

CAPÍTULO VII.

QUÍMICA DEL CARBONO.

La Química orgánica es un tema bastante amplio y complicado. Sus divisiones van desde los conceptos fundamentales de la estructura atómica, unión química y mecanismos de reacción, hasta la síntesis de drogas, polímeros y textiles. El combustible y el hule requerido para nuestro transporte moderno, nuestras comidas y vestidos, pinturas para casas, colorantes, drogas, insecticidas y vitaminas. Todo esto y muchos otros - productos industriales caen dentro del dominio de la Química Orgánica.

Debido a que la Química Orgánica es un campo de estudio tan grande, nuestras consideraciones a cerca de ella serán, necesariamente sólo resumidas. Es difícil estudiar una parte de la Química Orgánica, sin el conocimiento de otras; por lo que en este Capítulo únicamente se introducirá al estudiante al campo y lenguaje del Químico Orgánico.

7.1 DEFINICIÓN DE QUÍMICA ORGÁNICA.

El término "Química Orgánica" se originó de la idea histórica de que los compuestos orgánicos eran obtenidos o estaban presentes, exclusivamente en los organismos vivos. En una época se creyó que la formación de ciertas sustancias, como el alcohol etílico, ácido etílico, metano y benceno, requerían una fuerza vital que no podría ser reproducida en el laboratorio. Sin embargo, cuando F. Wohler sintetizó la urea (un compuesto de la orina animal) a partir de materiales inorgánicos, el término "Química Orgánica" ha venido a significar la química de los compuestos del carbono, tanto de origen natural como sintético. No solo se han sintetizado en el laboratorio los compuestos orgánicos antes mencionados sino que ahora se han obtenido poco más de un millón de compuestos

de carbono, independientemente de una fuerza vital. En Química, una de las grandes tareas ha sido reproducir en el laboratorio compuestos que se presentan en la naturaleza; sin embargo, la mayoría de los compuestos de carbono conocidos se han "inventado" y aparentemente no existen en la naturaleza.

7.2 EL ÁTOMO DE CARBONO.

El corazón de la Química Orgánica es el átomo de carbono, único en su posibilidad de formar enlaces químicos y formas geométricas diferentes a las de cualquier otro elemento, tiene ciertas semejanzas con el silicio, boro, nitrógeno y otros vecinos en la tabla periódica, pero estas semejanzas son limitadas. La propiedad más importante del carbono es la capacidad de sus átomos para formar enlaces químicos entre sí, y con una gran variedad de otros elementos. El carbono normalmente forma *cuatro enlaces covalentes* en los compuestos orgánicos. De donde se dice que el carbono es *tetravalente*. Esta tetravalencia (tendencia a formar cuatro enlaces) se correlaciona con el hecho de que el carbono tiene cuatro electrones de valencia.



Cuando un átomo de carbono forma enlaces covalentes con otros cuatro átomos, las cuatro parejas de electrones se distribuyen tetraédricamente alrededor del átomo de carbono.

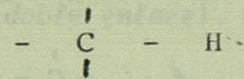


Para facilitar en la escritura, los cuatro enlaces covalentes del carbono pueden representarse en un plano como:

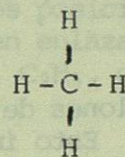


Consideremos ahora, como forma del átomo de carbono los enlaces con otros átomos comunes. El hidrógeno es el elemento que se encuentra con más frecuencia enlazado con el átomo de carbono en los compuestos orgánicos.

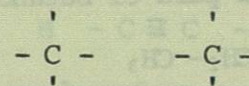
Un átomo de hidrógeno puede compartir una pareja de electrones con un átomo de carbono.



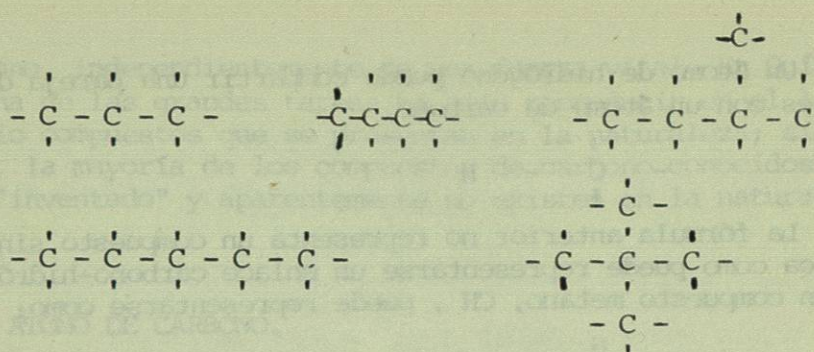
La fórmula anterior no representa un compuesto sino sólo indica como puede representarse un enlace carbono-hidrógeno. En un compuesto metano, CH₄, puede representarse como:



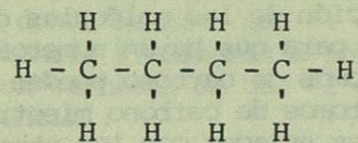
Esta fórmula, la cual indica los átomos que se enlazan se llama *fórmula estructural*. Las fórmulas estructurales se usan para indicar cuales átomos se enlazan a cuales átomos en la molécula. Por otra parte, las fórmulas moleculares se usan para indicar la composición de las moléculas de los compuestos. Una de las razones para que haya numerosos compuestos orgánicos es que los átomos de carbono pueden formar fuertes enlaces con los otros átomos de carbono mientras que, al mismo tiempo, forman fuertes enlaces con los otros átomos de carbono mientras que, al mismo tiempo, forman fuertes enlaces con otros no metales. Esto significa que es posible formar cadenas de átomos de carbono enlazados entre sí y con otros tipos de átomos. Es posible que dos carbonos estén ligados por un solo enlace covalente.



Un átomo de carbono dado puede formar más de un enlace sencillo con otros átomos de carbono. Esto da lugar a un número muy grande de sucesiones posibles de átomos de carbono enlazados entre sí. Presentamos unos cuantos ejemplos:



Literalmente existen miles de millones de sucesiones posibles de átomos de carbono enlazados. Esto implica el hecho de que existan millones de compuestos orgánicos conocidos. Por supuesto, los compuestos reales comprenden estas sucesiones de átomos de carbono con otros tipos de átomos, tales como el hidrógeno, enlazados a los carbonos. Por ejemplo, la fórmula estructural para el butano C_4H_{10} , es:

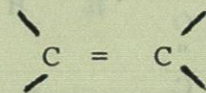


En lugar de escribir la fórmula estructural completa de un compuesto, es posible representar los compuestos mediante una *fórmula estructural condensada*, la cual nos indica la sucesión de enlaces sin mostrar todos los enlaces. Por ejemplo, la fórmula estructural para el butano es:

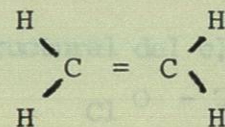


Tal fórmula debe interpretarse como indicando que los carbonos están enlazados entre sí en sucesión y cada carbono está enlazado a los hidrógenos (u otros átomos) que se encuentran en seguida de él en la fórmula. Las fórmulas condensadas son más convenientes para ser escritas que las fórmulas estructurales completas.

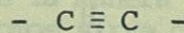
Los dos átomos de carbono son capaces de compartir *dos parejas* de electrones entre sí para formar un enlace covalente doble (*doble enlace*).



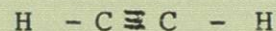
El enlace doble usa dos enlaces para cada carbono, dejando otras dos posiciones de enlace en cada carbono, los que intervienen en enlazar a otros átomos. Por ejemplo, el compuesto etileno, C_2H_4 , comprende un enlace doble:



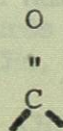
A veces dos átomos de carbono comparten realmente tres parejas de electrones para formar un enlace covalente triple (*triple enlace*).



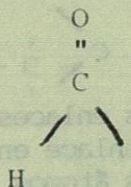
Cuando dos átomos de carbono están unidos mediante un enlace triple, cada carbono puede formar otro enlace con un átomo diferente. Por ejemplo, el acetileno, C_2H_2 comprende un enlace triple.



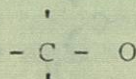
El oxígeno puede enlazarse al carbono en dos formas diferentes. El oxígeno puede formar dos enlaces covalentes (divalente) de modo que es posible que el oxígeno se enlace a un carbono mediante un enlace doble.



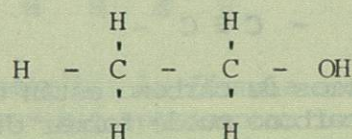
Esto deja dos posiciones de enlace en el carbono que se usan para enlazar a otros átomos. La fórmula estructural del formoldehído, CH_2O , es:



El carbono y el oxígeno pueden ligarse mediante un enlace sencillo.



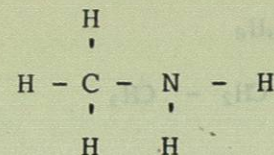
Esto deja una posición de enlace en el oxígeno y tres en el carbono. La fórmula estructural del alcohol etílico $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, es:



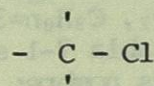
Comúnmente, el nitrógeno y el carbono se ligan mediante un enlace sencillo.



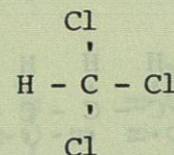
Esto deja dos posiciones de enlace en el nitrógeno y tres en el carbono. La fórmula estructural de la metilamina CH_3NH_2 , es:



El carbono puede formar enlaces sencillos con los halógenos (F, Cl, Br y I).



La fórmula estructural del cloroforno es:



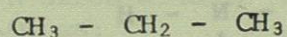
El conocimiento de la manera en la que el carbono forma los enlaces con los átomos sirve como fundamento para la discusión de los compuestos orgánicos.

7-3 LOS ALCANOS Y EL ISOMERISMO.

Los compuestos orgánicos que sólo contienen carbono e hidrógeno se llaman *hidrocarburos*. Los hidrocarburos que sólo contienen carbonos enlazados entre sí mediante enlaces sencillos (no enlaces dobles ni triples) se llaman hidrocarburos *saturados*. Es importante examinar alguno de estos hidrocarburos, ya que sirven como base para la nomenclatura y las fórmulas estructurales de un gran número de compuestos orgánicos. Existen numerosos hidrocarburos posibles. El hidrocarburo más sencillo es el metano, CH_4 , el segundo es el etano C_2H_6



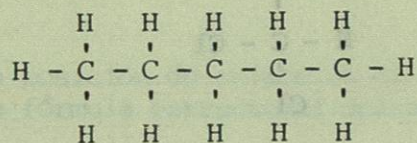
el tercero es el propano, C_3H_8



Nótese que estos compuestos en el cual los miembros difieren de esta manera se llaman serie *homóloga*. Los hidrocarburos saturados comprenden una serie homóloga correspondiente a la fórmula general.

C_nH_{2n+2} (CH_4 n=1, C_2H_6 n=2, C_3H_8 n=3). Estos compuestos se llaman *alcanos*. En la tabla 7-1 se enumeran ocho de los alcanos más importantes, sus nombres son importantes.

Consideremos el alcano de cinco carbonos, C_5H_{12} . En este compuesto, la sucesión de carbonos puede ser:



Pero nótese que en la representación siguiente, que es posible tener otras sucesiones ramificadas de carbonos con la misma fórmula.

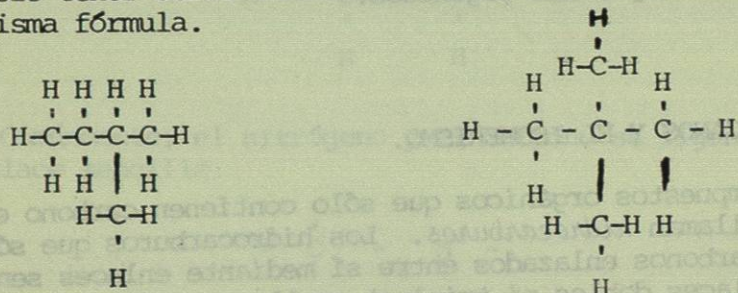
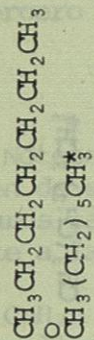
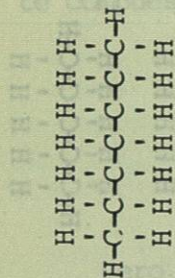


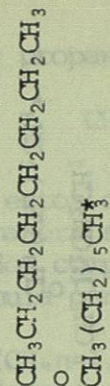
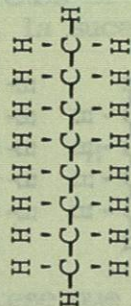
TABLA 7-1. ALGUNOS ALCANOS.

Nombre	Fórmula molecular	Fórmula estructural	Fórmula estructural condensada.
Metano	CH_4	$\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array}$	
Etano	C_2H_6	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-H \\ & \\ H & H \end{array}$	CH_3CH_3
Propano	C_3H_8	$\begin{array}{c} H & H & H \\ & & \\ H-C & -C & -C-H \\ & & \\ H & H & H \end{array}$	$CH_3CH_2CH_3$
Butano	C_4H_{10}	$\begin{array}{c} H & H & H & H \\ & & & \\ H-C & -C & -C & -C-H \\ & & & \\ H & H & H & H \end{array}$	$CH_3CH_2CH_2CH_3$ $CH_3(CH_2)_2CH_3^*$
Pentano	C_5H_{12}	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H \\ & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & \\ H & H & H & H & H \end{array}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ $CH_3(CH_2)_3CH_3$
Hexano	C_6H_{14}	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H & H \\ & & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & & \\ H & H & H & H & H & H \end{array}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ $CH_3(CH_2)_4CH_3$

Heptano

 C_7H_{16} 

Octano

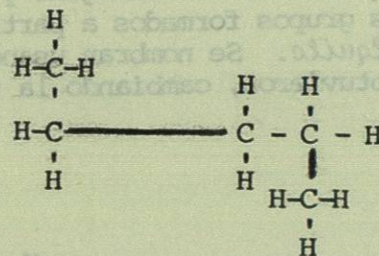
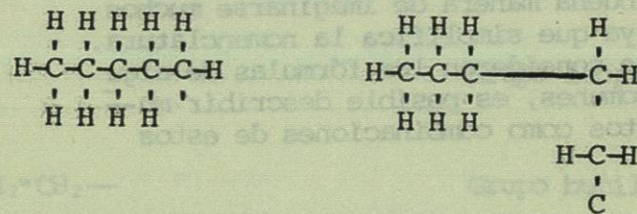
 C_8H_{18} 

* La notación $(CH_2)_n$ se refiere a n unidades CH_2 en una línea.

7-4 NOMENCLATURA Y GRUPOS.

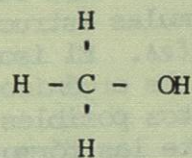
Podemos considerar que un gran número de compuestos orgánicos se obtienen por el reemplazo de uno o más hidrógenos de los alcanos por otro átomo o grupo de átomos. Por ejemplo

Estos compuestos no son iguales al primero, pero tienen la misma fórmula molecular. Los compuestos con la misma fórmula molecular pero fórmulas estructurales diferentes se llaman *isómeros estructurales*. El isomerismo estructural es base común en los compuestos orgánicos e incrementa generalmente el número de compuestos posibles. El alumno debe tener cuidado cuando interprete las fórmulas estructurales. Una sucesión continua de carbonos no tiene que escribirse como una cadena recta, ya que puede usarse cualquiera de los cuatro enlaces en un carbono para ligarlo a otros átomos de carbono. Como por ejemplo las fórmulas:



Las fórmulas estructurales válidas para el mismo compuesto, el pentano.

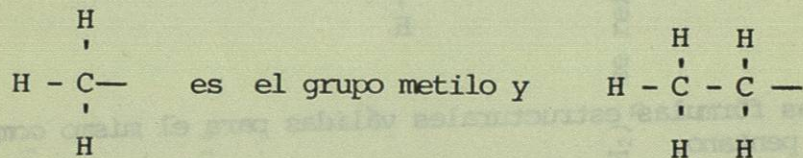
el compuesto:



puede concebirse como si se obtuvieran por el reemplazo de un H del metano por un grupo -OH. Otra imagen de este compuesto es que está formado por un grupo enlazado a un -OH. esta es una buena manera de imaginarse muchos compuestos, ya que simplifica la nomenclatura. Es más, si se consideran las fórmulas de algunos grupos comunes, es posible describir muchos compuestos como combinaciones de estos grupos.

Los grupos correspondientes a los alcanos pueden considerarse como formados al eliminar un hidrógeno y dejar una posición de enlace. Esos grupos formados a partir de los alcanos se llaman *grupos alquilo*. Se nombran usando el nombre del alcano del cual se obtuvieron, cambiando la terminación *ano* por *ilo*.

Por ejemplo:



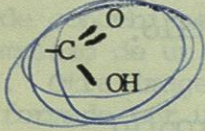

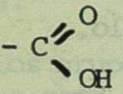
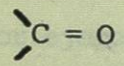
es el grupo etilo.

También pueden mostrarse estos grupos por medio de fórmulas condensadas, más fácil de escribir, como CH_3 (metilo) y CH_3CH_2 (etilo).

TABLA 7-2. Algunos grupos alquilo.

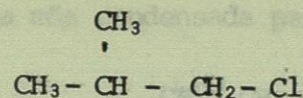
Fórmula.	Nombre.
$\text{CH}_3 -$	Grupo metilo.
$\text{CH}_3\text{CH}_2 -$	Grupo etilo.
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2 -$	Grupo propilo.
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \end{array}$	Grupo isopropilo.
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$	Grupo butilo.
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad 2 \end{array}$	Grupo isobutilo.
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Grupo butilo terciario.
R -	Símbolo general para un grupo alquilo.

La tabla 7-2 presenta algunos grupos alquilo comunes. Se usa un símbolo especial, R-, para representar cualquier grupo alquilo. Se dan nombres especiales a otros comunes. Unos cuantos de estos grupos son:

-OH	grupo hidroxilo o grupo hidroxi.
-NH ₂	grupo amino
	grupo ácido
	grupo aldehído (-CHO)
	grupo carboxílico (-COOH, ó CO ₂ H)
-F, -Cl, -Br,	-I grupo fluoruro, cloro, bromo, yodo.
	grupo cetónico (radical cetona)

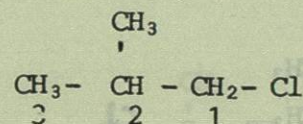
Pueden formarse muchos compuestos combinando estos grupos y los grupos alquilo.

Generalmente existen dos maneras de nombrar los compuestos orgánicos. Históricamente se desarrollan nombres comunes para muchos compuestos. No obstante con el fin de hacer una nomenclatura más sistemática. La unión internacional de química pura y aplicada ha propuesto algunas reglas de nomenclaturas llamadas reglas iupac. Algunos compuestos pueden nombrarse mediante un nombre común como también por el nombre sistemático iupac. Por ejemplo el compuesto:



tienen el nombre común de cloruro de isobutilo, ya que puede imaginarse como compuesto por un grupo isobutilo y un grupo cloro. El nombre IUPAC es más sistemático. El sistema iupac requiere las reglas siguientes: primero, seleccione la sucesión continua de carbonos más larga a la cual están ligados los otros grupos. Usar el nombre de alcano correspondiente a esta sucesión como base para el nombre de compuesto. Determinar los nombres de los grupos agregados a la sucesión del alcano.

Si es necesario, numerar los carbonos en la sucesión para referencia. Por último, nombrar el compuesto nombrando cada grupo precedido por el número de carbono al cual está sujeto y seguido esto por el nombre del alcano origen. La sucesión de carbonos más larga en el cloruro de isobutilo es de tres carbonos:



de donde el alcano origen es el propano. Un grupo cloro está agregado al carbono 1 y un grupo metilo al carbono 2. Por lo tanto el nombre iupac de este compuesto es 1-cloro-2metilpropano (nótese los guiones (-) entre los números y los grupos) la ventaja del nombre iupac es que indica la estructura exacta del compuesto, es decir, el nombre 1-cloro-2metilpropano quiere decir una sucesión propano con un grupo cloro sustituido en el carbono número 1 y un grupo metilo en el carbono número 2. Si están presentes dos o más grupos del mismo tipo, entonces se usa un prefijo (di, tri, tetra) para indicar el número de grupos.

Por ejemplo: