetrahidrofurano



2,5-dimetil-oxa-2-
ciclopenteno

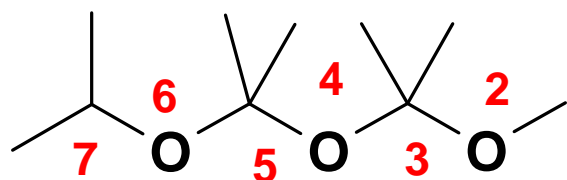


4,4-dimetil-oxaciclohexano
4,4-dimetil-tetrahidropirano

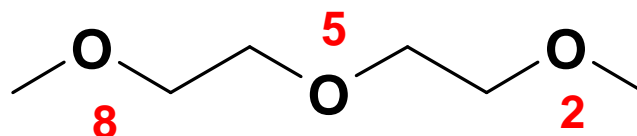


4,4-dimetil-oxa-2,5-
ciclohexadieno

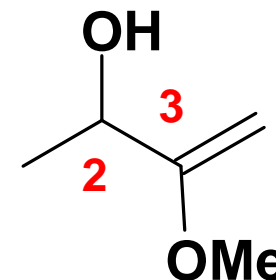
Cuando hay varios átomos de O sobre una misma molécula se nombra como un hidrocarburo colocando los prefijos **dioxa**, **trioxa**, etc, según que contenga dos, tres, etc., grupos éter. Los restos éteres cuando actúan como sustituyentes se designan como **alcoxi** (**metoxi**, **etoxi**, etc.):



3,3,5,5,7-pentametil-
2,4,6-trioxaoctano

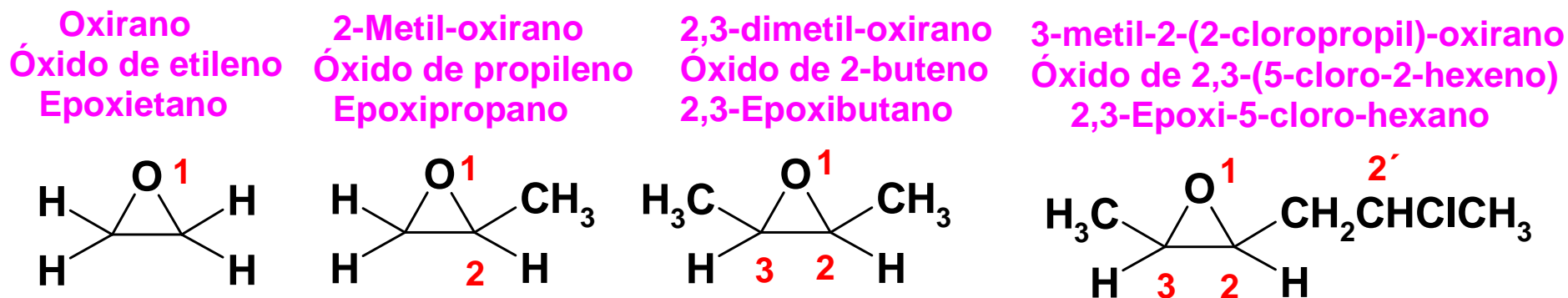


2,5,8-trioxa-nonano
(diglime)



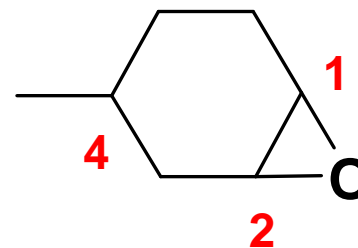
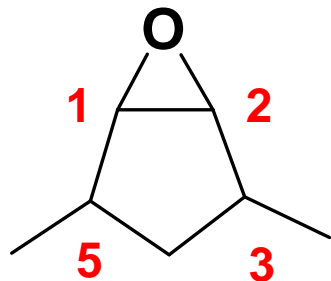
3-metoxi-3-buten-2-ol

Epóxidos.- Los **epóxidos** son éteres cíclicos que contienen un ciclo de tres eslabones formado por dos átomos de C y uno de O, que son conocidos con los nombres de **oxiranos** y de **oxaciclopropanos**. Una nomenclatura sistemática de los epóxidos los designa como derivados del epóxido más sencillo, el **oxirano**, indicando el nombre y la posición de los sustituyentes numerando el ciclo a partir del O de modo que a los sustituyentes les correspondan los números más bajos posibles:



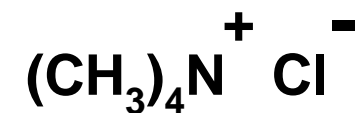
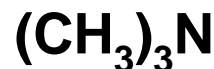
Otro modo los nombra como **óxidos de alquenos** y un tercero como hidrocarburos que contienen un sustituyente **epoxi** entre dos carbonos contiguos, debiendo señalarse la posición del grupo **epoxi**. En los ejemplos anteriores se hace uso de las tres maneras diferentes de nombrarlos. Finalmente, señalaremos que los epóxidos cíclicos también pueden ser nombrados de manera similar:

Óxido de 3-5-dimetilciclopenteno Óxido de 4-metil-ciclohexeno
1,2-epoxi-3,5-dimetil-ciclopentano 1,2-epoxi-4-metil-ciclohexano



Aminas.- Son compuestos de primer grado de oxidación que contienen un grupo amino ($-\text{NH}_2$; $-\text{NH}$; $-\text{N}$) de modo que presentan un enlace **C-N**. Se clasifican en **alifáticas** y **aromáticas** según que el grupo amino se sitúe sobre un resto alifático o aromático. Las aminas alifáticas se clasifican a su vez en **primarias**, **secundarias** y **terciarias** según que el átomo de N se halle sobre un C primario, secundario o terciario, respectivamente. Finalmente, cuando sobre el N se sitúan cuatro grupos alquilo o arilo se llaman **Salas de amonio**:

Aminas alifáticas



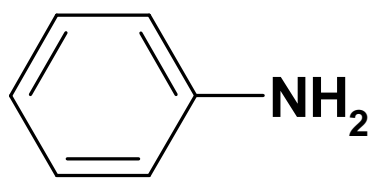
Amina primaria

Amina secundaria

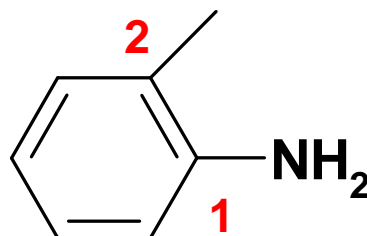
Amina terciaria

Sal de amonio

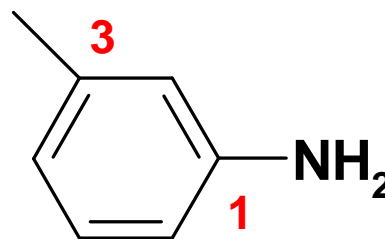
Aminas aromáticas



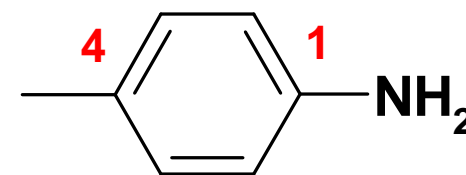
Anilina



o-Metilanilina

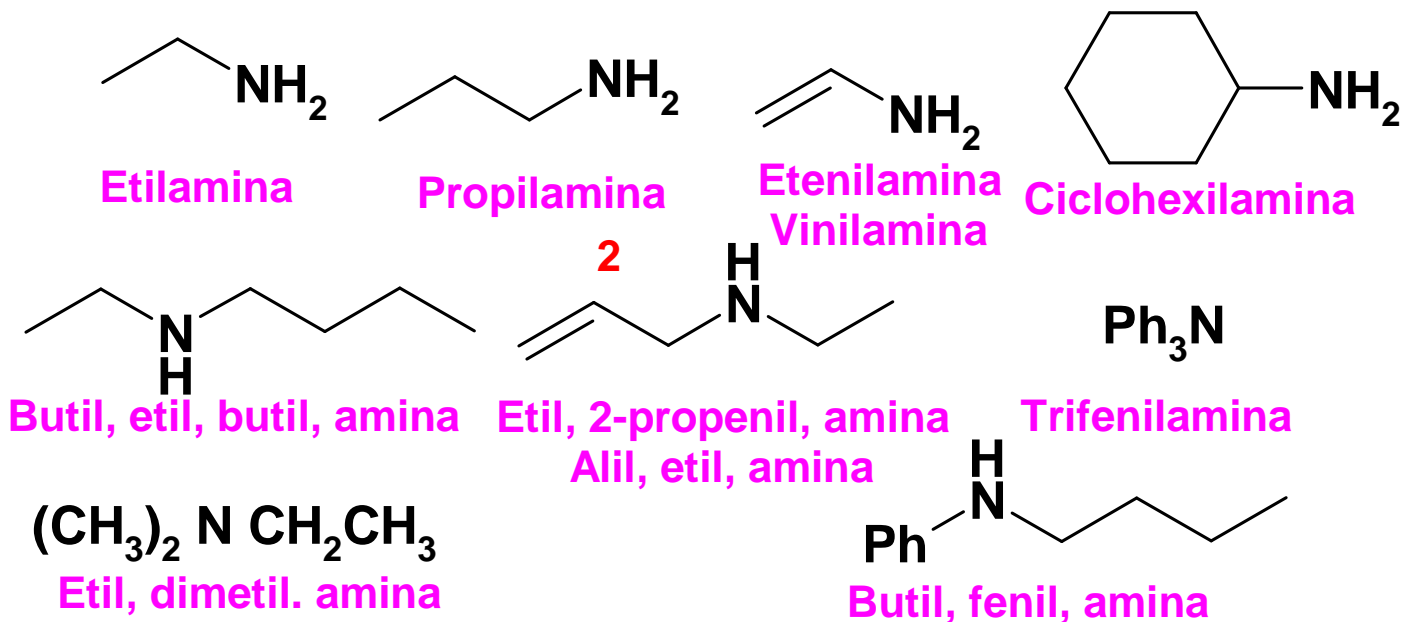


m-Metilanilina

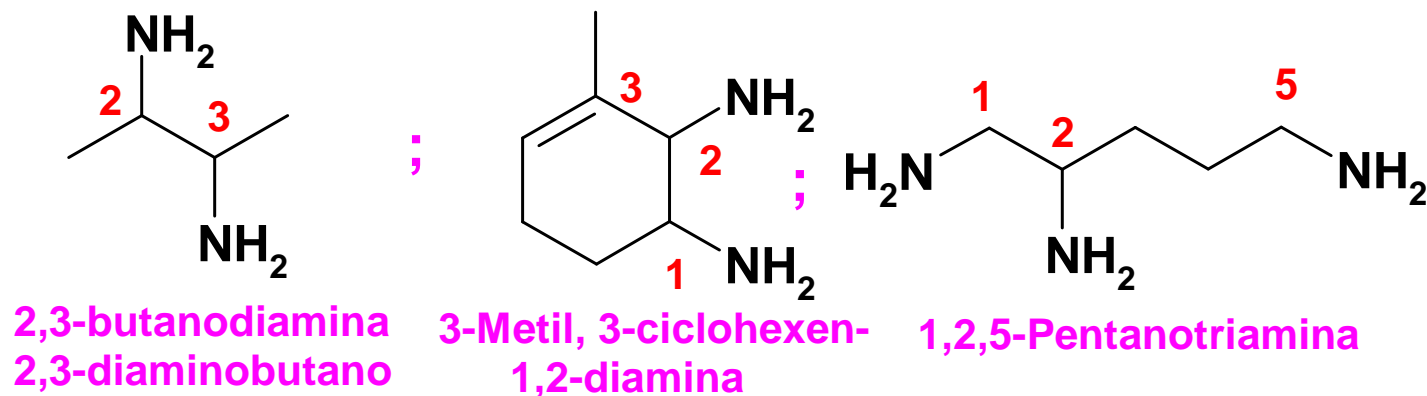


p-Metilanilina

La nomenclatura de las aminas se hace añadiendo al nombre del grupo R la palabra **amina** teniendo en cuenta que si es una amina secundaria o terciaria deben indicarse los nombres de los dos o tres grupos alquilo respectivamente, que se hallan unidos al nitrógeno.



Cuando sobre la molécula existen varios grupos amino, se nombran indicando la posición de cada grupo terminado el nombre del alcano con la palabra **diamina**, **triamina**, etc.,:

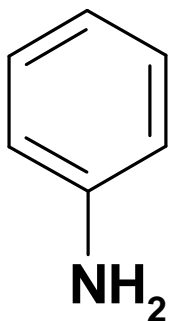


Las aminas secundarias y terciarias que presentan sobre el N uno o dos grupos metilo (etilo, etc.), respectivamente, se suelen nombrar como derivadas de la cadena carbonada más larga indicando el o los restantes grupos como sustituyentes sobre el N:

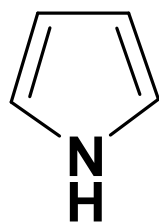


N,N-dimetil, pentilamina N,N-dimetil, 2,2-dimetil-propilamina

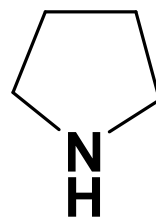
Algunas aminas reciben nombres comunes consagrados por la bibliografía tales como **anilina** (no debe decirse fenilamina), **pirrol**, **pirrolidina**, **piridina** y **piperidina**:



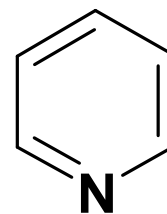
Anilina



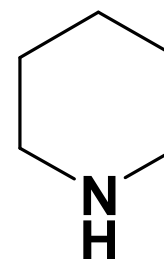
Pirrol



Pirrolidina

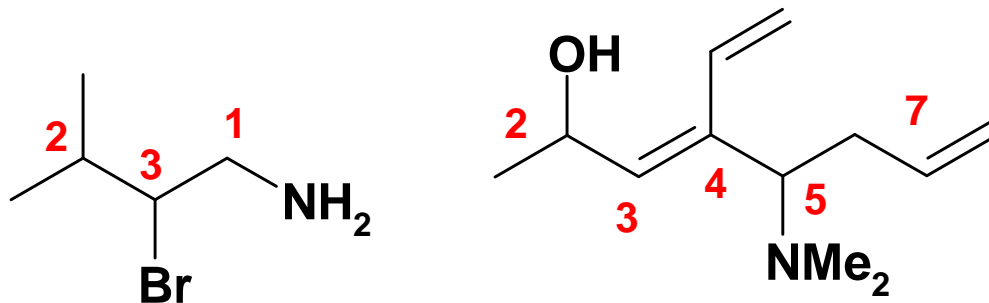


Piridina



Piperidina

El grupo amino es prioritario sobre los dobles y triples enlaces pero no sobre el hidroxilo y cuando es un sustituyente se le designa como amino, alquilamino o dialquilamino:

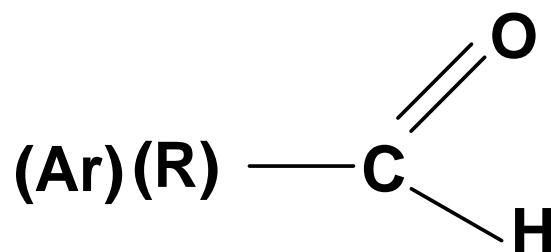


(2-Bromo-3-metil)-1-butilamina

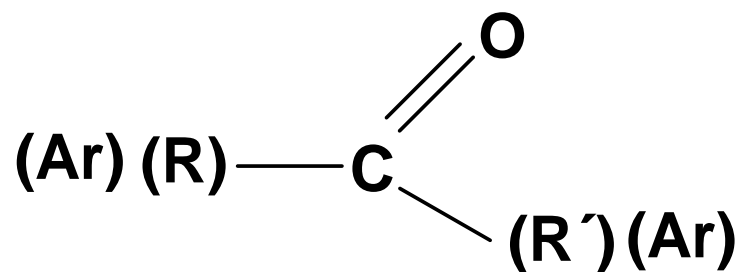
4-etenil-5-N,N-dimetilamino-3,7-octadien-2-ol

Aldehídos y Cetonas

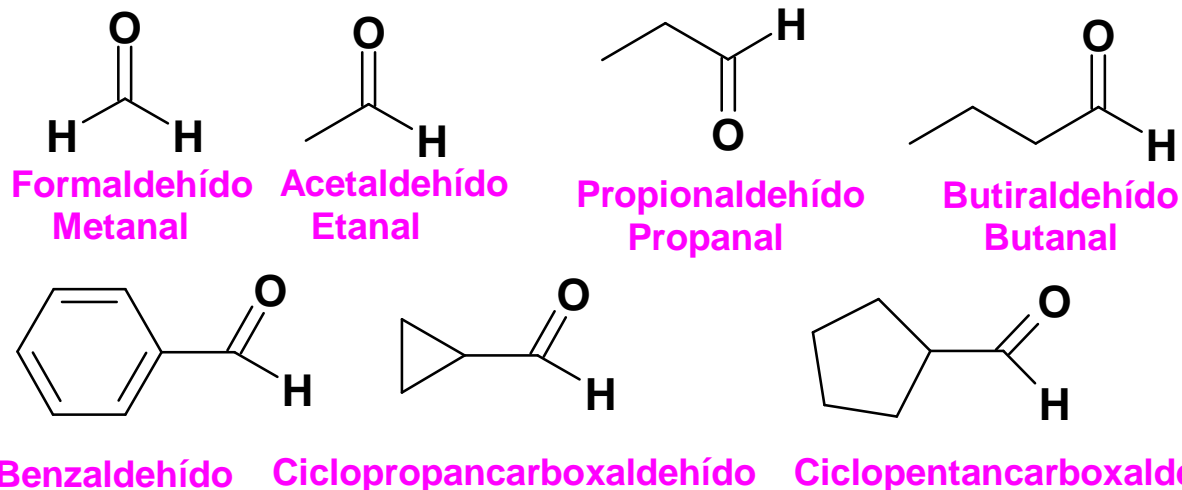
Los **aldehídos** y **cetonas** son compuestos de segundo grado de oxidación que contienen el grupo **carbonilo (-CO-)** como grupo funcional. Los aldehídos tienen unido al C del carbonilo un H y un resto alquilo o arilo, mientras que las cetonas tienen unido al mismo C, dos grupos alquilo, dos grupos arilo o un alquilo y un arilo. La nomenclatura de los aldehídos se hace indicando los sustituyentes con sus nombres y posición, señalando con el número uno el carbono que lleve el grupo carbonilo y haciendo terminar el nombre del alcano correspondiente en **al**.



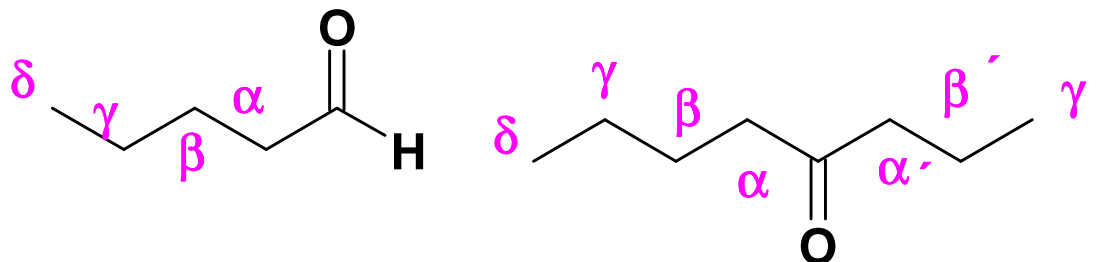
Aldehído

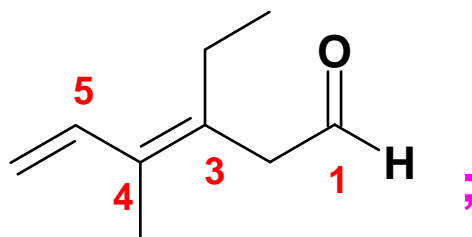


Cetona

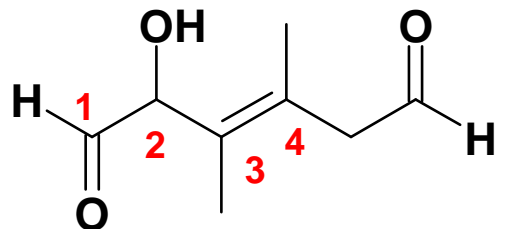


Para los aldehídos en los que el **grupo formilo (H – CO-)** se halla situado sobre un ciclo, el nombre del aldehído se hace colocando el nombre del ciclo sin la **o** final seguido de la palabra **carboxaldehído**. No obstante algunos aldehídos tienen nombres comunes que es necesario conocer y así hablamos de **formaldehído** (metanal), **acetaldehído** (etanal), **propionaldehído** (propanal) y **benzaldehído**. Cuando se utilizan los nombres comunes para los aldehídos y cetonas la posición de los sustituyentes debe indicarse utilizando letras griegas en lugar de números. Se comienza por el C siguiente al carbonilo y se sigue correlativamente empleando para designar estos C las letras **α , β , γ , δ** , etc.

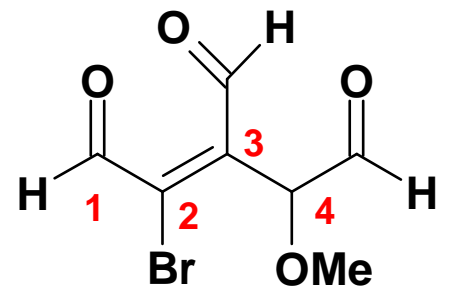




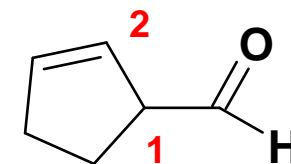
3-Etil-4-metil-3,5-hexadienal



2-Hidroxi-3,4-dimetil-3-hexenodial



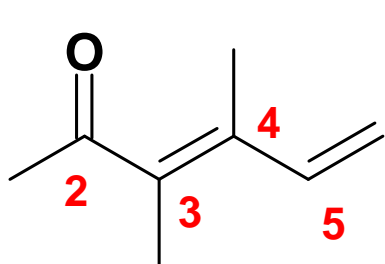
2-Bromo-3-formil-4-metoxi-
2-pentenodial



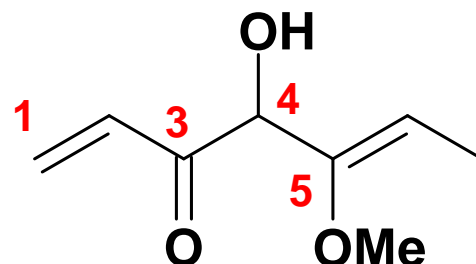
2-ciclopenten-
carboxaldehído

Cetonas

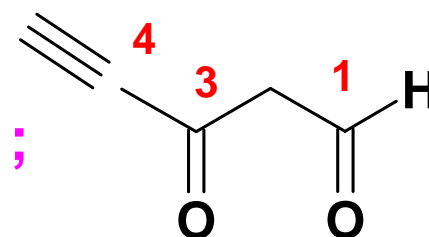
Las cetonas se nombran sustituyendo la **o** de la terminación del alcano con el mismo número de átomos de C por **ona** (**propanona**, **butanona**, **pentanona**, etc.). La posición del grupo carbonilo en la cadena más larga se indica asignándole el número más bajo posible. Las cetonas tienen menor prioridad que los aldehídos, por lo que cuando en la misma molécula coexisten la función aldehído y cetona se nombra como aldehído, designándose la cetona con el término **oxo**:



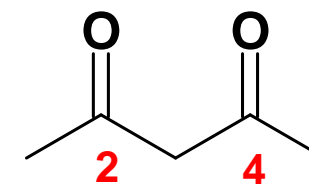
3,4-dimetil-3,5-
hexadien-2-ona



4-Hidroxi-5-metoxi-
1,5-heptadien-3-ona

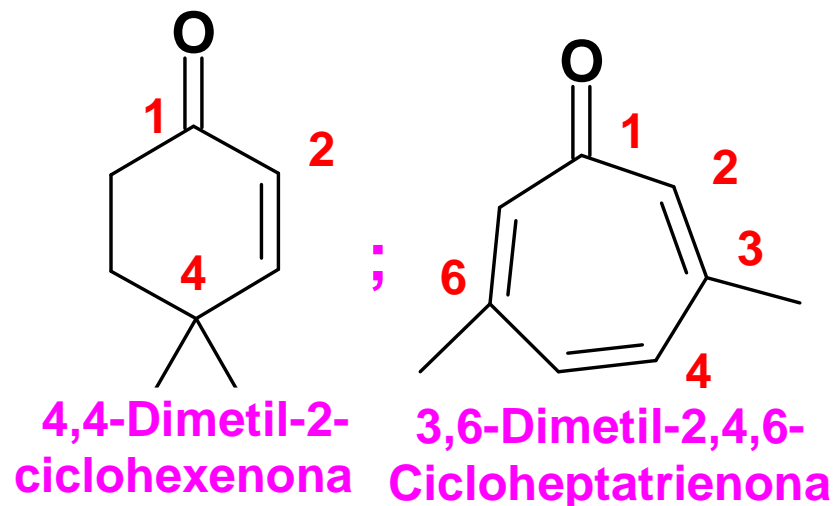


3-oxo-4-pentinal

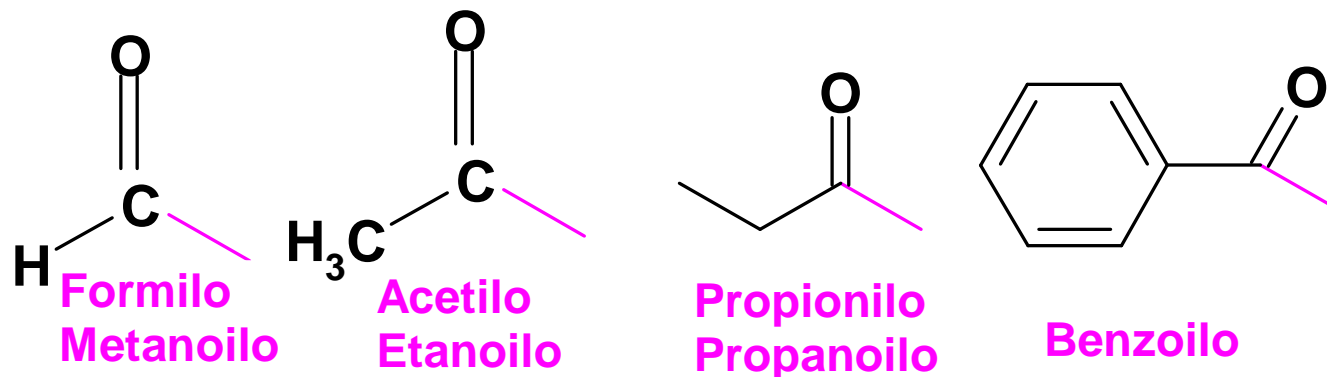


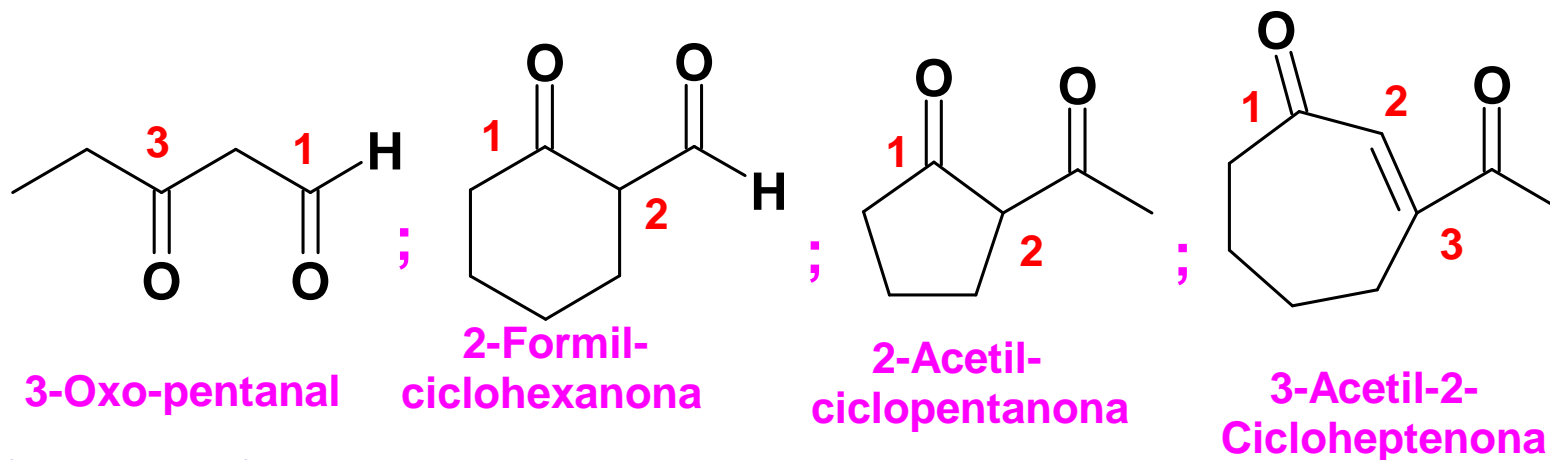
2,4-pentanodiona

Las cetonas cíclicas se nombran de igual manera, aunque si no hay sustituyentes no es necesario señalar la posición del grupo carbonilo. Los sustituyentes se nombran numerando el ciclo y se empieza por el grupo carbonilo de modo que les correspondan los números más bajos posibles:



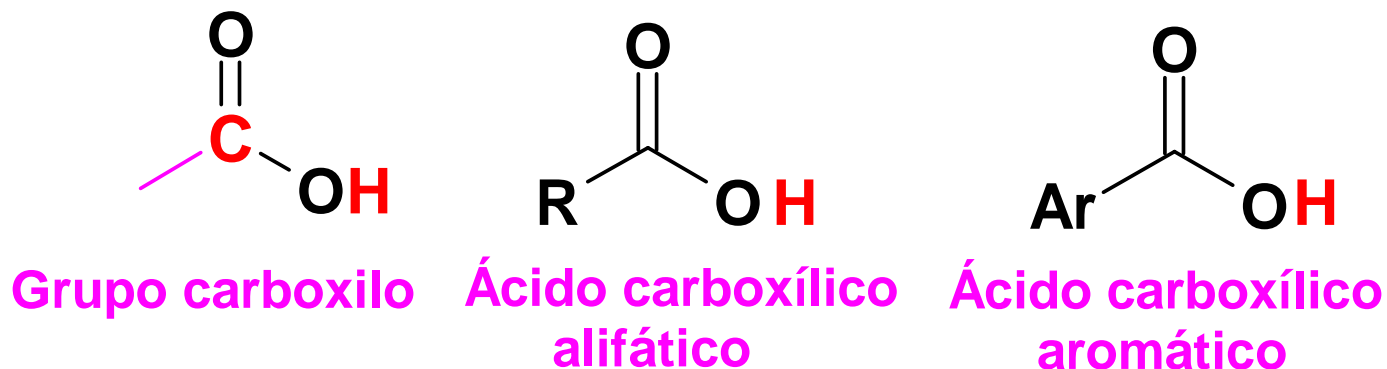
Los radicales resultantes de eliminar un H del grupo carbonilo de un aldehído se conocen como **grupos acilo** y los más habituales son en nombre vulgares, el **formilo**, **acetilo**, **propionilo** y **benzoilo**. El nombre sistemático se hace usando el del alcano correspondiente sustituyendo la **o** final del nombre por **oilo** y así diremos **metanoilo**, **etanoilo**, **propanoilo**, **benzoilo**, etc.:



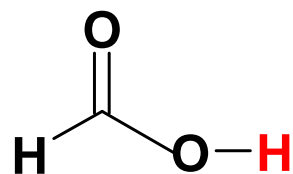


Ácidos carboxílicos

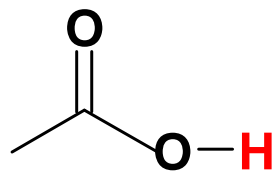
Son compuestos de tercer grado de oxidación que contienen el **grupo carboxilo (COOH)**. El carboxilo al igual que los aldehídos siempre va situado en el extremo de una cadena carbonada que puede ser de naturaleza alifática, aromática o mixta. Los ácidos carboxílicos como su propio nombre indica pueden actuar como **ácidos de Brönsted-Lowry, cediendo el protón unido al O del grupo hidroxilo:**



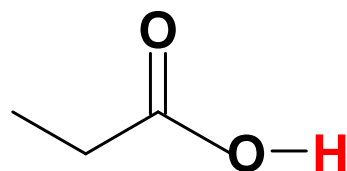
Muchos ácidos carboxílicos tienen nombres comunes alusivos a su fuente natural y entre ellos citaremos los ácidos **fórmico** (HCOOH; formica; en latín hormiga), **acético** (CH₃COOH) (acetum; agrio, ácido, en latín), **propiónico** (CH₃CH₂COOH) (protos prio; griego primera grasa), **butírico** (CH₃CH₂CH₂COOH) (butyrum; en latín mantequilla), etc. Si se usan los nombres comunes se debe señalar la posición de los C con letras griegas de manera similar a como se explicó para los aldehídos:



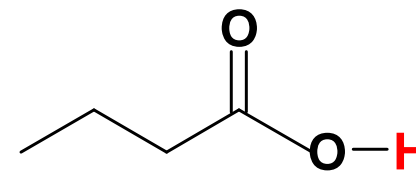
Ácido fórmico
A. metanoico



Ácido etanoico
Ácido acético

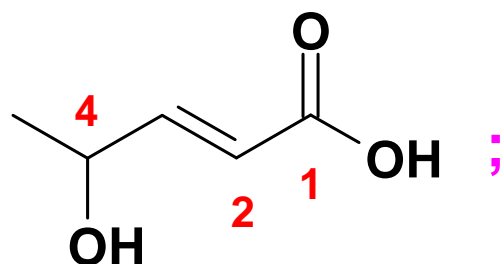


Ácido propiónico
A. propanoico

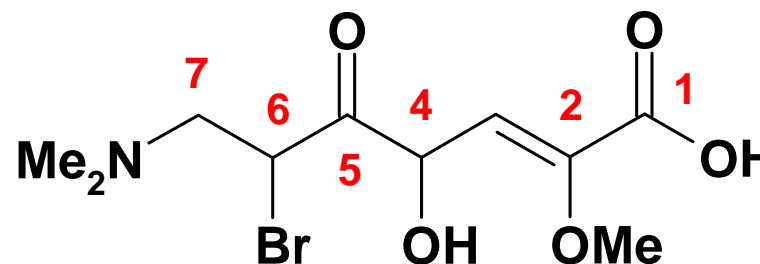


Ácido butírico
A. butanoico

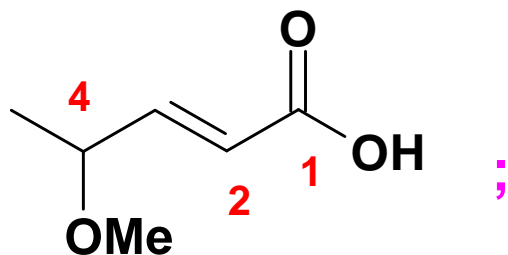
La nomenclatura sistemática de los ácidos carboxílicos se hace cambiando la **o** final del nombre del alcano correspondiente por el sufijo **oico**.



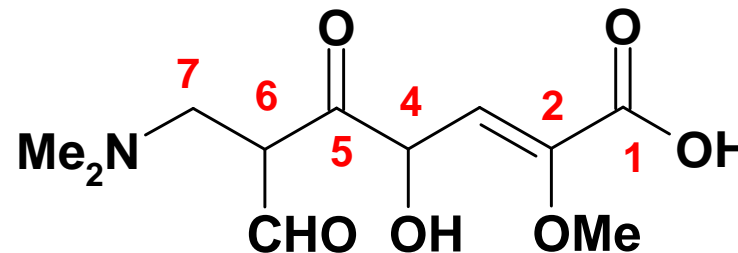
A. 4-hidroxi-2-pentenoico



A. 6-Bromo-7-N,N-dimetilamino-
4-hidroxi-5-oxo-2-heptenoico

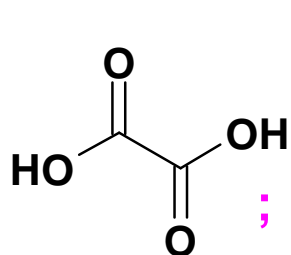


A. 4-metoxi-2-pentenoico

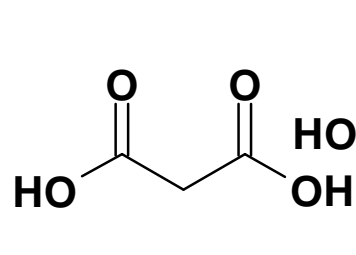


A. 6-Formil-7-N,N-dimetilamino-4-hidroxi-2-metoxi-5-oxo-2-heptenoico

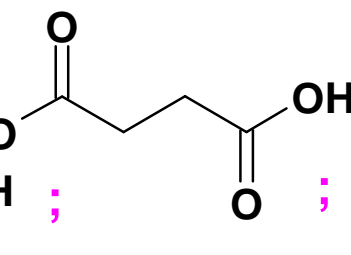
Cuando en la cadena existen dos grupos carboxilo, el nombre del compuesto se hace cambiando la terminación en **odioico** aunque la mayor parte de ellos tienen nombres comunes como **oxálico**, **malónico**, **succínico**, **fumárico**. Con tres grupos carboxilos el compuesto más usual es el **ácido cítrico** y en este caso uno de los grupos carboxilo debe considerarse como sustituyente y se designa como **carboxi**:



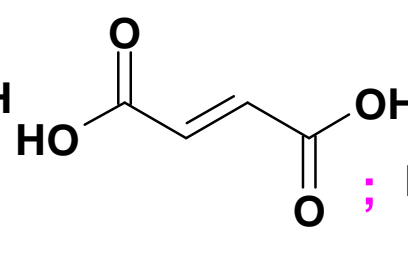
A. etanodioico
A. oxálico



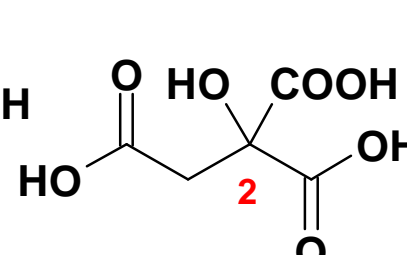
A. propanodioico
A. malónico



A. butanodioico
A. succínico



A. butenodioico
A. fumárico



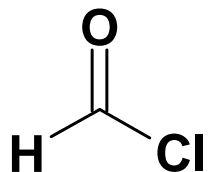
A. 2-carboxi-2-hidroxi-butanodioico (A. cítrico)

Derivados de ácido

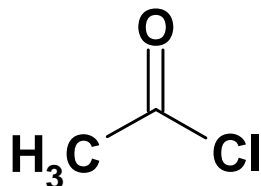
Son compuestos de tercer grado de oxidación que resultan del reemplazo del grupo hidroxilo de un ácido carboxílico, por un átomo o grupos de átomos como Cloro (Cl) (RCOCl), aciloxi (OCOR') (RCOOCOR'), alcoxi (OR) (RCOOR'), amino (NH₂) (RCONH₂), que dan origen a los cloruros de ácido, anhídridos de ácido, ésteres y amidas, respectivamente.

Cloruros de ácido

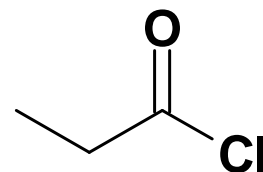
Los cloruros de ácido se designan como **cloruros de alcanoilo** y así hablaremos de cloruro de metanoilo, etanoilo, propanoilo, butanoilo, etc., aunque es frecuente designar a muchos de ellos con los nombres comunes de estos ácidos y así se dice cloruro de formilo, acetilo, propionilo, butiroilo, etc., respectivamente:



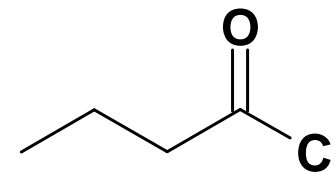
Cloruro de formilo
Cloruro de metanoilo



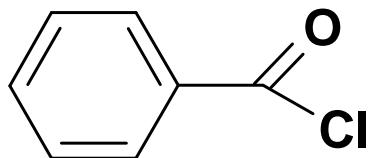
Cloruro de acetilo
Cloruro de etanoilo



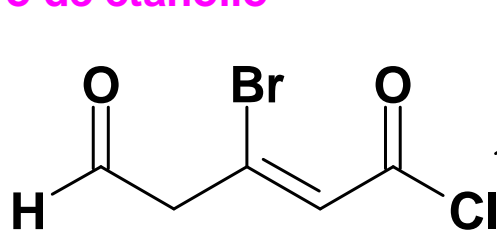
Cloruro de propionilo
Cloruro de propanoilo



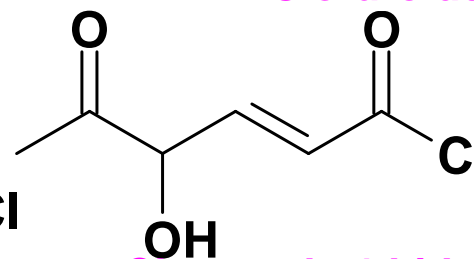
Cloruro de butiroilo
Cloruro de butanoilo



Cloruro de benzoilo



Cloruro de 3-Bromo-
5-oxo-2-pentenoilo

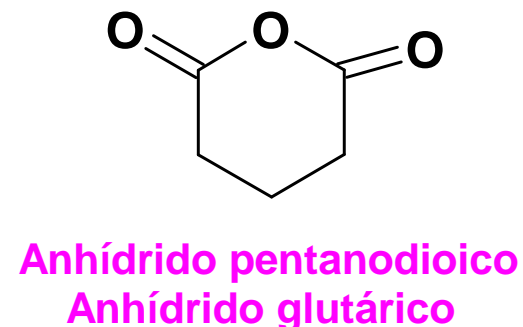
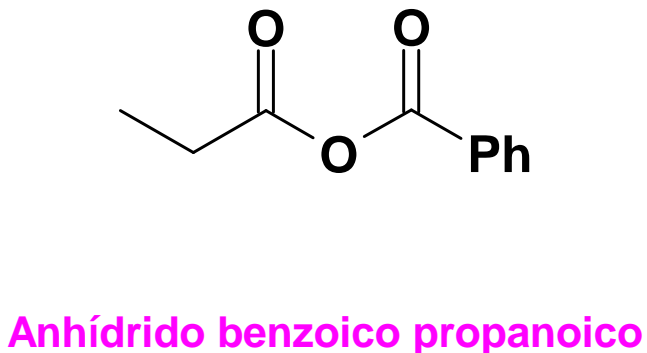
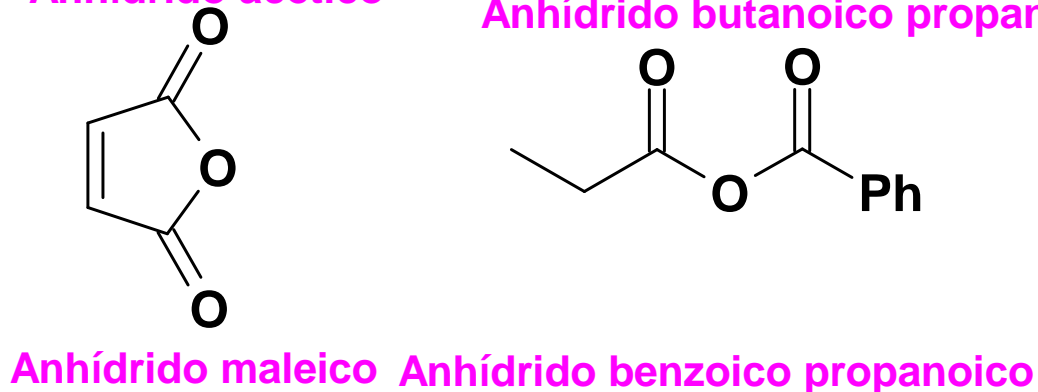
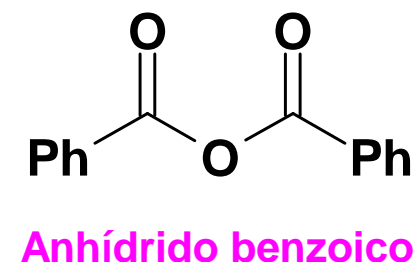
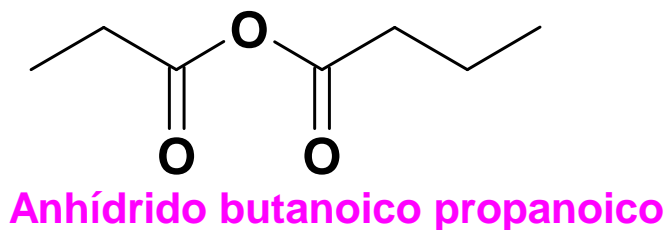
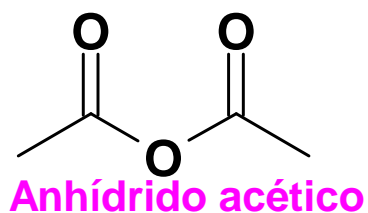


Cloruro de 4-hidroxi-
5-oxo-2-hexenoilo

Anhídridos de ácido

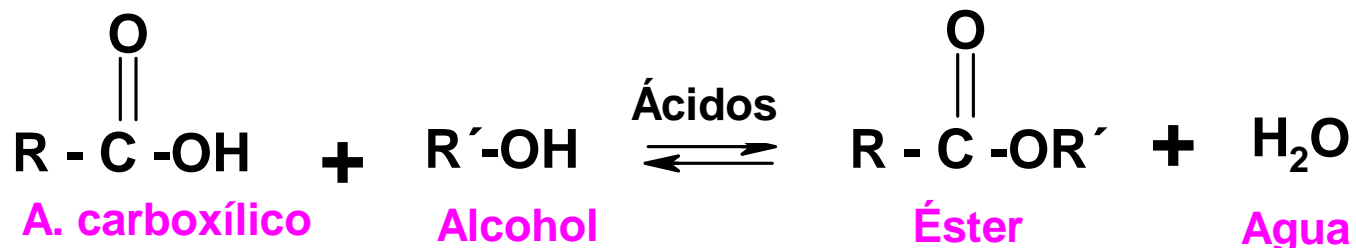
La palabra **anhídrido** significa **sin agua** y formalmente, los anhídridos derivan de la fusión de dos moléculas de ácido con pérdida de una molécula de agua. El proceso es reversible pues la adición de agua a un anhídrido de ácido regenera las dos moléculas de ácido. Para nombrarlos se sustituye la palabra **ácido** por **anhídrido** tanto en la nomenclatura de la IUPAC (que se usa pocas veces) como en los nombres comunes.

Los anhídridos mixtos se hallan constituidos por dos ácidos diferentes y se nombran con la palabra anhídrido seguida de los nombres de los dos ácidos que lo integran; cuando los dos ácidos son idénticos, sólo se menciona una vez el nombre del ácido. Los anhídridos de los diácidos carboxílicos son un ejemplo particular de anhídrido que se nombran de igual manera:

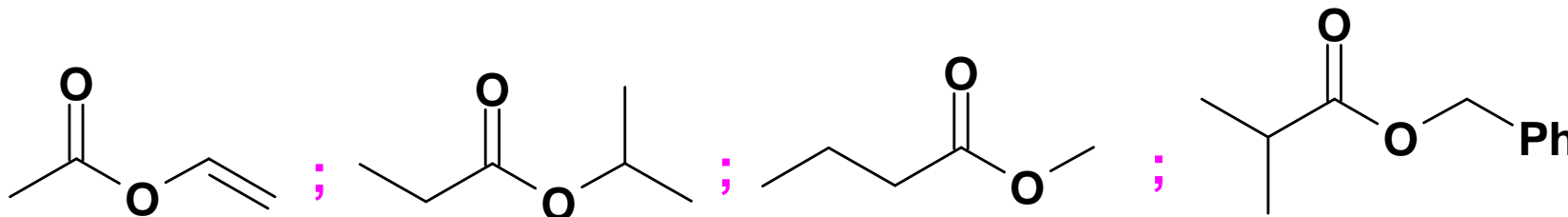


Ésteres

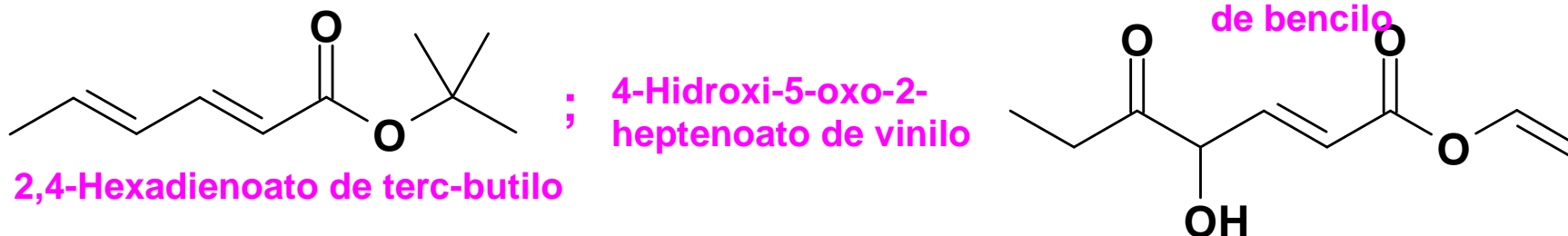
Los ésteres son derivados de los ácidos carboxílicos en los que el grupo **hidroxilo (-OH)** ha sido sustituido por un grupo **alcoxi (-OR)** y pueden considerarse formados por la combinación de un ácido carboxílico y un alcohol, con la pérdida de una molécula de agua:



Los ésteres se nombran según la IUPAC con una palabra derivado del carboxilato del ácido carboxílico y una segunda palabra derivada del grupo alquilo del alcohol:



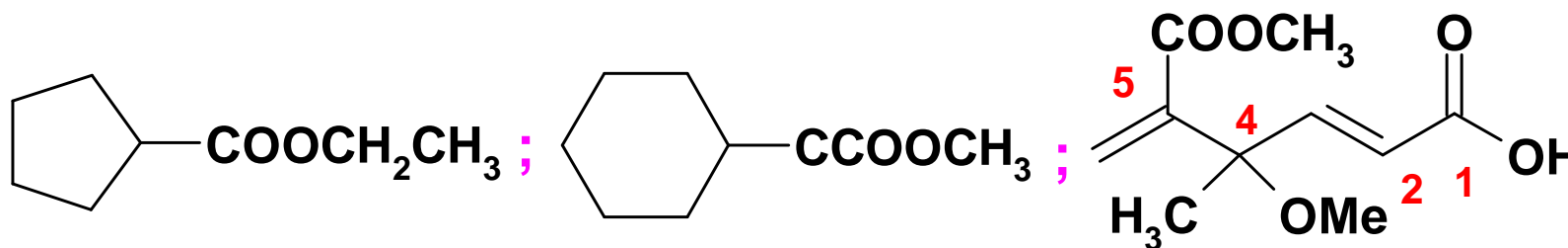
Etanoato de etenilo ; Propanoato de isopropilo ; Butanoato de metilo ; 2-metilpropanoato de bencilo (Isobutirato de bencilo)
 Acetato de vinilo ; Propionato de isopropilo ; Butirato de metilo



2,4-Hexadienoato de terc-butilo

4-Hidroxi-5-oxo-2-heptenoato de vinilo

En nomenclatura, los ésteres tienen menor prioridad que los ácidos carboxílicos, pero mayor que las amidas. Si hay que mencionar un éster (ROCO) como sustituyente se hará por sus componentes como **alcoxi (RO)** **carbonilo (CO)**, por ejemplo **metoxycarbonil**, **etoxycarbonil**, **isopropoxycarbonil**, etc.:



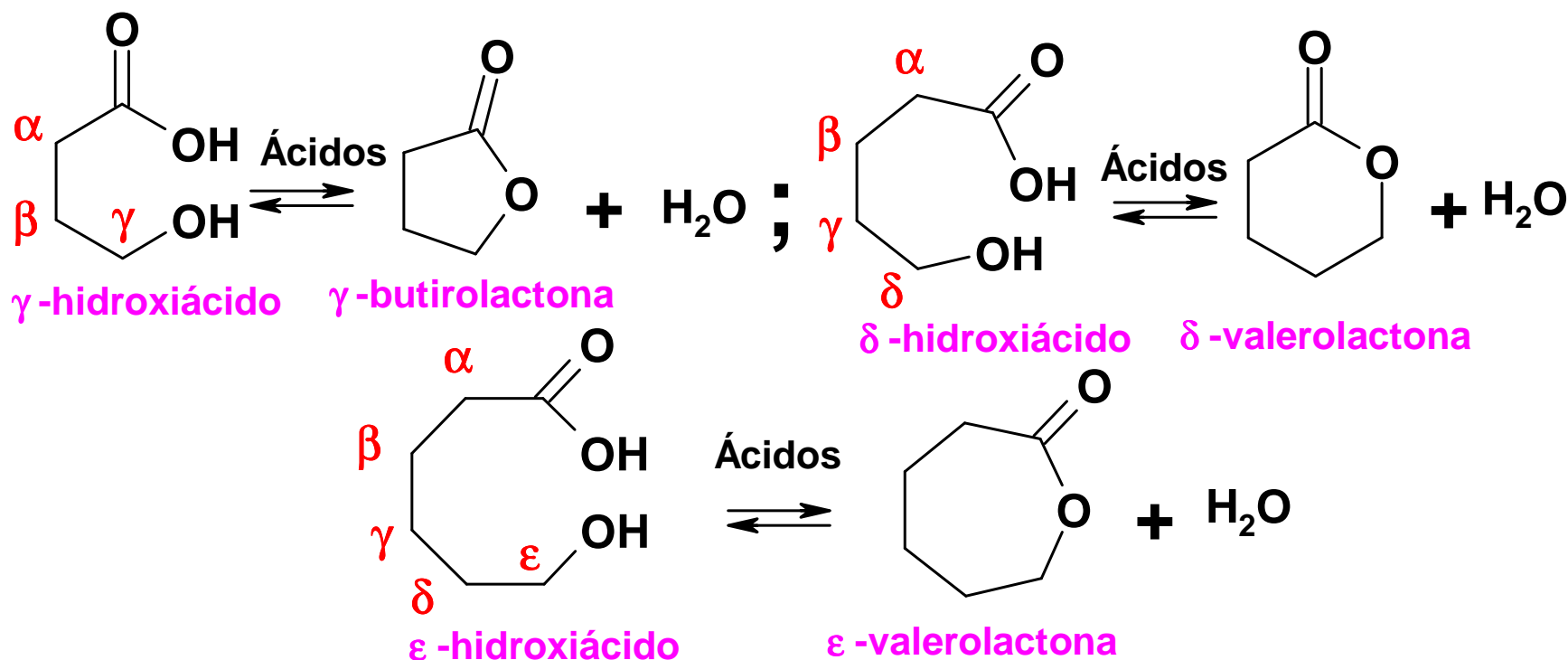
Ciclopentancarboxilato de etilo

Ciclohexancarboxilato de metilo

Ácido 4-metil-4-metoxi-5-metoxycarbonil-2,5-hexadienoico

Lactonas

Se conocen como lactonas a los ésteres surgidos de la reacción intramolecular de un ácido carboxílico con un alcohol desprendiendo agua. Se deduce por lo tanto, que la formación de una lactona sólo puede hacerse a partir de un **hidroxiácido**, o sea una molécula portadora de un grupo carboxilo y un grupo hidroxilo. Dependiendo de la posición relativa de ambos grupos, las lactonas se clasifican en **butirolactonas** (IUPAC) o **γ -lactonas** (común) (con un ciclo de cinco miembros), **valerolactonas** o **δ -lactonas** (con un ciclo de seis miembros), **caprolactonas** o **ϵ -lactonas** (ciclo de siete miembros), etc.:

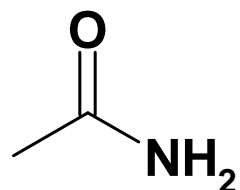


Cuando llevan sustituyentes se nombran del mismo modo que en el ácido de que derivan, bien con números a partir del carbonilo, bien con letras griegas (α , β , γ , δ , ϵ , etc.).

Amidas

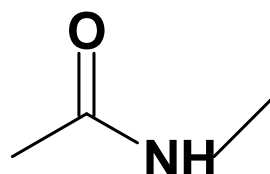
Las **amidas** son derivados de ácido en los que un **grupo amino (-NH₂)** ha reemplazado al **grupo hidroxilo (-OH)**. Se forman calentando un ácido carboxílico con una amina, reacción que conduce a la formación de la amida con desprendimiento de agua. Como la amina usada puede ser primaria, secundaria o terciaria, podemos tener tres tipos de amidas: **amidas primarias** (con dos H sobre el N), **amidas secundarias** (con un H sobre el N) y **amidas terciarias** (sin H sobre el N):

Amida primaria



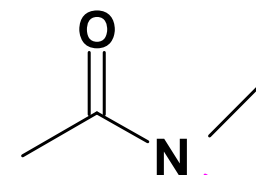
Etanamida
Acetamida

Amida secundaria



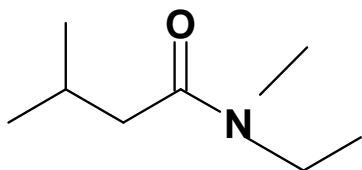
N-metiletanamida
N-metilacetamida

Amida terciaria

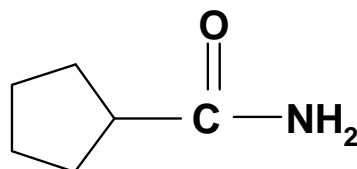


N,N-dimetiletanamida
N,N-dimetilacetamida

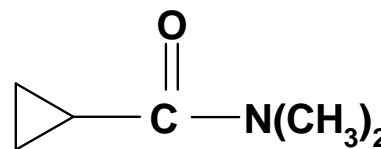
Para nombrar una amida primaria se añade la palabra **amida** al nombre de la cadena carbonada. Si se trata de una amida secundaria o terciaria, antes de nombrar la amida se nombran los radicales que sustituyen a los H del grupo amino, indicando su posición con la letra (N) o (N, N), según que sea uno o dos los sustituyentes del N:



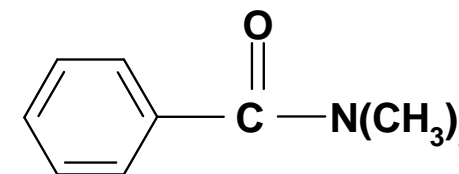
N-etil, N-metil-3-metil-butanamida
N-etil, N-metil-isopentanamida
N-etil, N-metil-isovaleramida



Ciclopentan
carboxamida



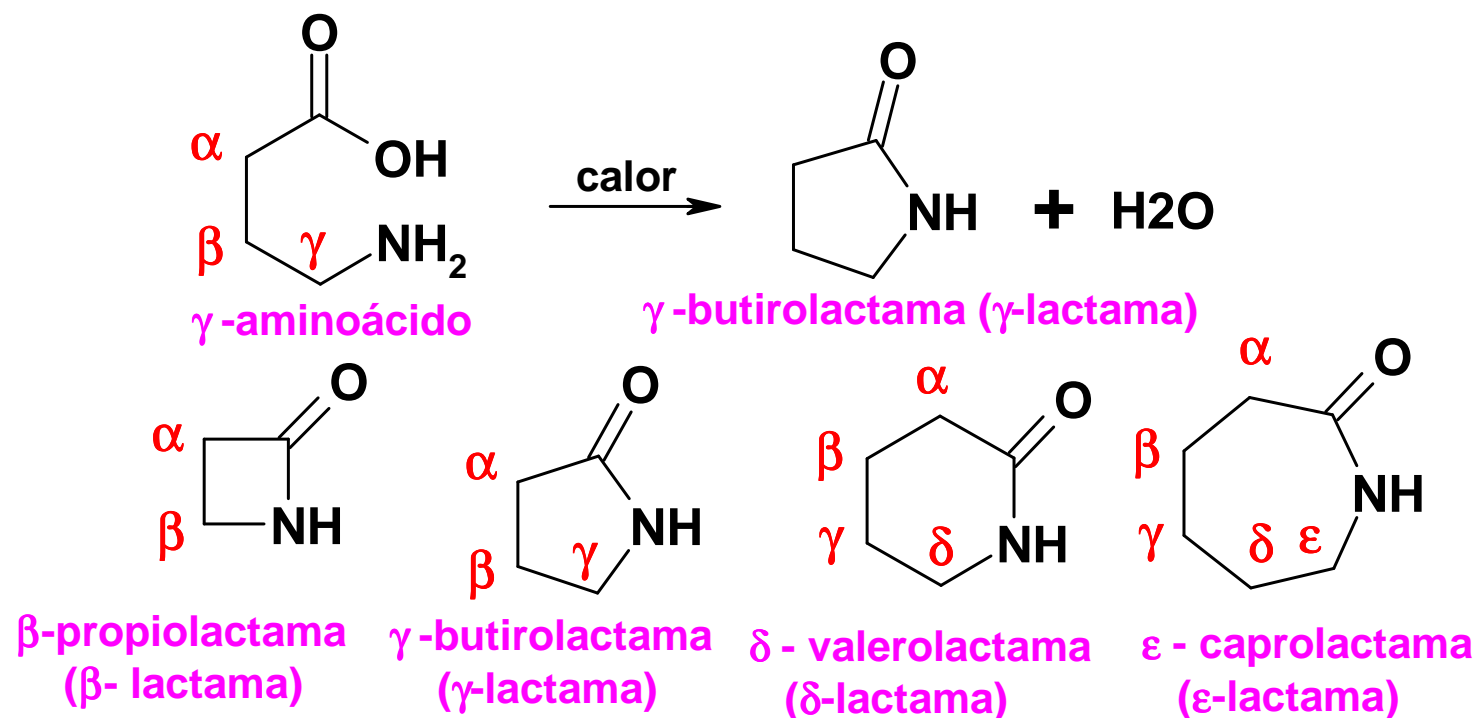
N,N-dimetilciclopropan
carboxamida



N,N-dimetilbenzamida

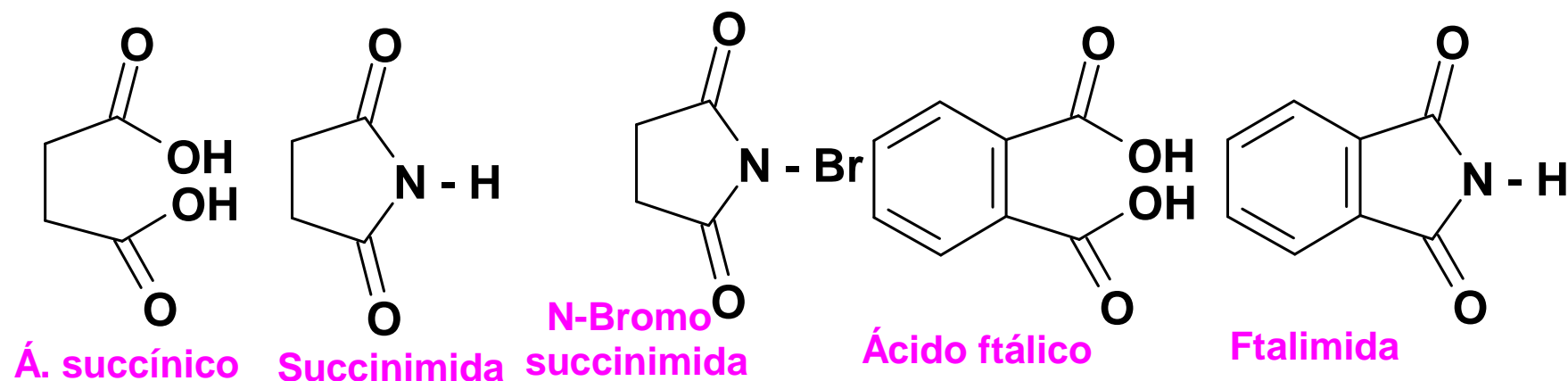
Lactamas

Una **lactama** es una amida cíclica que se forma a partir de un aminoácido, es decir, de una molécula que en su estructura contiene los grupos carboxilo y amino:



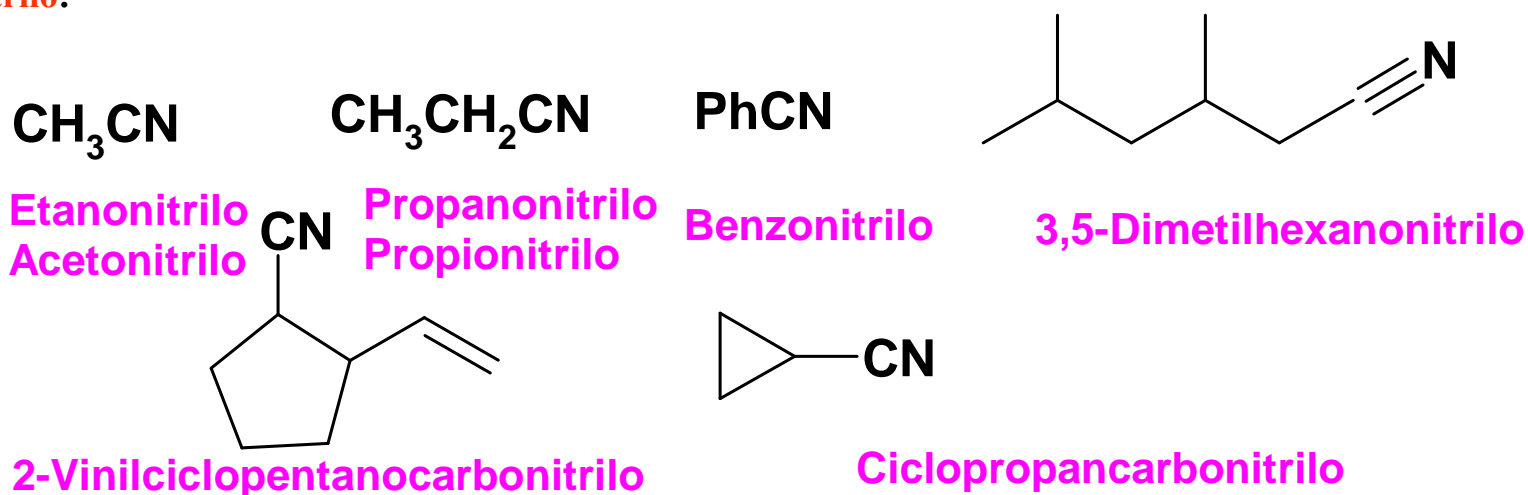
Imidas

Se conocen como **imidas** los compuestos cíclicos resultantes de la adición de **amoniaco** a los **ácidos dicarboxílicos**; imidas muy usuales son la **N-bromosuccinimida** y la **Ftalimida** que proceden de la adición de amoniaco al ácido succínico (ácido butanodioico) y al ácido ftálico (ácido o-carboxibenzoico), respectivamente. La primera se utiliza como agente bromante de posiciones alílicas y bencílicas y la segunda como material de partida en la síntesis de aminas primarias (Síntesis de Gabriel).



Nitrilos

Los nitrilos son compuestos de tercer grado de oxidación que contienen el **grupo ciano (-C≡N:)**. Formalmente, se pueden considerar derivados del ácido cianhídrico (**H-C≡N:**) por sustitución del H por un grupo alquilo o arilo (**R - C≡N:**) (**Ar - C≡N:**). Para nombrarlos se añade al nombre de la cadena carbonada la terminación **nitrilo**, salvo para los nitrilos derivados de ácidos cicloalcancarboxílicos que se nombran con el sufijo **-carbonitrilo**:



Nomenclatura de compuestos multifuncionales

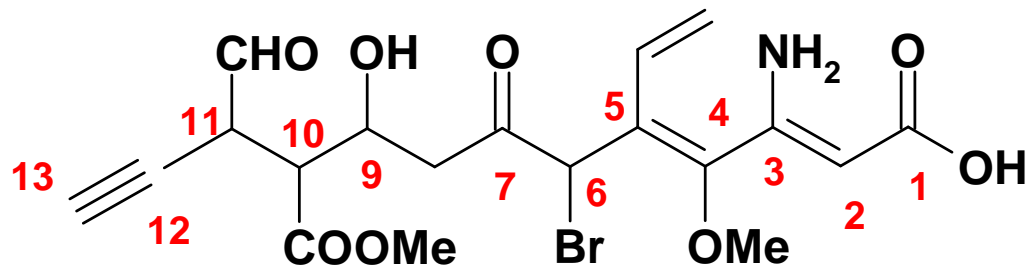
Cuando en una molécula coexisten diferentes grupos funcionales, conviene saber que grupo funcional es el principal (el que da nombre a la cadena principal) y cuales otros deben describirse como sustituyentes y los nombres que deben utilizarse para estos:

TABLA II. Prioridades de grupos funcionales en nomenclatura

Grupo Funcional	Fórmula	Grado oxidación	Nombre principal	Nombre sustituyente
Ácido Carboxílico	RCOOH	3°	Ácido – oico	carboxi
Ésteres	RCOOR'	3°	-oato	alcoxicarbonilo
Amidas	RCOONH₂	3°	-amida	amido
Nitrilos	RC≡N	3°	-nitrilo	ciano
Aldehídos	RCHO	2°	-al	formilo
Cetonas	RCOR'	2°	-ona	oxo
Alcoholes	R-OH	1°	-ol	hidroxi

TABLA II. (continuación)

Grupo Funcional	Fórmula	Grado oxidación	Nombre principal	Nombre sustituyente
Aminas	RNH_2	1º	-amina	Amino
Alquenos	$\text{RCH=CHR}'$	1º	-eno	Alquenil
Alquinos	$\text{RC}\equiv\text{CR}'$	2º	--ino	Alquinil
Alcanos	RH	0	-ano	Alquil
Éteres	$\text{R - O - R}'$	1º	éter	Alcoxi
Haluros	R - X	1º	Haluro de alquilo	Halo

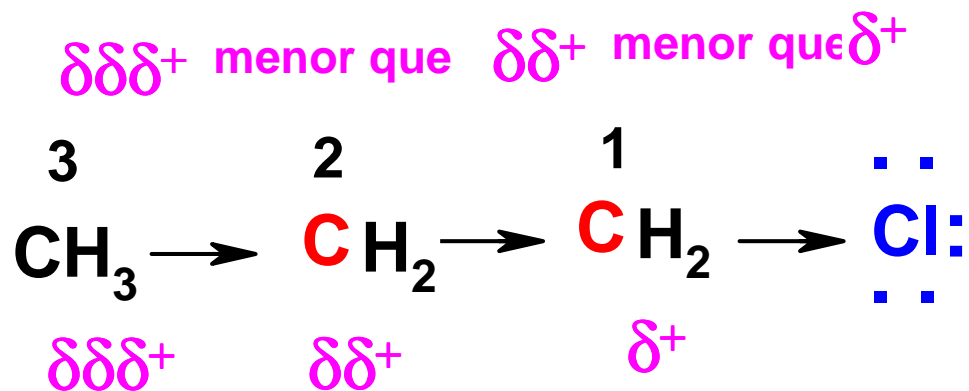
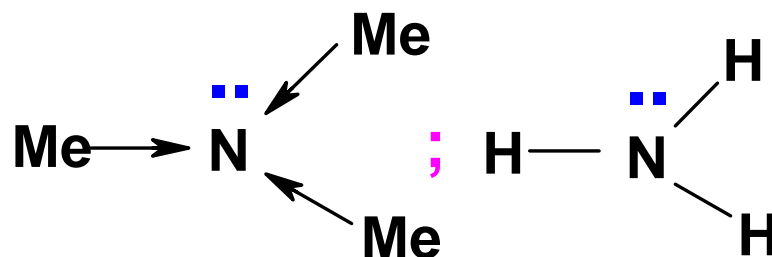


Ácido 3-amino-6-bromo--5-etenil-11-formil-9-hidroxi-4-metoxi-10-metoxicarbonil-7-oxo-12-ino-2,4-tridecadienoico

Efectos electrónicos sobre la reactividad de un grupo funcional

Efectos inductivos + I y - I

El N tiene mayor densidad electrónica en la trimetilamina que en el amoniaco. Los grupos metilos actúan como donantes electrónicos por efecto + I.

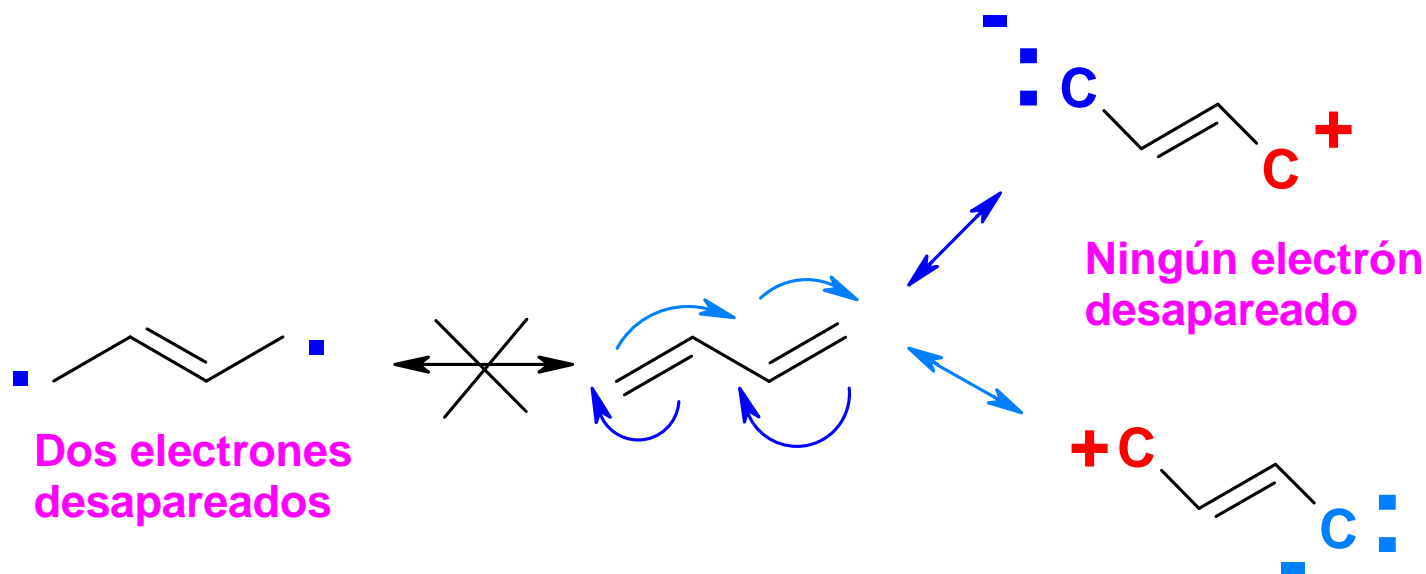
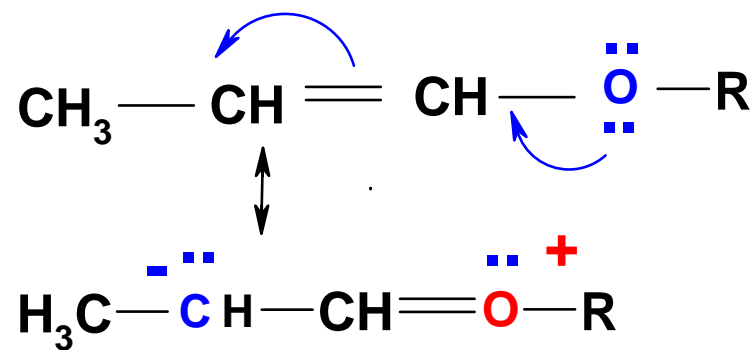
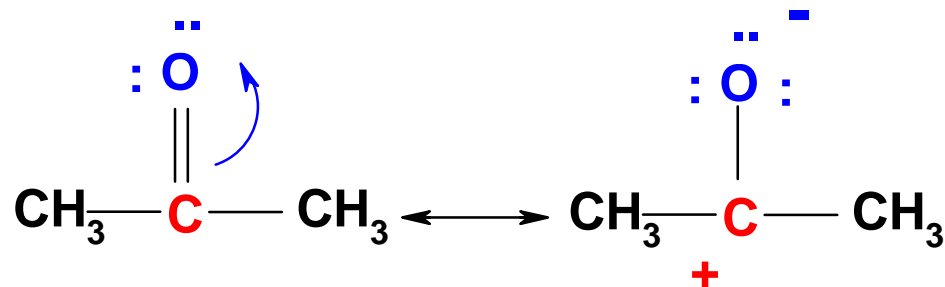


El átomo de Carbono unido al Cloro por la mayor electronegatividad de éste, tiene menor densidad electrónica que el siguiente. Este efecto se denomina - I y tanto el + I como el - I no se extienden a través de más de tres enlaces sencillos.

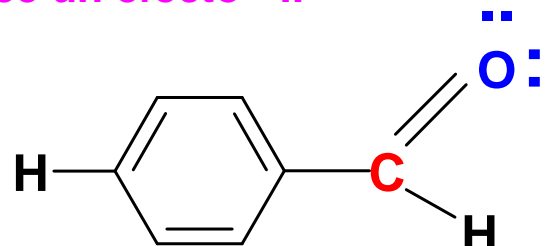
TABLA III . Grupos que ejercen efectos inductivos

Efecto + I	Efecto - I		
RO⁻ -(alcóxido)	R₃N⁺ (trialquilamonio)	- C≡N (ciano)	- OAr (ariloxi)
-COO⁻ -(carboxilato)	R₂S⁺ (dialquilsulfonio)	- COOH (carboxilo)	-COOR (alcoxicarbonilo)
R₃C- (trialquimetilo)	-⁺NH₃ (amonio)	- F (flúor)	-OR (alcoxi)
R₂CH- (dialquilmétilo)	- NO₂ (nitro)	- Cl (cloro)	-CO (R) (Ar) (acilo)
RCH₂- (alquilmétilo)	- SO₂R (alquilsulfonilo)	-Br (bromo)	
H₃C- (metilo)	- SO₂Ar (arilsulfonilo)	- I (yodo)	

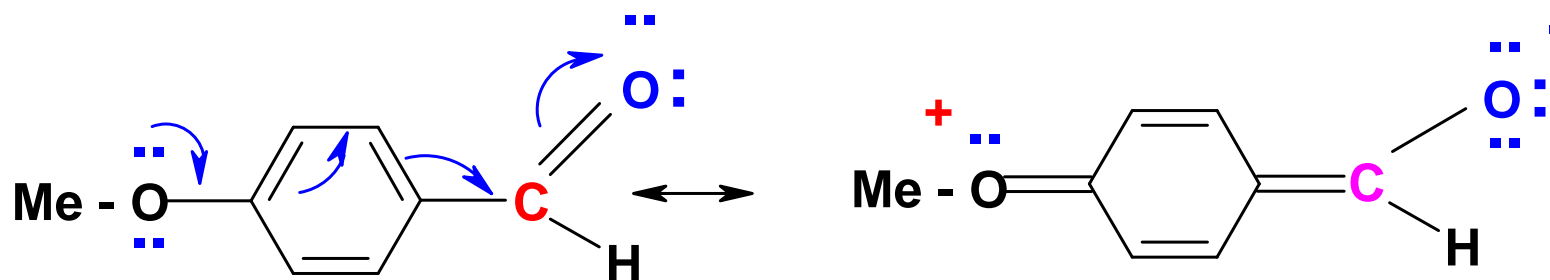
Efectos resonantes + R y - R



Benzaldehído. La reactividad se localiza en el C del grupo carbonilo, que es deficiente en electrones por la presencia del O que ejerce un efecto - I.



Efecto + R. El grupo metoxi dona electrones y por ello el C del carbonilo se hace menos deficiente y por tanto menos reactivo.



Efecto - R. El grupo nitro retira electrones y por ello el C del carbonilo se hace más deficiente y por tanto más reactivo.

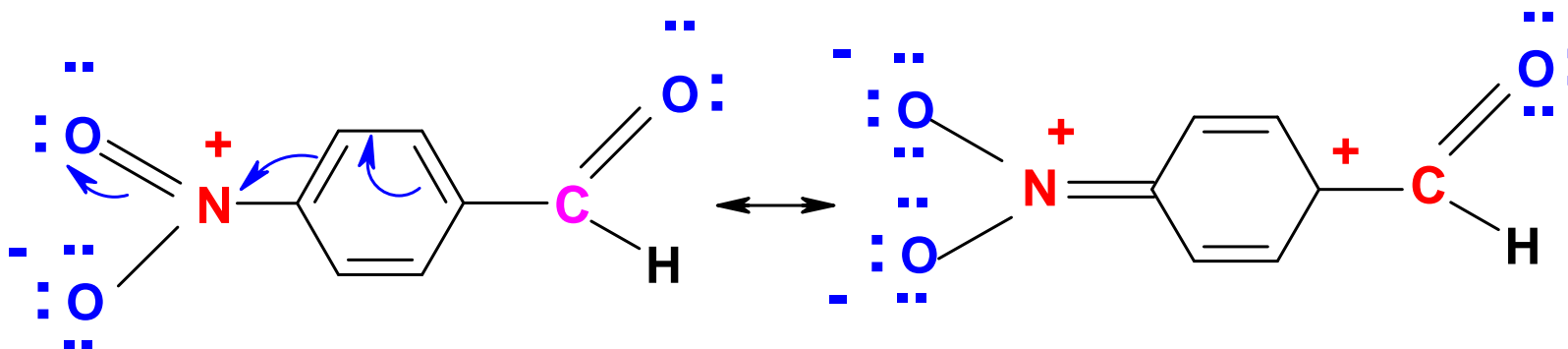


TABLA IV . Grupos que ejercen efectos resonantes

Efecto + R		Efecto - R	
-O - (alcóxido)	RS - (tilo)	O ₂ N - (nitro)	OHC - (formilo)
-S - (tioalcóxido)	HS - (sulfhidrilo)	N ≡ C - (ciano)	ROC - (acilo)
R ₂ N - (dialquilamino)	I - (Yodo)	HOOC - (carboxilo)	ROSO - (alcoxisulfonilo)
RNH - (alquilamino)	Br - (bromo)	ROOC - (alcoxicarbonilo)	RO ₃ S - (sulfonato)
H ₂ N - (amino)	Cl - (cloro)	H ₂ NOC - (carboxamida)	Ar - (arilo)
RCONH - (acilamino)	F - (flúor)	RHNOC - (alquilcarboxamida)	ON - (nitrosilo)
RO - (alcoxi)	Ar - (arilo)	R ₂ NOC - (dialquilcarboxamida)	
HO - (hidroxi)			
ROOC - (aciloxi)			

Efectos estéricos en la reactividad

Cuando en una reacción orgánica se pasa de un estado fundamental poco congestionado, a un estado de transición mucho más impedido, en general la reacción será muy sensible, es decir, cambiará de velocidad en función del tamaño de los sustituyentes del átomo de carbono sede de la reacción y al tamaño del reactivo, pudiendo afirmarse en general, que cuanto mayor sea ese tamaño, más lenta será la reacción. Así, por ejemplo, ciertas reacciones de sustitución nucleófila son concertadas (S_N2) y se está rompiendo un enlace (C-X) al mismo tiempo que se está formando el nuevo enlace C-Nu, pasándose de los reactivos a productos a través de un estado de transición en el que el carbono sede de la reacción se halla unido temporalmente a cinco grupos y por ello este estado está mucho más impedido que el estado de partida:

