



Primer Semestre
Química

Unidad 2

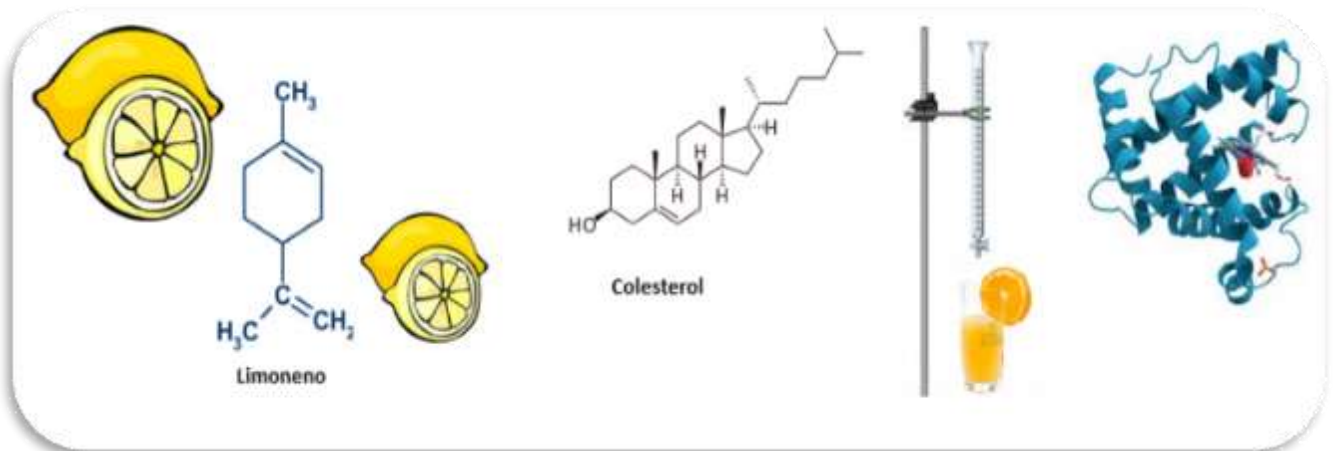
Química Orgánica

Programa desarrollado





Química Orgánica



Representación de la química orgánica.
Fuente: <https://quimicaynutricion.wordpress.com/quimica-organica/>



Índice

Presentación	4
Competencia específica	5
Logros	5
2.1 Introducción a la química orgánica y su relación con la ciencia de la nutrición	6
2.1.1 La química orgánica en el área de la nutrición.....	7
2.2 Nomenclatura de los compuestos orgánicos. Reglas de la IUPAC	8
2.2.1 La química del carbono, sus características y su nomenclatura	9
2.2.2 Clasificación, características y nomenclatura de los alcanos, alquenos y alquinos.....	16
2.2.3 Grupos funcionales, sus características y nomenclatura de los alcoholes, éteres, aminas, amidas, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, halogenuros, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres y halogenuros.....	32
2.3 Biomoléculas	51
2.3.1 Carbohidratos	52
2.3.2 Lípidos	60
2.3.3 Proteínas	66
2.3.4 Ácidos Nucleicos	69
Cierre de la unidad	75
Para saber más	76
Fuentes de consulta	77



Presentación

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

- Alcanos, alquenos y alquinos
- Cetonas, alcoholes, aminas, amidas, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres y halogenuros.

También, identificarás las principales reacciones que se llevan a cabo en química orgánica a la vez que revisarás las reglas para nombrar a las sustancias orgánicas establecidas por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, por sus siglas en inglés IUPAC.

Es importante mencionar que para la presente unidad, se hará una revisión de la química orgánica considerando sus diversas características, las cuales servirán como base para hacer un planteamiento de relación mutua entre lo que es la química y la utilidad de ésta que encontramos en nuestra vida diaria, además de asentar las bases junto con la unidad anterior para podernos introducir al estudio de la bioquímica en otra asignatura posterior; por lo que no será necesario aprenderse a conciencia los compuestos ni la nomenclatura propuesta por la IUPAC, sino más bien encontrar la relación de aplicación diaria con base en algunos ejemplos expuestos.



Competencia específica

Distingue a la química como una ciencia básica mediante el estudio de la materia orgánica, para su aplicación en las ciencias de la salud.

Logros

- Describe la importancia y características de los compuestos orgánicos
- Identifica los diversos compuestos orgánicos para nombrarlos conforme a la nomenclatura de la IUPAC.
- Explica la influencia que la química orgánica tiene sobre la nutrición.



2.1 Introducción a la química orgánica y su relación con la ciencia de la nutrición.

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



Figura 1. Friedrich Wöhler.
Fuente: <http://goo.gl/rfbysy>

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

Fue hasta el año 1823 cuando **Friedrich Wöhler** (Fig. 1), alumno de Berzelius, observó la evaporación de una sustancia llamada cianato de amonio, la cual formaban cristales incoloros de gran tamaño. Para su sorpresa, el producto obtenido era urea, un compuesto orgánico. De esta forma, concluye que es posible sintetizar compuestos orgánicos en un laboratorio. (Fernández German)

Hoy se sabe que el elemento que se encuentra en mayor proporción en el mundo es el carbono, y es precisamente la química orgánica la que se encarga del estudio de aquellos compuestos que contienen carbono, por ejemplo:

- El plástico
- La gasolina
- La ropa
- Los alimentos, entre otros.

El carbono se encuentra en toda la naturaleza. Está presente en el ADN, las proteínas y los lípidos, entre otros compuestos. Por este motivo, es considerado el elemento de la vida y constituye el 18% de nuestro cuerpo, formando parte esencial de las estructuras de mantenimiento, organización y funcionalidad de cada una de las células de todos los seres vivos.

A continuación, se explica la importancia que tiene la química orgánica en el área de la nutrición:



2.1.1 La química orgánica en el área de la nutrición

La base fundamental de formación del ser vivo es una serie de moléculas biológicas (o biomoléculas) estructuradas y compuestas de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre, además de ácidos nucleicos, proteínas, grasas y lípidos.

Como disciplina cuyo objeto de estudio es la materia orgánica, la química orgánica tiene una significativa importancia dentro del área de la nutrición.

La nutrición se encarga principalmente de una buena alimentación y el bienestar del organismo, es por eso que se debe conocer la composición de cada alimento, sus propiedades y su aporte nutrimental para el ser vivo que lo consume.

Los procesos metabólicos que ocurren dentro del cuerpo mientras se asimila y absorbe todos los nutrientes que ingiere son reacciones químicas orgánicas.

Dentro del área de la nutrición existen sustancias esenciales a las cuales se les llama nutrientes, sustancias orgánicas que se encuentran en los alimentos y su objetivo es aportar energía al cuerpo humano permitiéndole realizar sus funciones vitales, de crecimiento, desarrollo y preservación de la salud.

Nutrientes

- Hidratos de carbono
- Lípidos
- Proteínas

Éstos son conocidos como macronutrientes que aportan la mayor cantidad de energía al cuerpo.

A continuación, estudiarás las características y nomenclatura de diversos compuestos.



2.2 Nomenclatura de los compuestos orgánicos. Reglas de la IUPAC

En química orgánica lo más importante es identificar y diferenciar cada uno de los compuestos orgánicos, con la finalidad de comprender su comportamiento físico y químico.

La nomenclatura de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), por sus siglas en inglés (Fig. 2), resulta esencial para nombrar o estructurar las sustancias de tipo orgánico, dicha nomenclatura sigue una serie de reglas o fórmulas establecidas con la finalidad de emplear un mismo lenguaje en todo el mundo. Por ejemplo, en cualquier lugar y contexto el carbono es nombrado con una "C".

La nomenclatura IUPAC permite establecer distintas reglas de manera sistemática para distintos compuestos orgánicos que requieren ser identificados con precisión. Por lo que, podemos deducir que la nomenclatura es un método sistemático para nombrar compuestos, lo que ha permitido unificar un lenguaje común a nivel universal, facilitando la comunicación y entendimiento entre quienes se desenvuelven en éste ámbito del conocimiento.

Por lo anterior, en primera instancia revisaremos las reglas que establece la IUPAC para nombrar o formular los compuestos y los grupos funcionales.



Figura 2. Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).
Fuente: <http://goo.gl/XY0LSk>



2.2.1 La química del carbono, sus características y su nomenclatura

Carbono

A continuación, estudiarás algunos conceptos necesarios que ayudarán a comprender el comportamiento de los compuestos orgánicos. El carbono tiene la característica de poder formar uniones carbono-carbono, o carbono-hidrogeno de hasta cuatro uniones diferentes (tabla 1) como se puede apreciar enseguida:

CLASES DE ATOMOS DE CARBONO			
Primario	Un carbono es primario si está unido sólo a un átomo de carbono.		Los dos átomos de carbono son primarios
Secundario	Si está unido a dos átomos de carbono.		El átomo de carbono central es secundario.
Terciario	Si está unido a tres átomos de carbono.		El átomo de carbono (3) es terciario.
Cuaternario	Si está unido a cuatro átomos de carbono.		El átomo de carbono (3) es cuaternario.

Tabla 1: Diferentes uniones del carbono. Fuente: <http://quimicamoralba.blogspot.com/p/estructura-de-los-compuestos-orgnicos.html>

El carbono tiene la característica de ser un elemento que se puede encontrar en la familia IV-A de la tabla periódica. Tiene número atómico 6 y su configuración electrónica es la siguiente, ejemplo (Fig. 3) mencionada por el autor Fieser (1985):



Figura 3. Estructura electrónica del Carbono

Si desarrollamos la estructura del carbono según el modelo de Lewis, que es la forma más sencilla de simbolizar la estructura electrónica y el enlace en una molécula, cada electrón



de valencia se representa mediante un punto, o cada par de electrones mediante una línea. (Fig. 4), se observan sus cuatro electrones de valencia en su última capa:



Figura 4. Estructura del carbono.

En la siguiente ilustración (Fig. 5), se muestra como se comparten los electrones de valencia en el modelo de Lewis, se observa cómo se distribuyen los electrones de los átomos que rodean al átomo central, teniendo en cuenta la regla del octeto. Los átomos individuales se combinan para completar la última capa de electrones. Es decir, tienden a adquirir la configuración electrónica del gas noble más próximo.



Figura 5. Electrones de Valencia y el modelo de Lewis. Fuente: <https://www.quimica-organica.com/estructura-de-lewis>

Estos cuatro electrones permiten al carbono formar cuatro enlaces, y en consecuencia, unirse con otros átomos; es decir que al carbono se le puede agregar otro carbono, hidrógeno, nitrógeno o halógeno, compartiendo sus electrones hasta completar ocho y así cumplir con la regla del octeto de Lewis, siendo estable el nuevo compuesto. Dicha propiedad se conoce como **la tetravalencia del carbono**, es decir el carbono siempre va a formar cuatro enlaces con otros átomos, sobre todo en dobles y triples enlaces. En conclusión, el número de átomos va a depender de los enlaces.

A continuación (Fig. 6) mostramos la estructura del compuesto denominado **metano**, el cual es la estructura más pequeña que se forma entre el carbono y cuatro hidrógenos:

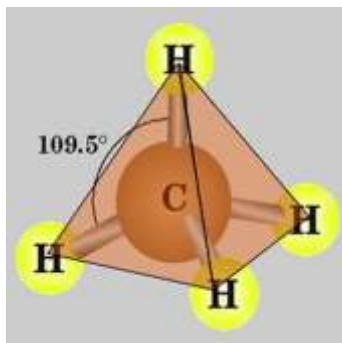


Figura 6. Estructura del metano.

<http://www.sabelotodo.org/quimica/molecula.html>

La molécula de metano se puede representar de manera tridimensional, esto es porque las moléculas tienen traslación, rotación, flexión y contracción, sin embargo, en el momento de representarla aparece siempre de forma plana. Obedece a la Teoría de Repulsión de Pares de Electrones de Valencia (TRPEV), en donde cada par de electrones tiene una zona del espacio con alta probabilidad de encontrarlos juntos para establecer su geometría más probable; repulsión mínima entre los pares de electrones de la capa de valencia al tomar al carbono como elemento base.

Hay cuatro densidades electrónicas, lo que le da la estructura tridimensional, que forma igual que cuatro globos se disponen formando un TETRAEDRO, cuatro densidades electrónicas adoptan esa forma para estar lo más alejadas unas de otras y minimizar la repulsión.

Otra característica importante es que el carbono puede formar dobles (Fig. 7) y triples enlaces (Fig. 8) con otros carbonos, formando alquenos y alquinos, para lograr una mayor estabilidad electrónica. Para ejemplificar mostramos otros ejemplos:

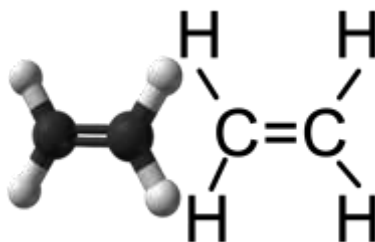


Figura 8.7 Dobles enlaces del eteno.

Fuente: <https://goo.gl/40WdD8>

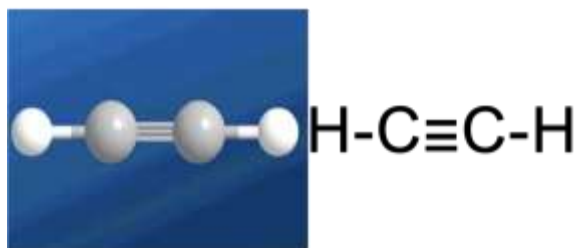


Figura 8. Triples enlaces del etino. Fuente: https://es.123rf.com/photo_18947333_el-acetileno-etino-combustible-soldadura-de-gas-el-modelo-molecular-los-%C3%A1tomos-se-representan-como-esf.html

Cabe señalar que se necesita unir otro carbono junto con sus hidrógenos para formar los dobles o triples enlaces, es decir lo mínimo que necesitamos son dos carbonos para hacerlo, de lo contrario no es posible este caso. Desglosando los ejemplos anteriores, vemos que en el eteno, al presentarse tres densidades electrónicas alrededor del carbono, el mejor arreglo es la disposición de un triángulo equilátero (Fig. 9). Esto se presenta debido a que cada elemento posee un radio atómico, entonces se empieza acomodar de mejor manera, dando cierta geometría distinta al de cada compuesto por separado. Por otro parte, para el etino, las densidades electrónicas se encuentran alrededor del carbono, por lo que su arreglo será lineal.

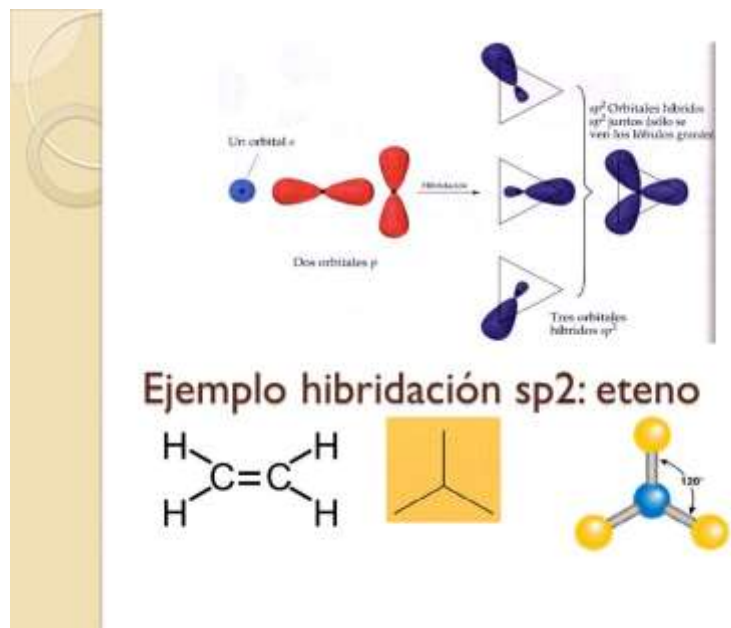


Figura 9. Molécula de Eteno. Fuente: <https://slideplayer.es/slide/3407124>

Ahora analicemos, los enlaces carbono-carbono (C-C) tienen características diferentes, los enlaces sencillos se conocen como **enlaces sigma (σ)** y son muy fuertes. Para romper un enlace sigma se requiere de mucha energía; en el caso del metano, 104 kcal/mol para romper tan solo uno de los enlaces C-C. El otro tipo de enlace presente en los compuestos



con doble o triple unión, es el **enlace pi (π)** el cual es menos fuerte que el sigma, y por ello reacciona o se rompe más fácilmente. Además, estos enlaces presentan cierta posición en el espacio, que es característica para cada uno de ellos, es decir, en el enlace sigma la nube electrónica se encuentra desplazándose en el plano de 90° y en el enlace pi (π), la nube electrónica se encuentra desplazándose en el plano de 45° (Figura 10).

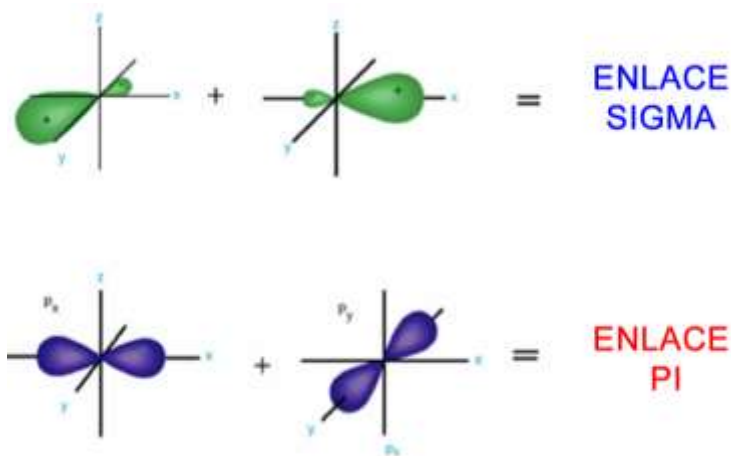


Figura 10. Enlace sigma y pi, presente en compuestos orgánicos
Fuente: <http://elcarbono3.blogspot.com/2015/08/enlaces-sigma-y-pi.html>

Según Geissman (2004), dentro de una molécula puede haber distintos tipos de carbonos, debido a su posición. Difieren entre sí no sólo por el número de hidrógenos que poseen, sino también por su reactividad. Por lo anterior, podemos decir que algunos carbonos tendrán preferencia para reaccionar sobre otros.

En la química siempre hay fórmulas y representaciones que mediante el uso de la nomenclatura, que permiten dar a conocer de manera gráfica qué sucede, haciendo uso de los elementos para dicha representación, y la química orgánica no es la excepción. Entonces, se puede decir que la composición de cada sustancia se representa mediante fórmulas.

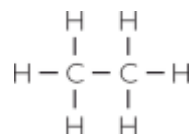
En química orgánica existen tres tipos de fórmulas: la **condensada**, la **semidesarrollada** y la **desarrollada**. (Tabla 2), De esta manera, las diferentes fórmulas de los compuestos orgánicos nos permiten comprender la forma en que se enlazan los átomos.

La **fórmula condensada**: Indica el total de átomos de cada especie presentes en una molécula. Por ejemplo, la fórmula condensada del etano es **C₂H₆**, que nos indica que esta molécula contiene dos átomos de carbono y seis de hidrógeno.

La **fórmula semidesarrollada**: Muestra únicamente los enlaces carbono-carbono y el número de hidrógenos contenidos en cada carbono. En el caso del etano su fórmula semidesarrollada sería: **CH₃-CH₃**



La **fórmula desarrollada**: Indica en un plano la estructura de la molécula. Representan el modo de agrupación de todos los átomos que la forman y señalan los enlaces por medio de líneas. La fórmula desarrollada del etano sería:



Fórmula desarrollada plana	Fórmula semidesarrollada plana	Fórmula condensada
$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $	CH_4 (Metano)	CH_4
	CH_3-CH_3 (Etano)	C_2H_6
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (Propano)	C_3H_8

Tabla 2. Representación de fórmulas de compuestos orgánicos.

Fuente: <https://ricardi.webcindario.com/quimica/comqui.htm>

También existe otra forma de representar las moléculas, mediante la nomenclatura del zigzag, utilizada en los libros para ahorrar espacio y tiempo.

Los compuestos orgánicos que sólo se agrupan con dos elementos distintos al carbono, y provenientes del petróleo, reciben el nombre de **hidrocarburos**, pero existen otras



agrupaciones (tabla 3) de átomos que dan origen a otros compuestos, con características diferentes a los hidrocarburos. De acuerdo a la característica de cada grupo, es como se agrupan o denominan estos compuestos. Las formas de agruparlos se conocen como grupos funcionales.


	FUNCIÓN	GRUPO FUNCIONAL
HIDROCARBUROS	Alcanos (Parafinas)	$\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} - \text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$
	Alquenos (Olefinas)	$\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$
	Alquinos (Acetilenos)	$-\text{C} \equiv \text{C}-$
	Aromáticos	
HALOGENUROS	Derivados halogenados	$\text{R}-\text{X}$
FUNCIONES OXIGENADAS	Alcoholes	$\text{R}-\text{OH}$
	Éteres	$\text{R}-\text{O}-\text{R}'$
	Aldehídos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$
	Cetonas	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$
	Ácidos carboxílicos	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
	Ésteres	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \\ \text{O}-\text{R}' \end{array}$
	FUNCIONES NITROGENADAS	Aminas
Amidas		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
Nitrilos		$\text{R}-\text{C} \equiv \text{N}$
Nitrocompuestos		$\text{R}-\text{NO}_2$

Tabla 4. Grupos funcionales. Fuente: <http://goo.gl/Z6ufym>



Debemos saber que un grupo funcional es un átomo o un grupo de estos que caracterizan y definen la estructura de ciertas clases de compuestos orgánicos. En los organismos vivos existen sustancias orgánicas cuya función está determinada por los grupos funcionales.

Lo anterior es a manera de introducción, a continuación, veremos cada uno de los grupos funcionales, iniciaremos el estudio con los alcanos, alquenos y alquinos.

2.2.2 Clasificación, características y nomenclatura de los alcanos, alquenos y alquinos

Retomando el tema de los hidrocarburos, vamos a incluir las familias químicas de los alcanos, alquenos y alquinos, principalmente. Su estudio es de gran importancia para entender la naturaleza de los demás compuestos orgánicos; por lo que vamos a analizar cada una de estas familias.

Alcanos

Estos compuestos tienen la característica de estar formados únicamente por carbono e hidrógeno, formando un enlace sencillo, denominados también enlaces sigma σ , recordemos que este tipo de enlace es fuerte y poco reactivo. Los alcanos, por la forma de conformarse, se clasifican en lineales, ramificados y cíclicos.

Analicemos la estructura y nombre de los siguientes alcanos (tabla 5) para que el tema de nomenclatura sea más fácil.

Formula molecular	Nombre	Formula semidesarrollada
CH_4	Metano	CH_4
C_2H_6	Etano	$\text{CH}_3\text{-CH}_3$
C_3H_8	Propano	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
C_4H_{10}	Butano	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
C_5H_{12}	Pentano	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
C_6H_{14}	Hexano	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
C_7H_{16}	Heptano	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
C_9H_{20}	Nonano	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Decano	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

Tabla 5. Nomenclatura de los alcanos.

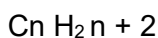
Estos alcanos siguen la fórmula general, según (Lamarque & Zygadio, 2008) que es $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ en donde n es el número de carbonos; por ejemplo si requieres conocer la fórmula del



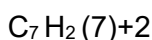
heptano, entonces sabremos que el compuesto contiene 7 carbonos y 14 hidrógenos, al sustituir el número de carbonos en la fórmula general.

Veamos el desglose a manera de ejemplificar:

$n=7$, que es el número de carbonos,



Entonces cómo obtengo el número total de hidrógenos. **Sustituyendo**



Entonces:

Tengo siete carbonos y 16 hidrógenos

Los nombres metano, etano, propano y butano tienen raíces históricas, pero a partir del pentano (cinco carbonos) los alcanos se nombran mediante los prefijos griegos numerales (tabla 6) que señalan el número de carbonos conforme a su nomenclatura:

Nº	PREFIJO	Nº	PREFIJO	Nº	PREFIJO
01	META	20	ICOSA	60	HEXAACONTA
02	ETA	21	HENICOSA	61	HENHEXAACONTA
03	PROPA	22	DOCOSA	65	PENTAHEXAACONTA
04	BUTA	30	TRIAACONTA	70	HEPTAACONTA
05	PENTA	31	HENTRIAACONTA	71	HENHEPTAACONTA
06	HEXA	32	DOTRIAACONTA	76	HEXAHEPTAACONTA
07	HEPTA	40	TETRAACONTA	80	OCTAACONTA
08	OCTA	41	HENTETRAACONTA	83	TRIOCTAACONTA
09	NONA	43	TRITETRAACONTA	86	HEXAOCCTAACONTA
10	DECA	50	PENTAACONTA	90	NONAACONTA
11	UNDECA	51	HENPENTAACONTA	91	HENNONAACONTA
12	DODECA	54	TETRAPENTAACONTA	100	HECTANO

Tabla 6. Prefijos utilizados en química orgánica. Fuente:
<http://significacionesexactas.blogspot.com/2011/>

Con base en su nomenclatura, **todos los alcanos tienen la terminación –ano**. Si todos los alcanos fueran lineales sería muy fácil nombrarlos, sin embargo, la mayoría de ellos son ramificados. Para nombrar a los alcanos y a todas las familias de compuestos se siguen las reglas de la IUPAC. La IUPAC ha desarrollado un sistema detallado de nomenclatura y sus reglas aplican en todo el mundo para nombrar dichos compuestos orgánicos.



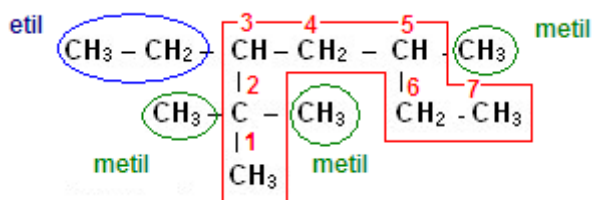
Antes de pasar a los diversos ejemplos de cómo nombrar a los compuestos orgánicos alcanos, es necesario que conozcas que, para formar compuestos, éstos deben perder un hidrógeno para poderse pegar en la fórmula, dando lugar a los conocidos radicales. Como son semejantes a los iones, en inorgánica, forman una carga que inmediatamente se unirán al carbono. En química orgánica son radicales llamados **grupos alquilo**, por lo general estos grupos son ramificaciones que salen de la cadena principal y es de suma importancia reconocerlos, sin esta debida identificación sería imposible nombrarlos.

Los radicales alquilo (tabla 7) provienen de los alcanos más sencillos y para formarlos únicamente se debe eliminar un átomo de hidrógeno de uno de los carbonos, quedando listos para unirse al respectivo carbono y la nomenclatura bastará sustituir la terminación **-ano** por **-il**, como se muestra a continuación: Por ejemplo el alcano metano con terminación **-ano**: se representa de la siguiente manera: CH_4 el cual al pasar como grupo alquilo (pierde un hidrógeno) sustituyendo la terminación **-ano** anterior por **-il** y se representa de la siguiente manera: CH_3 . Quedando como metil o metilo. En el caso del etano (alcano): $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ pasa como $\text{CH}_3 - \text{CH}_2$ al eliminarse un átomo de hidrógeno.

n	Nombre (-ano)	Fórmula ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$)	n	Nombre (-ano)	Fórmula ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$)
1	metano*	CH_4	10	decano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$
2	etano*	CH_3CH_3	11	undecano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CH}_3$
3	propano*	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	12	dodecano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$
4	butano*	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	13	tridecano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{CH}_3$
4	<i>isobutano</i>	$(\text{CH}_3)_3\text{CH}$	14	tetradecano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CH}_3$
5	pentano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	15	pentadecano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{CH}_3$
5	<i>isopentano</i>	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	20	eicosano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{CH}_3$
5	<i>neopentano</i>	$(\text{CH}_3)_4\text{C}$	21	heneicosano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{19}\text{CH}_3$
6	hexano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	22	docosano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{CH}_3$
7	heptano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	30	triacontano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{28}\text{CH}_3$
8	octano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	40	tetracontano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$
9	nonano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	50	pentacontano	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{48}\text{CH}_3$

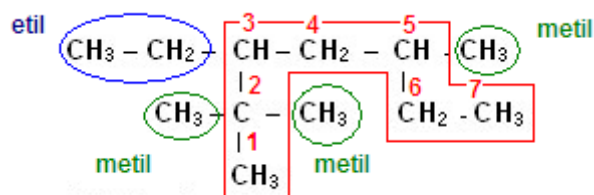
Tabla 7. Radicales alquilo.

Los alcanos ramificados se nombran siguiendo las reglas de nomenclatura establecidas por la IUPAC, para describirlas veamos el siguiente ejemplo:



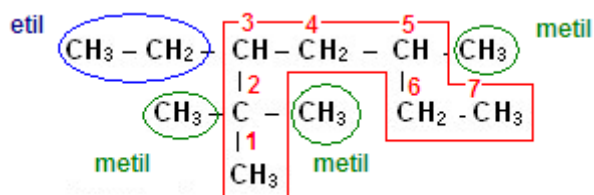
3-etil, 2-metil, 2-metil, 5-metil (correcto)

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



3-etil, 2, 2,5-trimetil

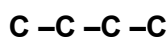
5. **Nombrar cadena principal.** Después de escribir el nombre de todas las ramificaciones, se nombra la cadena principal como si fuera un alcano lineal.



3-etil, 2,2,5-trimetilheptano

Por otro lado, se puede obtener la fórmula química a partir del nombre de un compuesto. Para ello, es recomendable dibujar la cadena principal como la de un alcano lineal, posteriormente los grupos alquilo y finalmente completar los hidrógenos faltantes en cada uno de los carbonos de la cadena, para completar su tetravalencia.

Por ejemplo (Fig. 9), para dibujar la estructura del compuesto **2-metilbutano** primero dibujamos la cadena de carbonos, en este caso son cuatro (4) por el prefijo numeral **But.**



Enseguida colocamos el grupo alquilo (CH_3) mencionado en la posición señalada (2):



Finalmente, se completan con hidrógenos los carbonos de la cadena principal, hasta completar cuatro enlaces por cada carbono presente:

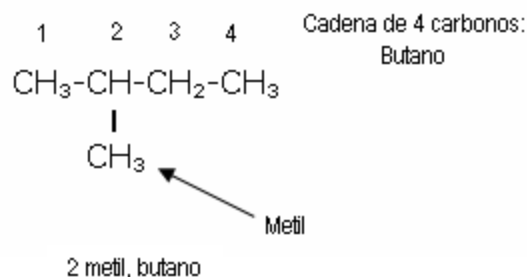


Figura 9. Nomenclatura alcano. Fuente:

http://www.universidadupav.edu.mx/documentos/BachilleratoVirtual/Contenidos_PE_UPAV/2Trimestre/QUI%202/Unidad2/tema2.pdf

Para concluir este tema, veamos un ejemplo de la vida diaria:

Ejemplo: Tenemos el caso de la cáscara de manzana (Fig. 10), la capa brillante tiene alcanos de cadena larga.



Figura 10. Los alcanos en la cáscara de una manzana.

Fuente: https://www.eldiario.es/consumoclaro/comer/brillan-frutas_0_757675002.html

Alquenos

Ahora vamos a estudiar el caso de los **alquenos** también son hidrocarburos, pero se caracterizan por tener dobles enlaces (un enlace sigma σ y un enlace pi π), el enlace pi es más débil y reactivo. Al igual que los alcanos, poseen una la fórmula general condensada, para calcular el número de hidrógenos y su fórmula general es:



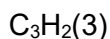
Dónde: n =número de carbono

Entonces a manera de ejemplo, si nos solicitan calcular el número de hidrógenos del compuesto del propeno:



Debemos partir que el propeno tiene tres carbonos, entonces ¿cuántos hidrógenos tiene?

Aplicando la fórmula general tenemos lo siguiente:



Considerando su nomenclatura, los alquenos (tabla 8) se nombran de forma similar a los alcanos, iniciando con el prefijo numeral griego que indica el número de carbonos, y en este caso finaliza con la terminación **-eno**, tal y como se muestra en seguida el nombre de algunos alquenos:

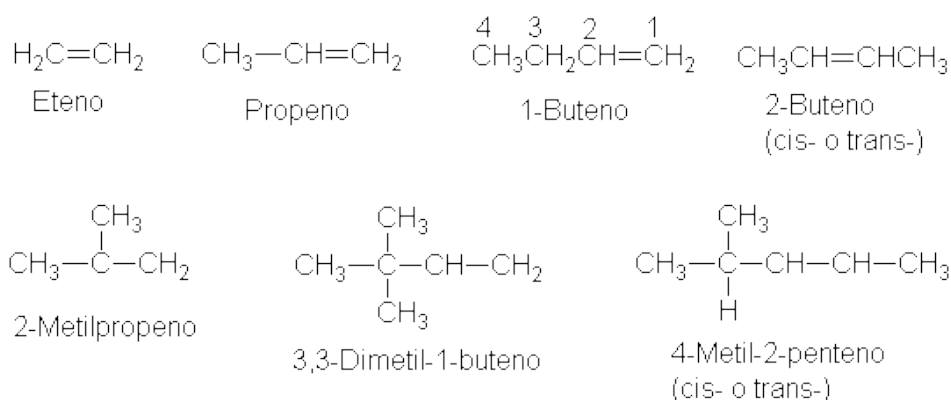
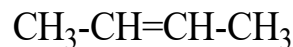


Tabla 8. Nombre de algunos alquenos. Fuente: <http://organica1.org/qo1/Mo-cap7.htm>

Otra característica importante de los alquenos, es que tienen un doble enlace que puede estar localizado en cualquiera de los carbonos de la cadena principal, es por eso que es necesario mencionar dónde se encuentra el doble enlace, veamos un ejemplo el buteno: tiene 4 carbonos y 8 hidrógenos, lo puedes comprobar utilizando la fórmula general. Este compuesto tiene dos posibles estructuras, como se muestran a continuación:



1-buteno



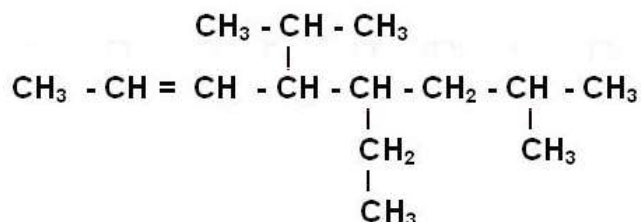
2-buteno

Entonces, dependiendo en dónde se encuentre el doble enlace será el nombre, por este motivo aquí es necesario aclarar en qué número de carbono se encuentra la doble ligadura, Se empieza a numerar del carbono que tiene la doble ligadura, si tiene más de una doble ligadura se empieza del carbono con doble ligadura que tiene algún sustituyente más cercano a esta doble ligadura. Cabe señalar que también existen alquenos ramificados, este tipo de hidrocarburos también sigue las reglas para nombrar establecidas por la IUPAC, con la diferencia que la cadena principal debe contener el doble enlace y la cadena

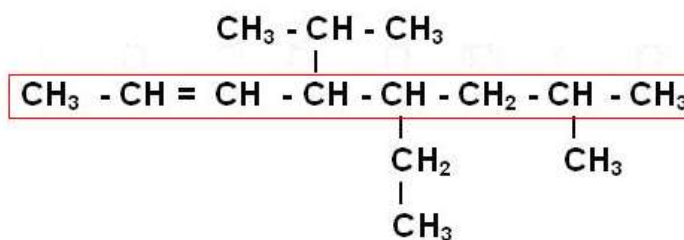


principal se nombra con la terminación **-eno**, sin olvidar indicar la posición del doble enlace en esta.

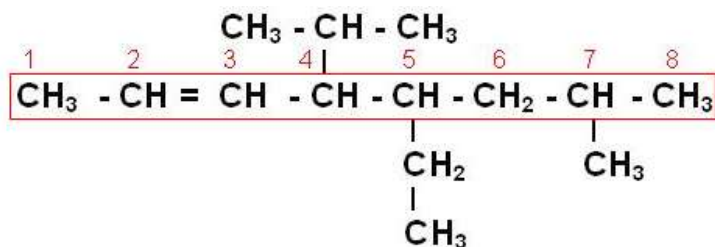
A manera de esquematizar lo anterior, veamos el siguiente ejemplo:



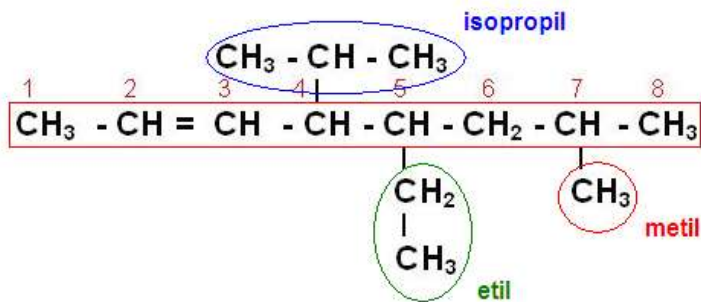
1. **Localizar la cadena principal.** Se identifica a la cadena más larga de átomos de carbono que contenga el doble enlace, en este caso son ocho carbonos encerrados en el cuadro rojo.



2. **Numerar la cadena principal.** Se enumera la cadena a partir del extremo por el cual se obtenga la menor numeración posible para el doble enlace y las ramificaciones.

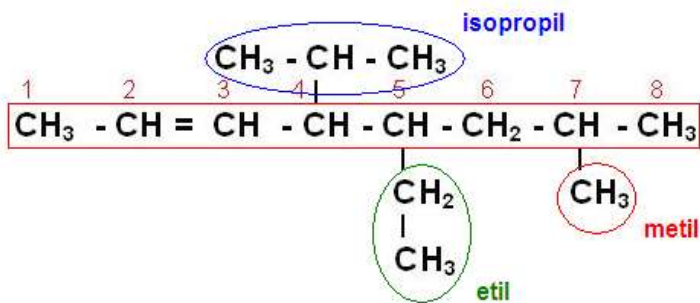


3. **Nombrar los grupos alquilo.** Se nombran las ramificaciones unidas a la cadena principal, en estricto orden alfabético.



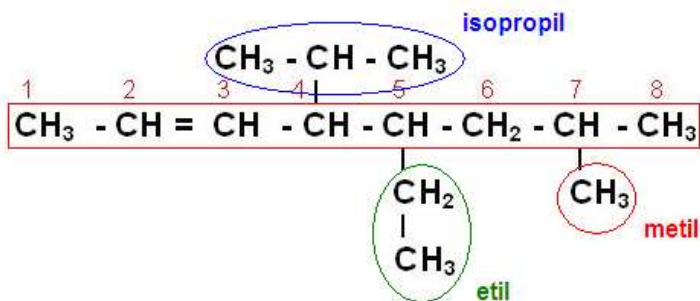
5-etil, 4-isopropil, 7-metil

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



5-etil-4-isopropil-7-metil

5. **Nombrar cadena principal.** Después de escribir el nombre de todas las ramificaciones, se nombra la cadena principal con la terminación **-eno**, y anteponiendo el número del carbono en el que inicia el doble enlace.



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

Para concluir este tema, veamos un ejemplo de la vida diaria:



Ejemplo: El beta caroteno (β -caroteno) es un Alqueno muy importante cuyo pigmento anaranjado proporciona el color a las zanahorias (Fig. 11) y fuente de vitamina "A" que actúa como antioxidante y muy importante en el crecimiento y desarrollo de los individuos.

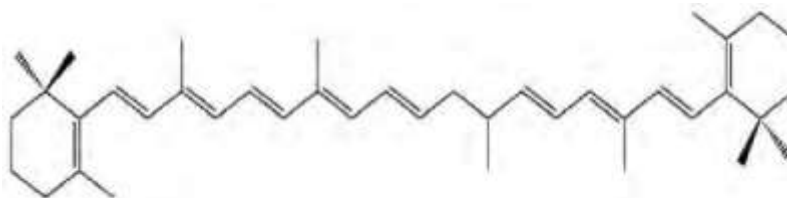
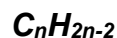


Figura 11. B-Caroteno, Alqueno presente en la zanahoria.

Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-36-Estructura-quimica-del-b-caroteno_fig4_262724919

Alquinos

El otro grupo de los hidrocarburos son los **alquinos**, los cuales tienen la característica de ser representados por un triple enlace entre carbono-carbono (1 enlace sigma σ y 2 enlaces pi π). La fórmula general de los alquinos con base en su nomenclatura es:



Para continuar con el siguiente grupo de nombre alquinos (tabla 9) su nomenclatura recomienda incluir el prefijo numeral griego, que nos indica el número de átomos de carbono de la cadena y la terminación, en este caso **-ino**, como se muestra a continuación el nombre de algunos alquinos:

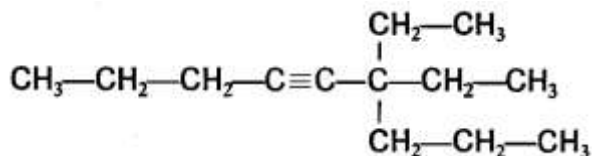


ALQUINOS				
Nombre	Fórmula	p.f., °C	p.e., °C	Densidad relativa (a 20 °C)
Acetileno	HC≡CH	-82	-75	
Propino	HC≡CCH ₃	-101.5	-23	
1-Butino	HC≡CCH ₂ CH ₃	-122	9	
1-Pentino	HC≡C(CH ₂) ₂ CH ₃	-98	40	0.695
1-Hexino	HC≡C(CH ₂) ₃ CH ₃	-124	72	0.719
1-Heptino	HC≡C(CH ₂) ₄ CH ₃	-80	100	0.733
1-Octino	HC≡C(CH ₂) ₅ CH ₃	-70	126	0.747
1-Nonino	HC≡C(CH ₂) ₆ CH ₃	-65	151	0.763
1-Decino	HC≡C(CH ₂) ₇ CH ₃	-36	182	0.770
2-Butino	CH ₃ C≡CCH ₃	-24	27	0.694
2-Pentino	CH ₃ C≡CCH ₂ CH ₃	-101	55	0.714
3-Metil-1-butino	HC≡CCH(CH ₃) ₂		29	0.665
2-Hexino	CH ₃ C≡C(CH ₂) ₂ CH ₃	-92	84	0.730
3-Hexino	CH ₃ CH ₂ C≡CCH ₂ CH ₃	-51	81	0.725
3,3-Dimetil-1-butino	HC≡CC(CH ₃) ₃	-81	38	0.669
4-Octino	CH ₃ (CH ₂) ₂ C≡C(CH ₂) ₂ CH ₃		131	0.748
5-Decino	CH ₃ (CH ₂) ₃ C≡C(CH ₂) ₃ CH ₃		175	0.769

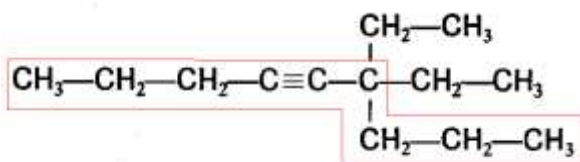
Tabla 9. Nombres de algunos alquinos. Fuente: <https://sites.google.com/site/biocienciasdesamuel/-alquinos>

Para el caso de los alquinos ramificados, al nombrarlos se siguen las mismas reglas utilizadas para la nomenclatura de los alquenos, con la única diferencia que la terminación **-eno** es cambiada por **-ino**.

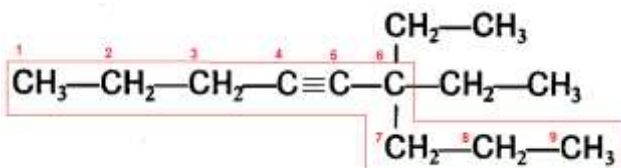
A manera de ejemplo veamos el siguiente compuesto:



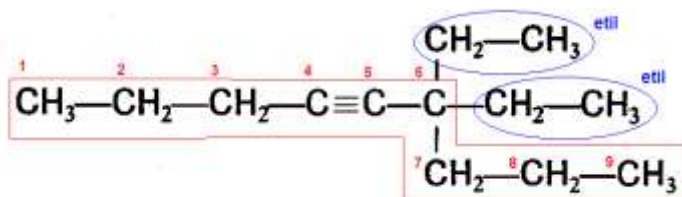
1. **Localizar la cadena principal.** Se identifica a la cadena más larga de átomos de carbono que contenga el triple enlace.



2. **Numerar la cadena principal.** Se enumera la cadena a partir del extremo por el cual se obtenga la menor numeración posible para el triple enlace.

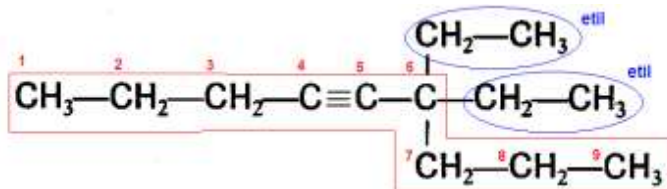


3. **Nombrar grupos alquilo.** Se nombran las ramificaciones unidas a la cadena principal, en estricto orden alfabético.



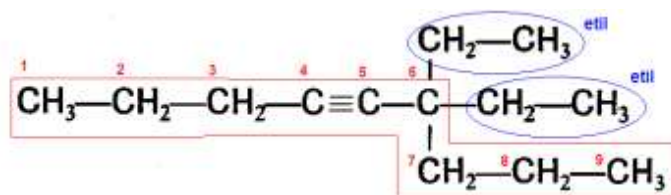
6-etil, 6-etil

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



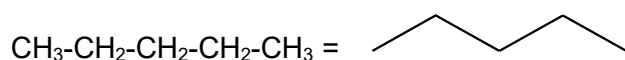
6,6-dietil

5. **Nombrar cadena principal.** Después de escribir el nombre de todas las ramificaciones, se nombra la cadena principal con la terminación **-ino**, y anteponiendo el número del carbono en el que inicia el doble enlace.

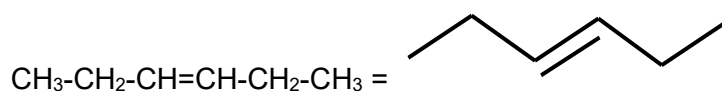


6,6-diethyl-4-nonino

En muchas ocasiones para facilitar la escritura de los compuestos orgánicos se utilizan líneas en zigzag, en las que cada uno de los vértices representa un carbono con sus respectivos hidrógenos. Por ejemplo, el pentano de cinco átomos de carbono lo podríamos representar de la siguiente manera:



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



Pero no todos los hidrocarburos son lineales, existen los no lineales, es decir forman ciclos, estos compuestos se clasifican en: cicloalcanos, cicloalquenos y cicloalquinos, y si observas las terminaciones de las palabras anteriores, puedes notar que son de los diversos grupos de hidrocarburos, debido a que presentan enlaces simples, dobles y triples respectivamente, podemos decir que van a tener la misma terminación pero anteponiendo la palabra ciclo, los cuales no escapan para la IUPAC, el nombrarlos con ciertas reglas que a continuación veremos.

Observa los siguientes ejemplos:



Ciclohexano



Ciclopenteno





Ciclobutino

Anexando a la información anterior, hay compuestos que tienen más de un doble enlace (Fig. 12) y (Fig 13), por lo tanto solo se debe mencionar en donde están los dobles o triples enlaces, como lo podemos apreciar a continuación.

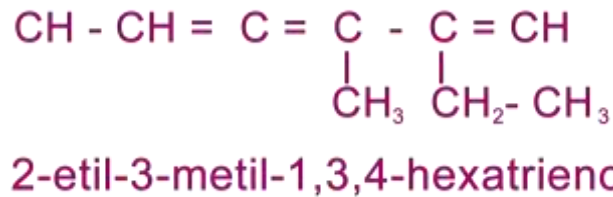


Figura 12. Compuesto con más de un doble enlace. Fuente: <https://goo.gl/IYcj3s>



Figura 13. Compuestos con más de un doble enlace. Fuente: <https://goo.gl/UxqtWC>

Existe otro grupo de hidrocarburos importante en química orgánica, es un ciclo con tres dobles enlaces, con características determinadas, denominado **benceno** (fig. 14), la estructura cíclica consta de seis átomos de carbono con tres dobles enlaces intercalados y seis hidrógenos tal y como se muestra en la estructura del benceno.

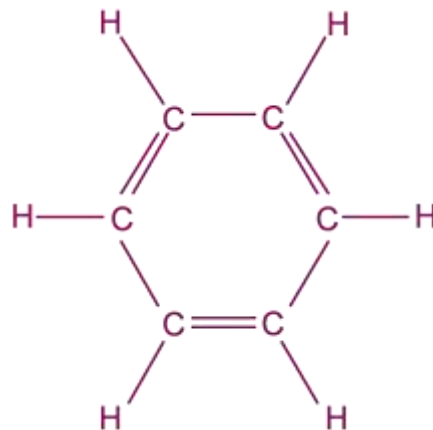
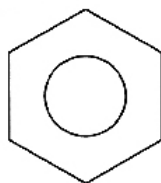


Figura 14. Estructura del benceno. Fuente: <http://goo.gl/VbYRWQ>



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

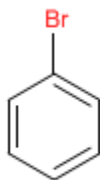


Benceno
 C_6H_6

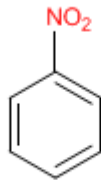
Habrás notado que en el benceno contienen carbonos e hidrógenos, los cuales pueden ser sustituidos por algún radical alquilo, halógeno o grupo funcional, por esta resonancia que presenta ya que los dobles enlaces son fácilmente sustituidos. Los bencenos pueden clasificarse en:

1. Monosustituidos:

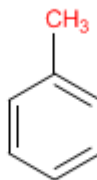
Se sigue una regla para nombrar a los bencenos, basta con escribir el prefijo del sustituyente y añadirle la palabra **benceno**, como se muestra a continuación:



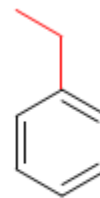
Bromobenceno



Nitrobenceno



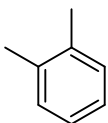
Metilbenceno



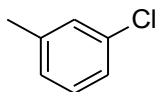
Etilbenceno

2. Disustituidos:

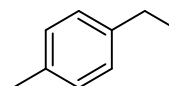
Para los bencenos disustituidos, vamos a indicar la posición de los dos sustituyentes con los prefijos **orto** (posición 1 y 2), **meta** (posición 1 y 3) y **para** (posición 1 y 4).



orto-dimetilbenceno
o-dimetilbenceno



meta-clorometilbenceno
m-clorometilbenceno

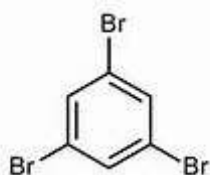


para-etilmetilbenceno
p-etilmetilbenceno

3. Polisustituidos:



En este caso si tres o más sustituyentes están presentes en el anillo utilizamos la numeración para indicar dónde se lleva a cabo la sustitución, tal es el caso del 1, 3, 5-tribromobenceno como vemos a continuación:



Existe una situación que debemos mencionar en química orgánica, y es que en el grupo bencénico hay nombres comunes sustituidos, es decir, reciben el nombre a veces de quien lo descubrió o se le ocurrió, dependiendo en ocasiones del olor que despiden, debido a que primero se descubrieron, y después se empezaron a nombrar bajo reglas, que en este caso, estableció la IUPAC. En la actualidad debemos conocer ambos, sobre todo porque el nombre común es eso, el más usado, pero como estudiantes de las ciencias, necesitamos conocer las reglas de la IUPAC.

A continuación, veremos algunos ejemplos de diversos compuestos y sus nombres (tabla 10) como es el caso del **metilbenceno** que también se conoce como **tolueno**.

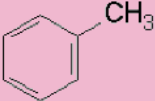
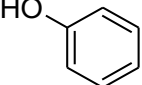
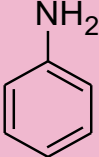

Estructura	Nombre (sistemático)	IUPAC	Nombre común
	Metilbenceno		Tolueno
	Hidroxibenceno		Fenol
	Aminobenceno		Anilina
	p-dimetilbenceno		p-xileno

Tabla 10. Nombres comunes y la IUPAC. Fuente: UnADM

Para concluir este tema, veamos un ejemplo de la vida diaria:



El acetileno es el alquino más sencillo, se utiliza en la fabricación de plásticos, como combustible, (Fig.15) para soldadura y corte de metales.



Figura 15. Opciones de uso del acetileno. Fuente: <http://goo.gl/SdqF5H>

Ahora revisaremos otros compuestos, que aparte de tener carbono e hidrógeno, pueden integrar a sus cadenas otros elementos como: oxígeno, halógenos, nitrógeno, formándose otras familias, conocidos como: alcoholes, éteres, ésteres, aminas, amidas, halogenuros de alquilo y halogenuros de arilo, entre otros.

2.2.3 Grupos funcionales, sus características y nomenclatura de los alcoholes, éteres, aminas, amidas, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, halogenuros, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres y halogenuros

El oxígeno al integrarse a la cadena de carbonos, originan la formación de diversos compuestos, (tabla 11) donde encontramos a los alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, éteres y esterres, que dependiendo de la posición del oxígeno y enlaces se forman los anteriores, como lo podemos apreciar en la siguiente tabla.



<i>Fórmula</i>	<i>Función</i>	<i>Sufijo</i> (si es grupo principal)	<i>Prefijo</i> (si es sustituyente)
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array}$	Ácidos	oico	carboxi*
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R}' \end{array}$	Ésteres (o sales)	oato	alcoxicarbonil** ariloxicarbonil**
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	Amidas	amida	carbamoil*
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	Aldehídos	al	oxo formil*
$\begin{array}{c} \text{R}-\text{C}-\text{R}' \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	Cetonas	ona	oxo
$\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$	Nitrilos	nitrilo	ciano*
$\text{R}-\text{CH}_2\text{OH}$	Alcoholes	ol	hidroxil
$\text{R}-\text{NH}_2$	Aminas	amina	amino, aza
$\text{R}-\text{O}-\text{R}'$	Éteres	oxil	oxa
$\text{R}-\text{X}$	Derivados halogenados	—	fluoro, cloro, bromo, yodo
$\text{R}-\text{NO}_2$	Derivados nitrogenados	—	nitro
$\begin{array}{l} \text{R}=\text{R}' (\text{R}=\text{R}'-) \\ \text{R}\equiv\text{R}' (\text{R}\equiv\text{R}'-) \end{array}$	Hidrocarburos no saturados	eno (enilo) ino (inilo)	—
$\text{R}-\text{R}' (\text{R}-)$	Hidrocarburos saturados	ano (ilo)	—

* Incluye el carbono del grupo funcional.

** Incluye los carbonos del grupo funcional y del radical.

Tabla 11. Compuestos orgánicos con oxígeno. . Fuente:
<http://laquimicaesla vida.blogspot.com/2012/03/>



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

Alcoholes

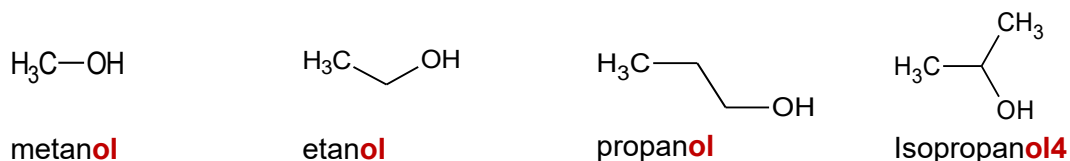
Los **alcoholes** son compuestos que contienen un grupo **hidroxilo –OH**. Estos compuestos (tabla 12) de acuerdo a la posición del átomo de carbono al que estén unidos, y se clasifican de la siguiente forma:

La letra “R” en la estructura de la fórmula química representa a los sustituyentes.

TIPO	ESTRUCTURA	EJEMPLOS
Alcohol primario	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \text{ (etanol)} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Alcohol secundario	$\begin{array}{c} \text{R}' \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \text{ (2-butanol)} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Alcohol terciario	$\begin{array}{c} \text{R}' \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{R}'' \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \text{ (2-metil-2-propanol)} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

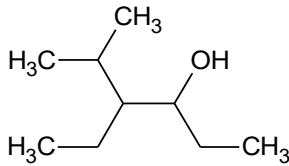
Tabla 12. Clasificación de alcoholes. Fuente: <http://www.imp.mx/petroleo/?imp=comp>

Para nombrar a los **alcoholes sencillos**, de acuerdo a su nomenclatura, se indica el prefijo numeral griego de acuerdo al número de átomos de carbono o el radical alquilo y se adiciona la terminación **–ol**. Por ejemplo:

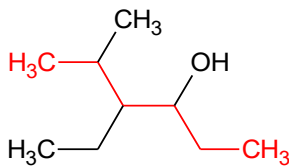


Radical alquilo metil-

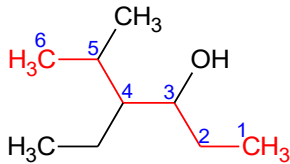
En el caso de estructuras ramificadas, se utiliza como base las reglas de nomenclatura de los alcanos, indicando la posición del grupo hidroxilo (-OH) y cambiando la terminación **–ano** por **–ol**. Por ejemplo, veamos cómo se nombra el siguiente compuesto:



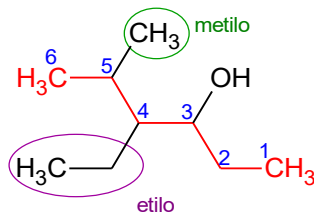
1. **Localizar la cadena principal.** Se identifica a la cadena más larga de átomos de carbono que contenga el grupo hidroxilo (-OH). En este caso, la cadena está señalada en rojo.



2. **Numerar la cadena principal.** Se enumera la cadena a partir del extremo por el cual se obtenga la menor numeración posible para indicar la posición del carbono que soporta el grupo hidroxilo.

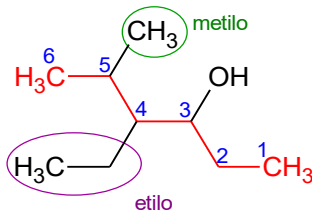


3. **Nombrar grupos alquilo.** Se nombran las ramificaciones unidas a la cadena principal, en estricto orden alfabético.



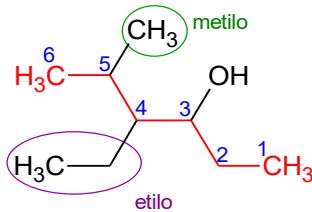
4-etilo, 5-metilo

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



4-etilo-5-metilo

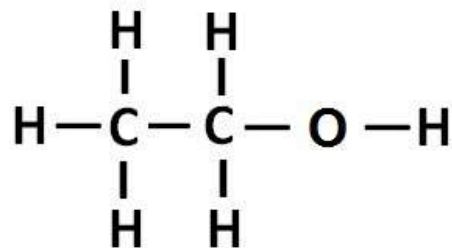
5. **Nombrar cadena principal.** Después de escribir el nombre de todas las ramificaciones, se nombra la cadena principal con la terminación **-ol**, anteponiendo el número del carbono en el que localiza el grupo hidroxilo (-OH).



4-etilo-5-metilo-3-hexanol

Para concluir este tema, veamos un ejemplo de la vida diaria:

Ejemplo: el uso principal de los alcoholes es en la elaboración de bebidas alcohólicas como la sidra (fig. 16), la cerveza y el brandy. El alcohol que contienen es el etanol.



Etanol (alcohol etílico)

Figura 16. Alcohol presente en las bebidas alcohólicas.

Éteres

Otro grupo importante es el de los **éteres**, los cuales se caracterizan por contener un oxígeno unido a dos radicales alquilo. Para nombrarlos se mencionan los grupos alquilo



Figura 17. Éter etílico empleado como anestésico.

Aminas

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

Estas aminas (Fig. 18) se caracterizan por contener, el elemento **nitrógeno**, en temas anteriores examinamos la sustitución del hidrógeno por el oxígeno, para este caso la sustitución del hidrógeno será por nitrógeno, este es un proceso de sustitución simple, las aminas se clasifican en primarias, secundarias y terciarias, dependiendo al número de sustituyentes alquilo del nitrógeno, como se muestra a continuación. Si se sustituye una vez se conoce como amina primaria, si se sustituye dos veces es una amina secundaria, y si se sustituye tres veces se conoce como amina terciaria.

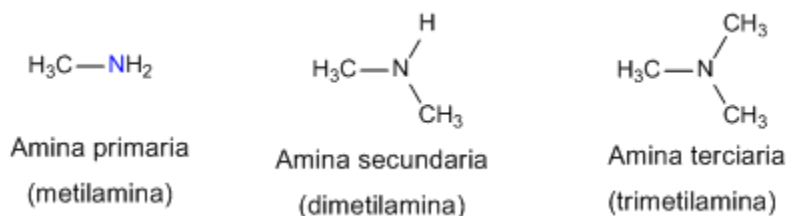


Figura 18. Clasificación de aminas. Fuente: <http://www.quimicaorganica.net/nomenclatura-aminas.html>

Para nombrar al grupo de aminas (Fig. 19) usaremos el prefijo, es decir, el radical o radicales unidos al átomo de nitrógeno, en estricto orden alfabético, y como sufijo la palabra **-amina**, con la finalidad de ampliar analiza lo siguiente:

Metilamina: Grupo alquilo metil, unido al grupo amino: metilamina

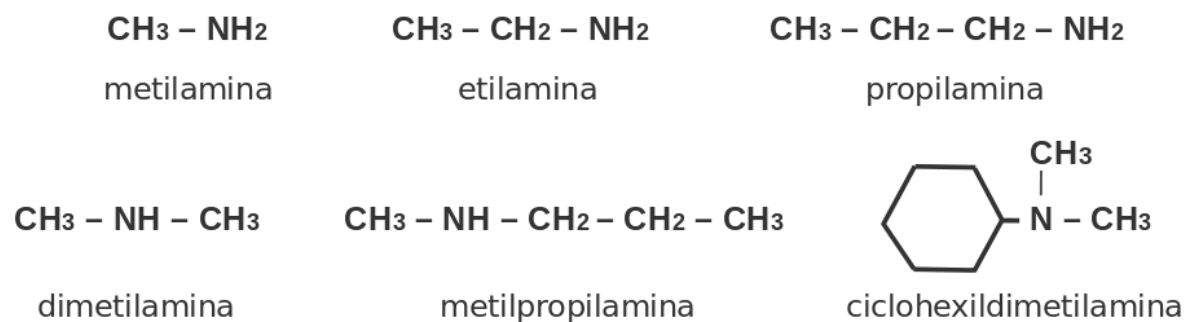
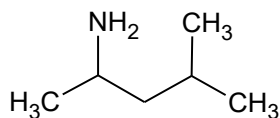


Figura 19. Ejemplo de grupo de aminas.



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



2-amino-4-metilpentano

Para concluir este tema, veamos un ejemplo de la vida diaria:

En el caso de las aminas secundarias, están presentes en las carnes que al reaccionar con los nitritos (Fig. 20) que son utilizados como aditivos en algunos alimentos, originan N-nitrosoaminas secundarias (cancerígenas).

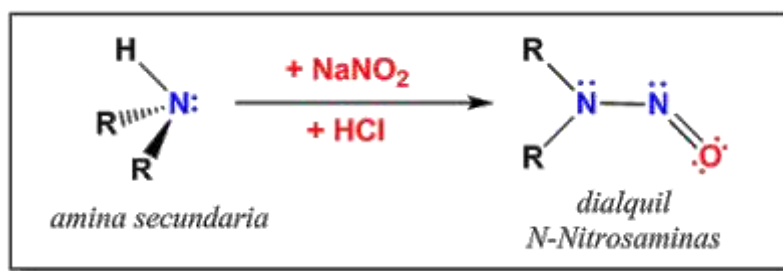


Figura 20. Formación de N-nitrosoaminas, en el curado de carnes y embutidos.

Fuente: <http://ubuscientia.blogspot.com/2015/11/>

Amidas

Otro grupo de los compuestos orgánicos con nitrógenos son las amidas (fig. 21). Observa los siguientes ejemplos.



Figura 21. Grupos de amidas. Fuente: <http://goo.gl/1wjini>

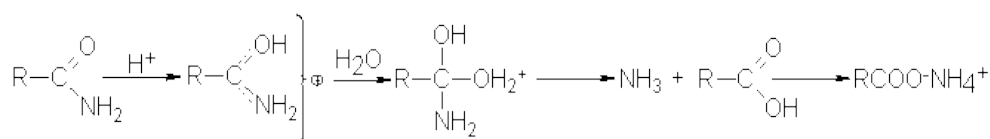
Las amidas sustituidas tienen esta definición porque, ya sea que uno o varios hidrógenos fueron sustituidos por otros grupos, como es el caso de la N, N-dimetilacetamida. Dicho



compuesto se considera una amina, ejemplo de esto es la acetildimetilamina. Las amidas son, por lo general, neutras respecto a la capacidad de reacción en comparación con los ácidos o aminas que derivan y algunas son ligeramente resistentes a la hidrólisis. (fig. 22).

Hidrólisis de amidas

La hidrólisis de amidas es una de las reacciones típicas de los derivados de ácidos carboxílicos. Implica sustitución nucleofílica, donde se reemplaza el grupo NH₂ por OH. En condiciones ácidas, la hidrólisis implica el ataque del agua sobre la amida protonada (UNAM, s/f):



En condiciones alcalinas, la hidrólisis implica el ataque del ión hidróxido fuertemente nucleofílico sobre la amida:

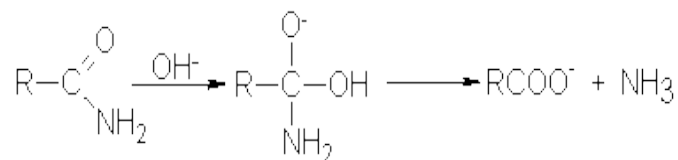


Figura 22. Hidrolisis de Amidas. Fuente: <http://organica1.org/qo1/ok/acidos2/acido13.htm>

Sustituidas generalmente por grupos alquilo, ya revisados anteriormente. Los nombres comunes (tabla 13) para las amidas lo observamos a continuación:



Amida	Fórmula química
Formamida	$\text{H}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{NH}_2$
Acetamida	$\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{NH}_2$
Propionamida	$\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{NH}_2$
Butiramida	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{NH}_2$
Isobutiramida	$\text{CH}_3\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{NH}_2$

Tabla 13. Nombres comunes para amidas. Fuente: <http://goo.gl/cS3rr1>

Si necesitamos o nos solicitan en nombre de una amida con base a la IUPAC, entonces seguimos las siguientes reglas: se reemplaza la terminación **-oico** del nombre IUPAC del ácido precursor por la palabra **amida**.

El ácido carboxílico más simple es el ácido metanoico, el nombre de su amida cambiará a metanamida, para el caso de la acetamida cambia a etanamida, otro ejemplo: la propionamida cambia a propanamida, butiramida a butanamida y por último, isobutiramida cambia a 2-metilpropanamida.

Entonces en las amidas sustituidas (fig. 23) el nombre del grupo o grupos R se adicionan al nombre, para posteriormente colocar el prefijo N antes del nombre para identificar los grupos que están unidos al átomo de nitrógeno. Veamos las siguientes amidas sustituidas: **En la N-metiletamina: el grupo sustituyente es un grupo metilo.**

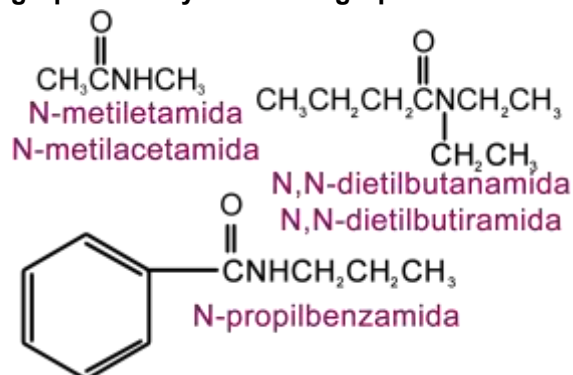


Figura 23. Amidas sustituidas. Fuente: <http://goo.gl/dFr6PN>



Para concluir este tema, veamos un ejemplo de la vida diaria. En este caso encontramos una amida como la nicotinamida o vitamina B3 (Fig. 24 Y 25) que desempeña un papel fundamental en la producción y utilización de energía en nuestro organismo a nivel celular, indispensable para el funcionamiento del sistema nervioso.



Figura 24. Amina. Fuente https://es.123rf.com/photo_30028559_f%C3%B3rmula-qu%C3%ADmica-estructural-y-el-modelo-de-nicotinamida-niacinamida-vitamina-b3-2d-y-3d-aislado-en-fondo-.html

VITAMINA B3 (mg por 100g)



Figura 25. Alimentos con presencia de amida (vitamina B3).
Fuente: <http://goo.gl/ys1DMn>

Continuamos con otros compuestos orgánicos, ahora estudiarás a los aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres y halogenuros.

Aldehídos

Los **aldehídos** tienen la característica de poseer un grupo **carbonilo** (**-C=O**) unido al menos a un hidrógeno (**H-C=O**).

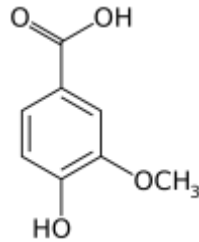


Figura 27. Formula ácido Vanílico.

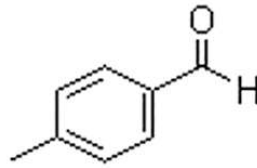


Figura 28. Formula del p-etilbenzaldehído.

Cetonas

Las **cetonas** son otro grupo de compuestos que, al igual que los aldehídos, cuya característica es poseer en su estructura un **carbono carbonílico** (-C=O), pero con la diferencia de que en las cetonas no poseen enlaces con hidrógeno en el carbono del grupo funcional, el grupo carbonilo específicamente, de modo que está unido a otros dos carbonos mediante enlaces sigma, los cuales representan los tipos de enlaces químicos más fuerte que existen, incluso más que el enlace pi, el cual forma un doble enlace.

La nomenclatura IUPAC de las cetonas sigue las mismas reglas y consideraciones que se aplican para los alcanos, con la diferencia de que la terminación del nombre de la cadena principal cambia de **-ano** a **-ona**, aquí se debe indicar la posición del carbono carbonílico. Ejemplos Figura 29.

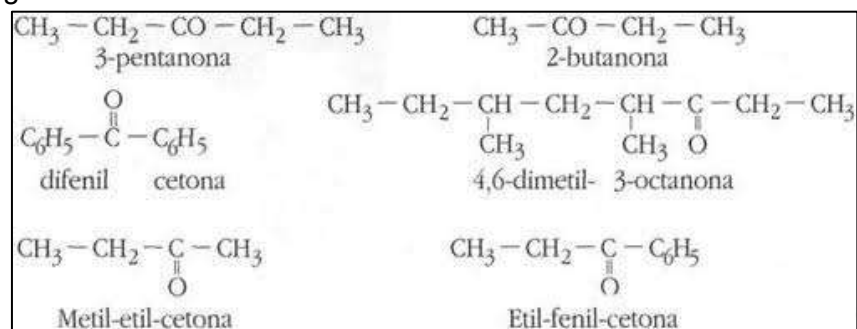


Figura 29. Ejemplos de cetonas.

Fuente: http://marcos.byethost7.com/Quimica_12/Capitulo_11.htm?i=1

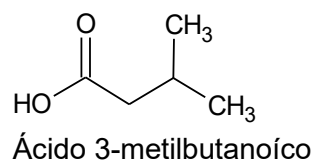
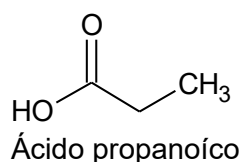
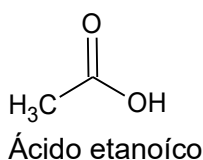


Y para nombrar a esta familia de compuestos, se inicia con la palabra **ácido** seguida del prefijo griego que indica el número de carbonos (incluyendo el carbonílico) y finalizando con la terminación **-oico -ico**, que se une al nombre del hidrocarburo de referencia y anteponiendo la palabra ácido:

CH₃-CH₂-CH₃ propano CH₃-CH₂-COOH Ácido propanoico (propan + oico)

En el sistema IUPAC los nombres de los ácidos carboxílicos se forman reemplazando la terminación "o" de los alcanos por "oico", y anteponiendo la palabra ácido, como ya se mencionó anteriormente. El esqueleto de los ácidos alcanoicos se enumera asignando el N° 1 al carbono carboxílico y continuando por la cadena más larga que incluya el grupo COOH.

En el grupo funcional carboxilo coinciden sobre el mismo carbono un grupo hidroxilo (-OH) y carbonilo (-C=O). Se puede representar como -COOH ó -CO₂H.



Existen compuestos que contienen más de un grupo funcional en su estructura, para ello se elige el grupo de mayor prioridad, para ello se muestra la siguiente tabla, en ella se puede apreciar los compuestos de mayor prioridad como son los ácidos carboxílicos, seguidos por los aldehídos y cetonas, alcoholes, aminas y por último los alquenos y alquinos (tabla 14). El sufijo del nombre del compuesto corresponde al grupo funcional de mayor prioridad, los demás grupos se citan como sustituyentes (prefijos).



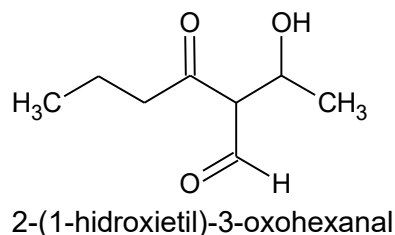
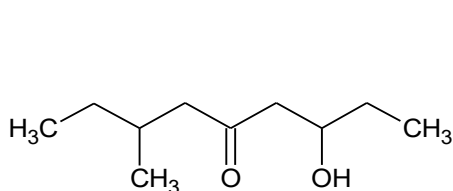
Tabla de preferencia de grupos funcionales de Química Orgánica

www.vaxasoftware.com

Fórmula	Función	Sufijo si es grupo principal	Prefijo si es sustituyente (grupo secundario)	Ejemplo
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	Ácido	-oico	carboxi-	CH_3-COOH ácido etanoico
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R}' \end{array}$	Éster	-oato de ... ilo	alcoxicarbonil-	$\text{CH}_3-\text{COO}-\text{CH}_3$ etanoato de metilo
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	Amida	-amida	carbamoil-	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CONH}_2$ Propanamida
$\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$	Nitrilo	-nitrilo	ciano-	CH_3-CN Etanonitrilo Cianuro de metilo
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	Aldehído	-al	oxo-	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO}$ Propanal
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$	Cetona	-ona	oxo-	$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ Propanona
$\text{R}-\text{OH}$	Alcohol	-ol	hidroxi-	$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ Etanol
$\text{R}-\text{NH}_2$	Amina	-amina	amino-	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ Etilamina Etanamina
$\text{R}-\text{O}-\text{R}'$	Éter	-oxi ... ano -il ... íleter	oxa-	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ Metoxietano Etilmetiléter
$\diagup \text{C}=\text{C} \diagdown$	Doble enlace	-eno		$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ Propeno
$-\text{C}\equiv\text{C}-$	Triple enlace	-ino		$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$ Propino
$\text{R}-\text{NO}_2$	Nitro		nitro-	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ Nitroetano
$\text{R}-\text{X}$	Halógeno		fluoro-, cloro-, bromo-, yodo-	$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Br}$ Bromoetano
$-\text{R}$	Radical		il-	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ Metilpropano

Tabla 14. Grupos funcionales. Fuente: https://www.slideshare.net/mariavarey/orden-preferencia-grupos-funcionales?next_slideshow=1

Para comprender mejor esta situación, veamos los siguientes ejemplos:





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

Para concluir este tema, veamos un ejemplo de la vida diaria:

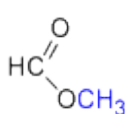
Las cetonas son utilizadas, entre otras cosas, para la elaboración de ácido acético, como lo es el vinagre. (Fig. 33).



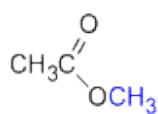
Figura 33. Ácido acético. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=ZHYZOvoC6fQ>

Ésteres

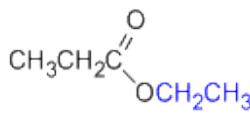
Otro grupo son los ésteres que proviene de condensar a los alcoholes y para nombrarlos se considera la sal del ácido del que provienen, como lo podemos apreciar a continuación (Fig. 34), claro respetando la nomenclatura IUPAC va a cambiar la terminación **-oico** del ácido por **-oato**, finalizando con el nombre del grupo alquilo unido al oxígeno.



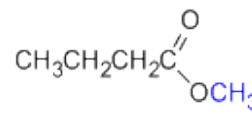
metanoato de **metilo**



Etanoato de **metilo**



Propanoato de **etilo**



Butanoato de **metilo**

Figura 34. Nombre del grupo alquilo unido al oxígeno Fuente: http://centros.edu.xunta.es/iesasardineira/web_CS/qo/nomenclatura/nomenorgan/oxigenados/esteres.php

Para concluir este tema, veamos un ejemplo de la vida diaria:

Ejemplo: Los ésteres están diseminados en la naturaleza en diversas frutas. (Fig. 34), y tienen olor agradable.

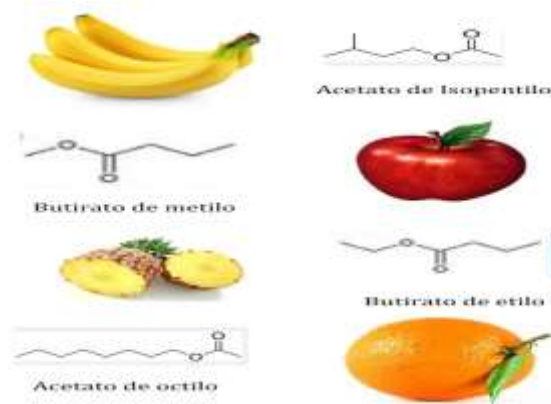


Figura 34. Frutas y grupos funcionales a los que pertenecen
Fuente: <http://arroyovara.blogspot.com/2013/05/>

Halogenuros

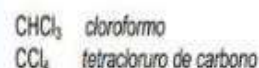
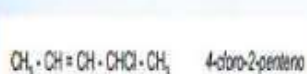
Por último, veremos al grupo de los halogenuros (Fig. 35), conocidos también como **haluros**.

Recordarás que cuando la molécula pierde un hidrógeno, se forma un grupo alquilo y que puede sustituirse por otro elemento o unirse a otro carbono. Ahora bien, el otro elemento, que nos falta es el de los halógenos (F, Cl, Br y I), entonces cuando se une al compuesto recibe el nombre de halogenuros de alquilo, formándose de esta manera un enlace polar, debido a la electronegatividad de los halógenos que es más fuerte que el carbono. Ver la siguiente imagen.



NOMENCLATURA Y ESTRUCTURA

- Para los compuestos sencillos se nombran se como halogenuro, seguido del nombre del grupo alquilo.
- Se sigue la nomenclatura IUPAC nombrándolos como hidrocarburos sustituidos.
- Se utilizan también los nombres comunes.



Contienen uno o más halógenos en su molécula.

Uno, o más, enlaces C-H han sido sustituidos por enlaces C-X (X= F, Cl, Br, I).

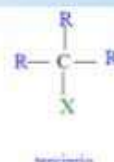
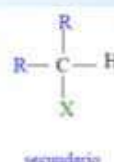
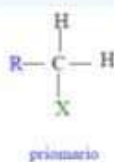


Figura 35. Halogenuros de alquilo. Nomenclatura y estructura Fuente: <https://pt.slideshare.net/leninsin/haluros-de-alquilo-12317169/2>

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

Otro grupo de haluros, son los halogenuros de arilo, de igual forma son compuestos orgánicos unidos a halógenos. La diferencia radica que están junto a un aromático que es el benceno, entonces reciben el nombre de halogenuros de arilo. A manera de ejemplo (fig. 36) tenemos el siguiente compuesto llamado cloro benceno.

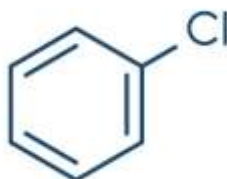
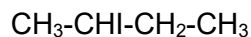


Figura 36. Cloro benceno. Fuente: https://es.123rf.com/photo_87062587_mol%C3%A9cula-de-disolvente-industrial-de-clorobenceno-f%C3%B3rmula-esquel%C3%A9tica-.html



Algo importante que hay que aclarar es que el halógeno yodo (I), lo vamos a escribir con “i” y no con “y”, es necesario aclarar esto para evitar la confusión a la hora de nombrarlos, como se muestra en el siguiente compuesto.



2-iodobutano. Peso molecular: 183,90 g/mol. Observa que el compuesto base, que es el butano, pierde su hidrógeno, viene el yodo y se posiciona en el carbono 2, también puede posicionarse en el carbono 1, por lo tanto, en química orgánica se pueden formar varios isómeros. Los isómeros poseen la misma fórmula molecular, pero diferente estructura química.

Con el grupo de los halogenuros damos por terminado el estudio de los grupos funcionales y pasamos al tema de las reacciones químicas, en específico para química orgánica.

Para concluir este tema, veamos un ejemplo de la vida diaria:

Podemos mencionar al triclorometano; cloroformo (Fig. 37) empleado en el área de medicina como anestésico.



Figura 37. Cloroformo. Fuente: <https://paraque.net/sirve-el-cloroformo/>

2.3 Biomoléculas

Las biomoléculas forman parte de los seres vivos, son moléculas involucradas en los procesos biológicos de los organismos, y también de su funcionamiento. Estas biomoléculas están constituidas principalmente por carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno, y en menor medida fósforo y sulfuro. Suelen incorporarse otros elementos, pero en menor frecuencia. Se encuentran clasificadas en biomoléculas inorgánicas y orgánicas,



de acuerdo a su estructura es como se les clasifica. Que como se mencionó anteriormente son necesarias para los organismos, en mayor o menor importancia, pero todas son relevantes.

Las biomoléculas cuentan con estos elementos en sus estructuras ya que les permiten el equilibrio perfecto para la formación de enlaces covalentes entre ellos mismos, también permite la formación de esqueletos tridimensionales, la formación de enlaces múltiples y la creación de variados elementos.

Tipos de biomoléculas

A grandes rasgos las biomoléculas se dividen en dos tipos: orgánicas e inorgánicas, y es posible caracterizarlas de la siguiente manera:

Biomoléculas inorgánicas: Son las que no son producidas por los seres vivos, pero que son fundamentales para su subsistencia. En este grupo encontramos el agua, los gases y las sales inorgánicas.

Biomoléculas orgánicas: Son moléculas con una estructura a base de carbono y son sintetizadas sólo por seres vivos. Podemos dividir las en cinco grandes grupos.

Lípidos. Están compuestos por carbono e hidrógeno, y en menor medida por oxígeno. Su característica es que son insolubles en agua. Son lo que coloquialmente se conoce como grasas.

Glúcidos. Son los carbohidratos o hidratos de carbono. Están compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, y sí son solubles en agua. Constituyen la forma más primitiva de almacenamiento energético.

Proteínas. Están compuestas por cadenas lineales de aminoácidos, y son el tipo de biomolécula más diversa que existe. Tienen varias funciones dependiendo del tipo de proteína del que estemos hablando.

Ácidos nucleicos. Son el ADN (ácido desoxirribonucleico) y ARN (ácido ribonucleico). Son macromoléculas formadas por nucleótidos unidos por enlaces.

Vitaminas. Las vitaminas también lo son. Estas son usadas en algunas reacciones enzimáticas como cofactores.

Para comprender mejor estas biomoléculas es necesario que se conozcan algunas de sus características principales, estas se presentan en las subunidades siguientes:

2.3.1 Carbohidratos

Los alimentos que contienen carbohidratos pueden elevar la glucosa en la sangre. Si está al tanto de cuántos gramos de carbohidratos consume y se fija el límite máximo que puede comer, esto lo ayudará a mantener el nivel deseado de glucosa en la sangre.



Existen tres tipos de carbohidratos:

Almidones (también conocidos como carbohidratos complejos)

Azúcares

Fibra

Generalmente también se les conoce a los carbohidratos como azúcar natural, azúcar agregada, endulzantes con pocas calorías, bebidas alcohólicas con azúcar, endulzantes de calorías reducidas, granos procesados, granos enriquecidos, carbohidratos complejos, dulces, granos refinados y granos enteros.

Es importante señalar que dentro de la nutrición, al leer la etiqueta sobre el contenido nutricional, el término "total de carbohidratos" incluye los tres tipos de carbohidratos. Debe prestarle atención a este número si está contando carbohidratos y tomar en cuenta la información total proporcionada en las etiquetas.

Almidones

Los almidones son cadenas muy largas de glucosa, estas largas cadenas son conocidas como polímeros, por tanto el almidón es un polímero de glucosa Fig. 38. El almidón como tal se va a encontrar exclusivamente en alimentos de origen vegetal, en mayor o menor cantidad y su contenido nutricional va a depender si el alimento es refinado o integral, entendiéndose por integral cuando el alimento posee un alto contenido de fibra natural del alimento mismo, no añadido.

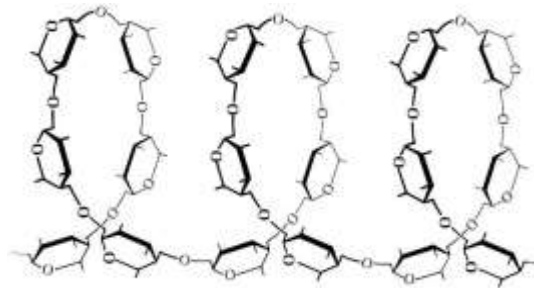


Figura 38. Estructura de almidón. Polímero de glucosa. Fuente: <https://lidiakonlaquimica.wordpress.com/tag/almidon/>

Los alimentos con alto contenido de almidón incluyen:

- Vegetales con almidón como arvejas, maíz, pallares o judías de Perú y papa Menestras secas, lentejas y guisantes como frijoles pintos y rojos, carillas o guisantes de ojo negro y arvejas secas. Granos como avena, cebada y arroz. (En Estados Unidos, la mayoría de los productos de granos están hechos con harina de trigo. Estos incluyen fideos, pan y galletas, pero la variedad está expandiéndose para incluir también otros granos.)
- El grupo de granos, a su vez, se puede dividir en granos integrales o granos refinados.

Los granos contienen tres partes. Usemos el trigo como ejemplo:



- Salvado
- Germen
- Endospermo

El salvado es la capa exterior del grano. Es la parte del grano que tiene más fibra y la mayoría de la vitamina B y minerales.

El germen es la siguiente capa y está repleto de nutrientes, incluidos ácidos grasos esenciales y vitamina E.

EL endospermo es la parte blanda en el centro del grano. Contiene el almidón. Grano integral significa que todo el grano está en el alimento.

El consumir un alimento con grano integral, contiene el salvado, germen y endospermo, y usted consume todos los nutrientes que ofrecen los granos integrales. El consumir un alimento con grano refinado, este contiene solo la endospermo o la parte con almidón, por lo que se pierden muchas vitaminas y minerales. Debido a que los granos integrales contienen todo el grano, son mucho más nutritivos que los granos refinados.

Azúcar

El azúcar es otro tipo de carbohidrato, se le nombra así a la azúcar de mesa, también así se le llama a otros carbohidratos como se menciona posteriormente. El azúcar es un carbohidrato simple o de acción rápida. Hay dos tipos principales de azúcar:

- Azúcares naturales como los de la leche o fruta
- Azúcares agregados como los que se añaden durante la elaboración de los alimentos, como el almíbar que se añade a la fruta enlatada o el azúcar que se agrega para hacer galletas

En la etiqueta de datos de nutrición, el número de gramos de azúcar incluye tanto la azúcar agregada como la natural.

Hay muchos nombres diferentes para el azúcar. Por ejemplo: azúcar de mesa, azúcar rubia, melaza, miel, azúcar de remolacha, azúcar de caña, azúcar molida, azúcar en polvo, azúcar morena o sin refinar, azúcar turbinada, miel de arce o maple, jarabe de maíz con alto contenido de fructosa, néctar de agave y miel de caña.

Quizá también vea menciones del azúcar de mesa con su nombre químico, sucrosa. El azúcar de fruta también se conoce como fructosa y el azúcar en la leche se llama lactosa. Puede reconocer otros tipos de azúcar en las etiquetas porque sus nombres químicos también terminan en "**-osa**". Por ejemplo, glucosa (también llamada dextrosa), fructosa (también llamada levulosa), lactosa y maltosa.

Fibra

La fibra proviene de alimentos derivados de plantas, pues los productos animales como la leche, huevos, pescado, carne de res y aves de corral no tienen fibra. La fibra igual que el almidón es un polímero de carbohidrato y lignina conocido como celulosa que es otro polímero de glucosa fig. 39, la celulosa como ya se mencionó no es posible digerirla.

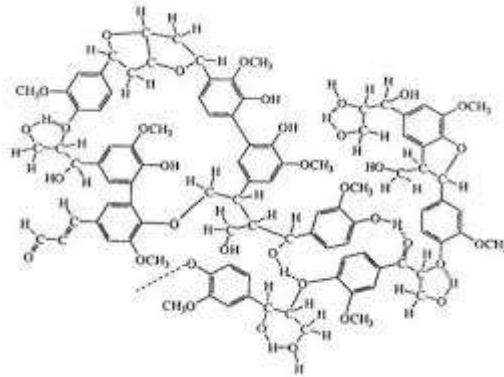


Figura 39. Estructura de la celulosa. Fuente: <https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2016/06/6-M--todos-Fibra-Diet--tica-Dra.-Lilia-Masson.pdf>

La fibra es la parte que no se puede digerir de los alimentos de plantas, entre ellos la fruta, los vegetales, los granos integrales, las nueces y las legumbres. Cuando consume fibra, la mayoría pasa por los intestinos y no se digiere.

Para gozar de buena salud, los adultos deben tratar de comer de 25 a 30 gramos de fibra al día. La mayoría de los estadounidenses no consumen suficiente fibra, ni remotamente, por lo que es buena idea proponerse esa meta. Sin embargo, cualquier aumento de fibra en su alimentación puede ser beneficioso. La mayoría de nosotros consumimos apenas la mitad de lo que se recomienda.

La fibra contribuye a la salud digestiva, hace que se le mueva el estómago con regularidad y lo ayuda a sentirse lleno y satisfecho después de comer. Hay quienes mencionan beneficios adicionales para la salud de una alimentación con mucha fibra, como un nivel más bajo de colesterol.

Entre las buenas fuentes de fibra se encuentran:

- Legumbres. Por ejemplo, frijoles negros, rojos, pintos y blancos, garbanzos y lentejas.
- Frutas y vegetales, especialmente aquellos con piel comestible. (Por ejemplo, manzanas, maíz y vainitas o frijoles verdes) y los que tienen semillas comestibles. (Por ejemplo, bayas).
- Granos integrales como:

Fideos de trigo integral

Cereales de trigo integral. (Busque los que tienen 3 gramos de fibra o más por porción, incluidos los hechos con trigo integral, salvado de trigo y avena).



Pan de trigo integral. (Para que sea una buena fuente de fibra, una rebanada de pan debe tener por lo menos tres gramos de fibra. Otro buen indicio: busque panes cuyo primer ingrediente es un grano integral, por ejemplo, trigo integral o avena.)

Muchos productos de grano ahora tienen "doble fibra", pues se les añade fibra.

- Las nueces como los cacahuates o maní, nueces de nogal y almendras, son una buena fuente de fibra y grasa saludable, pero esté atento al tamaño de la porción, porque una pequeña cantidad tiene muchas calorías.

En general, una excelente fuente de fibra contiene 5 gramos o más por porción, mientras que una buena fuente de fibra contiene de 2.5 a 4.9 gramos por porción.

Lo mejor es consumir fibra proveniente de alimentos en vez de un suplemento. Además de la fibra, estos alimentos son muy nutritivos, pues contienen muchos importantes minerales y vitaminas. Es más, ¿es posible que contengan nutrientes que aún no se han descubierto!

Funciones de los carbohidratos:

Los carbohidratos son moléculas que tienen diversas funciones en el organismo; a continuación, se mencionan algunas:

FUNCIONES		
Monosacáridos	Disacáridos	Polisacáridos
<ul style="list-style-type: none"> Ser fuente de energía inmediata para la célula. Su degradación proporciona 4 Kcal/gr. Formar parte de la membrana plasmática. Ser componentes estructurales de los ácidos nucleicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Ser fuente de energía para la célula. Proporcionar 4 Kcal/gr. Almacenar energía a corto plazo, básicamente en plantas. 	<ul style="list-style-type: none"> Formar estructuras celulares. Sirve como reserva energética de la célula. Formar parte de la membrana plasmática. Su degradación proporciona 4 Kcal/gr.



Características principales de los carbohidratos:

CARACTERÍSTICAS		
Monosacáridos	Disacáridos	Polisacáridos
<ul style="list-style-type: none"> Formados por una molécula y son azúcares simples, solubles en agua, de sabor dulce y color blanco. 	<ul style="list-style-type: none"> Formados por dos monosacáridos unidos por un enlace glucosídico; son solubles en agua y su sabor es dulce. 	<ul style="list-style-type: none"> Los polisacáridos están formados por la unión de numerosas glucosas (monosacáridos) y son insolubles en agua.

Ejemplos:

A continuación, se presentan ejemplos de diferentes carbohidratos.

Glucosa. Monosacárido

La glucosa es el carbohidrato más abundante en la tierra. El azúcar que usamos para endulzar la comida o preparar postres se llama sacarosa, compuesta por una molécula de glucosa y otra de fructosa. Normalmente, se obtiene de la caña de azúcar y de la remolacha. La lactosa, que es el azúcar que se encuentra en la leche, está formado por una glucosa y una galactosa, que es otro monosacárido. La maltosa es un disacárido (dos moléculas de glucosa unidas) que se encuentra en las semillas germinadas. Muchas unidades de glucosa juntas forman polímeros llamados polisacáridos. Los dos polisacáridos más conocidos son el almidón y el glucógeno. Esta es la forma de almacenar glucosa, almidón en los vegetales, glucógeno en los animales. Las paredes vegetales están formadas por celulosa, que es otro polisacárido formado por cadenas de glucosa. Proporciona energía a la célula. Forma parte de moléculas más complejas. En la siguiente fig. 40 se presenta su estructura

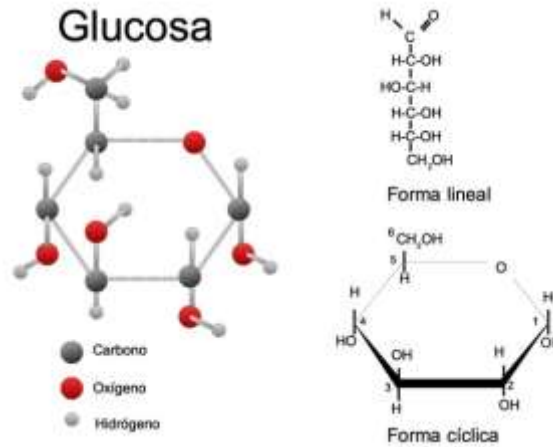


Figura 40. Estructura de la glucosa. Fuente: <https://www.todamateria.com/glucosa/>

Disacáridos:

Los disacáridos están formados por dos monosacáridos unidos por un enlace glucosídico; son solubles en agua y su sabor es dulce. Figura 41.

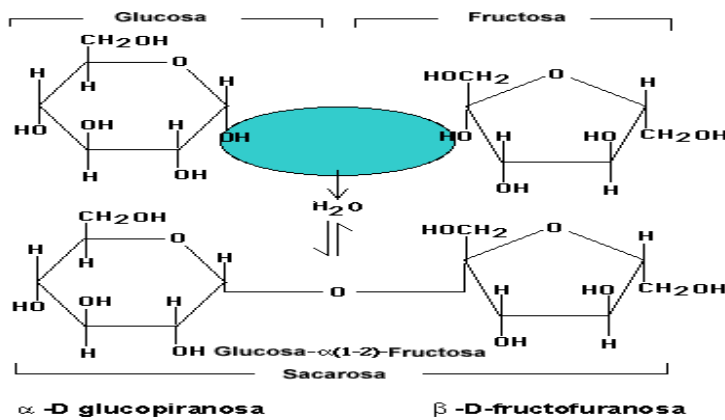


Figura 41. Enlace glucosídico. Fuente: https://bioquimicacta14.blogspot.com/2014_07_21_archive.html?view=snapshot

Almidón

Polímero de la glucosa. Almacenamiento de energía en células vegetales, se encuentra en semillas, raíces y tubérculos. Figura 42.

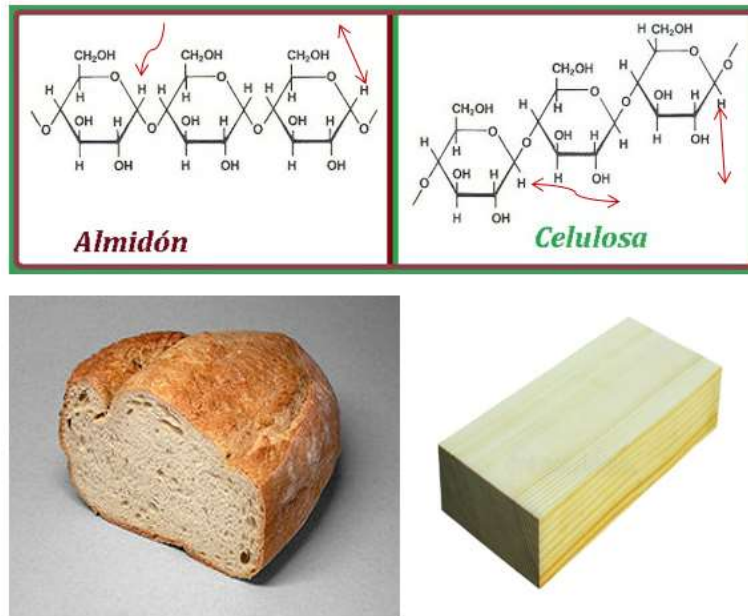


Figura 42. Estructura de almidón y Celulosa. Fuente: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/diferencias-entre-almidon-celulosa-t42409.htm>

Celulosa

Polímero de la glucosa. Da soporte estructural formando la pared celular de células vegetales, algunas algas y hongos. En el hombre es la fibra dietética. Figura 42.

Glucógeno

Polímero de la glucosa. Reserva energética en animales, se localiza en los músculos e hígado. Figura 43.

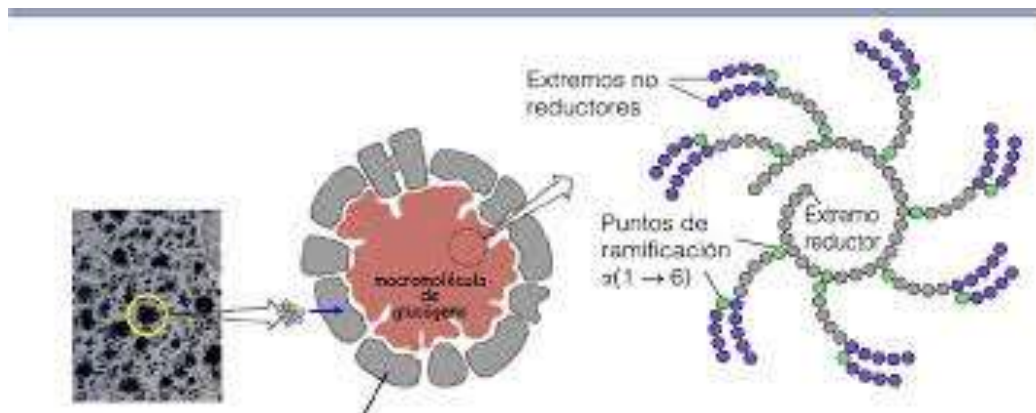


Figura 43. Estructura del glucógeno. Fuente: <https://www.studocu.com/es/document/universidad-de-alcala/bioquimica-y-biologia-molecular-ii/apuntes/tema-15-apuntes-15/2694747/view>



2.3.2 Lípidos

Son biomoléculas orgánicas formadas principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno, siendo el contenido de oxígeno muy bajo en relación con el carbono y el hidrogeno. Son insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos como el éter y el benceno. Están formados por glicerol (alcohol), ácidos grasos o derivados de ellos, lo que les da la característica de ser compuestos no polares (que no son atraídos por el agua).

Los ácidos grasos están formados por largas cadenas de carbonos (en número par) saturados con hidrógenos y un grupo funcional carboxilo (-COOH) en un extremo, tienen la característica de ser hidrófobos (sustancias que no se disuelven en agua).

Existen dos tipos de ácidos grasos: los saturados, que son los que poseen ligaduras sencillas en la cadena de carbonos y los insaturados, que tienen por lo menos una doble ligadura en la molécula y reciben el nombre de monoinsaturados o pueden tener dos o más y se llaman poliinsaturados. Figura 43.



Ácidos grasos saturados e insaturados:

Lista de ácidos grasos saturados e insaturados de mayor importancia en la alimentación			
Nombre	Fórmula	Posición de los dobles enlaces	Alimentos que los contienen
Ácidos Grasos Saturados			
Butírico	C_3H_7COOH		Mantequilla y leche
Caproico	$C_5H_{11}COOH$		Mantequilla y leche
Caprílico	$C_7H_{15}COOH$		Aceite de coco y leche
Caprico	$C_9H_{19}COOH$		Aceite de palma, coco y leche
Láurico	$C_{11}H_{23}COOH$		Aceite de coco y palma
Mirístico	$C_{13}H_{27}COOH$		Aceite de nuez moscada
Palmítico **	$C_{15}H_{31}COOH$		Carne de res y vegetales
Esteárico	$C_{17}H_{35}COOH$		Carne de res y vegetales (coco)
Araquídico	$C_{19}H_{39}COOH$		Aceite de cacahuete
Ácidos Grasos Insaturados			
Palmitoleico 1*	$C_{15}H_{29}COOH$	$\Delta 9$	Mantequilla y aceites de pescado
Oleico 1*	$C_{17}H_{33}COOH$	$\Delta 9$	Aceite de oliva
Linoléico 2*	$C_{17}H_{31}COOH$	$\Delta 9, 12$	Aceite de linaza, girasol y soya
Linolénico 3*	$C_{17}H_{29}COOH$	$\Delta 9, 12, 15$	Aceite de linaza y soya
Araquidónico 4*	$C_{19}H_{31}COOH$	$\Delta 5, 8, 11, 14$	Lecitina y aceites de pescado

* Número de dobles ligaduras,, ** Es el más común se encuentra en todos los alimentos, Δ Indica el sitio de la doble ligadura

Figura 43. Ácidos grasos importantes en la alimentación.
Fuente: <https://slideplayer.es/slide/1724617/>

Funciones

Los lípidos tienen una gran importancia biológica, ya que realizan diversas funciones en los organismos como son: Fuente de energía secundaria, cuando se termina el colágeno acumulado en los tejidos e hígado. Son cubiertas protectoras de frutas como es el caso de las ceras. Constituyentes del sistema nervioso, de las paredes celulares, y de las plaquetas del sistema de coagulación, también de hormonas, el colesterol es constituye de hormonas, vitaminas, y sales biliares, además de aislante térmico, y protector de los órganos del organismo. Se ejemplifica en la siguiente Figura 44.



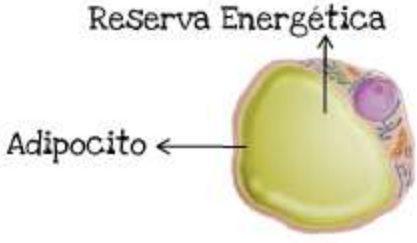

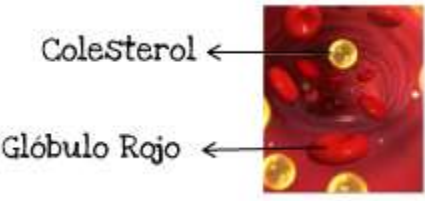

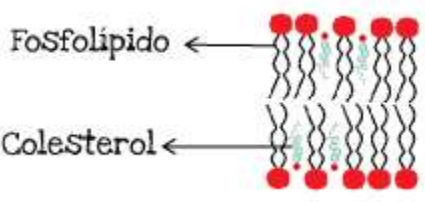


<ul style="list-style-type: none"> • Ser fuente de reserva energética proporcionando 9Kcal/gr <p>Reserva Energética</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Cubierta protectora 
<ul style="list-style-type: none"> • Colesterol, precursores de algunas hormonas, vitaminas y sales biliares <p>Colesterol</p>  <p>Glóbulo Rojo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En la función del cerebro 
<ul style="list-style-type: none"> • Componentes estructurales de las membranas celulares <p>Fosfolípido</p>  <p>Colesterol</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En la coagulación de la sangre <p>Plaquetas</p> 
	<ul style="list-style-type: none"> • Aislantes térmicos 

Figura 44. Funciones de Los lípidos. Fuente: <https://slideplayer.es/slide/1724617/quimica-2.html>

Clasificación

Los lípidos se pueden clasificar de acuerdo a su composición química en:

Simples, los que están formados por un glicerol (alcohol) y tres ácidos grasos exclusivamente, como las grasas y los aceites. (Figura 45)

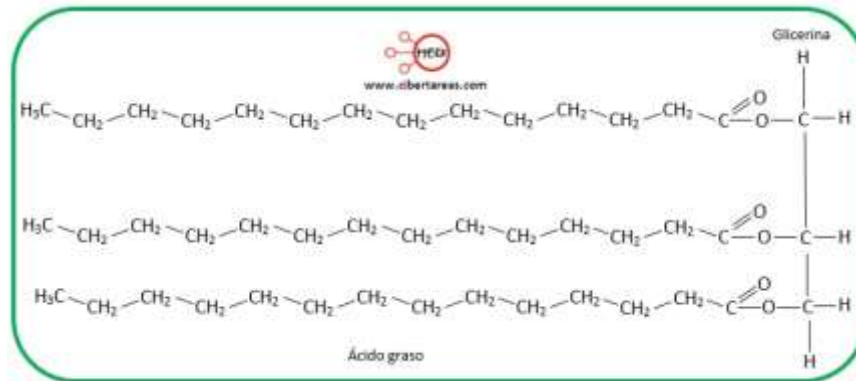


Figura 45. Ácidos grasos simples. Fuente <https://cibertareas.info/lipidos-simples-acilgliceridos->

Las **grasas** que son ricas en ácidos grasos **saturados**, tienen consistencia sólida o semisólida a temperatura ambiente, algunos ejemplos son la mantequilla y el cebo de res. Los **aceites** son ricos en ácidos grasos **insaturados**, son líquidos y generalmente de origen vegetal, los principales son: el **oleico**, que se encuentra en el aceite de oliva y el **linoléico** en el aceite de linaza, girasol y soya. Figura 46.



Figura 46. Soya. Fuente: El universal, 2019

Compuestos, son semejantes a los simples, pero además tienen: nitrógeno, fósforo, azufre y otras moléculas. También reciben el nombre de **lípidos de la membrana**, aquí se encuentran los fosfolípidos, que son los lípidos compuestos más abundantes en las células animales y vegetales, un ejemplo es la lecitina de soya. Figura. 47



Figura 47. Lípidos Compuestos.

Derivados o esteroides, provienen de alcoholes cíclicos, son un grupo heterogéneo de compuestos, en el que sólo tienen en común la insolubilidad en el agua. Aquí se encuentran el colesterol, las vitaminas A, D, E y K, las hormonas sexuales y las sales biliares.



Las fuentes de obtención de colesterol en el hombre son: exógena, es la que proviene de los alimentos que se ingieren y la endógena, de la capacidad que tiene el hígado para sintetizarlo.

Vitaminas liposolubles

Formada por la unión de una glucosa y una fructosa, es el azúcar de la caña.

Vitamina A: mantiene y restaura el tejido epitelial de las mucosas de ojos, vías respiratorias, genitourinarias y digestivas, protegiendo al organismo de infecciones. También actúa como antioxidante, mantiene la piel saludable y evita la ceguera nocturna. Fuentes de obtención: los vegetales de hojas verdes, zanahorias, tomates, germen de trigo, aceite de hígado de pescado, carne, yema de huevo y leche. La dosis recomendada diaria es de 4000 UI (Unidades Internacionales). Figura 48.



Figura 48. Fuente de Vitamina A. Fuente: <https://veganoutreach.org/vitamina-a/>

Vitamina E: también conocida como tocoferol, funciona como antioxidante protegiendo a las mitocondrias de la oxidación y al tejido pulmonar de la acción de oxidantes que hay en atmósferas muy contaminadas.

Fuentes de obtención: verduras de hojas verdes, germen de trigo, carne y leche. Se recomienda ingerir diariamente de 400 a 800 UI dependiendo de la edad. Figura 49.



Figura 49. Vitamina E.

Vitamina D: Interviene en la absorción del calcio y el fósforo en el intestino, además ayuda a la formación de huesos y dientes, regula el desplazamiento de calcio hacia el interior y exterior del hueso. El hombre puede sintetizar su propia vitamina D exponiéndose a la luz del sol por unos minutos.

Fuentes de obtención: aceite de hígado de pescado, en especial el atún, en la grasa de la carne de res y en la leche. La dosis recomendada diaria es de 400 UI. Figura 50.



Figura 50. Fuente de Vitamina D. Fuente: <https://osalde.org/screening-y-suplementacion-de-vitamina-d/>

Vitamina K: interviene en la coagulación de la sangre, ya que forma parte de la síntesis de la protrombina en el hígado.

Fuentes de obtención: alfalfa, espinacas, col, leche y queso. Existen dos vías para obtenerla, la primera es a través de la alimentación y la segunda, es por la síntesis bacteriana que se lleva a cabo en el tracto intestinal. La dosis diaria recomendada es de 70 a 140 microgramos. Figura 51.



Figura 51. Fuente de Vitamina K. Fuente: <https://www.sabervivir.es/nutricion-y-cocina/saber-comer/vitamina-k-para-mantenerte-fuerte-y-joven>

Importancia

Los lípidos son importantes para los seres vivos porque:

Proporcionan 9 Kcal/g y son almacenados por los organismos, dando lugar a la reserva más importante de energía. Se utilizan al haber un déficit de carbohidratos.

Son necesarios tanto para la estructura como para el buen funcionamiento de las células, ya que intervienen en una gran variedad de procesos.

El consumo excesivo de alimentos que contienen lípidos ricos en ácidos grasos saturados, son perjudiciales para la salud, pues son la causa de la obesidad y los accidentes cardiovasculares (infartos, trombosis y embolias), así como de muchas otras enfermedades.

El colesterol es un lípido indispensable para los seres vivos, particularmente el hombre debe de regular su consumo y procurar mantenerlo en un rango de entre 150 y 200 mg/dL de sangre.

Los lípidos son necesarios para la vida, pero deben de tener cuidado en la cantidad y calidad que consumen.

2.3.3 Proteínas

Son biomoléculas muy grandes, formadas por unas subunidades llamadas aminoácidos que están constituidos por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N) y algunos tienen azufre (S); formando grandes cadenas poli peptídicas llamadas proteínas, una cadena polipeptídica está formada por la unión de varios aminoácidos como un polímero de aminoácidos. Alrededor del 50% del peso seco de las células son proteínas sintetizadas por ellas mismas, las cuales realizan diferentes funciones en los organismos como:

- Estructural (forman parte de todas las membranas celulares)
- Enzimática (aceleran la velocidad de las reacciones metabólicas)
- Transporte (distribuyen diferentes sustancias a las células)
- Hormonal (regulan una gran variedad de funciones)
- Contráctiles (constituyen el mecanismo biológico del movimiento)
- Receptoras (determinan la capacidad de reacción de las células), entre otras

En la naturaleza existen una gran cantidad de aminoácidos, de los cuales solo 20 constituyen a las proteínas, de éstos 9 se consideran esenciales en el hombre debido a que



las células no pueden sintetizarlos y es necesario consumirlos en la dieta diaria. Los aminoácidos contienen en su molécula por lo menos un grupo funcional amino y uno carboxilo. Funciones y ejemplos de proteínas figura 52

FUNCIONES Y EJEMPLOS DE PROTEÍNAS:

1. Estructural
2. Enzimática
3. Hormonal
4. Defensiva
5. Transporte
6. Reserva
7. Función homeostática
8. Anticongelante
9. Actividad contráctil



Figura 52. Funciones y Ejemplos de proteínas.
Fuente: <https://es.slideshare.net/EDU3364/proteinas-7512463>

En la siguiente tabla se muestran los aminoácidos que forman proteínas:

Esenciales	No Esenciales
Treonina (Tre)	Glicina (Gli)
Metionina (Met)	Ácido Glutámico (Glu)
Lisina (Lis)	Ácido Aspártico (Asp)
Valina (Val)	Alanina (Ala)
Triptófano (Tri)	*Arginina (Arg)
Leucina (Leu)	Asparagina (Asn)
Isoleucina (Ileu)	Cisteína Cis)
Fenilalanina (Fen)	Glutamina (Gln)



Histidina (His)	Prolina (Pro)
	Serina (Ser)
	Tirosina (Tir)

*Aunque se encuentra en la tabla como no esencial, para los niños (hasta los 12 años) se considera esencial.

Existen varios miles de proteínas diferentes (hasta 10,000 en una célula típica de mamífero. Karp 1998), que son específicas de cada especie, las cuales son el resultado de la unión de los aminoácidos, que se realiza entre el OH del grupo carboxilo de un aminoácido y el H del grupo amino del otro, formándose un enlace llamado peptídico. La variedad de proteínas que existen, se debe a la secuencia, el número y el tipo de aminoácidos que las componen, lo que da como resultado una gran diversidad de funciones que realizan en los organismos, ya que están presentes en todos los procesos biológicos que llevan a cabo los seres vivos. Las proteínas se clasifican y nombran de acuerdo a su función, o al proceso en el cual intervienen. O en su defecto a su descubridor.

En la figura 53. Se muestra la unión de aminoácidos y el enlace peptídico.

Un aminoácido y el enlace peptídico:

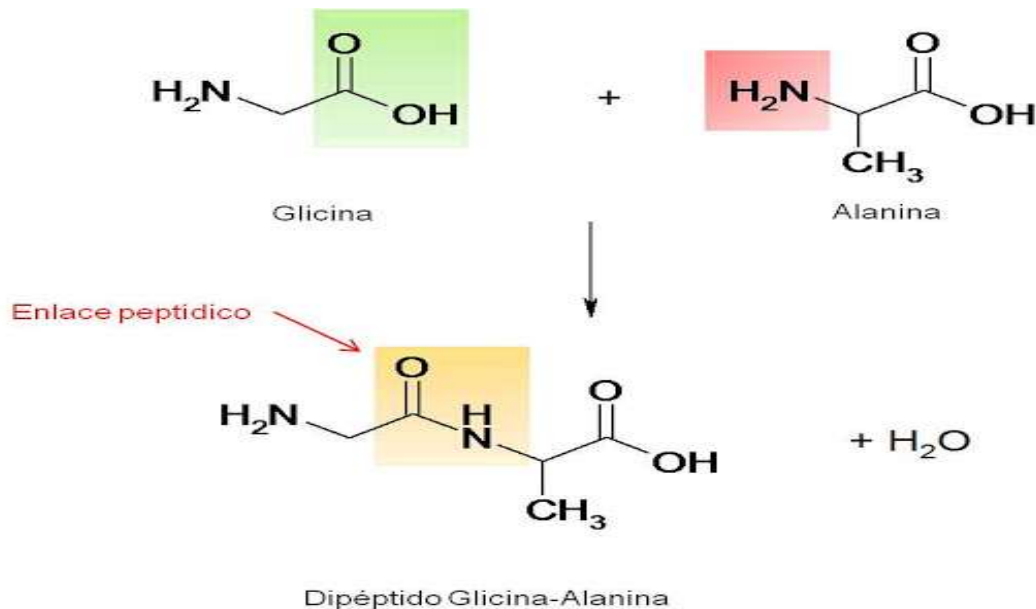


Figura 53. Ejemplos de aminoácidos y enlace peptídico. Fuente: <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/73-biomoleculas.html>



2.3.4 Ácidos Nucleicos

Son moléculas muy grandes y complejas, que están formadas por carbono, Hidrogeno, Oxígeno, Nitrógeno, y Fosforo. Se encuentran en todos los seres vivos.

Están constituidos por unas subunidades llamadas **nucleótidos**, que a su vez están formados por:

Ácido Fosfórico Figura 54.

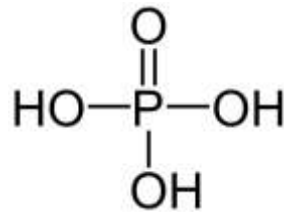


Figura 54. Ácido Fosfórico. Fuente: <https://www.restauero-online.com/20-de-acido-fosforico-puro-H3PO4>

Azúcar pentosa 55:

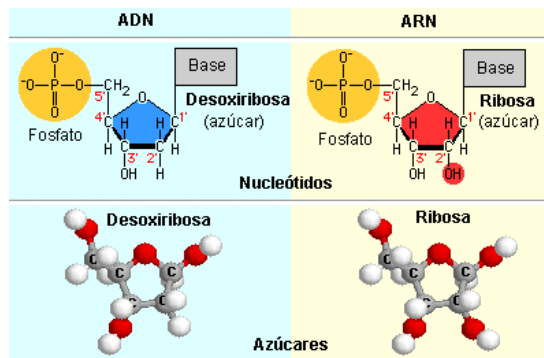


Figura 55. Imagen de las pentosas de los ácidos nucleicos. Fuente: <http://www.maph49.galeon.com/biomol2/ribose.html>



Bases nitrogenada:

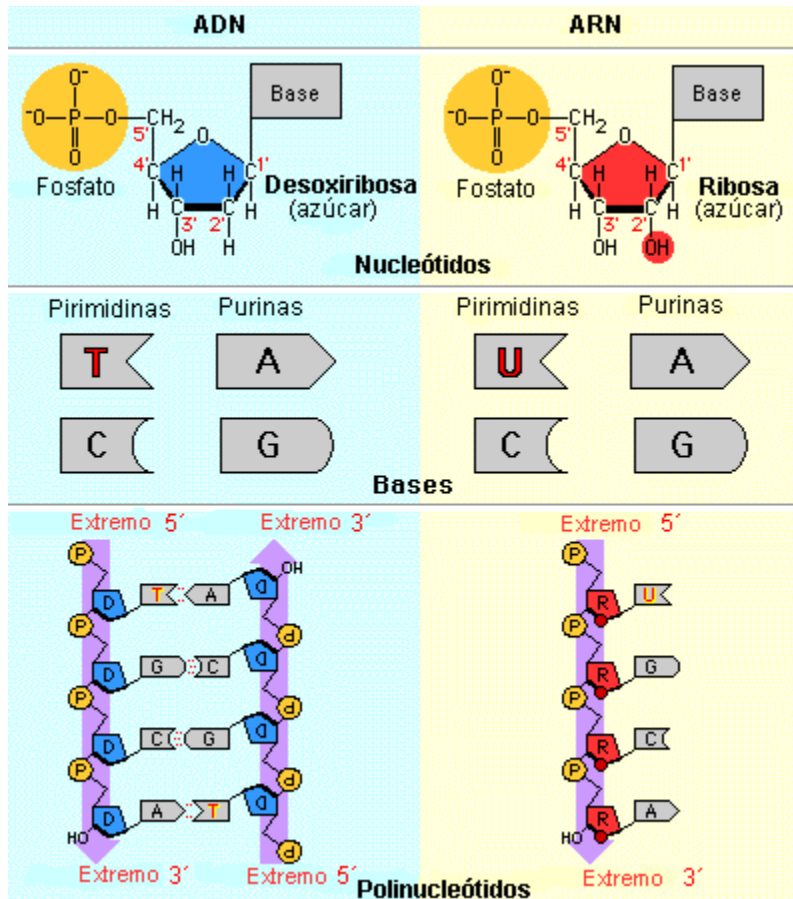


Figura 56. Bases nitrogenadas. Fuente: <http://biologiaygeologia4cssa.blogspot.com/2011/12/adn-vs-arn.html>

ADN

El ácido desoxirribonucleico (ADN), es la biomolécula directriz encargada de la síntesis de proteínas y de conservar las características genéticas de los seres vivos, se va a encontrar en los cromosomas, estos varían en número, de acuerdo a la especie de que se trate y los genes son segmentos de ADN que contienen la información para producir una proteína, por lo tanto son “la unidad funcional de la herencia”, y de la síntesis de proteínas.

Por otro lado, el ácido ribonucleico (ARN) es el encargado de copiar y transcribir el mensaje del ADN, además de otras funciones.

Estructura del ADN y el ARN	
ADN	ARN



<ul style="list-style-type: none"> Formado por las bases nitrogenadas: adenina (A), timina (T), guanina (G) y citosina (C). 	<ul style="list-style-type: none"> Adenina(A), guanina (G), citosina (C) y uracilo (U).
<ul style="list-style-type: none"> Formado por dos cadenas complementarias de nucleótidos en la que la adenina está enfrente de timina y guanina de citosina. 	<ul style="list-style-type: none"> Formado por una sola cadena de nucleótidos.
<ul style="list-style-type: none"> Forma de doble hélice. 	<ul style="list-style-type: none"> Forma lineal.
<ul style="list-style-type: none"> Cadenas antiparalelas. 	<ul style="list-style-type: none"> Existen 3 tipos de ARN: ARNm (mensajero), ARNr (ribosomal) y ARNt (transferencia).

Localización de los ácidos Nucleicos:

Localización del ADN y el ARN	
ADN	ARN
<ul style="list-style-type: none"> Núcleo de la célula. 	<ul style="list-style-type: none"> ARNm. Núcleo de la célula.
<ul style="list-style-type: none"> Mitocondrias. 	<ul style="list-style-type: none"> ARNr. Citoplasma formando los ribosomas.
<ul style="list-style-type: none"> Cloroplasto. 	<ul style="list-style-type: none"> ARNt. Citoplasma.

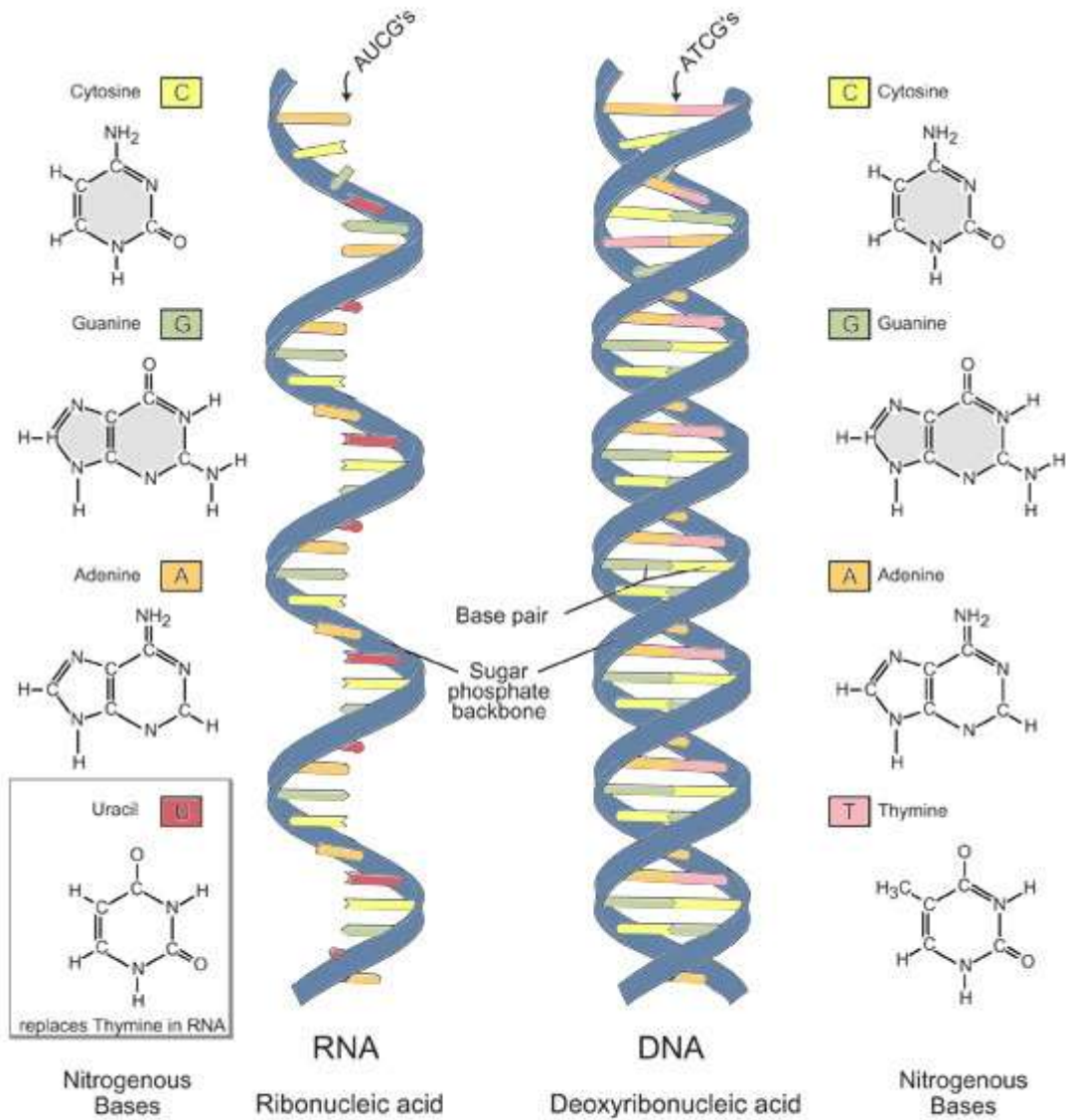


Image adapted from: National Human Genome Research Institute. Talking Glossary of Genetic Terms. Available at: www.genome.gov/Pages/Hyperion/DIR/VIP/Glossary/Illustration/rna.shtml.

Representación de la estructura del ADN y del ARN. Fuente: <http://paoyflor.blogspot.com/p/adn-y-arn.html>



Funciones de los ácidos nucleicos

Función del ADN y el ARN	
ADN	ARN
<ul style="list-style-type: none"> • Contener la información hereditaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • ARNm. Copia la secuencia de bases nitrogenadas del ADN.
<ul style="list-style-type: none"> • Controlar todas las actividades celulares (reproducción celular, síntesis de proteínas). 	<ul style="list-style-type: none"> • ARNr. Interviene en la síntesis de proteínas en la célula.
	<ul style="list-style-type: none"> • ARNt. Transporta los aminoácidos del citoplasma al ribosoma.



Actividades

La elaboración de las actividades estará guiada por tu figura académica, mismo que te indicará, a través de la *Planificación de actividades*, la dinámica que tú y tus compañeros (as) llevarán a cabo, así como los envíos que tendrán que realizar.

Para el envío de tus trabajos usarás la siguiente nomenclatura: QUI_U2_A1_XXYZ, donde QUI corresponde a las siglas de la asignatura, U2 es la unidad de conocimiento, A1 es el número y tipo de actividad, el cual debes sustituir considerando la actividad que se realices, XX son las primeras letras de tu nombre, Y la primera letra de tu apellido paterno y Z la primera letra de tu apellido materno.

Autorreflexiones

Para la parte de **autorreflexiones** debes responder las *Preguntas de Autorreflexión* indicadas por tu figura académica y enviar tu archivo. Cabe recordar que esta actividad tiene una ponderación del 10% de tu evaluación.

Para el envío de tu autorreflexión utiliza la siguiente nomenclatura:

QUI_U2_ATR_XXYZ, donde QUI corresponde a las siglas de la asignatura, U2 es la unidad de conocimiento, ATR es la actividad realizada, XX son las primeras letras de tu nombre, y la primera letra de tu apellido paterno y Z la primera letra de tu apellido materno.



Cierre de la unidad

En la unidad 2 se revisaron los principales tipos de enlace que se establecen entre los átomos al formar los diversos compuestos y moléculas, así como las propiedades que estas uniones le confieren a las sustancias.

La unidad que estamos concluyendo nos permitirá tener las bases y adentrarnos a los distintos procesos bioquímicos a nivel celular que ocurren en el ser humano y que en otra asignatura serán tema de estudio. Debemos recordar que la química orgánica lleva a cabo el estudio de distintos compuestos que forman parte de varios alimentos y para la conservación de éstos, cuya base de su composición están integrados por el carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno, que fundamentan la química de la vida.

Estos elementos químicos, que estudiaremos con mayor profundidad en los próximos semestres, participan a nivel molecular en diversas reacciones celulares, transformándose con la finalidad de beneficiar a nuestro organismo. Con base en lo anterior, la importancia que tiene la química en general, pero más en lo que la química orgánica plantea desde sus principios, nos permite incursionar en un mar de posibilidades donde esta área del conocimiento aporta a humanidad muchos beneficios que debemos reconocer como parte de su crecimiento y desarrollo.

En relación a la nomenclatura revisada en esta segunda unidad, aprendimos cómo nombrar a los distintos compuestos que la química orgánica reconoce con base en las reglas que la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) plantea, las cuales nos permite identificarlos y diferenciarlos con base en un marco de referencia internacional.

Para el futuro nutriólogo, el estudio de la química es importante ya que todo lo que nos rodea está formado por materia, y cuando se dice todo es todo, incluidos los alimentos y el mismo organismo humano, básicos en el estudio de la nutrición. Sin embargo, en su práctica diaria la importancia de la química inorgánica e inorgánica estará en función de la utilidad práctica de esta asignatura, tal y como se ha planteado en todas las actividades y participaciones en foros.

A partir de ahora puedes observar el entorno e identifica a los grupos orgánicos que hay en cada objeto que usamos en nuestra vida diaria.

¡Felicidades, has concluido esta asignatura!



Para saber más



JavierCiencias (30 de julio de 2008) *Moléculas orgánicas*. [Archivo de Video] Youtube
<https://www.youtube.com/watch?v=XnfY4Y-Xe04&feature=youtu.be>



Quimiayudas (26 de mayo de 2014) *Nomenclatura orgánica. Alcanos, alquenos y alquinos*. [Archivo de Vídeo] Youtube
<https://www.youtube.com/watch?v=vtUVJD-EUis>



Fuentes de consulta



Básica

- Bruice, P. Y. (2008). *Química orgánica*. Pearson.
- Burns, R. (2002). *Fundamentos de química*. Pearson.
- De la Llata, M. D. (2001). *Química inorgánica*. Progreso.
- Fieser, L. F., & Fieser, M. (1985). *Química orgánica fundamental*. Reverté.
- Galán, J. (1987). *Sistemas de unidades físicas*. Reverté.
- Harry, G. (1980). *Principios básicos de química*. Reverté.
- Hepler, L. (2000). *Principios de química*. Reverté.
-

Complementaria

- Bedillo, J. (2008). *Macromoléculas*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Geissman, T. A. (2004). *Principios de química orgánica*. Reverté.
- Klages, F. (s. f.). *Tratado de química orgánica* (Tomo I). Reverté.
- Lamarque, A., Zygadlo, J., Labuckas, D., López, L., Torres, M., & Maestri, D. (2008). *Fundamentos teóricos de química orgánica*. Brujas.
- Pérez Aguirre, G., Garduño Sánchez, G., & Rodríguez Torres, C. (2007). *Química 1: Un enfoque constructivista*. Pearson.
- Química Orgánica Universitatis Chemia. (s. f.). *El origen de la química orgánica*. <http://www.quimicaorganica.org/30-indices/quimica-organica/57-el-origen-de-la-quimica-organica.html>



- Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. (s. f.). *Química orgánica*. <http://organica1.org/>
- Yurkanis Bruice, P. (2008). *Química orgánica*. Pearson.