

REFORMA ACADÉMICA DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
Secretaría Académica

M7

*Selección de Lecturas*

y

*Guía del Alumno*

QUÍMICA, PRIMERA EDICIÓN 1995

**Química III**  
SEGUNDA PARTE

q

QD40

U530

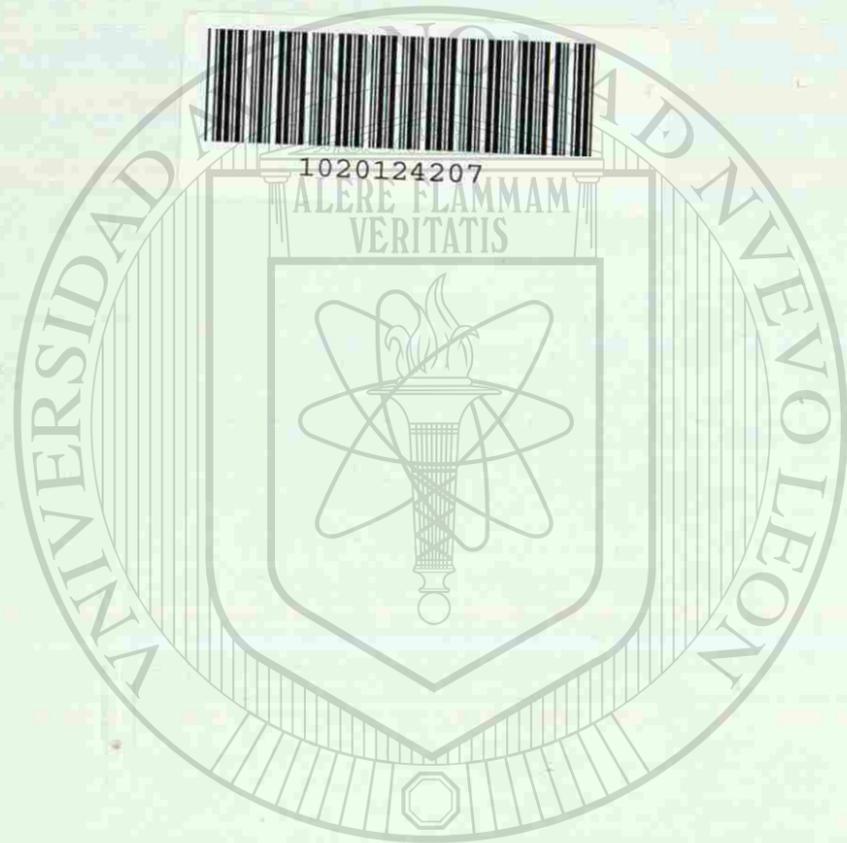
1995E

v.7

pte.2

QD40  
U530  
1995b  
V.7  
pte. 2

0120-22760



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO  
UNIVERSITARIO

Pág.

## INDICE

|  |     |
|--|-----|
| Presentación al maestro .....  | 5   |
| Presentación al estudiante .....   | 7   |
| Objetivo General .....   | 9   |
| Estructura Conceptual de Módulo 7<br>(Módulo 6 para escuelas técnicas) ..... | 10  |
| <b>UNIDAD XI. Carbono Base de las sustancias orgánicas</b>                   |     |
| Objetivo y Estructura Conceptual .....                                       | 11  |
| Programa .....   | 13  |
| Metas de Unidad .....  | 14  |
| Lecturas .....   | 15  |
| Actividades .....  | 20  |
| Actividades .....  | 29  |
| Actividades .....  | 39  |
| Ejercicios de Unidad .....   | 41  |
| Autoevaluación .....   | 46  |
| <b>UNIDAD XII. Hidrocarburos alifáticos. Cadenas hidrocarbonadas</b>         |     |
| Objetivo y Estructura Conceptual .....                                       | 49  |
| Programa .....   | 51  |
| Metas de Unidad .....  | 53  |
| Lecturas ( Alcanos) .....  | 54  |
| Resumen de reacciones .....  | 74  |
| Actividades ( Alcanos) .....   | 75  |
| Lecturas( Alquenos) .....  | 107 |
| Resumen de reacciones .....  | 126 |
| Actividades( Alquenos) .....   | 128 |
| Lecturas ( Alquinos) .....   | 144 |
| Resumen de reacciones .....  | 161 |
| Actividades( Alquinos) .....   | 163 |
| Ejercicios de Unidad .....   | 175 |
| Autoevaluación .....   | 194 |
| <b>UNIDAD XIII. Benceno. Esencia de los compuestos aromáticos</b>            |     |
| Objetivo y Estructura Conceptual .....                                       | 201 |
| Programa .....   | 203 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| Metas de Unidad.....       | 204 |
| Lecturas.....              | 205 |
| Resumen de reacciones..... | 220 |
| Actividades.....           | 221 |
| Ejercicios de Unidad.....  | 234 |
| Autoevaluación.....        | 238 |

**UNIDAD XIV. Derivados de hidrocarburos. Funciones químicas que identifican.**

|   |     |
|---|-----|
| Objetivo y Estructura Conceptual.....     | 241 |
| Programa.....                             | 243 |
| Metas de Unidad.....                      | 245 |
| Lecturas ( Halogenuros de alquilo).....   | 246 |
| Actividades (Halogenuros de alquilo)..... | 258 |
| Lecturas ( Alcoholes ).....               | 266 |
| Actividades ( Alcoholes).....             | 279 |
| Lecturas ( Eteres).....                   | 288 |
| Actividades (Eteres).....                 | 293 |
| Lecturas (Aldehidos y Cetonas).....       | 296 |
| Actividades (Aldehidos y Cetonas).....    | 309 |
| Lecturas (Acidos Carboxílicos).....       | 315 |
| Actividades (Acidos Carboxílicos).....    | 327 |
| Lecturas (Aminas).....                    | 334 |
| Actividades (Aminas).....                 | 342 |
| Resumen de reacciones.....                | 348 |
| Ejercicios de Unidad.....                 | 354 |
| Autoevaluación.....                       | 372 |

**UNIDAD XV. Compuestos orgánicos de importancia. Sustancias de la vida y del entorno**

|  |     |
|--|-----|
| Objetivos y Estructura Conceptual..... | 379 |
| Programa.....                          | 381 |
| Metas de Unidad.....                   | 382 |
| Lecturas.....                          | 383 |

**Recursos Didácticos**

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Demostraciones en el aula..... | 433 |
| Prácticas de laboratorio.....  | 439 |
| Bibliografía.....              |     |

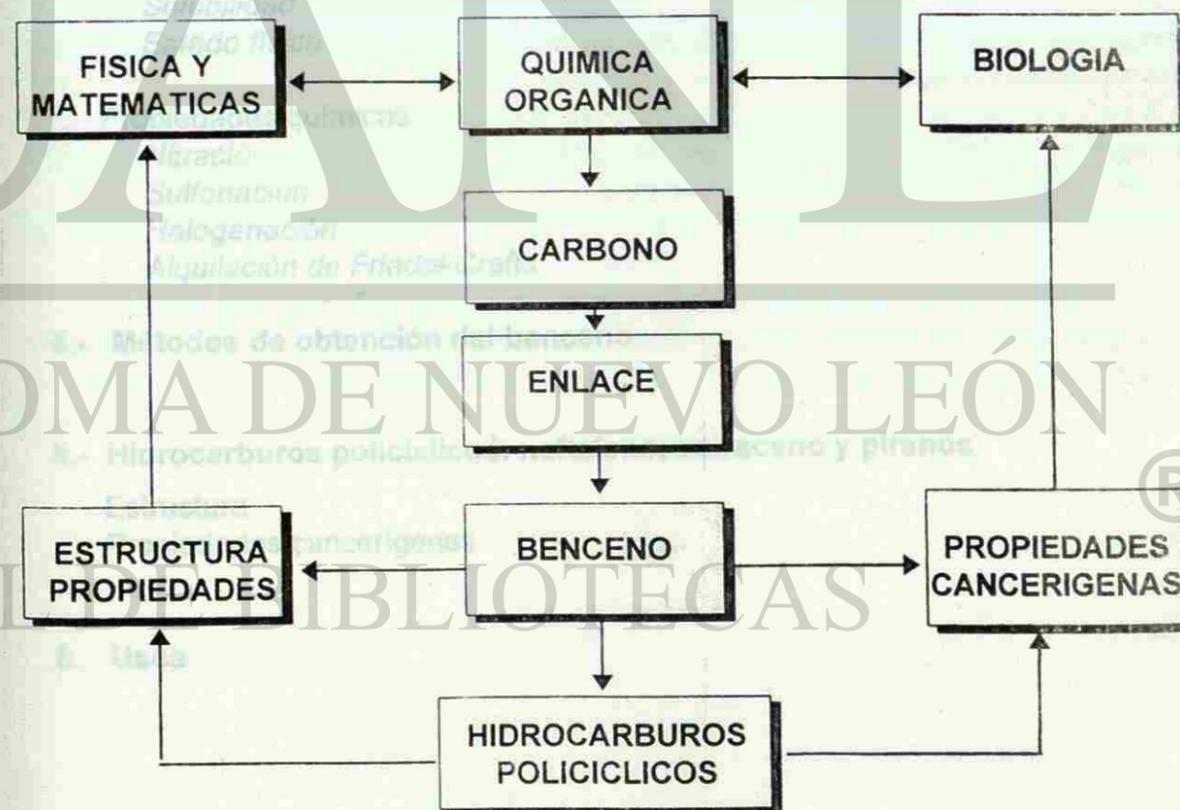
# UNIDAD XIII

## Benceno. Esencia de los compuestos aromáticos

### OBJETIVO DE LA UNIDAD

Identificar al benceno como base de los compuestos aromáticos, enfatizando el fenómeno de resonancia y su estructura. Reconocer los beneficios y los efectos nocivos de sus derivados sobre la naturaleza.

### ESTRUCTURA CONCEPTUAL



|                            |     |
|----------------------------|-----|
| Metas de Unidad.....       | 204 |
| Lecturas.....              | 205 |
| Resumen de reacciones..... | 220 |
| Actividades.....           | 221 |
| Ejercicios de Unidad.....  | 234 |
| Autoevaluación.....        | 238 |

**UNIDAD XIV. Derivados de hidrocarburos. Funciones químicas que identifican.**

|   |     |
|---|-----|
| Objetivo y Estructura Conceptual.....     | 241 |
| Programa.....                             | 243 |
| Metas de Unidad.....                      | 245 |
| Lecturas ( Halogenuros de alquilo).....   | 246 |
| Actividades (Halogenuros de alquilo)..... | 258 |
| Lecturas ( Alcoholes ).....               | 266 |
| Actividades ( Alcoholes).....             | 279 |
| Lecturas ( Eteres).....                   | 288 |
| Actividades (Eteres).....                 | 293 |
| Lecturas (Aldehidos y Cetonas).....       | 296 |
| Actividades (Aldehidos y Cetonas).....    | 309 |
| Lecturas (Acidos Carboxílicos).....       | 315 |
| Actividades (Acidos Carboxílicos).....    | 327 |
| Lecturas (Aminas).....                    | 334 |
| Actividades (Aminas).....                 | 342 |
| Resumen de reacciones.....                | 348 |
| Ejercicios de Unidad.....                 | 354 |
| Autoevaluación.....                       | 372 |

**UNIDAD XV. Compuestos orgánicos de importancia. Sustancias de la vida y del entorno**

|  |     |
|--|-----|
| Objetivos y Estructura Conceptual..... | 379 |
| Programa.....                          | 381 |
| Metas de Unidad.....                   | 382 |
| Lecturas.....                          | 383 |

**Recursos Didácticos**

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Demostraciones en el aula..... | 433 |
| Prácticas de laboratorio.....  | 439 |
| Bibliografía.....              |     |

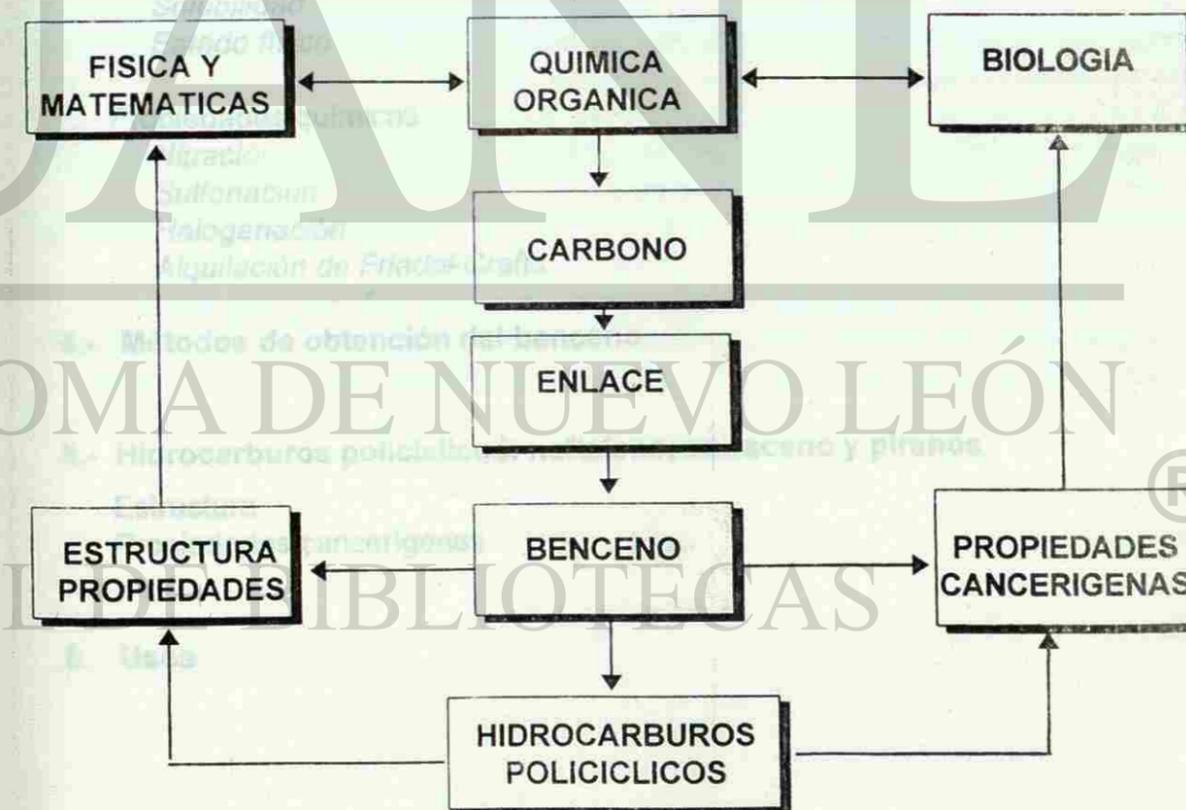
# UNIDAD XIII

## Benceno. Esencia de los compuestos aromáticos

### OBJETIVO DE LA UNIDAD

Identificar al benceno como base de los compuestos aromáticos, enfatizando el fenómeno de resonancia y su estructura. Reconocer los beneficios y los efectos nocivos de sus derivados sobre la naturaleza.

### ESTRUCTURA CONCEPTUAL



## METAS DE UNIDAD

Al término de la unidad, el estudiante:

1. Describirá la estructura y el enlace del benceno, explicando el fenómeno de resonancia.
2. Nombrará y representará las estructuras de derivados mono y disustituidos del benceno y de algunos hidrocarburos policíclicos aromáticos.
3. Señalará algunas propiedades físicas y químicas del benceno.
4. Describirá algunos métodos de obtención del benceno.
5. Enunciará algunas de las propiedades y usos de los compuestos aromáticos.

## UNIDAD XIII

### Benceno. Esencia de los compuestos aromáticos

#### Introducción

En los inicios de la Química orgánica, la palabra aromático se usó para describir sustancias fragantes como el benzaldehído (de cerezas, durazno y almendras), el tolueno (del bálsamo de tolú) y el benceno (del destilado del carbón). Sin embargo, pronto se comprendió que las sustancias agrupadas como aromáticas se comportaban de manera químicamente distinta de como lo hace la mayoría de los otros compuestos orgánicos.

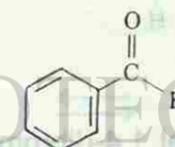
En la actualidad, el término "aromático" se emplea para referirse al benceno y a los compuestos relacionados estructuralmente con éste. En esta Unidad se verá que las sustancias aromáticas presentan un comportamiento químico muy distinto del de las sustancias alifáticas que se han estudiado hasta aquí. De modo que los químicos de principios del siglo XIX tenían razón cuando hicieron notar que existe una diferencia química entre los compuestos aromáticos y los otros; sin embargo, hace mucho que se perdió la asociación de la aromaticidad con la fragancia.

Muchos compuestos aislados de fuentes naturales son parcialmente aromáticos. Además de benceno, benzaldehído y tolueno, otros compuestos complejos tienen anillos aromáticos, como la hormona esteroide femenina llamada estrona y el bien conocido analgésico de nombre morfina. Muchos fármacos sintéticos usados en medicina son también aromáticos; el tranquilizante denominado diazepam (o Valium) es uno de muchos ejemplos.

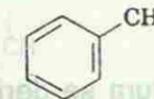
Se ha observado que una exposición prolongada al benceno reduce la actividad de la médula ósea (la deprime) y en consecuencia provoca leucopenia (disminución de la cantidad de glóbulos blancos en la sangre). Por tanto, se debe evitar el uso del benceno como solvente en el laboratorio.



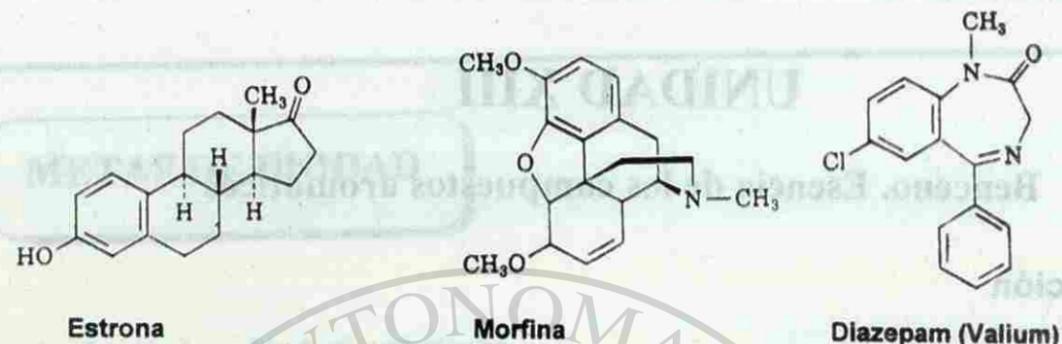
Benceno



Benzaldehído



Tolueno



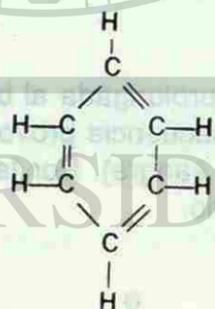
### 1.- La molécula del benceno

#### Fórmula. Enlace y estructura. Resonancia

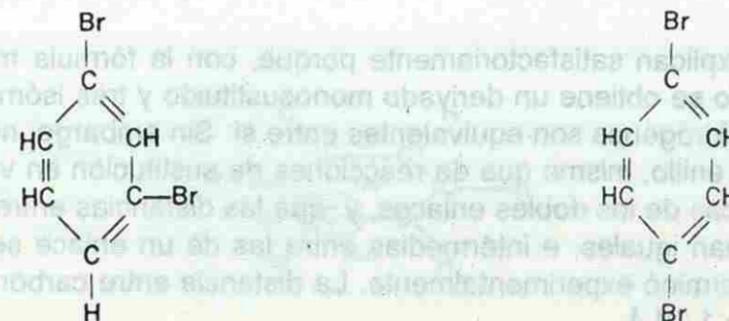
El benceno se conoce desde 1825; pero no fue sino hasta mediados de ese siglo que se propuso un modelo estructural adecuado, para explicar su comportamiento.

El benceno tiene la fórmula molecular  $C_6H_6$ ; se puede hidrogenar a presión y con catalizadores, produciendo ciclohexano. Por sustitución de un átomo de hidrógeno, se obtiene solamente un derivado monosustituido; y por sustitución de dos hidrógenos, produce tres derivados disustituídos, por ejemplo: 1, 2-dibromobenceno, 1, 3-dibromobenceno y el 1, 4-dibromobenceno. Todos estos datos indican que es una molécula en forma de anillo, donde todos los hidrógenos son equivalentes entre sí.

En 1865, Kekulé propuso para el benceno una estructura cíclica con 3 dobles enlaces alternados.

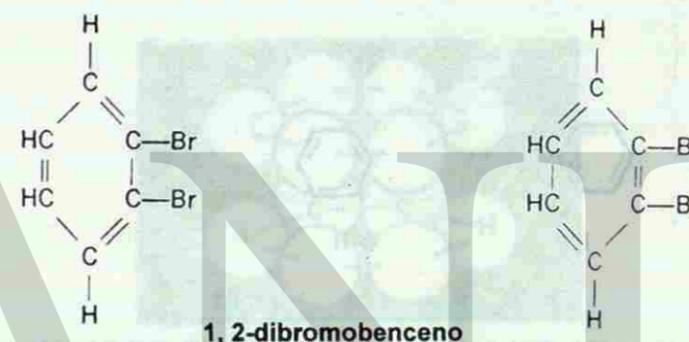


De esta estructura se derivan el 1,3 y el 1,4-dibromobenceno y además aparentemente dos isómeros del 1,2-dibromobenceno que difieren solamente en la posición de los bromos, en relación a la doble ligadura.



1, 3-dibromobenceno

1, 4-dibromobenceno



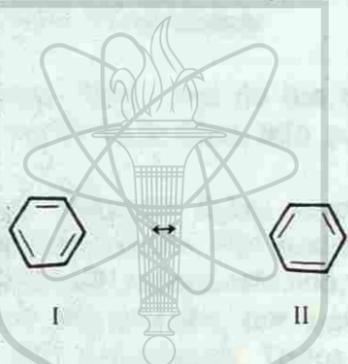
1, 2-dibromobenceno

Sin embargo, en la práctica, se obtiene sólo un derivado 1, 2 disustituido. Kekulé, sugirió entonces que los dobles enlaces no se encontraban fijos, sino que se movían constantemente alrededor del anillo, pasando rápidamente de la estructural a la II, y como consecuencia no era posible aislar los dos isómeros 1, 2 disustituídos.



Estas estructuras explican satisfactoriamente porqué, con la fórmula molecular del benceno ( $C_6H_6$ ), sólo se obtiene un derivado monosustituido y tres isómeros disustituidos; ya que, los hidrógenos son equivalentes entre sí. Sin embargo, no explican la gran estabilidad del anillo, mismo que da reacciones de sustitución en vez de las de adición, características de los dobles enlaces, y que las distancias entre los enlaces carbono-carbono sean iguales, e intermedias entre las de un enlace sencillo y uno doble, como se determinó experimentalmente. La distancia entre carbono y carbono en el benceno es de 1,39 Å.

Con el desarrollo de la teoría cuántica y del concepto de resonancia, se propuso un mejor modelo molecular del benceno, al considerar su estructura como un híbrido de resonancia de las dos fórmulas de Kekulé, que sólo difieren entre sí en el arreglo de sus electrones.



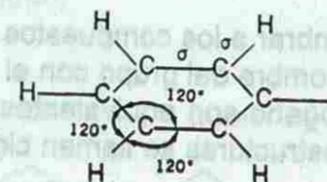
Por sí solas, ninguna de estas dos estructuras resonantes representa adecuadamente a la molécula del benceno, ya que su estructura verdadera se considera como un híbrido que tiene una estructura intermedia entre I y II, en donde existe un sistema conjugado, con la misma distancia entre los enlaces carbono-carbono y con enlaces intermedios entre doble y simple. Este nuevo tipo de enlace se conoce como enlace híbrido o enlace bencénico.

Generalmente, se representa al benceno por el símbolo que corresponde al híbrido de resonancia de las estructuras de Kekulé. El círculo representa a la nube de 6 electrones  $\pi$  deslocalizados. 

Debido a la resonancia, el benceno adquiere una gran estabilidad y, en su comportamiento químico, siempre tiende a conservar la estabilidad del anillo, por lo que sus reacciones son de sustitución electrofílica en las que se conserva el anillo, y resiste las reacciones de adición, en las que se destruiría el sistema.

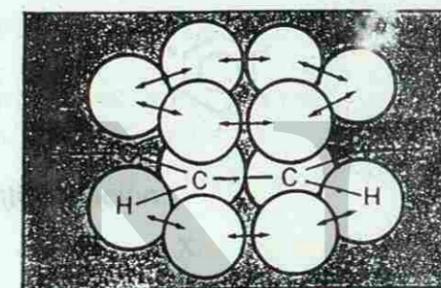
El benceno es una molécula plana muy simétrica, con los átomos de carbono colocados en los ángulos de un hexágono. Cada carbono tiene hibridación  $sp^2$ , sus orbitales híbridos se dirigen a los vértices de un triángulo equilátero, están unidos a tres átomos por uniones sigma ( $\sigma$ ) con cada uno, la distancia carbono-carbono es 1,39 Å.

Posee además un orbital  $p$  puro que está perpendicular al plano.



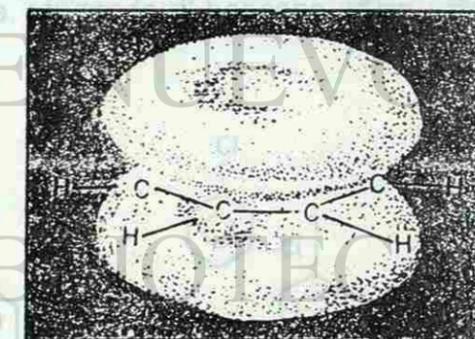
Uniones sigma del benceno

y que al traslaparse con los orbitales  $p$  de los carbonos vecinos, permite la deslocalización de los electrones  $\pi$ .



Traslape de orbitales  $p$  para formar las uniones  $\pi$  ( $\pi$ )

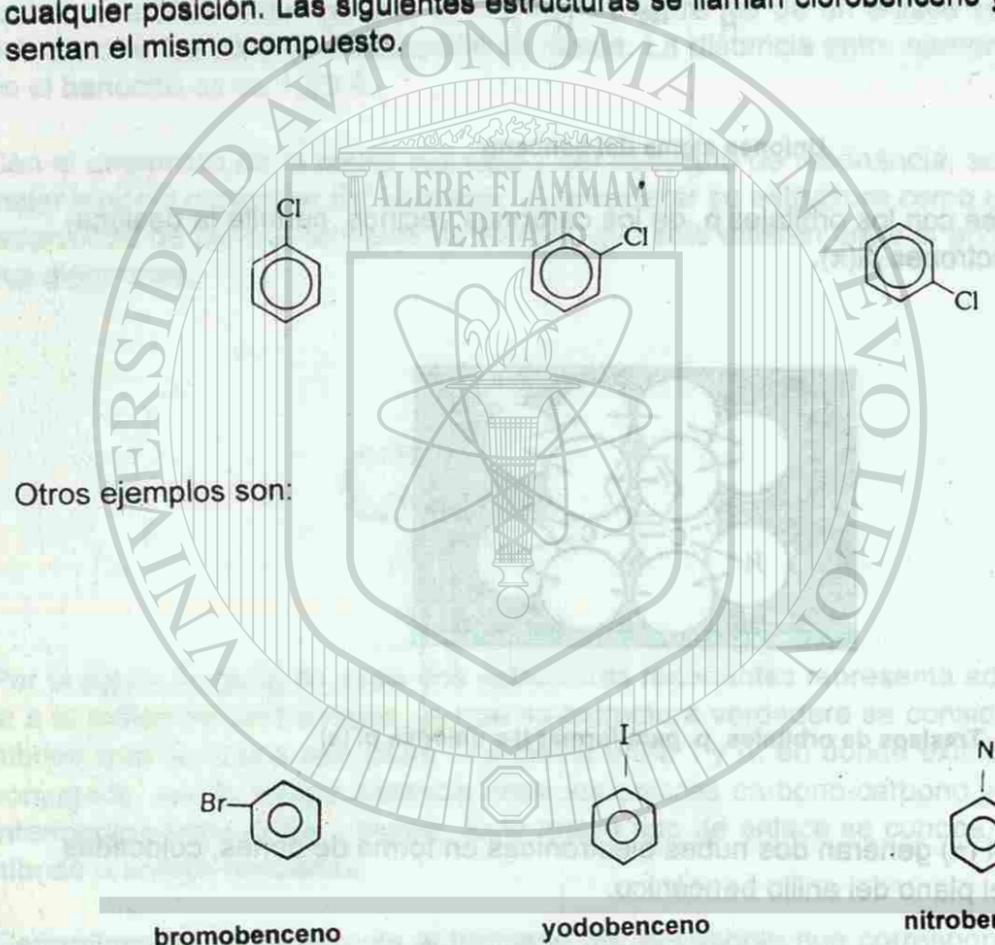
Los electrones  $\pi$  ( $\pi$ ) generan dos nubes electrónicas en forma de donas, colocadas arriba y abajo del plano del anillo bencénico.



Molécula del benceno con las nubes  $\pi$  ( $\pi$ )

## 2. Nomenclatura de los derivados del benceno

En el sistema IUPAC, podemos nombrar a los compuestos aromáticos que tienen un grupo sustituyente combinando el nombre del grupo con el de benceno. Ya que en el benceno todos los átomos de hidrógeno son equivalentes, el grupo puede estar en cualquier posición. Las siguientes estructuras se llaman clorobenceno y todas representan el mismo compuesto.

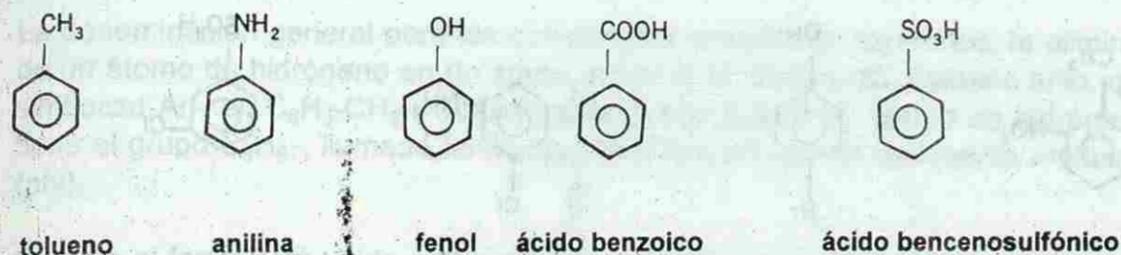


bromobenceno      yodobenceno      nitrobenceno

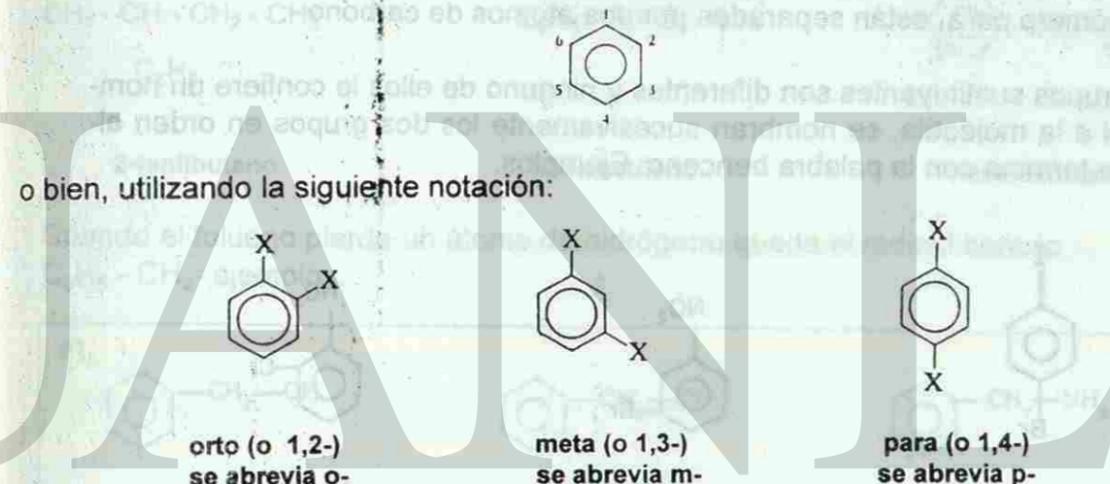


etilbenceno      fluorobenceno      isobutilbenceno

Otros derivados del benceno son más conocidos por sus nombres comunes, entre los más importantes se encuentran:



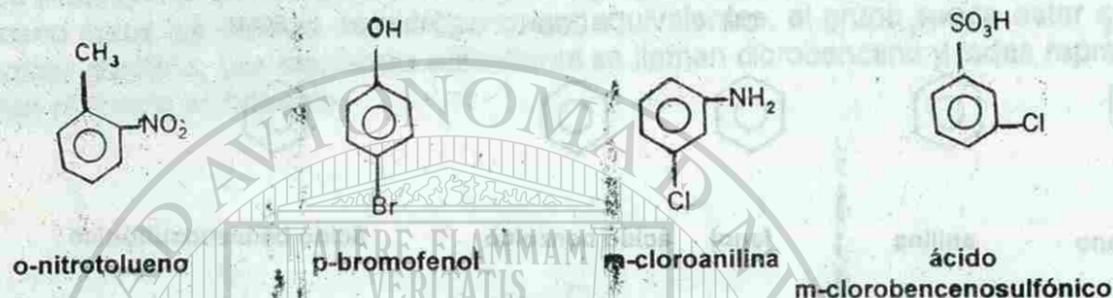
Cuando en el anillo aparece más de un grupo sustituido, las posiciones de los sustituyentes en el anillo se diferencian enumerando los carbonos:



Los siguientes ejemplos, utilizando el benceno como estructura principal, ilustran el sistema IUPAC.

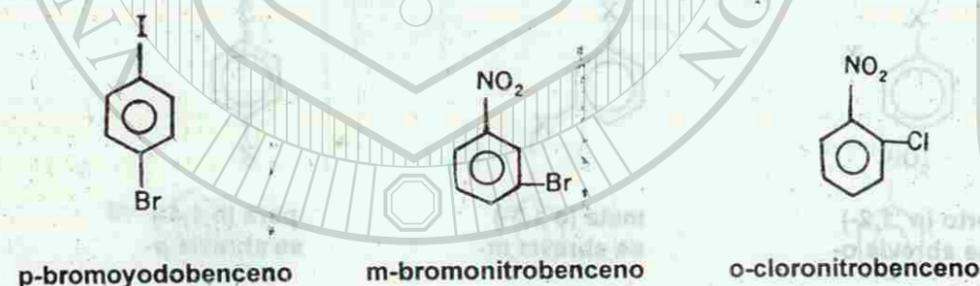


Si uno de los grupos sustituyentes le confiere un nombre especial a la molécula, el compuesto se nombra como derivado de ese compuesto, por ejemplo:

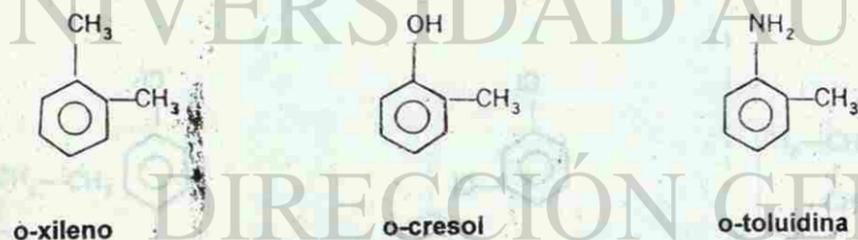


Como puede observarse, el isómero orto tiene los dos grupos sustituyentes, unidos a carbonos adyacentes; en el isómero meta, están separados por un átomo de carbono y en el isómero para, están separados por dos átomos de carbono.

Si los dos grupos sustituyentes son diferentes y ninguno de ellos le confiere un nombre especial a la molécula, se nombran sucesivamente los dos grupos en orden alfabético y se termina con la palabra benceno. Ejemplos:



Algunos compuestos disustituídos importantes que conservan sus nombres comunes son:

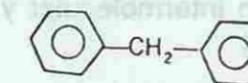
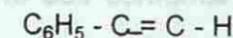
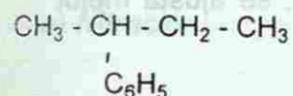


De estos compuestos también existen los isómeros meta y para.

**Radicales arilo**

La denominación general para los compuestos aromáticos es arenos; la eliminación de un átomo de hidrógeno en un areno produce un fragmento, llamado arilo, que se simboliza Ar-, ej.  $C_6H_5-CH_2-$ . Cuando el benceno pierde un átomo de hidrógeno se tiene el grupo  $C_6H_5-$ , llamado fenilo, que frecuentemente se representa mediante  $\phi$  (phi).

Cuando el fenilo está unido a otro grupo de átomos de carbono se puede considerar como un sustituyente más, al igual que cualquier radical R-. Ejemplo:



2-fenilbutano

fenilacetileno

difenilmetano

Cuando el tolueno pierde un átomo de hidrógeno queda el radical bencilo  $C_6H_5-CH_2-$  ejemplos:

a)

b)

$C_6H_5-CH_2-OH$  alcohol bencilico       $C_6H_5-CH_2-Cl$  cloruro de bencilo       $C_6H_5-CH_2-NH_2$  bencilamina

**ACTIVIDAD 13.2**

| Nombre  | Formula     | Peso molecular | Punto de ebullición | Punto de fusión | Densidad | Índice de refracción |
|---------|-------------|----------------|---------------------|-----------------|----------|----------------------|
| Benceno | $C_6H_6$    | 78.11          | 80.1                | 5.5             | 0.879    | 1.501                |
| Tolueno | $C_7H_8$    | 92.14          | 110.6               | -95             | 0.867    | 1.496                |
| Xileno  | $C_8H_{10}$ | 106.16         | 140.4               | -93.6           | 0.861    | 1.493                |
| Cresol  | $C_7H_8O$   | 108.14         | 181.8               | -35.9           | 1.034    | 1.521                |
| Anilina | $C_6H_7N$   | 93.09          | 182                 | -6.3            | 0.97     | 1.586                |

### 3. Propiedades del benceno y sus derivados

#### Propiedades físicas

Por ser moléculas de baja polaridad, sus propiedades físicas son muy semejantes a las de los compuestos ya estudiados. Son insolubles en agua, muy solubles en disolventes no polares, como el éter, el CCl<sub>4</sub>, el éter de petróleo, etc., casi siempre son menos densos que el agua; sus puntos de ebullición aumentan, conforme se incrementa su peso molecular. Los puntos de fusión no dependen únicamente del peso molecular, sino también de la estructura. La relación que existe, entre la estructura y los puntos de fusión, es muy compleja. Sin embargo, se observa que, entre los isómeros disustituídos del benceno, los isómeros *para*, que son los más simétricos, generalmente funden a temperaturas más elevadas y son menos solubles, debido a que tanto en la disolución como en la fusión, se tienen que vencer las fuerzas de atracción intermolecular y, entre más simétrico sea un compuesto, se ajusta mejor en la red.

La introducción de un grupo metilo a la molécula muy simétrica del benceno, provoca un abatimiento del punto de fusión desde 5 a -95°C.

El benceno y los derivados del benceno que contienen hasta 10 ó 12 átomos de carbono, son generalmente líquidos; los que tienen más átomos de carbono, son sólidos.

Los hidrocarburos aromáticos que tienen varios anillos bencénicos, como el naftaleno y el antraceno, son sólidos. El naftaleno y el antraceno son compuestos con anillos condensados y sus fórmulas son:



naftaleno



antraceno

Propiedades físicas de algunos hidrocarburos aromáticos

| Compuesto   | punto de fusión en °C | punto de ebullición en °C | Densidad |
|-------------|-----------------------|---------------------------|----------|
| Benceno     | 5.5                   | 80                        | 0.879    |
| Tolueno     | -95                   | 111                       | 0.866    |
| Etilbenceno | -95                   | 136                       | 0.867    |
| o-xileno    | -25                   | 144                       | 0.880    |
| m-xileno    | -48                   | 139                       | 0.864    |
| p-xileno    | 13                    | 138                       | 0.861    |
| Naftaleno   | 80                    | 218                       | 1.145    |
| Antraceno   | 216                   | 340                       | 1.25     |

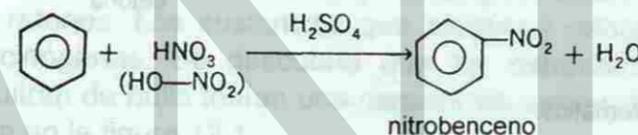
#### Propiedades químicas

Las reacciones características de los compuestos aromáticos son las de sustitución en las que se conserva el anillo bencénico.

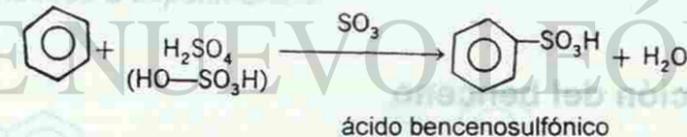
Arriba y abajo del plano del benceno existe una nube de electrones π, los que, en comparación con los sigma, están débilmente unidos y, por lo tanto, aprovechables por los reactivos que buscan electrones. Resulta lógico que las reacciones típicas del anillo bencénico sean las de sustitución electrofílica.

Las reacciones de sustitución aromática electrofílica son de primordial importancia en la síntesis de compuestos orgánicos, entre las más importantes se encuentran las siguientes:

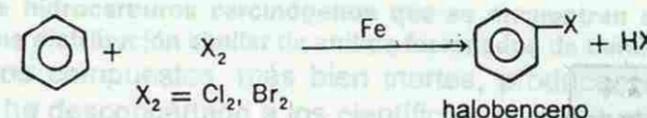
##### a) Nitración:



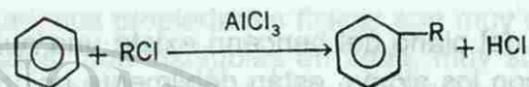
##### b) Sulfonación:



##### c) Halogenación:

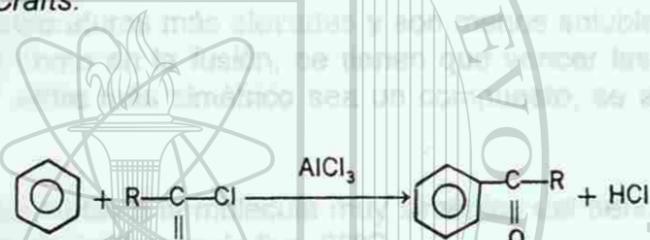


## d) Alquilación de Friedel-Crafts:



alquilbenceno

## e) Acilación de Friedel-Crafts:



cetona

R = grupo alquilo, no aromático.

Otro tipo de reacción que sufren los compuestos aromáticos, y en especial, el benceno es la adición de hidrógeno produciendo los compuestos cíclicos saturados correspondientes, sin embargo las condiciones de esta reacción son muy drásticas, ya que se requieren temperaturas y presiones muy elevadas.

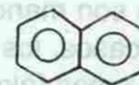
## 4.- Obtención del benceno

El benceno y otros hidrocarburos aromáticos se obtienen de la hulla o del petróleo. En el laboratorio, se obtiene, calentando energicamente una mezcla de benzoato de sodio con hidróxido de sodio y CaO (cal sodada).

## ACTIVIDAD 13.4

## Estructura y propiedades cancerígenas

Los anillos del benceno pueden hallarse en moléculas grandes; cuyos diagramas químicos se asemejan a panales de miel. Como ejemplo, el compuesto llamado naftaleno, que da a las bolas de naftalina su olor característico, está compuesto de dos anillos de benceno unidos o fusionados. tres anillos de benceno unidos, forman el antraceno, que constituye un material básico para la producción de colorantes.



Naftaleno



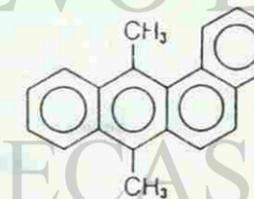
Antaceno

Los compuestos que contienen anillos de benceno múltiples se obtienen de la producción del alquitran de hulla. Sus efectos nocivos para los seres humanos se hicieron evidentes cuando los trabajadores de las fábricas europeas de alquitran de hulla desarrollaron cáncer en la piel. Un estudio superior de los componentes químicos del alquitran de hulla, determinó que varios compuestos policíclicos aromáticos podían producir cáncer en ratones. Las sustancias que producen cáncer en animales, se conocen como carcinógenas. Se descubrió que los hidrocarburos carcinógenos existentes en el alquitran de hulla tenían una disposición similar de anillos de benceno, como se muestra en la figura 13.1

Estos compuestos se forman en la combustión de muchas moléculas orgánicas grandes. Uno de los más activos carcinógenos, el 3,4-benzopireno, es liberado en cantidades muy grandes, en la atmósfera de las naciones industrializadas. Asimismo, es uno de los principales carcinógenos que se encuentran en el humo de los cigarrillos. Sólo unos pocos miligramos de 3,4-benzopireno bastan para producir cáncer en animales sometidos a experimentos.



3,4-Benzopireno



7,12-Dimetilbenzoantraceno

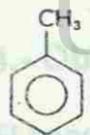
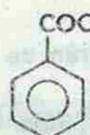
Figura 13.1 Todos estos hidrocarburos carcinógenos que se encuentran en el alquitran de hulla tienen una distribución similar de anillos fusionados de benceno. La manera como estos compuestos, más bien inertes, producen cáncer en seres humanos y animales, ha desconcertado a los científicos, pero estudios recientes han

La manera como estos compuestos, más bien inertes, producen cáncer en seres humanos y animales, ha desconcertado a los científicos, pero estudios recientes han comenzado a arrojar luz sobre este proceso. Nuestros cuerpos contienen cierto conjunto de enzimas, situadas en su mayoría en el hígado y riñones, pero también en pulmones y otros tejidos, cuya función es la de desintoxicar al cuerpo de las sustancias extrañas que se introducen en él. Esto se puede lograr cambiando compuestos no polares (como por ejemplo el benzopireno), a compuestos más polares. Lo que hace que dichos compuestos sean más solubles en agua (mediante los enlaces por puente de hidrógeno) y más fáciles de ser eliminados por los riñones. La mayoría de los productos de tales reacciones desintoxicantes son menos dañinos para las células, que los reactantes originales. Pero en algunos casos, los productos resultan ser altamente carcinógenos. De esta manera, dichas enzimas (algunas de las cuales están localizadas en los pulmones) pueden contribuir a la síntesis de hidrocarburos carcinógenos, procedentes del humo del tabaco. La manera como tales carcinógenos convierten una célula normal en una cancerosa, constituye todavía un área de investigación activa

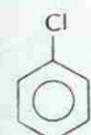
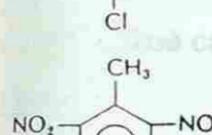
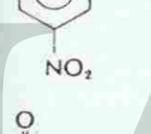
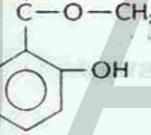
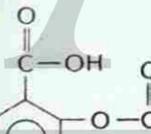
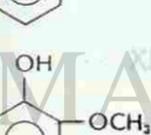
### 6.- Usos de algunos derivados del benceno

Los usos de los compuestos aromáticos son muy variados. La tabla 13.2 presenta una lista de algunos compuestos aromáticos típicos, con su fórmula, nombre y usos.

TABLA 13.2 Algunos compuestos aromáticos típicos

| Fórmula   | Nombre         | Usos                                 |
|---|----------------|--------------------------------------|
|  | Tolueno        | Se usa para preparar TNT, solvente   |
|  | Anilina        | Se usa en tinturas y drogas          |
|  | Acido benzoico | Se usa en preservativos alimenticios |

(CONTINUACION)

| Fórmula   | Nombre                 | Usos   |
|---|------------------------|--|
|    | Benzaldehido           | Saborizante, "aceite de almendras"                                     |
|    | para-Diclorobenceno    | Bolitas antipolillas   |
|    | 2,4,6-Trinitrotolueno  | TNT, un explosivo  |
|   | Salicilato de metilo   | Aceite de gualteria, se usa en ungüentos de fricción                   |
|  | Acido acetilsalicílico | Aspirina; analgésico (alivia el dolor)                                 |
|  | Vainilla               | Extracto de vainilla   |
|  | Acido tereftálico      | Se usa en la elaboración de poliésteres, como Dacrón, Fortrel y Mylar. |

ACTIVIDAD 13.5

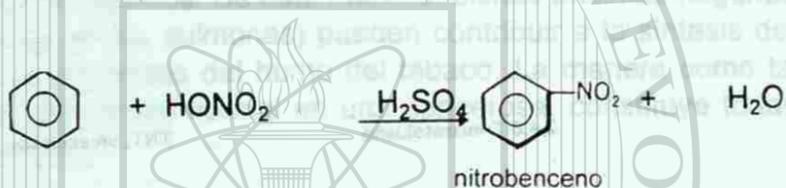
### Resumen de reacciones del benceno

**Propiedades químicas:**

a) Halogenación:



b) Nitración:



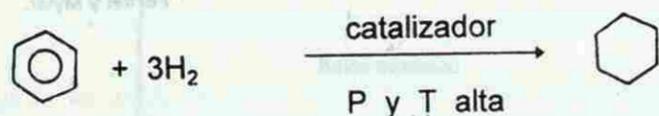
c) Sulfonación:



d) Alquilación de Friedel-Crafts:



e) Hidrogenación:



### Actividad 13.1 Enlace y estructura en el benceno

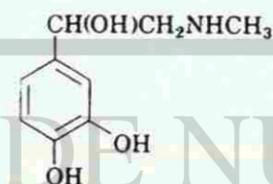
I. Responde adecuadamente el siguiente cuestionario.

1. - ¿Cuáles son las fórmulas molecular y estructural del benceno?

2.- ¿Qué caracteriza en su estructura a un compuesto aromático?

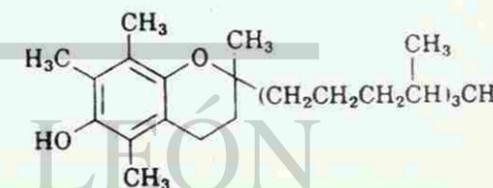
3.- Encierra en un círculo las porciones aromáticas de las siguientes moléculas:

a)



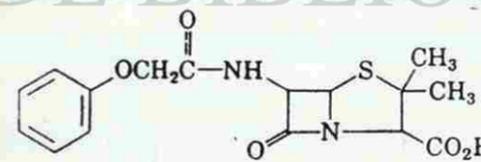
Adrenalina (epinefrina)

b)



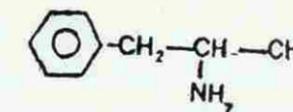
Vitamina E

c)

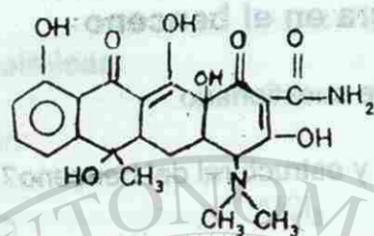


Penicilina V

d)

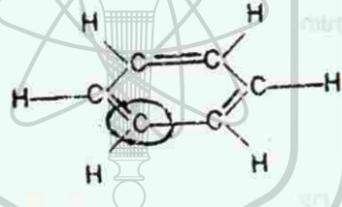


Anfetamina



Tetraciclina (un antibiótico)

- 4.- Señala en la estructura del benceno el tipo de enlace C-C y C-H que se presenta, la hibridación que tiene cada átomo de carbono y los ángulos de enlace C-C-C y C-C-H.



- 5.- ¿Cuántas y cuáles son las estructuras de los isómeros monosustituídos y disustituídos del benceno, formados al sustituir 1 ó 2 hidrógenos, respectivamente con cloro?

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

- 6.- Explica por qué la molécula del benceno es tan estable y las distancias entre carbono-carbono son iguales e intermedias entre las de un enlace sencillo y uno doble.



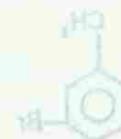
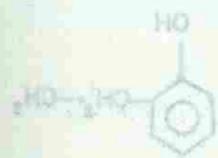
- 7.- Escribe el símbolo con el cual se representa la molécula del benceno y lo que significa de acuerdo a Kekulé.



- 8.- Describe, utilizando dibujos, cómo se representan los enlaces  $\pi$  en la molécula del benceno y determina cuántos electrones  $\pi$  deslocalizados hay en el anillo bencénico.

- 9.- Representa y nombra todos los posibles compuestos aromáticos con las fórmulas  $C_7H_7Cl$  y  $C_8H_{10}$ . (Existen 4 de cada compuesto)

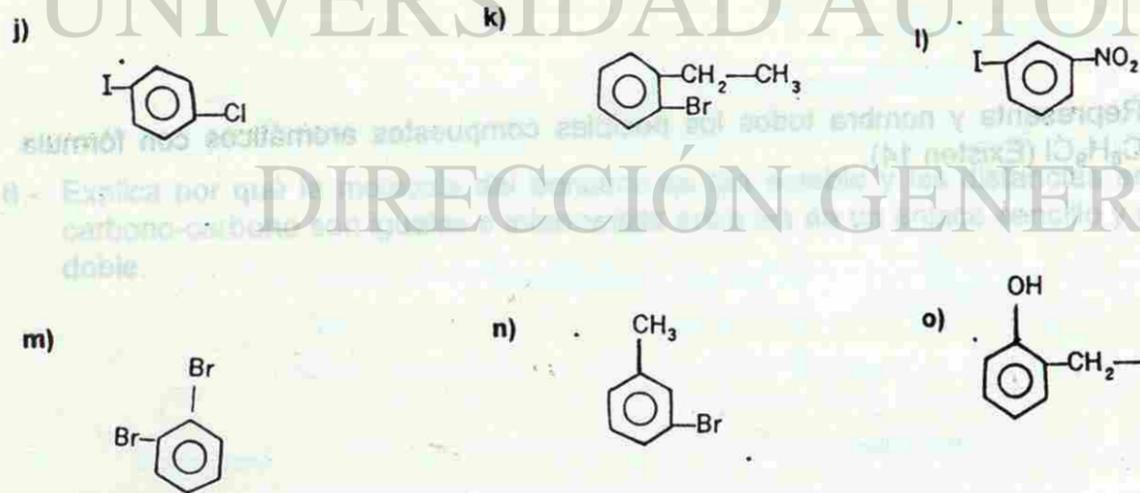
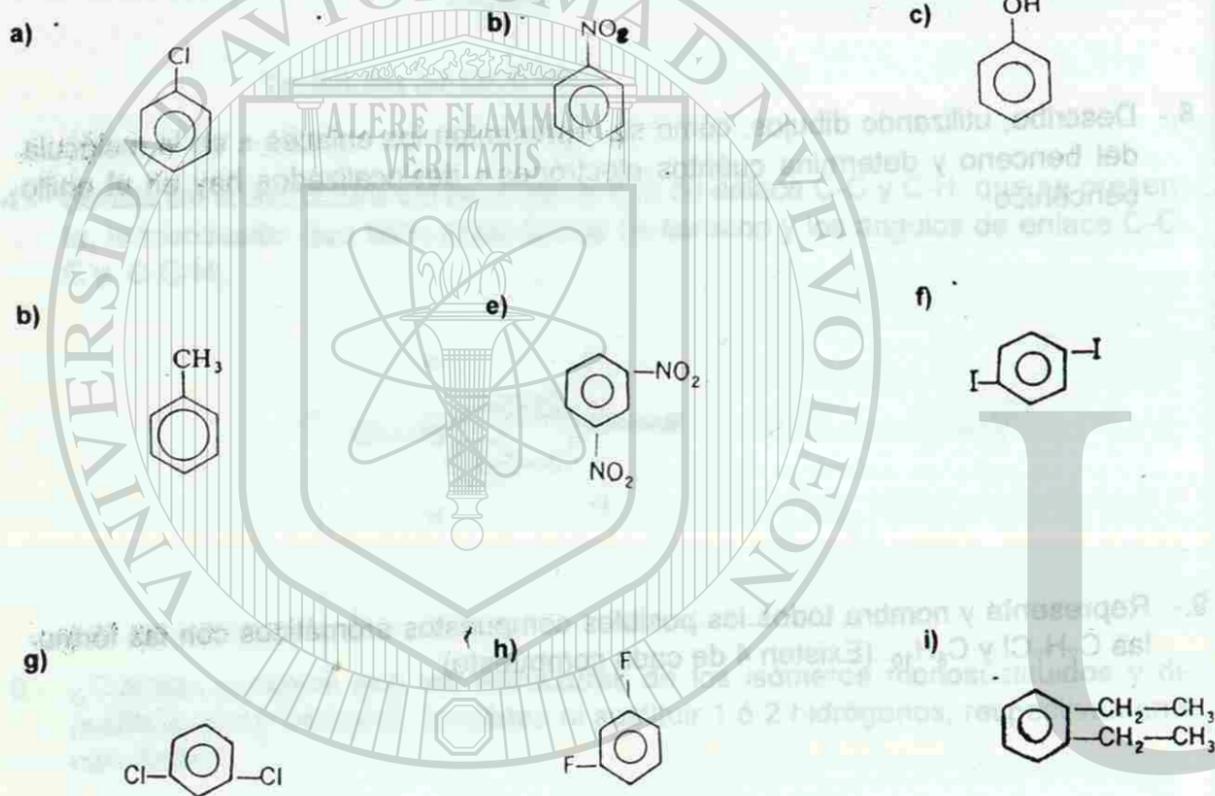
- 10.- Representa y nombra todos los posibles compuestos aromáticos con fórmula  $C_8H_9Cl$  (Existen 14).



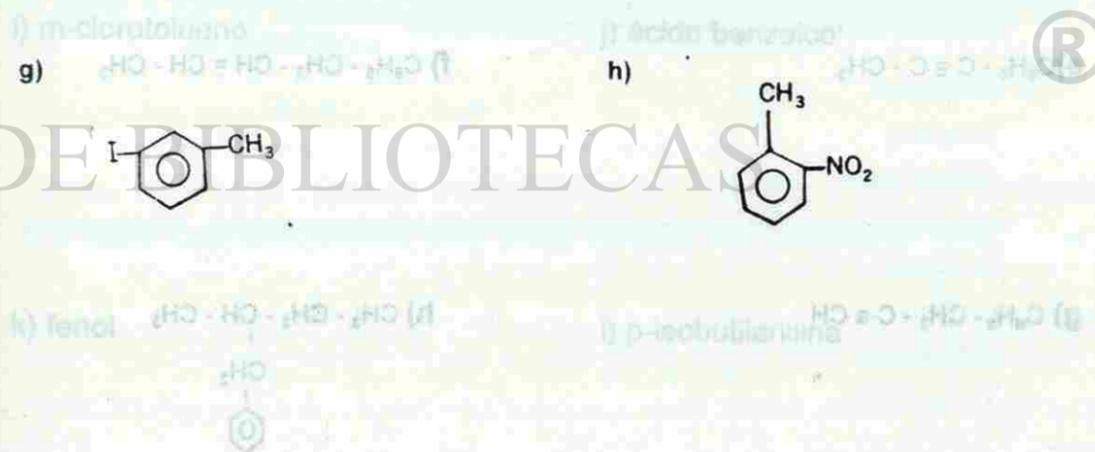
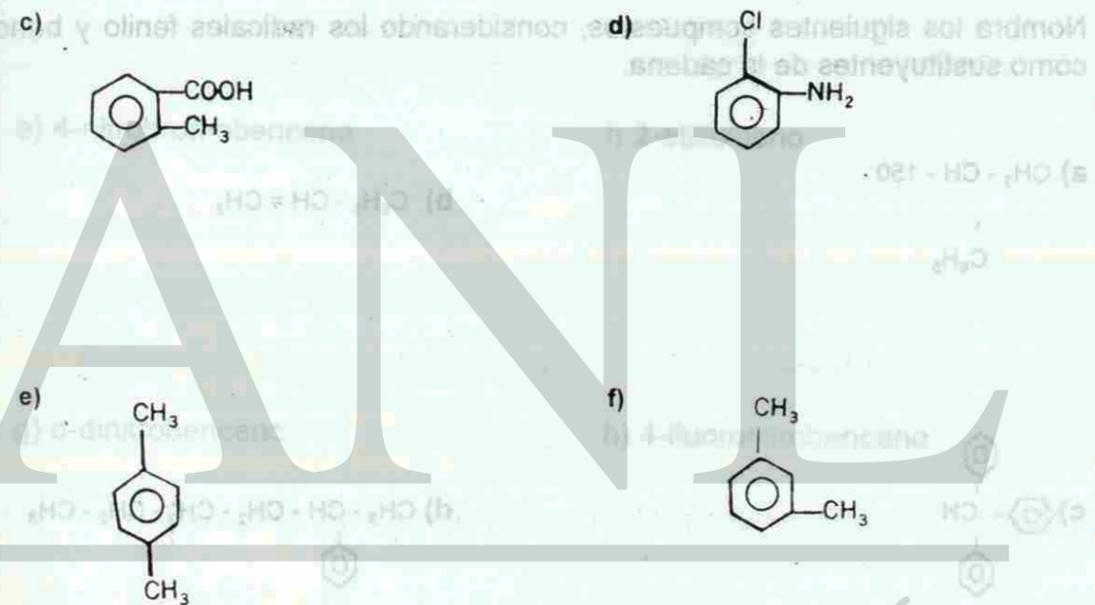
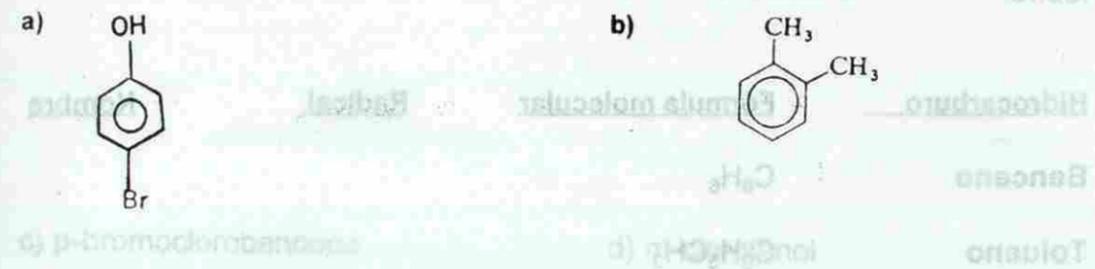
### Actividad 13.2 Nomenclatura de derivados del benceno

I. Contesta correctamente las siguientes cuestiones.

1.- Asigna el nombre correcto IUPAC a cada uno de los compuestos siguientes:



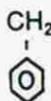
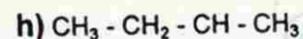
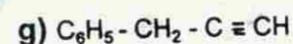
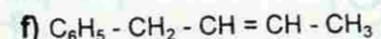
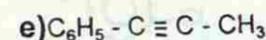
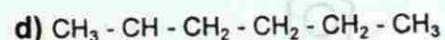
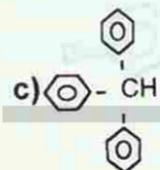
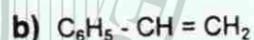
2.- Asigna dos formas correctas, de acuerdo a la IUPAC, para nombrar cada uno de los compuestos siguientes:



- 3.- Completa la tabla siguiente, escribiendo el nombre de los radicales (arilo o fenilo) formados al perderse un átomo de hidrógeno en la molécula del benceno y un átomo de hidrógeno en el sustituyente metilo (-CH<sub>3</sub>) de la molécula del tolueno.

| Hidrocarburo | Fórmula molecular                             | Radical | Nombre |
|--------------|---|---------|--------|
| Benceno      | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>                 |         |        |
| Tolueno      | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> |         |        |

- 4.- Nombra los siguientes compuestos, considerando los radicales fenilo y bencilo como sustituyentes de la cadena.



- 5.- Escribe las fórmulas estructurales de los siguientes compuestos:

a) yodobenceno

b) o-bromoanilina

c) p-bromoclorobenceno

d) m-clorofenol

e) 4-nitrobromobenceno

f) 2-etiltolueno

g) o-dinitrobenceno

h) 4-fluoronitrobenceno

i) m-clorotolueno

j) ácido benzoico

k) fenol

l) p-isobutilanilina

m) anilina

n) o-dimetilbenceno (o-xileno)

o) fenilmetano

p) 1,2-difeniletano

q) 2-fenilhexano

r) bencilacetileno

**Actividad 13.3 Propiedades físicas del benceno y derivados**

I. Responde correctamente las preguntas siguientes:

1.- De la información proporcionada en la Tabla sobre propiedades físicas del benceno y algunos derivados del mismo, determina:

a) El estado físico de estas sustancias a 20°C.

| Compuesto   | Estado físico |
|-------------|---------------|
| Benceno     |               |
| Tolueno     |               |
| Etilbenceno |               |
| o-xileno    |               |
| m-xileno    |               |
| p-xileno    |               |
| Naftaleno   |               |
| Antraceno   |               |

Antraceno

b) ¿Cuáles de estas sustancias son menos densas que el agua a 20°C?

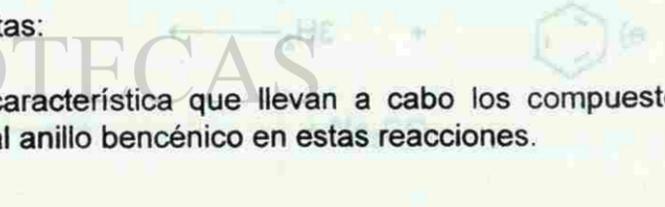
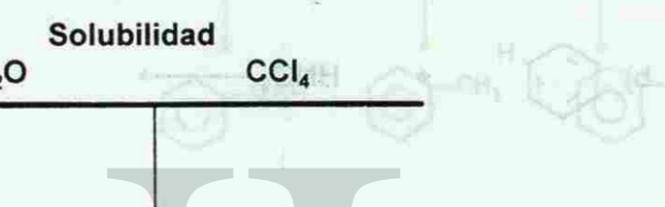
2.- Investiga las estructuras de los compuestos enlistados y predice su solubilidad en agua (disolvente polar) y en CCl<sub>4</sub> (disolvente no polar).

| Compuesto   | Solubilidad      |                  |
|-------------|------------------|------------------|
|             | H <sub>2</sub> O | CCl <sub>4</sub> |
| Benceno     |                  |                  |
| Tolueno     |                  |                  |
| Etilbenceno |                  |                  |
| o-xileno    |                  |                  |
| m-xileno    |                  |                  |
| p-xileno    |                  |                  |
| Naftaleno   |                  |                  |
| Antraceno   |                  |                  |

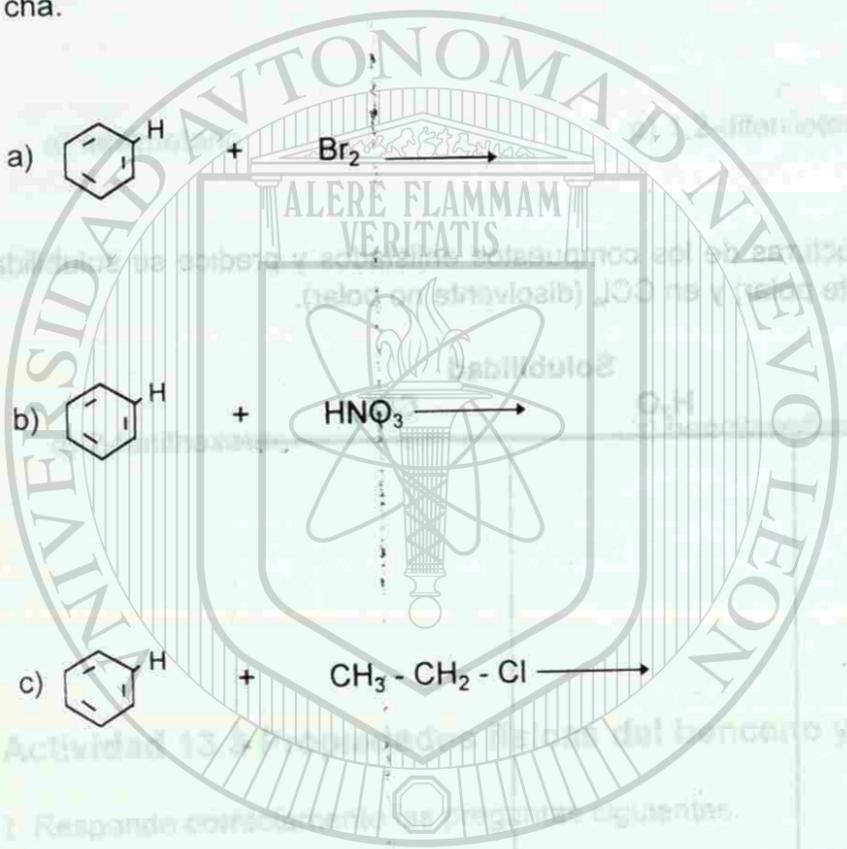
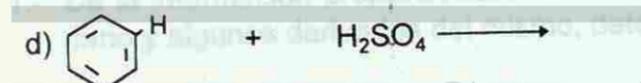
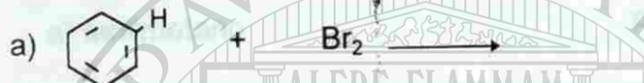
**Actividad 13.4 Propiedades químicas y métodos de obtención del benceno**

I. Responde las siguientes preguntas:

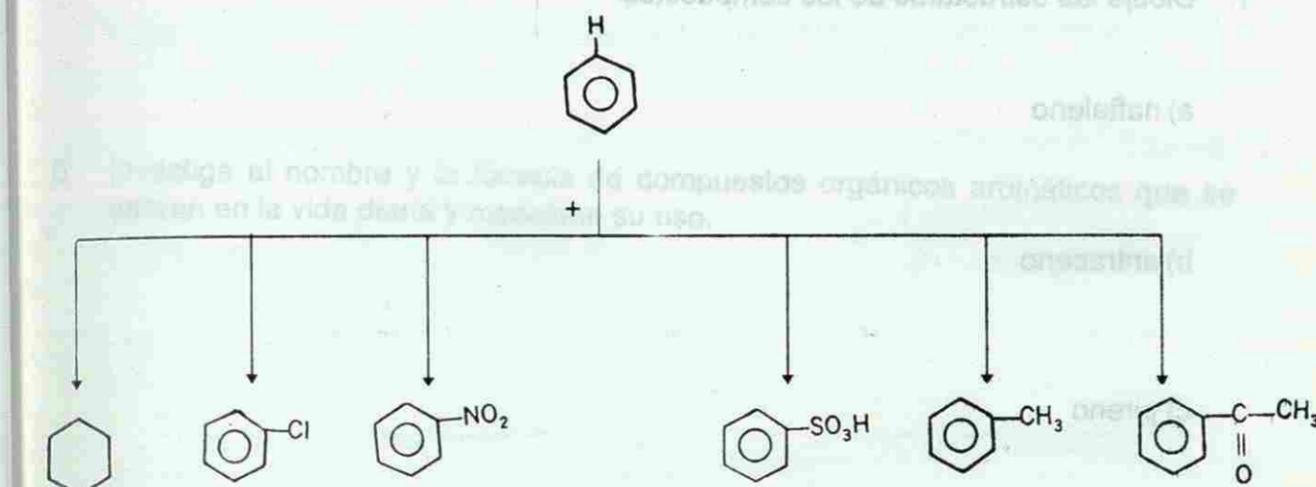
1.- Explica cuál es la reacción característica que llevan a cabo los compuestos aromáticos y lo que le ocurre al anillo bencénico en estas reacciones.



2.- Completa las siguientes ecuaciones que representan la sustitución de un hidrógeno del anillo bencénico. Escribe a la derecha de la flecha la fórmula y el nombre del producto obtenido y la fórmula del catalizador utilizado encima de la flecha.



3.- Completa el diagrama siguiente, escribiendo el reactivo y el catalizador utilizado para obtener el compuesto en cada caso.



4.- ¿Cuáles son las fuentes naturales del benceno?

5.- Completa la siguiente ecuación que representa la reacción de obtención del benceno en el laboratorio. Indica encima de la flecha las condiciones a los cuales se lleva a cabo la reacción.



**Actividad 13.5 Hidrocarburos policíclicos y usos****I. Responde las siguientes preguntas correctamente**

1. Dibuja las estructuras de los compuestos:

a) naftaleno

b) antraceno

c) pireno

2.- ¿Cuál es la fuente natural principal de estos compuestos?

3.- Menciona el principal efecto nocivo de estos compuestos en los seres humanos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

4.- ¿Mediante cuál reacción se pueden obtener estos compuestos a partir de otras moléculas orgánicas más grandes?

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5.- ¿De dónde proviene el 3,4-benzopireno, uno de los más activos carcinógenos, que se encuentra contaminando el ambiente?

6.- Investiga el nombre y la fórmula de compuestos orgánicos aromáticos que se utilizan en la vida diaria y menciona su uso.

## Ejercicios de unidad

I. Contesta el siguiente cuestionario.

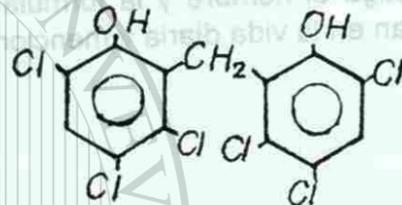
1.- Encierra en un círculo la porción aromática en cada molécula:

a)



Sulfanilamida (una sulfa)

b)



Hexaclorofeno (un germicida)

2.- Describe mediante ecuaciones químicas cómo preparar los siguientes compuestos a partir del benceno.

a) Bromobenceno

b) Nitrobenceno

c) Acido bencenosulfónico

d) Tolueno

3.- Utilizando ecuaciones químicas escribe los productos que se forman al reaccionar con el benceno cada una de las sustancias siguientes. En los casos en que no ocurra reacción, escribe: NR

a)  $\text{Br}_2$  diluidob)  $\text{Br}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ c)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentradosd)  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{AlCl}_3$ e)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ ,  $\text{AlCl}_3$ f)  $\text{NaCl}$ g)  $\text{H}_2$ , Pt, presión y temperatura altas

4.- Escribe la estructura de cada uno de los siguientes compuestos:

a) o-xileno

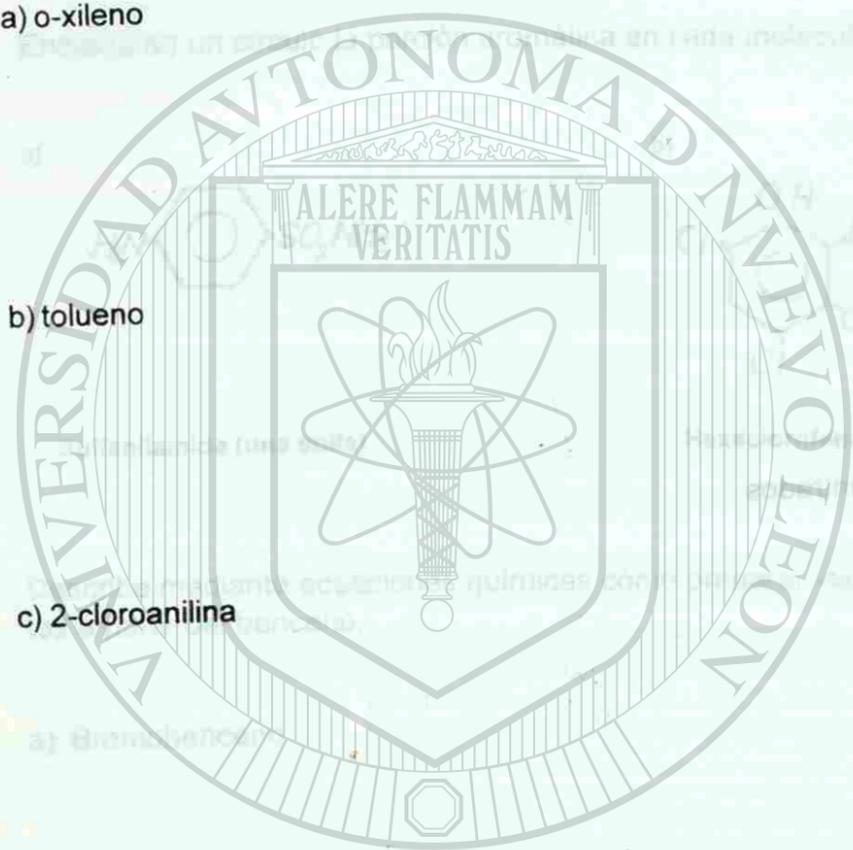
b) tolueno

c) 2-cloroanilina

d) ácido m-nitrobencenosulfónico

e) p-diclorobenceno

f) p-ter-butiletilbenceno



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5.- Escribe el nombre (IUPAC) para cada compuesto del ejercicio anterior.

a)

b)

c)

d) 1-clorotolueno

e) 2-clorotolueno

f) 3-clorotolueno

g) 4-clorobenceno

h)

i) 1,4-diclorobenceno

j) 1,3-diclorobenceno

k) 1,2-diclorobenceno

l) ninguno de los anteriores

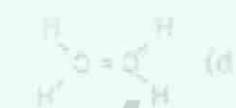
m) tolueno

n) benceno

o) xileno

p) cloruro

q) benceno



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

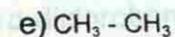
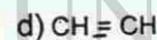
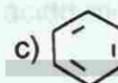
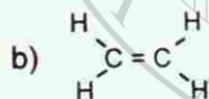
## AUTOEVALUACION

I.- Selecciona la mejor opción en cada pregunta:

1.- Grupo arilo que contiene siete átomos de carbono:

- a) fenilo
- b) bencilo
- c) hexilo
- d) butilo
- e) benceno

2. Los hidrocarburos aromáticos están relacionados con:



3.- Son los nombres de un mismo compuesto.

- a) metilbenceno y tolueno
- b) nitrobenceno y anilina
- c) hidroxibenceno y fenol
- d) o-bromoclorobenceno y 3-bromoclorobenceno
- e) A y C son correctas

4.- Son productos de la reacción entre  $\text{Cl}_2$  gaseoso y benceno, en presencia de  $\text{FeCl}_3$

- a) ácido bencenosulfónico + agua
- b) clorobenceno + ácido clorhídrico
- c) nitrobenceno + ácido nítrico
- d) bromobenceno + ácido bromhídrico
- e) ninguno de los anteriores

5.- Meta -clorotolueno es otro nombre del compuesto:

- a) 1,4-clorometilbenceno
- b) 1-clorotolueno
- c) 2-clorotolueno
- d) 3-clorotolueno
- e) 4-clorobenceno

6.- Un disolvente que seguramente no disuelve al naftaleno y al antraceno es:

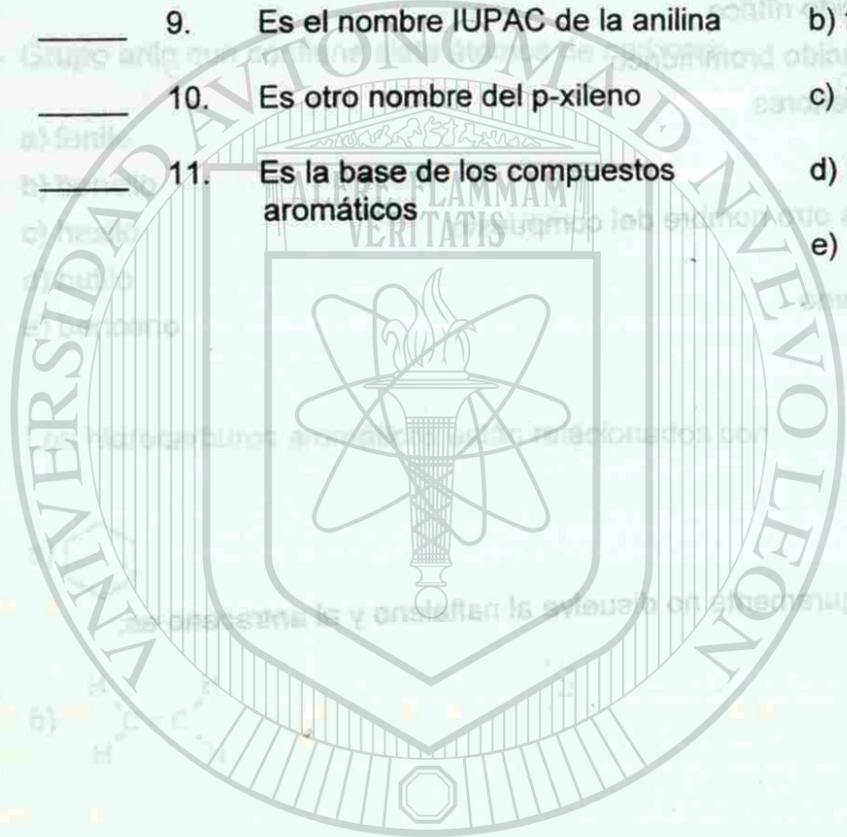
- a) agua
- b) petróleo
- c)  $\text{CCl}_4$
- d) éter etílico
- e) ninguno de los anteriores

7.- Todas son características del benceno, excepto una. Identifícala

- a) Es una molécula planar con seis dobles enlaces conjugados.
- b) Es muy estable.
- c) No es simétrica y las longitudes de enlace entre C - C son diferentes.
- d) Sus reacciones más importantes son de sustitución electrofílica aromática.
- e) Tiene seis electrones  $\pi$  deslocalizados entre los seis carbonos.

II.- Relaciona las siguientes columnas colocando la letra que corresponda al frente de cada pregunta.

- |         |   |                       |
|---------|---|-----------------------|
| ___ 8.  | Es el nombre IUPAC del tolueno          | a) 1,4-dimetilbenceno |
| ___ 9.  | Es el nombre IUPAC de la anilina        | b) fenilamina         |
| ___ 10. | Es otro nombre del p-xileno             | c) 1,4-diclorobenceno |
| ___ 11. | Es la base de los compuestos aromáticos | d) benceno            |
|         |   | e) metilbenceno       |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

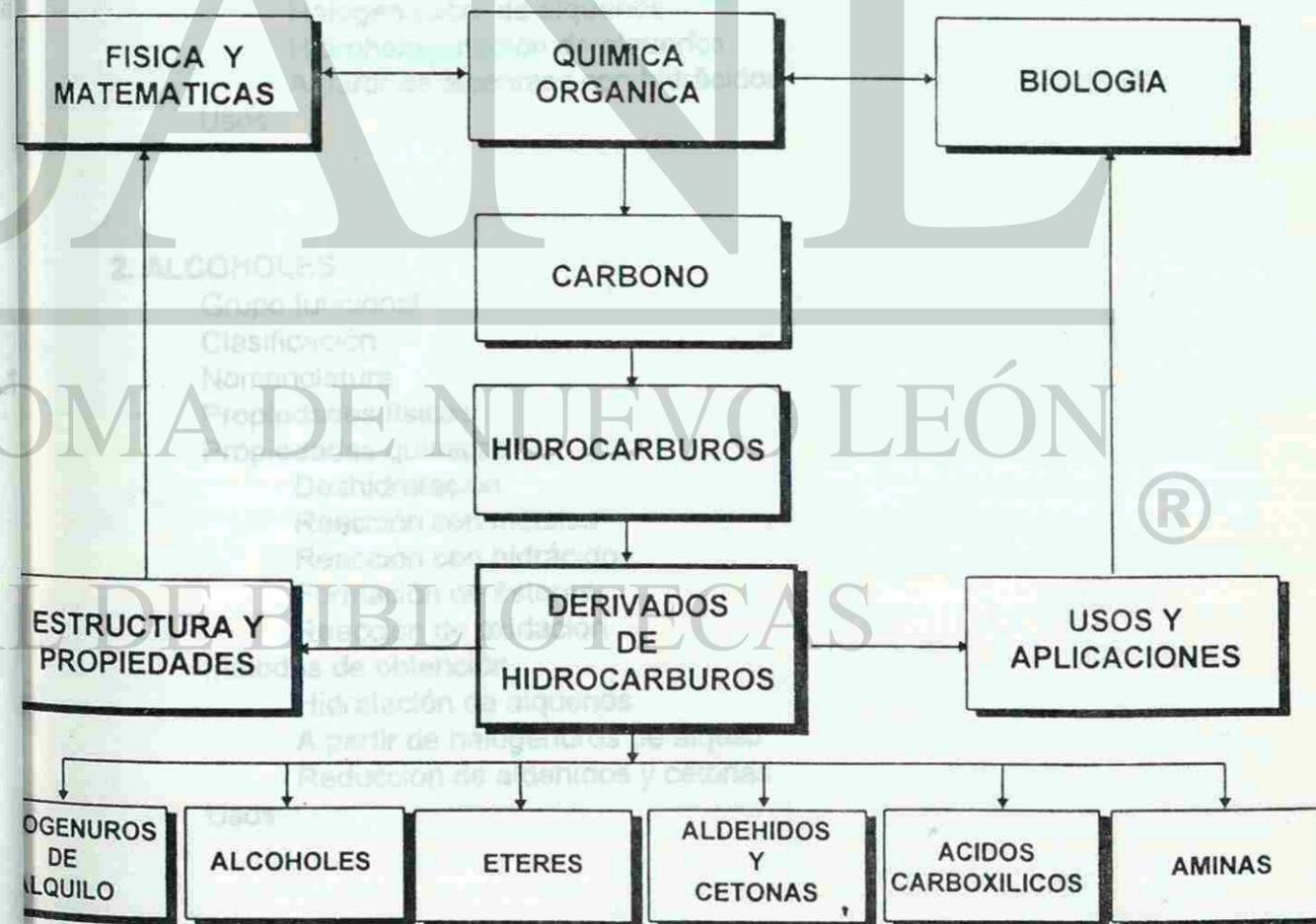
## UNIDAD XIV

Derivados de hidrocarburos. Funciones químicas que identifican.

### OBJETIVO DE UNIDAD

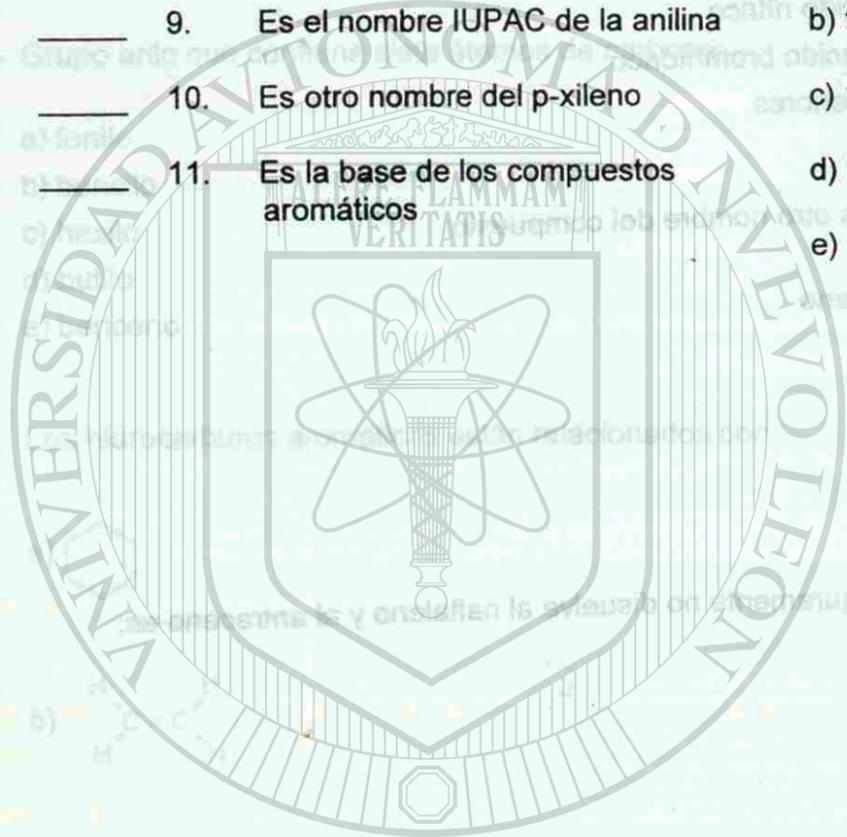
Distinguir los principales grupos funcionales en compuestos orgánicos de acuerdo a su estructura, nomenclatura y propiedades. Representar a través de ecuaciones químicas, sus principales métodos de obtención, identificando productos de uso común que los contengan.

### ESTRUCTURA CONCEPTUAL



II.- Relaciona las siguientes columnas colocando la letra que corresponda al frente de cada pregunta.

- |         |   |                       |
|---------|---|-----------------------|
| ___ 8.  | Es el nombre IUPAC del tolueno          | a) 1,4-dimetilbenceno |
| ___ 9.  | Es el nombre IUPAC de la anilina        | b) fenilamina         |
| ___ 10. | Es otro nombre del p-xileno             | c) 1,4-diclorobenceno |
| ___ 11. | Es la base de los compuestos aromáticos | d) benceno            |
|         |   | e) metilbenceno       |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

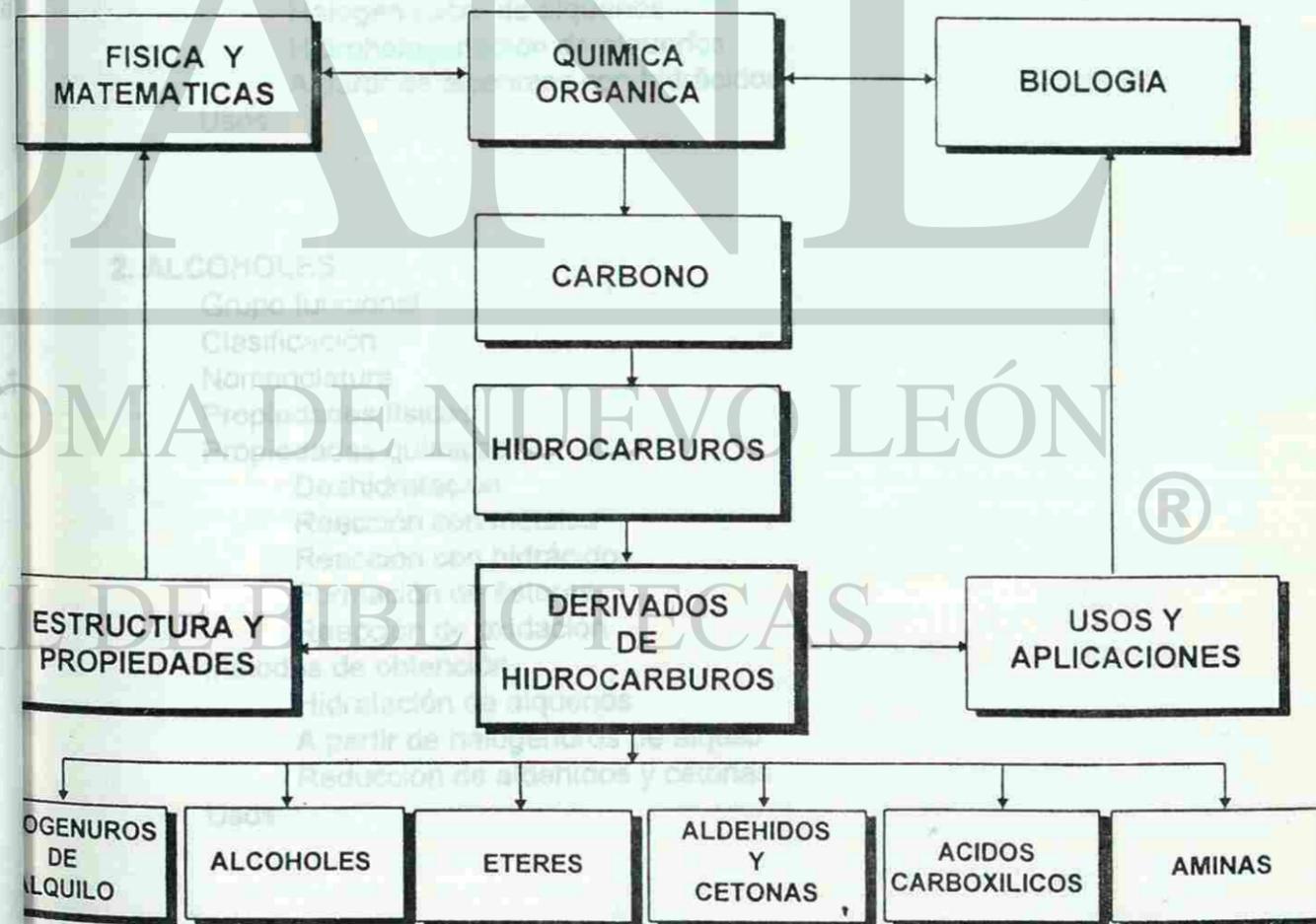
## UNIDAD XIV

Derivados de hidrocarburos. Funciones químicas que identifican.

### OBJETIVO DE UNIDAD

Distinguir los principales grupos funcionales en compuestos orgánicos de acuerdo a su estructura, nomenclatura y propiedades. Representar a través de ecuaciones químicas, sus principales métodos de obtención, identificando productos de uso común que los contengan.

### ESTRUCTURA CONCEPTUAL



## UNIDAD XIV

### DERIVADOS DE HIDROCARBUROS. FUNCIONES QUÍMICAS QUE IDENTIFICAN

#### METAS DE UNIDAD

#### CONTENIDO

#### 1. HALOGENUROS DE ALQUILO

- Grupo funcional
- Nomenclatura
- Propiedades físicas
- Propiedades químicas
  - Reacción de sustitución
    - Formación de alcoholes
    - Síntesis de Würtz
    - Alquilación de Friedel-Crafts
  - Reacción de eliminación
    - Deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo
    - Deshalogenación de dihalogenuros vecinales
  - Preparación del reactivo de Grignard
  - Métodos de obtención
    - Halogenación de alcanos
    - Halogenación de alquenos
    - Hydrohalogenación de alquenos
    - A partir de alcoholes con hidrácidos
- Usos

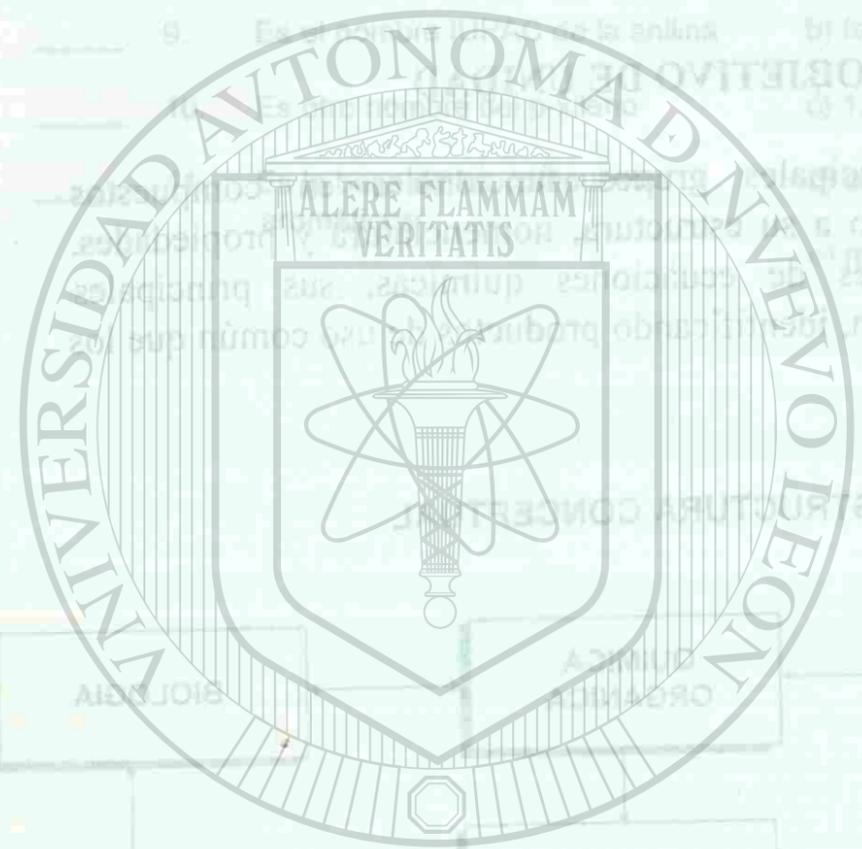
#### 2. ALCOHOLES

- Grupo funcional
- Clasificación
- Nomenclatura
- Propiedades físicas
- Propiedades químicas
  - Deshidratación
  - Reacción con metales
  - Reacción con hidrácidos
  - Formación de ésteres
  - Reacción de oxidación
- Métodos de obtención
  - Hidratación de alquenos
  - A partir de halogenuros de alquilo
  - Reducción de aldehídos y cetonas
- Usos

## UNIDAD XIV

Relaciona las siguientes palabras colocadas en la lista con la definición que se encuentra en la pregunta de cada ítem.

### Derivados de hidrocarburos. Funciones químicas que identifican



**3. ETERES**

Grupo funcional  
Nomenclatura  
Propiedades físicas  
Usos

**4. ALDEHIDOS Y CETONAS**

Grupo funcional  
Nomenclatura  
Propiedades físicas  
Propiedades químicas  
Reducción a alcoholes  
Oxidación a ácidos carboxílicos  
Métodos de obtención  
Oxidación de alcoholes  
Usos

**5. ACIDOS CARBOXILICOS**

Grupo funcional  
Nomenclatura  
Propiedades físicas  
Propiedades químicas  
Esterificación  
Formación de sales  
Métodos de obtención  
Oxidación  
A partir de alcoholes y aldehídos  
A partir de alquilbenceno

Usos

Derivados de ácidos: ésteres, anhídridos, sales de ácido y amidas.

Grupo funcional  
Usos

**6. AMINAS**

Grupo funcional  
Clasificación  
Nomenclatura  
Propiedades físicas  
Usos

**METAS DE UNIDAD**

Al término de la unidad, el estudiante:

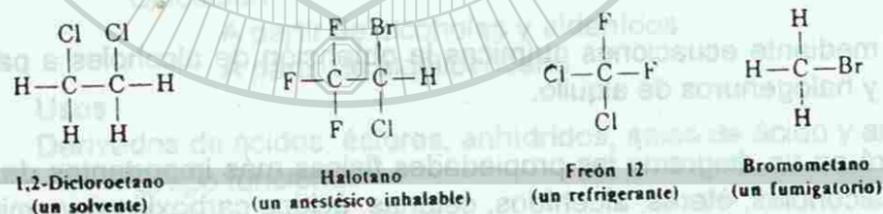
1. Identificará los grupos funcionales en los compuestos orgánicos y describirá su isomería estructural.
2. Utilizará las reglas de Nomenclatura IUPAC para nombrar compuestos y escribir fórmulas de: halogenuros de alquilo, alcoholes, éteres, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y aminas.
3. Representará mediante ecuaciones algunas propiedades químicas de halogenuros de alquilo, alcoholes, aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos.
4. Describirá la obtención de halogenuros de alquilo a partir de hidrocarburos y de alcoholes.
5. Clasificará aminas y alcoholes; en primarios, secundarios y terciarios, mostrando ejemplos de cada uno.
6. Mostrará mediante ecuaciones químicas la obtención de alcoholes a partir de alquenos y halogenuros de alquilo.
7. Comparará en un diagrama las propiedades físicas más importantes de: halogenuros, alcoholes, éteres, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y aminas.
8. Describirá la obtención de aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos utilizando reacciones de oxidación.
9. Enunciará los usos que tienen algunos compuestos orgánicos.

## 1. Halogenuros o haluros de alquilo

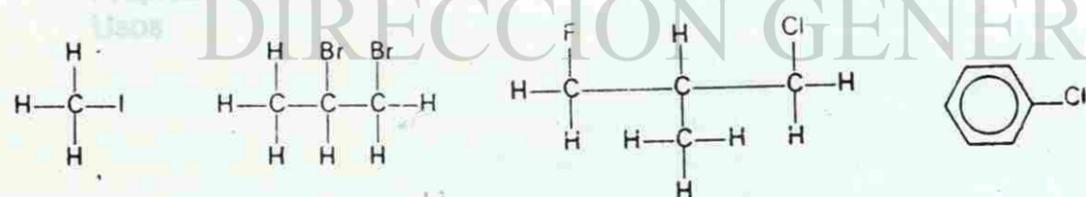
Los halogenuros de alquilo se encuentran en la naturaleza, preferentemente en los organismos marinos que en los terrestres. En la década de 1980 se dio un crecimiento explosivo en las investigaciones químicas de los organismos marinos, y se han elucidado las estructuras de muchas moléculas halogenadas naturales. Así, halometanos simples como  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CBr}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{I}$  y  $\text{CH}_3\text{Cl}$  son constituyentes del alga hawaiana *Asparagopsis taxiformis*. Además, muchas sustancias aisladas a partir de organismos marinos presentan una actividad biológica interesante. Por ejemplo, el plocameno B, un derivado del triclorociclohexeno aislado del alga roja *Plocamium violaceum*, tiene potencia insecticida similar a la del DDT contra larvas de mosquito.



Además, se han sintetizado en el laboratorio una variedad espectacular de este tipo de compuestos y en general, hemos llegado a depender de muchos de ellos. Entre sus muchos usos, los halogenuros de alquilo se emplean como solventes industriales, anestésicos inhalables para cirugía, refrigerantes, plaguicidas y agentes fumigantes.



En general, los halogenuros de alquilo son compuestos en los cuales uno o más hidrógenos de un hidrocarburo han sido sustituidos por átomos de halógeno. El halógeno puede ser flúor (F), cloro (Cl), bromo (Br) o yodo (I). Los siguientes son ejemplos de esta clase de compuestos.



Generalmente, se usa la notación R-X para representar a los halogenuros de alquilo, en donde R, corresponde a un grupo alquilo y X, a un halógeno.

### Nomenclatura

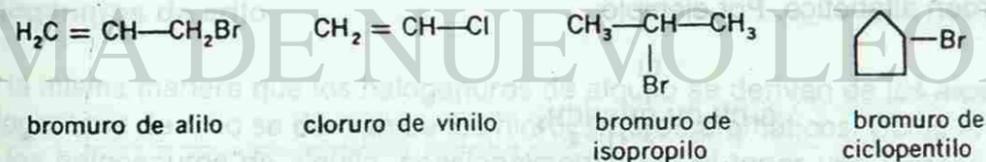
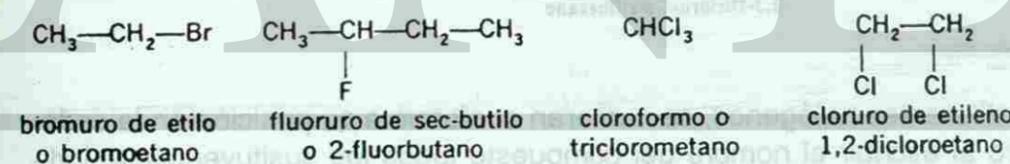
#### Común o trivial

Los nombres comunes de los halogenuros de alquilo están muy arraigados en la bibliografía química y en el uso diario y son semejantes a los nombres de sales inorgánicas, por lo que su uso es recomendable.

Los nombres comunes o nombres triviales de los halogenuros o haluros de alquilo se forman con el nombre del anión, derivado del halógeno (cloruro, bromuro, fluoruro, etc), seguido del nombre del grupo alquilo correspondiente. Ejemplos:



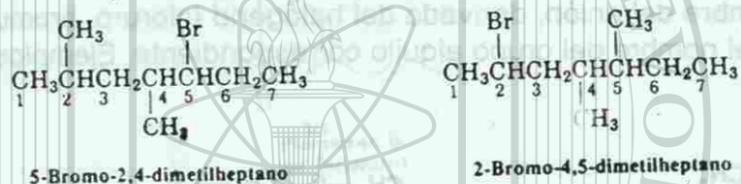
Otros ejemplos de nombres comunes de halogenuros de alquilo son:



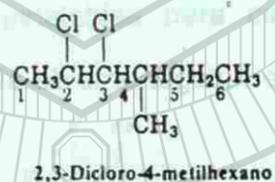
### Sistemática (IUPAC)

Los halogenuros de alquilo se nombran del mismo modo que los alcanos, considerando al halógeno como un sustituyente en una cadena principal de alcano, de acuerdo a las siguientes reglas:

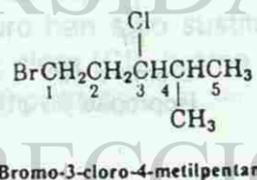
1. Se encuentra y nombra la cadena principal. Como al nombrar alcanos, se elige como cadena principal la más larga. Si está presente un doble o triple enlace, la cadena principal lo debe contener.
2. Se numeran los carbonos de la cadena principal comenzando por el extremo más cercano al primer sustituyente, sin importar si se trata de un alquilo o un halógeno. Se asigna a cada sustituyente un número conforme a su posición en la cadena. Por ejemplo:



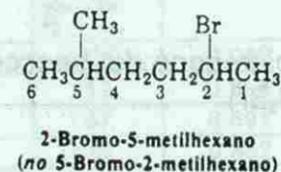
- a) Si está presente más de un átomo del mismo halógeno, se numera cada uno y se emplea un prefijo di-, tri-, tetra-, etc. Por ejemplo:



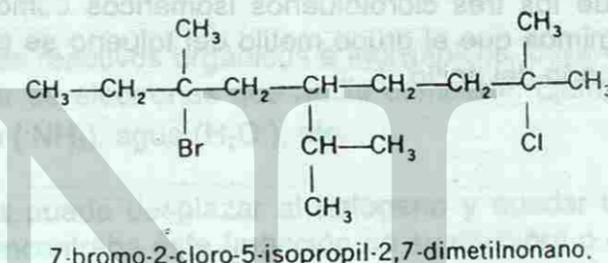
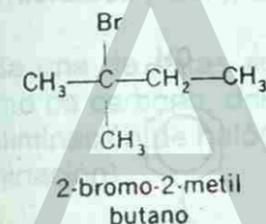
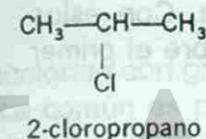
- b) Si hay diferentes halógenos, se numeran conforme a su posición en la cadena, pero al escribir el nombre del compuesto todos los sustituyentes se indican en orden alfabético. Por ejemplo:



3. Si la cadena principal puede numerarse adecuadamente desde cualquiera de los extremos aplicando la regla 2, se empieza por el más cercano al sustituyente (ya sea alquilo o halógeno) que tenga la prioridad alfabética. Por ejemplo:



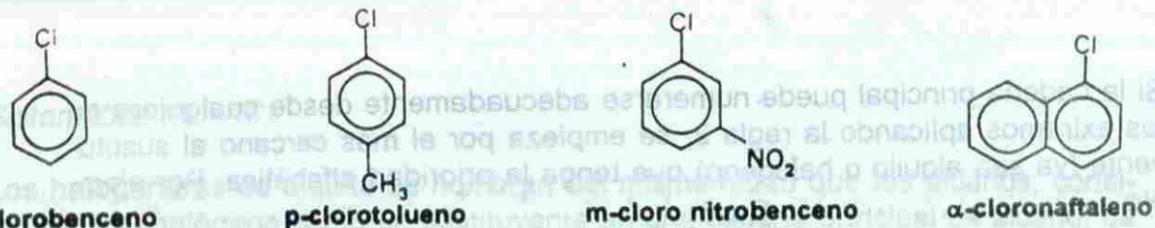
Ejemplos del nombre sistemático de algunos halogenuros de alquilo son:



### Halogenuros de arilo

De la misma manera que los halogenuros de alquilo se derivan de los alcanos, los halogenuros de arilo se derivan de los hidrocarburos aromáticos. Como en el caso de los halogenuros de alquilo, ocasionalmente es útil tener una fórmula general para los compuestos que tienen un halógeno unido a un anillo aromático y con este fin los químicos usan el símbolo Ar, que significa grupo arilo.

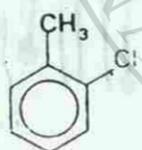
Un halogenuro de arilo como ya se estudió en la Unidad XIII es cualquier compuesto en el cual un halógeno se une directamente a un anillo aromático. Por ejemplo, todos los compuestos siguientes son cloruros de arilo.



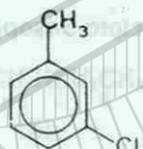
Si sustituimos uno de los átomos de hidrógeno del benceno por un átomo de bromo, tendremos el bromobenceno ( $C_6H_5Br$ ).



Si sustituimos un átomo de hidrógeno del anillo de tolueno por uno de cloro tendremos uno de los tres clorotoluenos isoméricos como se muestra. Con estos nombres asumimos que el grupo metilo del tolueno se encuentra sobre el primer átomo de carbono del anillo.



**2-Clorotolueno**  
(o-clorotolueno)



**3-Clorotolueno**  
(m-clorotolueno)



**4-Clorotolueno**  
(p-clorotolueno)

### Propiedades físicas

Los halogenuros de alquilo tienen puntos de ebullición mayores que los alcanos, con el mismo peso molecular. Para un grupo alquilo determinado, el punto de ebullición aumenta al aumentar la masa atómica del halógeno. A pesar de su polaridad, son insolubles en agua y son solubles en disolventes no polares. Los yoduros y bromuros son más densos que el agua, los derivados monofluorados y monoclorados son menos densos.

Tabla 14.1 Propiedades físicas de halogenuros de alquilo

| Halogenuro de: | Fluoruro               |            | Cloruro                |            | Bromuro                |            | Yoduro                 |            |
|----------------|------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|
|                | Punto de ebullición °C | Dens. g/mL |
| metilo         | -78                    | 0.579      | -24                    | 0.916      | 4                      | 1.67       | 42.4                   | 2.279      |
| etilo          | -38                    | 0.718      | 12                     | 0.898      | 38                     | 1.46       | 72                     | 1.936      |
| propilo        | -3                     | 0.760      | 47                     | 0.891      | 71                     | 1.354      | 102                    | 1.749      |
| isopropilo     | -9                     | 0.724      | 36                     | 0.862      | 59                     | 1.314      | 90                     | 1.704      |

### Propiedades químicas

Los halogenuros de alquilo son muy reactivos y tienen mucha utilidad en síntesis orgánica; ya que intervienen en la obtención de numerosos compuestos de estructura diversa como: alcoholes, éteres, aldehídos, ácidos, aminas, hidrocarburos, etc.

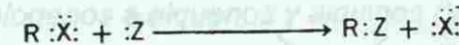
Reaccionan con gran número de reactivos orgánicos e inorgánicos, cuya característica común es poseer un par de electrones que nadie comparte: Ejemplos: iones hidróxido ( $:OH^-$ ), amoníaco ( $:NH_3$ ), agua ( $H_2O$ ), etc.

Cada una de estas sustancias puede desplazar al halógeno y quedar unida al átomo de carbono, donde se encontraba éste (reacción de sustitución) o efectuar la eliminación de halógeno y un hidrógeno de un carbono adyacente (reacción de eliminación).

Algunas de estas reacciones ya fueron estudiadas en las unidades anteriores

#### A) Reacción de sustitución

La reacción típica de los derivados halogenados es la sustitución en donde  $Z$  es el reactivo con el par de electrones sin compartir.

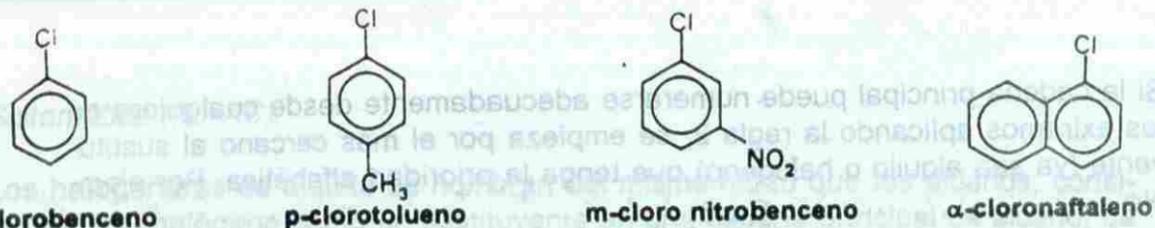


Las reacciones de sustitución que estudiaremos son:

#### a) Formación de alcoholes

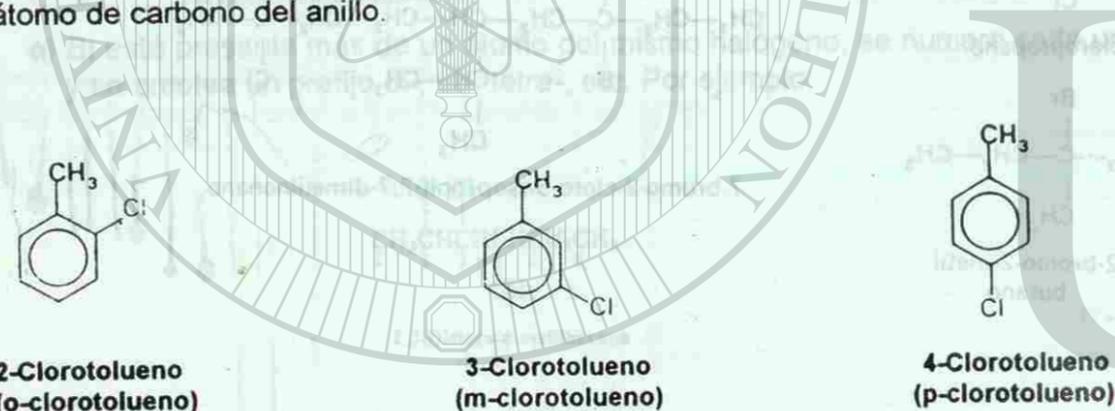


1020124207



Si sustituimos uno de los átomos de hidrógeno del benceno por un átomo de bromo, tendremos el bromobenceno ( $C_6H_5Br$ ).

Si sustituimos un átomo de hidrógeno del anillo de tolueno por uno de cloro tendremos uno de los tres clorotoluenos isoméricos como se muestra. Con estos nombres asumimos que el grupo metilo del tolueno se encuentra sobre el primer átomo de carbono del anillo.



### Propiedades físicas

Los halogenuros de alquilo tienen puntos de ebullición mayores que los alcanos, con el mismo peso molecular. Para un grupo alquilo determinado, el punto de ebullición aumenta al aumentar la masa atómica del halógeno. A pesar de su polaridad, son insolubles en agua y son solubles en disolventes no polares. Los yoduros y bromuros son más densos que el agua, los derivados monofluorados y monoclorados son menos densos.

Tabla 14.1 Propiedades físicas de halogenuros de alquilo

| Halogenuro de: | Fluoruro               |            | Cloruro                |            | Bromuro                |            | Yoduro                 |            |
|----------------|------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|------------|
|                | Punto de ebullición °C | Dens. g/mL |
| metilo         | -78                    | 0.579      | -24                    | 0.916      | 4                      | 1.67       | 42.4                   | 2.279      |
| etilo          | -38                    | 0.718      | 12                     | 0.898      | 38                     | 1.46       | 72                     | 1.936      |
| propilo        | -3                     | 0.760      | 47                     | 0.891      | 71                     | 1.354      | 102                    | 1.749      |
| isopropilo     | -9                     | 0.724      | 36                     | 0.862      | 59                     | 1.314      | 90                     | 1.704      |

### Propiedades químicas

Los halogenuros de alquilo son muy reactivos y tienen mucha utilidad en síntesis orgánica; ya que intervienen en la obtención de numerosos compuestos de estructura diversa como: alcoholes, éteres, aldehídos, ácidos, aminas, hidrocarburos, etc.

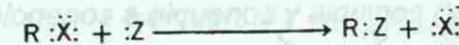
Reaccionan con gran número de reactivos orgánicos e inorgánicos, cuya característica común es poseer un par de electrones que nadie comparte: Ejemplos: iones hidróxido ( $:OH^-$ ), amoníaco ( $:NH_3$ ), agua ( $H_2O$ ), etc.

Cada una de estas sustancias puede desplazar al halógeno y quedar unida al átomo de carbono, donde se encontraba éste (reacción de sustitución) o efectuar la eliminación de halógeno y un hidrógeno de un carbono adyacente (reacción de eliminación).

Algunas de estas reacciones ya fueron estudiadas en las unidades anteriores

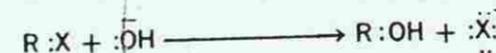
#### A) Reacción de sustitución

La reacción típica de los derivados halogenados es la sustitución en donde  $Z$  es el reactivo con el par de electrones sin compartir.



Las reacciones de sustitución que estudiaremos son:

#### a) Formación de alcoholes



1020124207

Ejemplo:



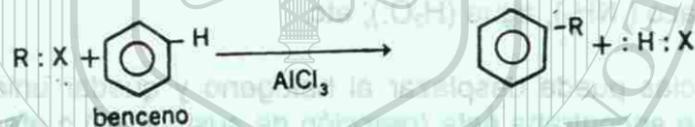
b) Síntesis de Würtz (ver página 70)



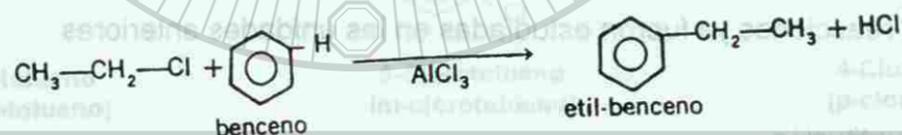
Ejemplo:



c) Alquilación de Friedel-Craft (ver página 216)

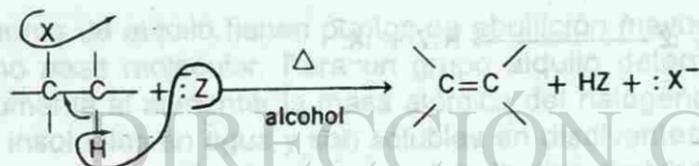


Ejemplo:

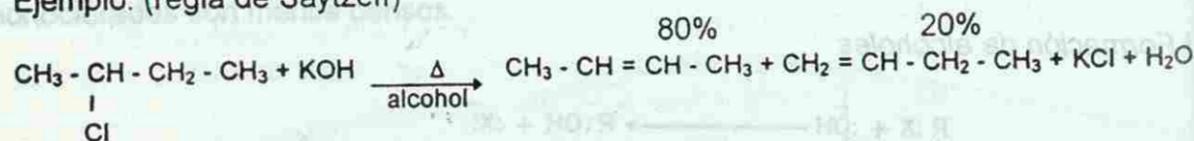


B). Reacciones de eliminación.

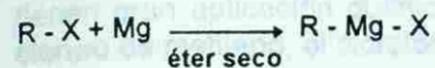
Por eliminación del halógeno y un hidrógeno, se obtiene un alqueno. Esta reacción es llamada de deshidrohalogenación. (ver página 121)



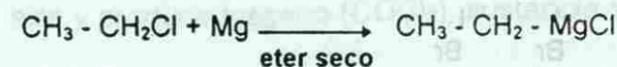
Ejemplo: (regla de Saytzeff)



C) Preparación del reactivo de Grignard (ver página 70)



Ejemplo:



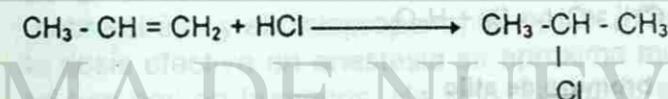
Métodos de obtención

La preparación de halógenuros de alquilo se efectúa a partir de hidrocarburos saturados(alcanos) y no saturados (alquenos y alquinos) mediante reacciones que ya estudiamos anteriormente y a partir de alcoholes como veremos posteriormente al estudiar las propiedades químicas de los alcoholes.

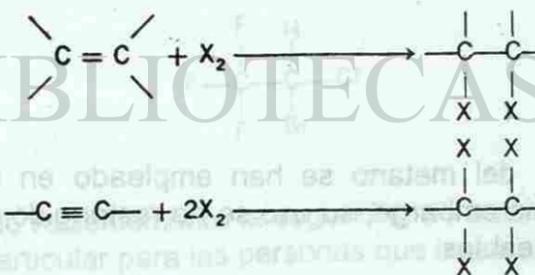
a) Adición de HX a alquenos y alquinos (ver páginas 117 y 147)



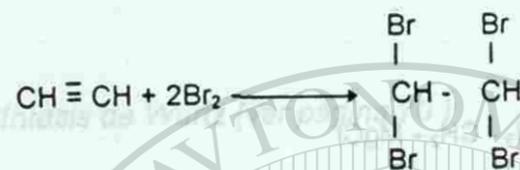
Ejemplo: (Regla de Markovnikov)



b) Adición de halógenos a alquenos y alquinos (Ver páginas 116 y 146)



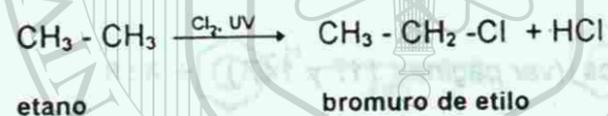
Ejemplos:



c) Halogenación de alcanos (ver página 69)



Ejemplo:



d) A partir de alcoholes, tratados con HX = HI, HBr, HCl



Ejemplo:

NOTA: El HCl sólo reacciona en presencia de  $\text{ZnCl}_2$ 

Usos

Los derivados halogenados del metano se han empleado en medicina como anestésicos o antisépticos; sin embargo, su uso se ha restringido, porque causan trastornos secundarios indeseables.

Los cloruros de alquilo son buenos disolventes de muchas sustancias orgánicas y tienen gran aplicación química e industrial. Entre los más importantes, están el cloruro de metileno, el cloroformo, el tetracloruro de carbono, etc.

Al aumentar el contenido de halógeno en un compuesto orgánico, disminuye su inflamabilidad, por lo que el  $\text{CCl}_4$  se ha utilizado en extinguidores, pero no es recomendable, debido a que, a elevadas temperaturas, puede reaccionar con el oxígeno del aire y producir fosgeno ( $\text{COCl}_2$ ), sustancia sumamente tóxica.

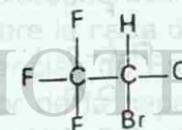
Entre los derivados fluorados importantes, tenemos el polímero del tetrafluoroetileno ( $-\text{CF}_2 - \text{CF}_2 -$ )<sub>n</sub>, conocido como teflón, que es un material muy útil, debido a su gran estabilidad química y térmica. Muchos compuestos fluoroclorados, conocidos con "freones", se usan como refrigerantes y propelentes.

Varios compuestos clorados se usan como insecticidas, entre los más conocidos están el DDT [1,1,1-tricloro-2,2-di-(p-clorofeniletano)], el lindano o gammexano (1,2,3,4,5,6-hexacloro ciclohexano), el aldrín y el clordano.

#### LE 14.1 Hidrocarburos halogenados: Propiedades fisiológicas

Las propiedades físicas, en particular la solubilidad y la volatilidad, determinan en gran medida el lugar adonde van los hidrocarburos en nuestro cuerpo, y qué hacen cuando llegan ahí.

Las propiedades físicas de los hidrocarburos halogenados se parecen mucho a los alcanos en cuanto a sus propiedades fisiológicas. Los compuestos gaseosos y los vapores o líquidos volátiles actúan a menudo como anestésicos. El cloroformo es un anestésico efectivo; es poderoso, actúa con rapidez y tiene la ventaja (sobre el éter y el ciclopropano) de no ser inflamable. Sin embargo, por desgracia, la dosis efectiva en anestesia se aproxima mucho a la dosis letal y muy rara vez se usa hoy en humanos. Ha sido sustituido ampliamente por el 2-bromo-2-cloro-1,1,1-trifluoroetano (también llamado halotano) que también tiene las ventajas del cloroformo.



Se ha cuestionado recientemente la seguridad de esta sustitución con respecto a la toxicidad, en particular para las personas que trabajan en el quirófano.

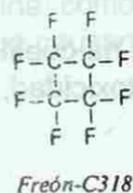
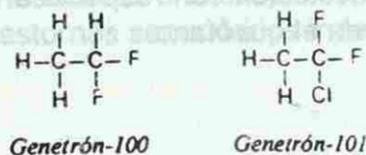
Algunos hidrocarburos halogenados son narcóticos en concentraciones elevadas, por lo que se ha abusado de algunos de estos compuestos por parte de los inhaladores de pegamentos. Este uso es sumamente peligroso, pues, aparte del riesgo de muerte inmediata, la exposición repetida a estos compuestos produce con frecuencia un daño tremendo en el hígado y los riñones. Sobre la piel, los hidrocarburos halogenados líquidos pueden causar dermatitis, ya que eliminan los aceites naturales y, además son particularmente irritantes para la piel o para los ojos, las mucosas o las vías respiratorias y, debido a que muchos se absorben a través de la piel, si se derraman sobre ella, pueden eventualmente producir daños en el hígado. Un hidrocarburo halogenado, el cloruro de vinilo, se ha visto implicado como causa de un cáncer de hígado. No se debe usar ningún hidrocarburo halogenado sin antes evaluar adecuadamente los riesgos; si no traen ningún aviso en la etiqueta, estudie las propiedades en alguna fuente de referencias como el Índice Merck.

Hill, J.W., Feigl, D.M., "Química y Vida", Publicaciones Cultural, 1986

#### LE 14.2 Los hidrocarburos fluorados: Los refrigerantes, los atomizadores de aerosol y la capa de ozono.

Un grupo de fluorocarburos, la mayoría de los cuales también contienen cloro, han sido muy utilizados como gases dispersantes en los envases de aerosol y como refrigerantes en acondicionadores de aire y refrigeradores. Se les conoce generalmente como "freones", aunque la palabra *Freon* es en realidad un nombre comercial de la compañía DuPont. Otros clorofluorocarburos se venden bajo nombres comerciales como *Genetron* (compañía Allied Chemical), *Isotron* (Pennwalt Corporation) y *Ucon* (Union Carbide).

Los dos clorofluorocarburos más importantes son el diclorodifluorometano (Freón -12) y el triclorofluorometano (Freón -11); ambos han sido producidos a razón de más de mil millones de kilogramos al año. Las estructuras de éstos y de otros "freones", se muestran abajo.



Durante muchos años se pensó que los clorofluorocarburos eran no reactivos químicamente y fisiológicamente inertes y fue esta propiedad la que propició un uso tan amplio. Su inocuidad ha sido cuestionada en realidad sólo en los últimos años. En la década de 1960, incidentes acerca de jóvenes que se drogaban inhalando nebulizaciones de aerosol hicieron que se iniciaran algunas investigaciones. Varios jovencitos murieron por causa de esta grotesca forma de abuso de drogas, víctimas de una falla cardíaca. Los mismos clorofluorocarburos (principalmente el Freón-11 y el Freón-12) que producían el efecto de intoxicación fueron los que detuvieron sus corazones. Algunos grupos de consumidores empezaron a cuestionar su inocuidad para el uso diario. El "Center for Science in the Public Interest" (SIPI) (Centro para la ciencia en interés del público) denunció las preparaciones en aerosol como bombas en potencia, debido a que los recipientes presurizados pueden explotar si se exponen al calor. EL "Health Research Group" (Grupo de Investigación para la salud) ha cuestionado la inocuidad de los impenetrables en los recipientes atomizadores de aerosol, particularmente para las personas con asma o enfermedades cardíacas, otros han considerado a los aerosoles como un gran despilfarro, ya que los mismos productos generalmente se encuentran a precios más bajos en otras presentaciones, y preguntan "¿cuál es la ventaja del precio?" refiriéndose obviamente tanto a los efectos sobre la salud como al costo.

En la otra cara de la moneda, los portavoces de la industria pudieron señalar un uso de 20 años como indicación de seguridad e, invariablemente, podían atribuir las muertes y los daños al abuso o al uso muy inadecuado del producto por no seguir las instrucciones. Sin embargo, algunos productos han sido suprimidos del mercado y continúan las investigaciones sobre peligros potenciales.

Una controversia más amplia sobre los clorofluorocarburos surgió en 1974, cuando F. Sherwood Rowland, un químico de la Universidad de California en Irvine, cuestionó el efecto de estos compuestos sobre la capa de ozono que protege a la Tierra. Pensó que, debido a que son inertes ante los reactivos químicos ordinarios, los clorofluorocarburos podían estar ascendiendo a través de la atmósfera hacia la estratósfera, y ahí podían reaccionar muy bien con el oxígeno atómico y la luz ultravioleta formando átomos de cloro, que catalizan la descomposición del ozono. Se sabe que esta reacción ocurre en el laboratorio bajo condiciones que simulan a las de la estratósfera y, confirmando en parte las especulaciones de Rowland, se han detectado clorofluorocarburos en la estratósfera; pero aún se tiene que probar su efecto sobre la capa de ozono. El riesgo es bastante grande. La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos estima que una disminución de un 10% en el espesor de la capa de ozono causaría un incremento de 8000 casos de cáncer en la piel al año entre la población blanca de Estados Unidos.

Hill, J.W., Feigl, D.M., "Química y Vida", Publicaciones Cultural, 1986

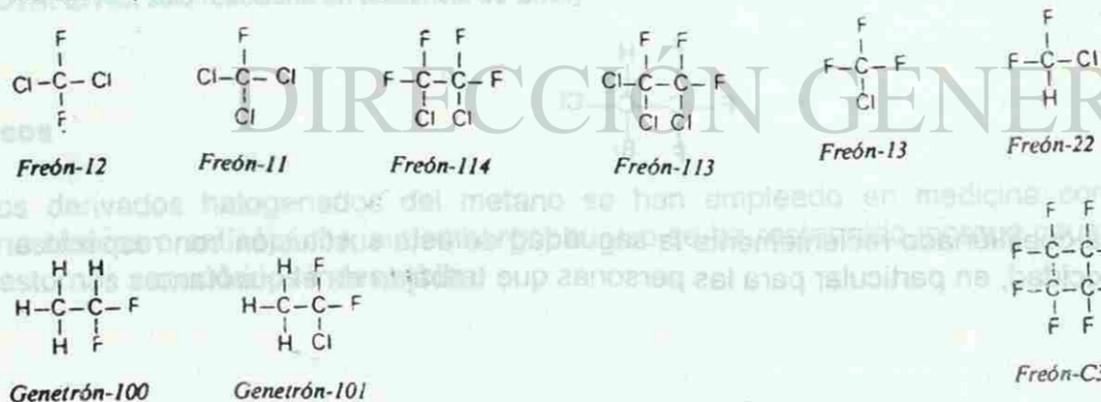
Algunos hidrocarburos halogenados son narcóticos en concentraciones elevadas, por lo que se ha abusado de algunos de estos compuestos por parte de los inhaladores de pegamentos. Este uso es sumamente peligroso, pues, aparte del riesgo de muerte inmediata, la exposición repetida a estos compuestos produce con frecuencia un daño tremendo en el hígado y los riñones. Sobre la piel, los hidrocarburos halogenados líquidos pueden causar dermatitis, ya que eliminan los aceites naturales y, además son particularmente irritantes para la piel o para los ojos, las mucosas o las vías respiratorias y, debido a que muchos se absorben a través de la piel, si se derraman sobre ella, pueden eventualmente producir daños en el hígado. Un hidrocarburo halogenado, el cloruro de vinilo, se ha visto implicado como causa de un cáncer de hígado. No se debe usar ningún hidrocarburo halogenado sin antes evaluar adecuadamente los riesgos; si no traen ningún aviso en la etiqueta, estudie las propiedades en alguna fuente de referencias como el Índice Merck.

Hill, J.W., Feigl, D.M., "Química y Vida", Publicaciones Cultural, 1986

#### LE 14.2 Los hidrocarburos fluorados: Los refrigerantes, los atomizadores de aerosol y la capa de ozono.

Un grupo de fluorocarburos, la mayoría de los cuales también contienen cloro, han sido muy utilizados como gases dispersantes en los envases de aerosol y como refrigerantes en acondicionadores de aire y refrigeradores. Se les conoce generalmente como "freones", aunque la palabra *Freon* es en realidad un nombre comercial de la compañía DuPont. Otros clorofluorocarburos se venden bajo nombres comerciales como *Genetron* (compañía Allied Chemical), *Isotron* (Pennwalt Corporation) y *Ucon* (Union Carbide).

Los dos clorofluorocarburos más importantes son el diclorodifluorometano (Freón -12) y el triclorofluorometano (Freón -11); ambos han sido producidos a razón de más de mil millones de kilogramos al año. Las estructuras de éstos y de otros "freones", se muestran abajo.



Durante muchos años se pensó que los clorofluorocarburos eran no reactivos químicamente y fisiológicamente inertes y fue esta propiedad la que propició un uso tan amplio. Su inocuidad ha sido cuestionada en realidad sólo en los últimos años. En la década de 1960, incidentes acerca de jóvenes que se drogaban inhalando nebulizaciones de aerosol hicieron que se iniciaran algunas investigaciones. Varios jovencitos murieron por causa de esta grotesca forma de abuso de drogas, víctimas de una falla cardíaca. Los mismos clorofluorocarburos (principalmente el Freón-11 y el Freón-12) que producían el efecto de intoxicación fueron los que detuvieron sus corazones. Algunos grupos de consumidores empezaron a cuestionar su inocuidad para el uso diario. El "Center for Science in the Public Interest" (SIPI) (Centro para la ciencia en interés del público) denunció las preparaciones en aerosol como bombas en potencia, debido a que los recipientes presurizados pueden explotar si se exponen al calor. EL "Health Research Group" (Grupo de Investigación para la salud) ha cuestionado la inocuidad de los imponentes en los recipientes atomizadores de aerosol, particularmente para las personas con asma o enfermedades cardíacas, otros han considerado a los aerosoles como un gran despilfarro, ya que los mismos productos generalmente se encuentran a precios más bajos en otras presentaciones, y preguntan "¿cuál es la ventaja del precio?" refiriéndose obviamente tanto a los efectos sobre la salud como al costo.

En la otra cara de la moneda, los portavoces de la industria pudieron señalar un uso de 20 años como indicación de seguridad e, invariablemente, podían atribuir las muertes y los daños al abuso o al uso muy inadecuado del producto por no seguir las instrucciones. Sin embargo, algunos productos han sido suprimidos del mercado y continúan las investigaciones sobre peligros potenciales.

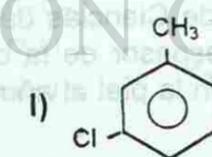
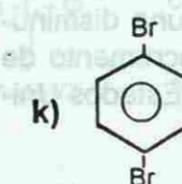
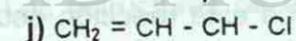
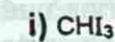
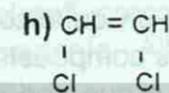
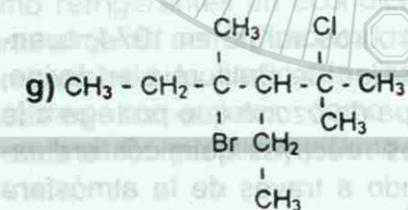
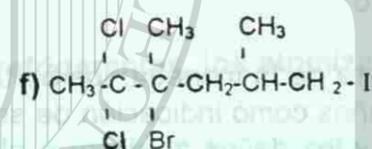
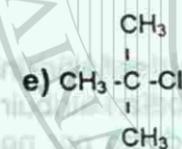
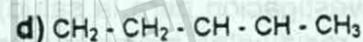
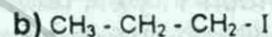
Una controversia más amplia sobre los clorofluorocarburos surgió en 1974, cuando F. Sherwood Rowland, un químico de la Universidad de California en Irvine, cuestionó el efecto de estos compuestos sobre la capa de ozono que protege a la Tierra. Pensó que, debido a que son inertes ante los reactivos químicos ordinarios, los clorofluorocarburos podían estar ascendiendo a través de la atmósfera hacia la estratósfera, y ahí podían reaccionar muy bien con el oxígeno atómico y la luz ultravioleta formando átomos de cloro, que catalizan la descomposición del ozono. Se sabe que esta reacción ocurre en el laboratorio bajo condiciones que simulan a las de la estratósfera y, confirmando en parte las especulaciones de Rowland, se han detectado clorofluorocarburos en la estratósfera; pero aún se tiene que probar su efecto sobre la capa de ozono. El riesgo es bastante grande. La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos estima que una disminución de un 10% en el espesor de la capa de ozono causaría un incremento de 8000 casos de cáncer en la piel al año entre la población blanca de Estados Unidos.

Hill, J.W., Feigl, D.M., "Química y Vida", Publicaciones Cultural, 1986

### Actividad 14.1 Nomenclatura de halogenuros de alquilo

I. Responde lo que se pide considerando las reglas de nomenclatura estudiadas.

1.- Asigna el nombre sistemático y el común (cuando sea posible) a los siguientes compuestos.



2.- Escribe las estructuras de los halogenuros de alquilo que correspondan a los siguientes nombres:

a) 3,3-dicloro-2-metilhexano

b) 3-bromo-3-etilpentano

c) 2-fluoro-3,3-dimetiloctano

d) 1,1-dibromo-3-ter-butilhexano

e) 4-sec-butil-2-yodononano

f) cloruro de n-butilo

g) bromuro de metilo

h) tetracloruro de carbono

i) 1,1,2-triclorobutano

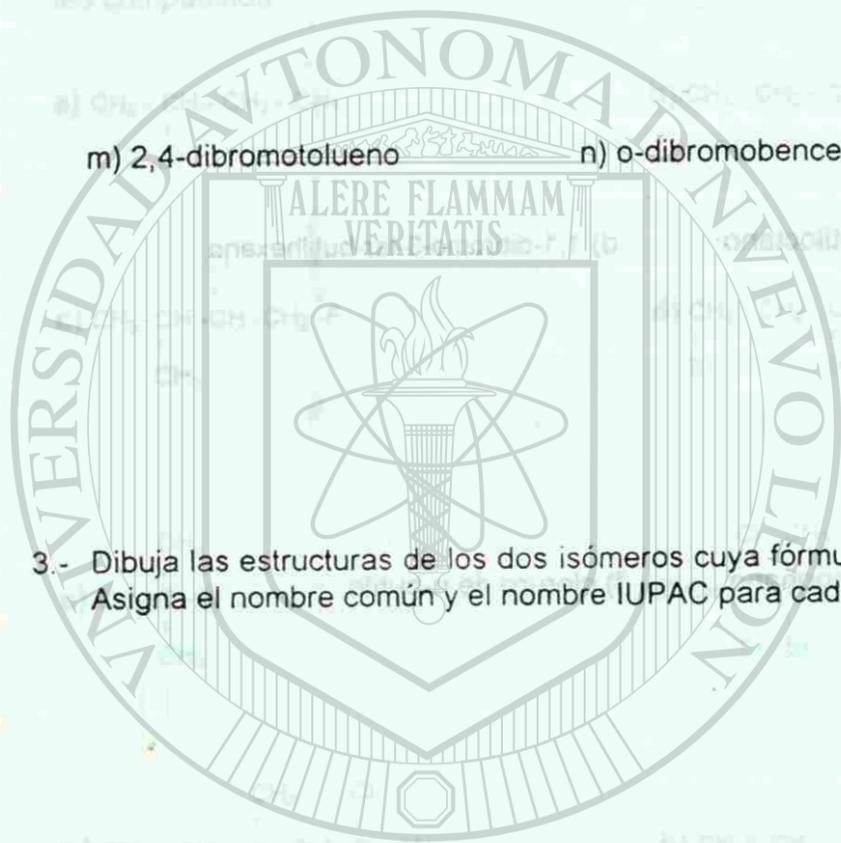
j) 1,1,2,2-tetracloroetano

k) 1,1-dicloroetileno

l) yoduro de vinilo

m) 2,4-dibromotolueno

n) o-dibromobenceno



3.- Dibuja las estructuras de los dos isómeros cuya fórmula molecular es  $C_3H_7Br$ . Asigna el nombre común y el nombre IUPAC para cada uno de ellos.

4.- Cuando el propano reacciona con bromo en presencia de luz ultravioleta se forman cuatro isómeros de fórmula  $C_3H_6Br_2$ . Escribe las fórmulas estructurales y los nombres de cada uno de los isómeros.

i)  $CH_4$ 

R)



5.- Muestra el error en los nombres IUPAC de los siguientes compuestos:

a) 3-bromo-2-etilbutano

b) 1,6-dibromobenceno

c) 1,1,1,1-tetraclorometano

d) 1-yodo-2-metiletano

### Actividad 14.2 Propiedades físicas y químicas de halogenuros

I. Contesta adecuadamente lo siguiente:

1. Compara las siguientes propiedades físicas entre los halogenuros de alquilo (fluoruros, cloruros, bromuros, yoduros) del mismo número de átomos de carbono.

a) Punto de ebullición

b) Densidad

c) Solubilidad

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.- Indica en los siguientes pares, cuál compuesto presenta el mayor punto de ebullición.

- a) bromuro de n-butilo o fluoruro de n-butilo  
 b) cloruro de isopropilo o fluoruro de isopropilo  
 c) cloruro de n-propilo o cloruro de isopropilo  
 d) bromuro de n-butilo o bromuro de ter-butilo

3.- Escribe las reacciones del bromuro de n-propilo con:

a) NaOH

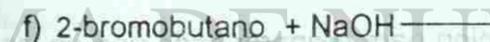
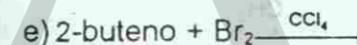
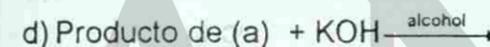
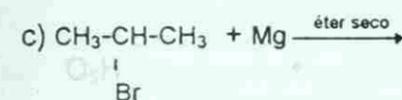
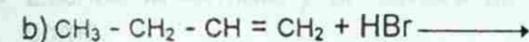
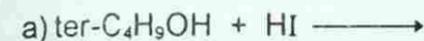
b) Na

c)  , AlCl<sub>3</sub> anhidro

d) KOH, alcohol

e) Mg, éter anhidro

4.- Determina los productos principales obtenidos en las siguientes reacciones. Escribe la ecuación utilizando fórmulas para los reactivos y los productos.





## 2. Alcoholes

A diferencia de los hidrocarburos halogenados, las familias de compuestos orgánicos que estudiaremos en este capítulo se encuentran en forma natural en el medio ambiente; y la raza humana se ha apresurado a adaptarlos para su uso. Las primeras historias escritas registran el aislamiento y el empleo por los pueblos primitivos del compuesto conocido como alcohol. Según el Génesis, Noé plantó un viñedo después del diluvio, bebió vino de sus uvas y se embriagó.

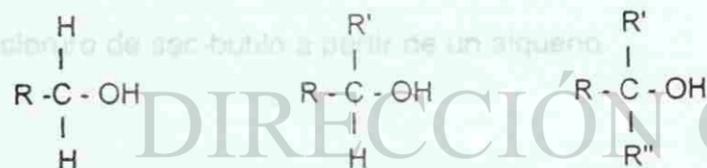
Se ha obtenido alcohol a partir de la fermentación de frutas, granos, papas, arroz e incluso de cactus; se prescribió como medicina en el siglo XII pero se le ha usado con mucha más frecuencia sin dicha justificación. Lo que conocemos como alcohol es en realidad sólo uno de los miembros de una gran familia conocida con el mismo nombre, la que incluye entre sus miembros sustancias tan familiares como el colesterol y los carbohidratos.

### Estructura y clasificación

Los alcoholes son compuestos orgánicos cuyas moléculas contienen un grupo hidroxilo enlazado a un átomo de carbono saturado. Así, si sustituimos un H por un -OH en el  $\text{CH}_4$ , obtendremos al  $\text{CH}_3\text{OH}$ , que es el alcohol metílico. El grupo funcional de los alcoholes es el -OH. La fórmula general de los alcoholes es ROH, siendo R un radical alquilo, o un grupo alquilo sustituido.

Los alcoholes se diferencian de los hidróxilos metálicos en que no se disocian o ionizan en agua. El grupo -OH se fija al átomo de carbono mediante un enlace covalente y no en enlace iónico. Los alcoholes forman una serie homóloga, siendo el metanol,  $\text{CH}_3\text{OH}$ , el primero de sus miembros.

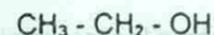
Los alcoholes se clasifican como primarios ( $1^\circ$ ), secundarios ( $2^\circ$ ) o terciarios ( $3^\circ$ ), dependiendo de si el átomo de carbono al que se fija el grupo -OH está enlazado a uno, dos o tres átomos de carbono, respectivamente. Las fórmulas generalizadas de los alcoholes  $1^\circ$ ,  $2^\circ$  y  $3^\circ$  son las siguientes:



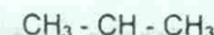
Alcohol primario      Alcohol secundario      Alcohol terciario

En los alcoholes primarios el -OH está unido a un carbono primario, en los secundarios el -OH está unido a un carbono secundario y en los terciarios el -OH está unido a un carbono terciario.

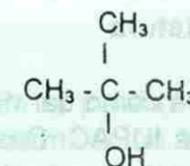
Ejemplos:



primario



secundario



terciario

En la tabla 14.2 aparecen las fórmulas de ejemplos específicos de esas clases de alcoholes. Al metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) se le agrupa a veces con los alcoholes primarios.

Las estructuras moleculares en las que haya más de un grupo -OH fijo a un solo átomo de carbono generalmente no son estables. Pero una molécula de alcohol puede contener dos o más grupos -OH si cada uno de ellos se fija en átomos de carbono diferentes. De acuerdo con lo anterior, también los alcoholes se clasifican como monohidroxi, dihidroxi, trihidroxialcoholes, y así sucesivamente, basándose en el número de grupos hidroxilo por molécula. Los polihidroxialcoholes son aquellos que tienen más de un grupo -OH por molécula.

Tabla 14.2 Nomenclatura y clasificación de los alcoholes

| Clase      | Fórmula  | Nombre IUPAC       | Nombre común                             | Punto de ebullición °C |
|------------|--|--------------------|--|------------------------|
| -          | $\text{CH}_3\text{OH}$   | Metanol            | Alcohol metílico                         | 65.0                   |
| Primario   | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  | Etanol             | Alcohol etílico                          | 78.5                   |
| Primario   | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$                                   | 1-Propanol         | Alcohol n-propílico                      | 97.4                   |
| Primario   | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$                        | 1-Butanol          | Alcohol n-butílico                       | 118.0                  |
| Primario   | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{OH}$                               | 1-Pentanol         | Alcohol n-amílico, o alcohol n-pentílico | 138.0                  |
| Primario   | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{OH}$                               | 1-Octanol          | Alcohol n-octílico                       | 195.0                  |
| Primario   | $\text{CH}_3\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{OH}$             | 2-Metil-1propanol  | Alcohol isobutílico                      | 108.0                  |
| Secundario | $\text{CH}_3\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{CH}_3$                        | 2-Propanol         | Alcohol isopropílico                     | 82.5                   |
| Secundario | $\text{CH}_3\text{CH}_2\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{CH}_3$             | 2-Butanol          | Alcohol sec-butílico                     | 91.5                   |
| Terciario  | $\text{CH}_3\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{OH}$ | 2-Metil-2-propanol | Alcohol ter-butílico                     | 82.9                   |
| Dihidroxi  | $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  | 1,2-Etanodiol      | Etilenglicol                             | 197.0                  |
| Trihidroxi | $\text{HOCH}_2\underset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{OH}$             | 1,2,3-Propanotriol | Glicerol o glicerina                     | 290.0                  |



Para alcoholes, con un determinado número de carbonos, entre más arborescente es la cadena, aumenta la solubilidad en el agua y el punto de fusión, pero disminuye la densidad y el punto de ebullición.

Entre más grupos OH hay en una molécula, más aumenta la solubilidad en el agua y el punto de fusión.

Los puntos de ebullición de los alcoholes, comparados con los de los hidrocarburos de igual número de átomos de carbono, son muy elevados. Esto se debe a la asociación de varias moléculas de alcohol, mediante enlaces o puentes de hidrógeno, en donde el oxígeno de un hidroxilo se coordina con el hidrógeno de un hidroxilo vecino.



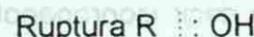
**Propiedades químicas**

Sus propiedades se encuentran determinadas por el grupo OH. Hay reacciones generales y otras específicas, para alcoholes primarios, secundarios y terciarios.

Las reacciones pueden deberse al rompimiento de la unión C - OH o al de la unión CO - H. En ambos casos, pueden ocurrir la sustitución del grupo OH o del H; o bien, la eliminación con formación de una doble ligadura.

Es conveniente notar que las diferencias en la estructura de R, originan diferencias en la reactividad.

**Principales reacciones.**

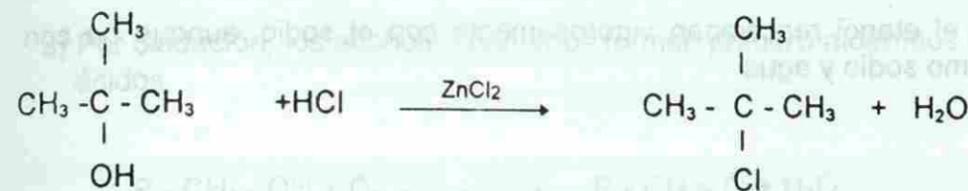
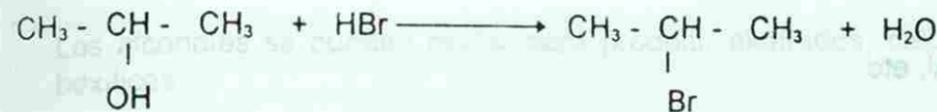


a) **Reacción con los halogenuros de hidrógeno.** Los alcoholes reaccionan con HI, HBr y HCl/ZnCl<sub>2</sub> (citados en orden decreciente de actividad) para formar halogenuros de alquilo. (ver página 254)

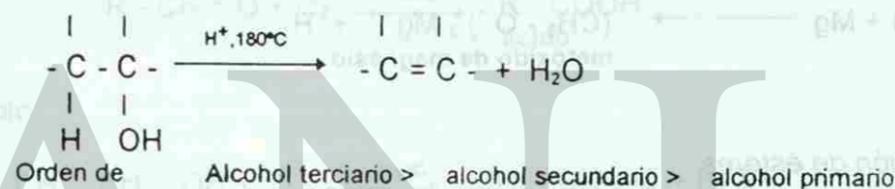


orden de reactividad de R-OH: alcohol alílico > alcohol terciario > alcohol secundario > alcohol primario

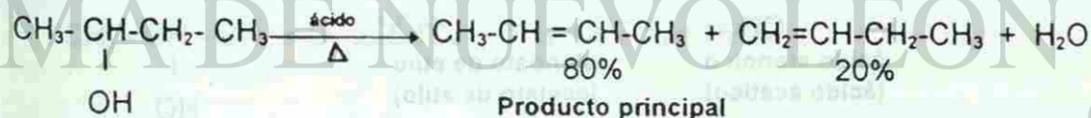
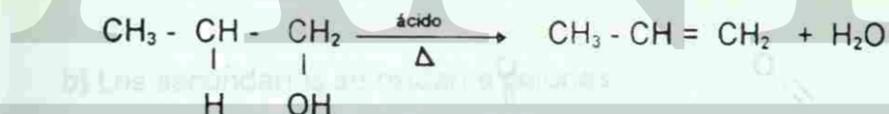
Ejemplos:



b) **Deshidratación.** Los alcoholes por deshidratación, en medio de ácido y calor, producen alquenos. (Ver página 122 )



Ejemplos:



**RUPTURA RO : H**

c) **Reacción como ácidos con metales activos.**

Los alcoholes son ácidos débiles y pueden sustituir el hidrógeno por un metal del grupo I y II, formando alcóxidos metálicos y desprendiendo hidrógeno. La reactividad de los alcoholes se relaciona con su acidez.

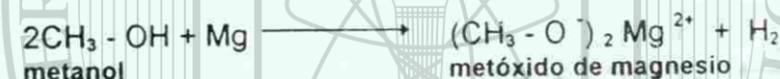


M = Na, K, Mg, Al, etc.

Orden de reactividad de R-OH  $CH_3-OH > 1^\circ > 2^\circ > 3^\circ$

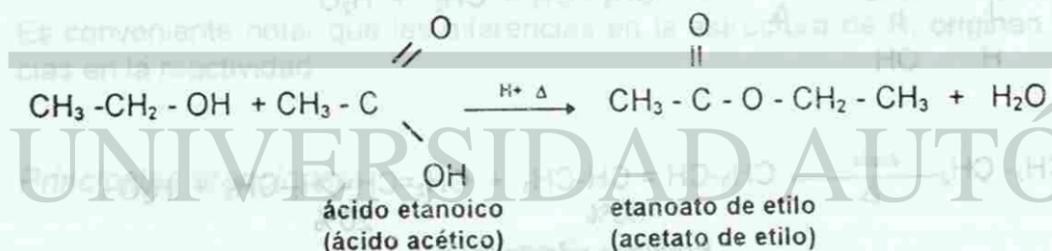
El metanol y el etanol reaccionan vigorosamente con el sodio, aunque no con tanto vigor como sodio y agua.

Ejemplo:



#### d) Formación de ésteres

Los alcoholes reaccionan con los ácidos, produciendo ésteres



También los ácidos inorgánicos reaccionan con los alcoholes, como se muestra a continuación.

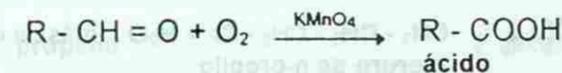
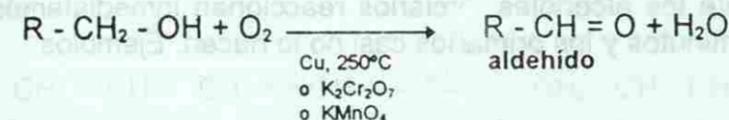


#### e) Oxidación

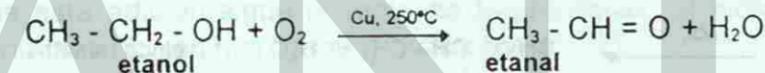
Los alcoholes se pueden oxidar para producir aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos.

Esta reacción permite determinar el tipo de alcohol.

a) Por oxidación, los alcoholes primarios forman primero aldehídos y finalmente ácidos.

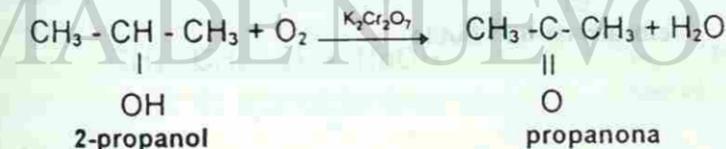


Ejemplo:



b) Los secundarios se oxidan a cetonas.

Ejemplo:



c) Los terciarios no reaccionan con KMnO<sub>4</sub> neutro o alcalino, ni con Cu a 250°C. Si se encuentran, en medio ácido, se deshidratan, formando alquenos y éstos son oxidables.

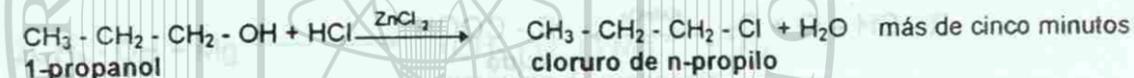
## Identificación de alcoholes

Los alcoholes no reaccionan con  $\text{Br}_2$  en  $\text{CCl}_4$ , reaccionan con sodio, desprendiendo hidrógeno. Con los ácidos orgánicos, en presencia de catalizadores, forman ésteres de olor agradable.

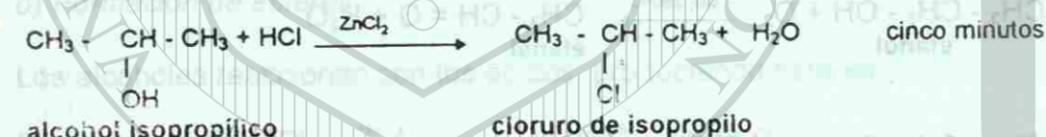
Para diferenciar entre alcoholes primarios, secundarios o terciarios, además de la reacción de oxidación, se tiene la reacción de Lucas que se basa en la diferente velocidad con que aparece una turbiedad de cloruro de alquilo, al reaccionar el alcohol con  $\text{HCl}$  en presencia de  $\text{ZnCl}_2$  (ver página 254)

A temperatura ambiente los alcoholes terciarios reaccionan inmediatamente, los secundarios en cinco minutos y los primarios casi no lo hacen. Ejemplos:

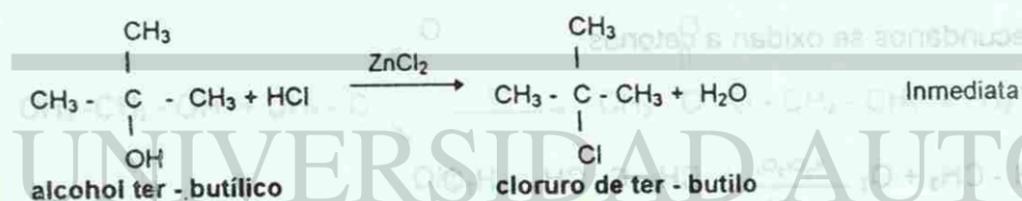
Alcohol primario



Alcohol secundario



Alcohol terciario



## Métodos de Obtención

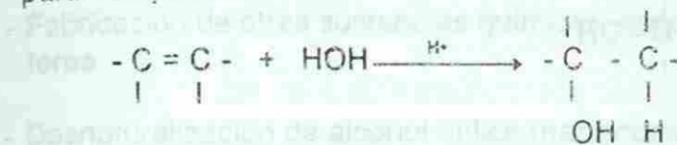
### Fuentes naturales.

Los alcoholes están ampliamente distribuidos en la naturaleza, corresponden a compuestos de origen animal y vegetal. Se les encuentra libres (linalol, geraniol, mentol, glucosa y colesterol) o combinados con ácidos, principalmente como ésteres (acetato de terpinilo, salicilato de metilo).

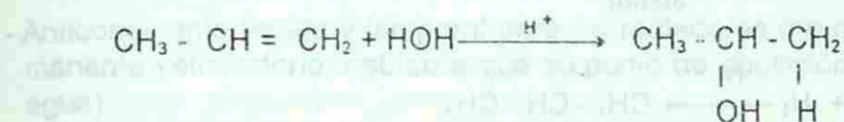
## Métodos de laboratorio

### a) Por hidratación de alquenos en medio ácido (ver página 117)

Esta técnica se aplica principalmente en la producción industrial de alcoholes a partir del petróleo.



Ejemplo:



propeno

2-propanol

Por este método solamente se obtiene el 2-propanol, el 1-propanol no se obtiene, ya que esta adición sigue la regla de Markovnikov (el hidrógeno se adiciona al carbono más rico en hidrógenos). (ver página 117)

### b) A partir de halogenuros de alquilo con $\text{NaOH}$ .

Por hidrólisis alcalina en medio acuoso, de halogenuros de alquilo se forman alcoholes.

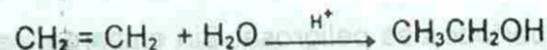


Ejemplo:



La desventaja de este método es que generalmente los halogenuros de alquilo se obtienen a partir de alcoholes, (ver página 251).





Algunos de los usos económicamente importantes del etanol son los siguientes:

- Intermediario en la fabricación de otras sustancias químicas como acetaldehído, ácido acético, acetato de etilo y éter dietílico.
- Solvente de muchas sustancias orgánicas.
- Ingrediente para productos farmacéuticos, perfumes, aromas, etc.
- Ingrediente esencial de las bebidas alcohólicas.

El etanol actúa fisiológicamente como alimento, medicamento y tóxico. Es alimento en sentido limitado, ya que el organismo puede metabolizar pequeñas cantidades en dióxido de carbono y agua con producción de energía. Como fármaco, el etanol con frecuencia se considera erróneamente como estimulante, pero realmente es un depresivo. En cantidades moderadas, el etanol origina ebriedad y deprime las funciones cerebrales, de modo que las actividades que requieren de habilidad y juicio (como el conducir un auto) quedan interferidas. En mayor cantidad, el etanol origina náusea, vómito, percepción deficiente e incoordinación. Si se consume una cantidad muy alta, pueden sobrevenir la inconsciencia y finalmente la muerte.

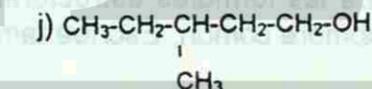
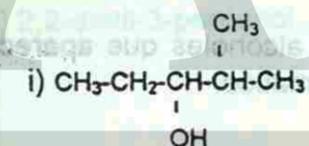
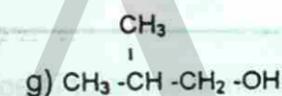
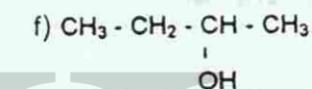
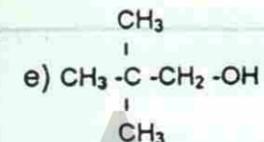
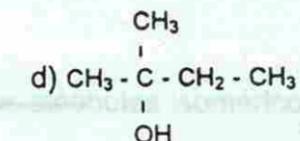
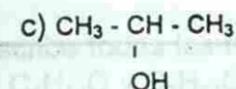
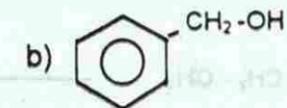
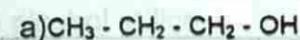
Los peritos sostienen que los efectos del etanol sobre los conductores de vehículos son uno de los factores en aproximadamente la mitad de los accidentes de tránsito fatales en Estados Unidos. Se puede percibir la gravedad de este problema cuando se advierte que los citados accidentes son responsables de unas 50 000 muertes en ese país.

El etanol para uso industrial se desnaturaliza, o destufa (es decir, se hace inadecuado para la ingestión). La desnaturalización se efectúa agregando pequeñas cantidades de metanol y otros destufantes que son extremadamente difíciles de separar. Los gobiernos exigen la desnaturalización para proteger la percepción de impuestos que provienen del alcohol potable. En Estados Unidos se extienden permisos o exenciones de impuestos especiales a usuarios científicos e industriales que necesitan etanol puro para usos distintos a los de bebidas.

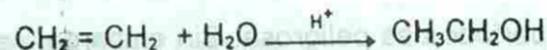
Otros alcoholes que se usan mucho son: (1) el alcohol isopropílico (2-propanol), principal ingrediente de las formulaciones de alcohol para fricción; (2) el etilenglicol, que es el principal componente de los anticongelantes de tipo permanente, y se usa en la fabricación de fibras sintéticas, de poliéster (dacrón), y se emplea mucho en la industria de la pintura; (3) el glicerol, también conocido como glicerina, que es un líquido tipo jarabe de sabor dulce. Sus usos principales son en la fabricación de polímeros y explosivos, como emoliente en cosméticos, como humectante en el tabaco, y como edulcorante.

## Actividad 14.4 Clasificación y nomenclatura de alcoholes

1.- Indica a qué tipo pertenecen los siguientes alcoholes. (primario, secundario, terciario).



2.- Escribe el nombre sistemático (IUPAC) de los alcoholes del ejercicio anterior.



Algunos de los usos económicamente importantes del etanol son los siguientes:

- Intermediario en la fabricación de otras sustancias químicas como acetaldehído, ácido acético, acetato de etilo y éter dietílico.
- Solvente de muchas sustancias orgánicas.
- Ingrediente para productos farmacéuticos, perfumes, aromas, etc.
- Ingrediente esencial de las bebidas alcohólicas.

El etanol actúa fisiológicamente como alimento, medicamento y tóxico. Es alimento en sentido limitado, ya que el organismo puede metabolizar pequeñas cantidades en dióxido de carbono y agua con producción de energía. Como fármaco, el etanol con frecuencia se considera erróneamente como estimulante, pero realmente es un depresivo. En cantidades moderadas, el etanol origina ebriedad y deprime las funciones cerebrales, de modo que las actividades que requieren de habilidad y juicio (como el conducir un auto) quedan interferidas. En mayor cantidad, el etanol origina náusea, vómito, percepción deficiente e incoordinación. Si se consume una cantidad muy alta, pueden sobrevenir la inconsciencia y finalmente la muerte.

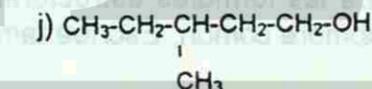
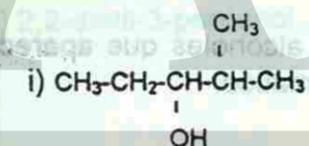
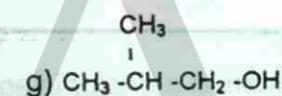
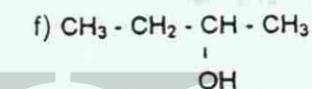
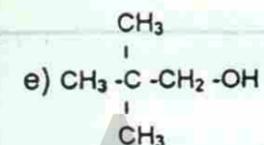
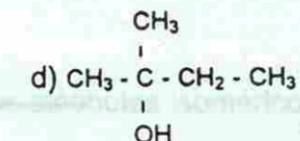
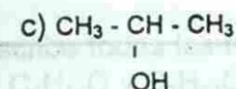
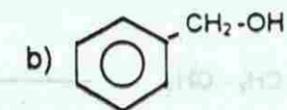
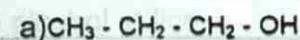
Los peritos sostienen que los efectos del etanol sobre los conductores de vehículos son uno de los factores en aproximadamente la mitad de los accidentes de tránsito fatales en Estados Unidos. Se puede percibir la gravedad de este problema cuando se advierte que los citados accidentes son responsables de unas 50 000 muertes en ese país.

El etanol para uso industrial se desnaturaliza, o destufa (es decir, se hace inadecuado para la ingestión). La desnaturalización se efectúa agregando pequeñas cantidades de metanol y otros destufantes que son extremadamente difíciles de separar. Los gobiernos exigen la desnaturalización para proteger la percepción de impuestos que provienen del alcohol potable. En Estados Unidos se extienden permisos o exenciones de impuestos especiales a usuarios científicos e industriales que necesitan etanol puro para usos distintos a los de bebidas.

Otros alcoholes que se usan mucho son: (1) el alcohol isopropílico (2-propanol), principal ingrediente de las formulaciones de alcohol para fricción; (2) el etilenglicol, que es el principal componente de los anticongelantes de tipo permanente, y se usa en la fabricación de fibras sintéticas, de poliéster (dacrón), y se emplea mucho en la industria de la pintura; (3) el glicerol, también conocido como glicerina, que es un líquido tipo jarabe de sabor dulce. Sus usos principales son en la fabricación de polímeros y explosivos, como emoliente en cosméticos, como humectante en el tabaco, y como edulcorante.

### Actividad 14.4 Clasificación y nomenclatura de alcoholes

1.- Indica a qué tipo pertenecen los siguientes alcoholes. (primario, secundario, terciario).



2.- Escribe el nombre sistemático (IUPAC) de los alcoholes del ejercicio anterior.

3.- Escribe el nombre común (trivial) de los siguientes alcoholes. Escribe también su nombre sistemático.

|   | nombre común | nombre sistemático |
|---|--------------|--------------------|
| a) $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$   | _____        | _____              |
| b) $\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \\   \quad   \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$                 | _____        | _____              |
| c) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{OH} \end{array}$               | _____        | _____              |
| d) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$  | _____        | _____              |
| e) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} \end{array}$ | _____        | _____              |

4.- Escribe las fórmulas estructurales de los siguientes alcoholes que aparecen con nombre común. Escribe también su nombre sistemático.

|                         | fórmula estructural | nombre sistemático |
|-------------------------|---------------------|--------------------|
| a) alcohol terbutílico  | _____               | _____              |
| b) alcohol isopropílico | _____               | _____              |
| c) alcohol metílico     | _____               | _____              |

d) glicerol

e) alcohol etílico

5.- Escribe todas las fórmulas estructurales de los alcoholes isoméricos de fórmula  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  y  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$

6.- Los siguientes nombres de alcoholes están escritos en forma incorrecta. Corrige el nombre y escribe la fórmula estructural correspondiente.

a) 2,2-dietil-3-pentanol

b) 3-etil-2-butanol

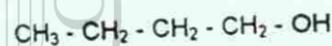
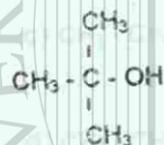
c) 1,1-dimetiletanol

d) 1-metil-1,2-propanodiol

e) sec butanol

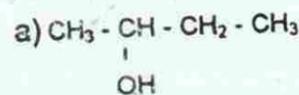
### Actividad 14.5 Propiedades físicas y químicas de alcoholes

I. Para los siguientes alcoholes, asigna el punto de ebullición correspondiente. Elige de los valores: 78°C, 85°C y 117°C

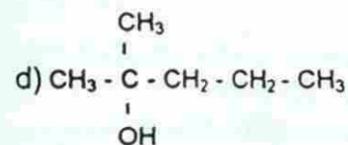
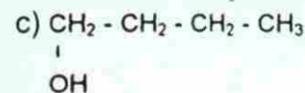
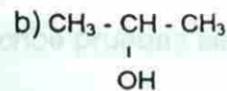


2.- Explica por qué los alcoholes tienen mayores puntos de ebullición que los hidrocarburos de igual peso molecular.

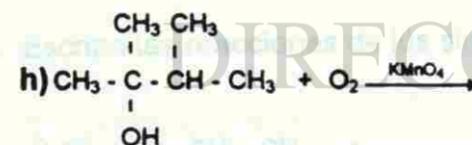
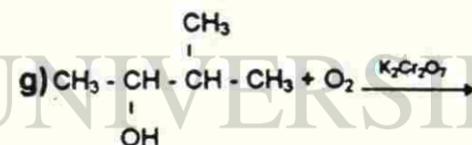
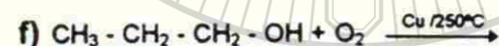
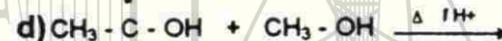
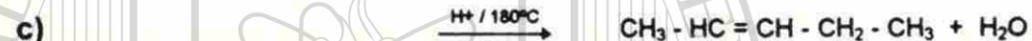
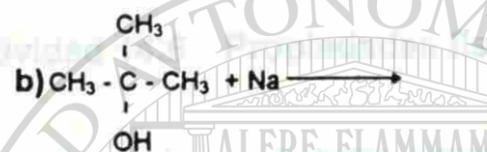
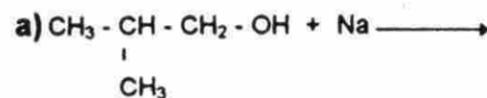
3.- Escribe las reacciones de los siguientes alcoholes con HCl y ZnCl<sub>2</sub>



b) alcohol metílico



4.- Escribe las reacciones de deshidratación a 180° en medio ácido de cada uno de los alcoholes del ejercicio anterior (3-). En el caso de obtener varios productos, indica cuál se obtiene en mayor proporción.



6.- Describe pruebas sencillas en las que rápidamente se pueda diferenciar entre:

6.- Describe pruebas sencillas en las que rápidamente se pueda diferenciar entre:

a) n-butanol, 2-butanol y alcohol terbutílico.

### Actividad 14.6 Métodos de obtención y usos de alcoholes

1.- Escribe la ecuación que representa la reacción para obtener:

a) 2-propanol a partir del propeno

b) 2-metil-2-butanol a partir del 2-metil-2-buteno

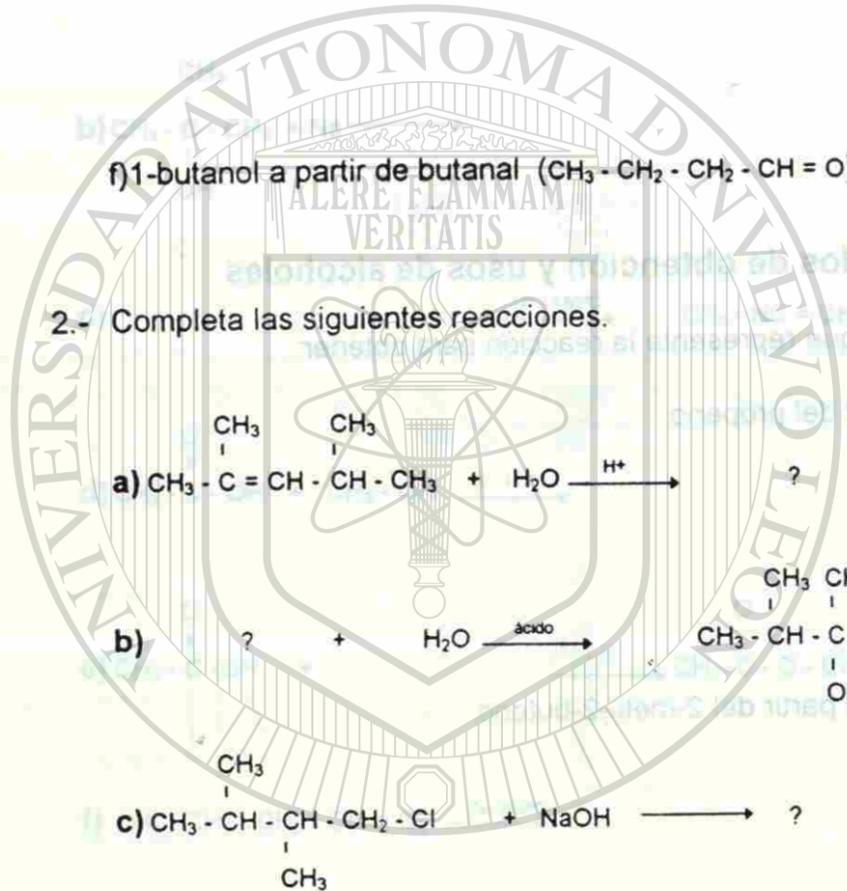
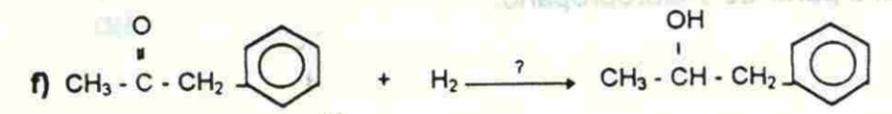
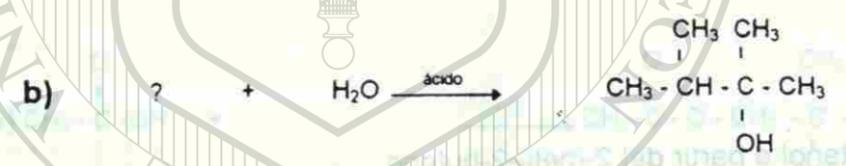
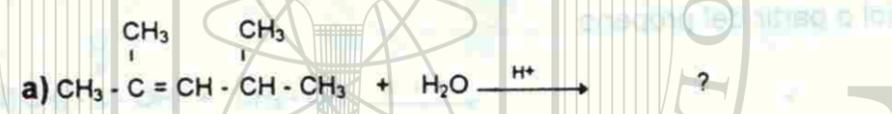
c) 1-pentanol a partir de 1-bromopentano

d) 1-propanol a partir de 1-cloropropano

e) 2-butanol a partir de butanona ( $\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ )

f) 1-butanol a partir de butanal ( $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{O}$ )

2.- Completa las siguientes reacciones.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.- Contesta las siguientes preguntas.

a) ¿Por qué al metanol se le conoce como alcohol de madera?

b) Explica brevemente los dos métodos utilizados para obtener etanol.

- para uso legal en bebidas -

- para usos industriales -

c) Menciona la utilidad que tienen en la industria estos alcoholes:

alcohol isopropílico

etilenglicol

glicerol

d) ¿Qué es el alcohol desnaturalizado y con qué fines se efectúa este procedimiento?

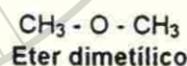
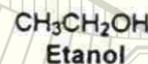
### 3. Éteres

El nombre de otra familia de compuestos orgánicos que consideraremos en esta unidad, los éteres, ha llegado a ser casi sinónimo de anestesia. El éter dietílico fue el primer anestésico confiable reportado originalmente en 1842 por el médico Crawford W. Long y usado por casi cien años. Actualmente ha sido reemplazado por su alta inflamabilidad y por causar náuseas, por otros anestésicos más seguros.

Los éteres pueden considerarse al igual que los alcoholes, como derivados orgánicos del agua. El agua es, con mucho, el compuesto inorgánico más importante que hemos estudiado; por lo tanto, no debe sorprendernos que los compuestos orgánicos derivados del agua sean también de gran importancia para la vida y la salud. Algunos éteres son parte de los aceites esenciales de los vegetales, en particular de aquellos en que uno de los radicales es arilo, como el safrol y el anetol utilizados en perfumería.

#### Estructura y Clasificación

Los alcoholes (ROH) y los éteres (ROR') son isoméricos, ya que tienen la misma fórmula molecular, pero diferentes fórmulas estructurales, por ejemplo, la fórmula molecular del etanol y del éter dimetílico es  $C_2H_6O$ , pero las fórmulas estructurales son:

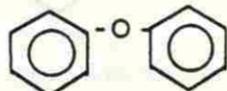
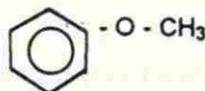
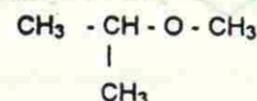


Esas dos moléculas tienen propiedades físicas y químicas extremadamente diferentes. Los éteres tienen la fórmula general  $R-O-R'$ . Los dos grupos, R y R' pueden derivarse de hidrocarburos saturados, no saturados o aromáticos y, para un éter dado, pueden ser iguales o diferentes. Existiendo tres maneras posibles de formar éteres.

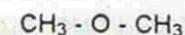


Todas las fórmulas anteriores representan éteres. Un compuesto es un éter mientras tenga dos grupos de carbono unidos al oxígeno, independientemente de que los grupos sean alifáticos o aromáticos.

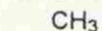
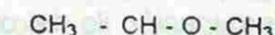
Ejemplos



Si los dos grupos de un éter son iguales, se clasifica como éter simple o simétrico. En el caso de que los dos grupos sustituyentes sean diferentes se clasifica como éter mixto o asimétrico.



éter simple



éter mixto

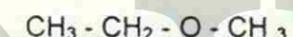
#### Nomenclatura

##### Común o trivial

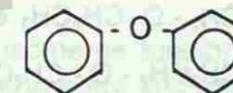
Los éteres se nombran indicando los grupos alquilo o arilo unidos al oxígeno, preferentemente por orden alfabético, con la terminación "ico", precedidos de la palabra éter, ejemplos:



éter dietílico o  
éter etílico

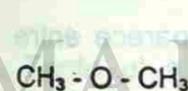


éter etil metílico

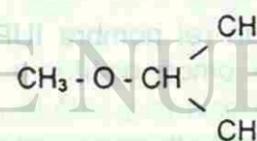


éter difenílico  
o éter fenílico

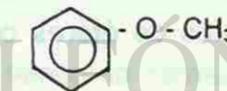
En el caso de los éteres simples el nombre del grupo debe ir precedido por el prefijo "di", aunque dicho prefijo con frecuencia se omite. Así, los nombres éter metílico y éter dimetílico se refieren al mismo compuesto. También es común nombrar los éteres, dando los nombres de los dos grupos R en dos palabras separadas, seguidas de la palabra éter, ejemplos:



dimetil éter



isopropil metil éter



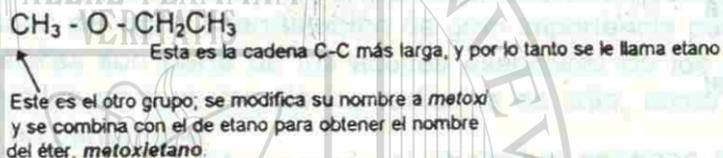
fenil metil éter

##### Sistemática IUPAC

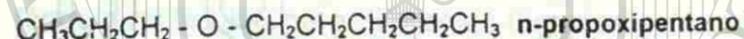
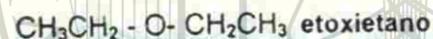
La nomenclatura sistemática IUPAC no es muy utilizada para nombrar éteres, ya que se prefiere la común, sin embargo resulta muy útil cuando los grupos unidos al oxígeno no tienen un nombre sencillo. Se pueden nombrar como derivados alcoxil del hidrocarburo con la cadena más larga.

Para dar nombre a un éter con este sistema:

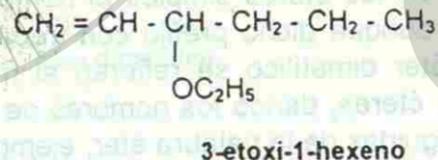
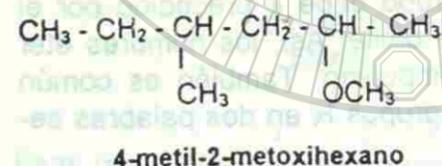
- 1.- Se selecciona la cadena carbono-carbono más larga y se le identifica con el nombre del alcano correspondiente.
- 2.- Se cambia la terminación *ilo* del otro grupo hidrocarburo a *oxi*, para obtener el nombre del grupo alcoxi. Por ejemplo, a CH<sub>3</sub>O- se le llama *metoxi*.
- 3.- Se combinan los dos nombres de los pasos 1 y 2, dando primero el nombre del alcoxi, para formar el nombre del éter.



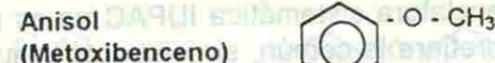
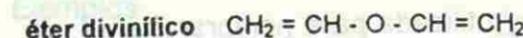
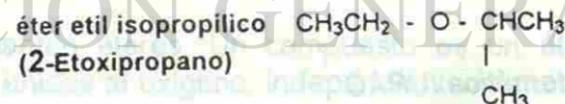
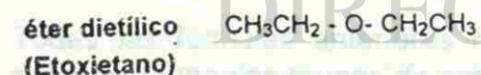
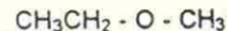
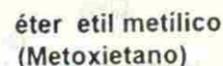
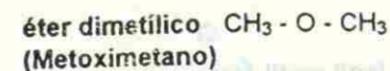
De este modo,



Ejemplos en los que se aplica esta nomenclatura



Otros ejemplos de éteres con nombre común (el nombre IUPAC aparece entre paréntesis).



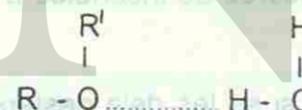
**Propiedades físicas**

Los éteres son sustancias de olor generalmente agradable, más ligeros que el agua. Aunque los éteres son compuestos débilmente polares, sus puntos de ebullición son muy similares a los de los alcanos de pesos moleculares semejantes y, mucho menores, que los de los alcoholes, como se observa a continuación:

Tabla 14.3

| Compuesto   | Nombre       | Peso molecular | Punto de ebullición °C |
|---|--------------|----------------|------------------------|
| CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -O-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>                | éter etílico | 74             | 34.6                   |
| CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> | n-pentano    | 72             | 36.0                   |
| CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -OH              | n-butanol    | 74             | 118.0                  |

Los éteres tienen puntos de ebullición más bajos que sus isómeros funcionales, los alcoholes, debido a que no se forman puentes de hidrógeno entre sus moléculas; ya que, no hay átomos de hidrógeno, unidos a oxígenos. Su solubilidad es semejante a la de los alcoholes de igual peso molecular, probablemente sea debido a que se pueden formar puentes de hidrógeno entre el agua y los éteres.



Tanto el alcohol n-butílico como el éter dietílico tienen la fórmula molecular C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O (es decir, el éter y el alcohol son isómeros) y ambos son solubles en la proporción de aproximadamente 8 g en 100 g de agua.

**Usos**

Químicamente, los éteres son bastante inertes y, al igual que los alcanos, no reaccionan con los agentes oxidantes habituales, los agentes reductores o las bases. Lo inerte de los éteres los hace solventes excelentes para materiales orgánicos. Así, el éter dietílico se usa a menudo en la extracción de compuestos orgánicos de materiales vegetales y animales o de mezclas de sustancias orgánicas e inorgánicas. El éter volátil se elimina con facilidad por evaporación y los

componentes orgánicos deseados se separan. El dioxano y el tetrahidrofurano son también solventes orgánicos importantes.



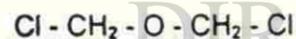
El éter dietílico es tal vez mejor conocido por el público como anestésico general, pues cuando se inhalan los vapores de este líquido volátil, actúa, como un depresor del sistema nervioso central. Hoy en día no se usa como anestésico por sus efectos tóxicos.

De igual forma que la palabra *alcohol* se usa a veces para designar al alcohol etílico, la palabra *éter* se usa con frecuencia para referirse al éter dietílico.

El uso del éter dietílico en el laboratorio o en el hospital, involucra riesgos poco comunes. El compuesto es muy volátil y sumamente inflamable. Los vapores forman una mezcla explosiva con el aire y, como son más pesados que el aire, pueden recorrer largas distancias por arriba de una mesa o del piso hasta alcanzar una flama o una chispa y provocar una explosión. Los incendios por éter no pueden apagarse con agua porque el éter es menos denso que el agua y flota en su superficie, se recomiendan extinguidores de incendios a base de dióxido de carbono.

Otro riesgo con los éteres es que, si se les deja destapados, reaccionan con el oxígeno del aire formando peróxidos. Estos peróxidos son menos volátiles que el éter pero son altamente explosivos y sensibles tanto a los golpes como al calor.

Se ha encontrado que al igual que algunos hidrocarburos aromáticos y algunas aminas aromáticas, los éteres que contienen cloro también son carcinógenos potentes (producen cáncer).



y



## Actividad 14.7 Nomenclatura, propiedades y usos de éteres

1.- Escribe la fórmula estructural de tres éteres simples y de tres éteres mixtos

2.- Escribe el nombre común de los éteres del ejercicio anterior.

3.- Escribe fórmulas estructurales para:

a) diisopropil éter

b) éter divinílico

c) 3-metoxihexano

d) fenil metil éter (anisol)

componentes orgánicos deseados se separan. El dioxano y el tetrahidrofurano son también solventes orgánicos importantes.



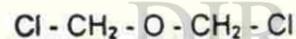
El éter dietílico es tal vez mejor conocido por el público como anestésico general, pues cuando se inhalan los vapores de este líquido volátil, actúa, como un depresor del sistema nervioso central. Hoy en día no se usa como anestésico por sus efectos tóxicos.

De igual forma que la palabra *alcohol* se usa a veces para designar al alcohol etílico, la palabra *éter* se usa con frecuencia para referirse al éter dietílico.

El uso del éter dietílico en el laboratorio o en el hospital, involucra riesgos poco comunes. El compuesto es muy volátil y sumamente inflamable. Los vapores forman una mezcla explosiva con el aire y, como son más pesados que el aire, pueden recorrer largas distancias por arriba de una mesa o del piso hasta alcanzar una flama o una chispa y provocar una explosión. Los incendios por éter no pueden apagarse con agua porque el éter es menos denso que el agua y flota en su superficie, se recomiendan extinguidores de incendios a base de dióxido de carbono.

Otro riesgo con los éteres es que, si se les deja destapados, reaccionan con el oxígeno del aire formando peróxidos. Estos peróxidos son menos volátiles que el éter pero son altamente explosivos y sensibles tanto a los golpes como al calor.

Se ha encontrado que al igual que algunos hidrocarburos aromáticos y algunas aminas aromáticas, los éteres que contienen cloro también son carcinógenos potentes (producen cáncer).



y



## Actividad 14.7 Nomenclatura, propiedades y usos de éteres

1.- Escribe la fórmula estructural de tres éteres simples y de tres éteres mixtos

2.- Escribe el nombre común de los éteres del ejercicio anterior.

3.- Escribe fórmulas estructurales para:

a) diisopropil éter

b) éter divinílico

c) 3-metoxihexano

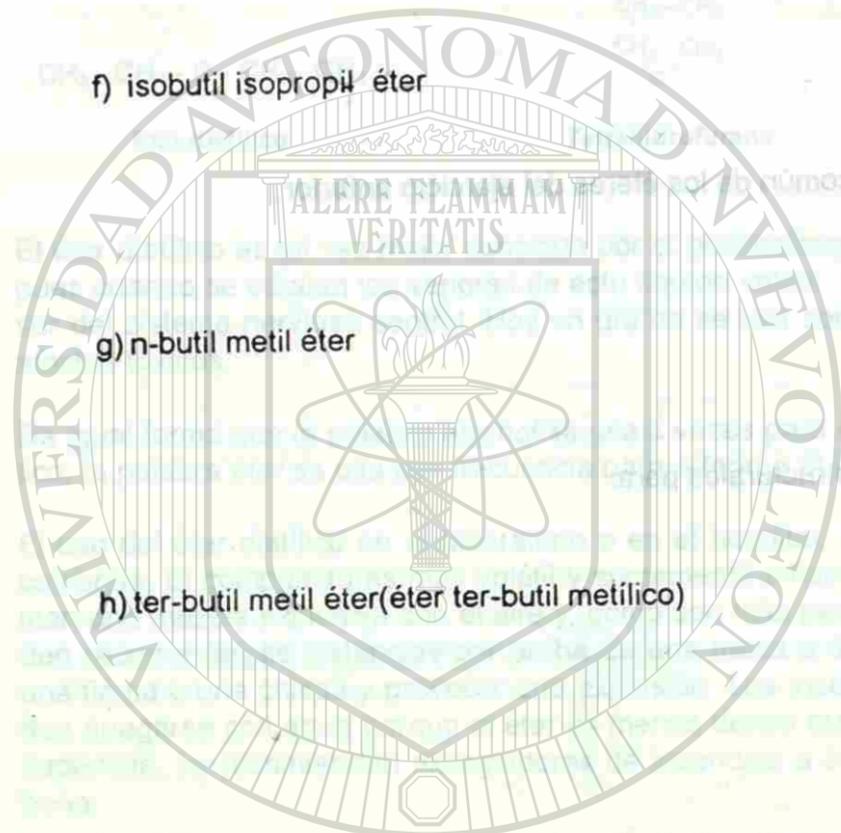
d) fenil metil éter (anisol)

e) 1,2-dietoxipentano

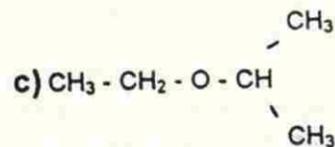
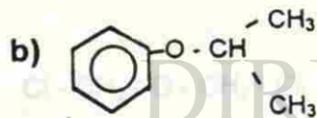
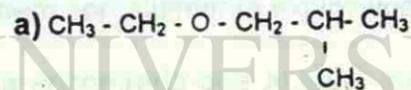
f) isobutil isopropil éter

g) n-butil metil éter

h) ter-butil metil éter(éter ter-butil metílico)



4.- Escribe nombres comunes para los siguientes éteres.



d)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

5.- De los siguientes pares de compuestos, señala cuál es más soluble en agua.

a) etanol o éter dietílico

b) etil metil éter o propano

6.- La mayor utilidad de los éteres es como disolventes para materiales orgánicos. ¿Por qué?

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



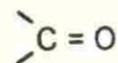
#### 4. Aldéidos y cetonas

¿Qué tienen en común algunas hormonas, el sabor a vainilla, un conservador de los tejidos biológicos y los pepinos frescos? Lo que tienen es un grupo funcional carbonilo. El grupo carbonilo es característico de los aldehídos y las cetonas, las familias que vamos a considerar en este tema. Este grupo funcional y estas dos familias de compuestos se encuentran en un conjunto muy diverso de productos. Tanto los aromas tentadores de la canela, la vainilla y los panes de mantequilla recién horneados, como el olor dulzón nauseabundo de algunos alimentos rancios, están relacionados con el grupo carbonilo. La química del grupo es tan interesante como sus propiedades físicas, por lo que dedicaremos algo de tiempo al estudio de algunos aspectos de dicha química.

Los aldehídos y las cetonas nos ofrecen una oportunidad de estudiar el grupo carbonilo en sus compuestos más sencillos. En los temas siguientes estudiaremos grupos funcionales algo más complicados que llevan incorporado el grupo carbonilo; y, finalmente, nos veremos incursionando dentro de esta asociación de átomos siempre presentes en carbohidratos, grasas, proteínas, ácidos nucleicos, hormonas, vitaminas y en la multitud de compuestos orgánicos indispensables para el funcionamiento de los sistemas vivos. Empecemos por concentrar nuestra atención al grupo carbonilo de los aldehídos y las cetonas.

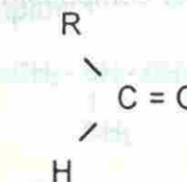
##### Estructura y clasificación

Ya hemos encontrado un grupo funcional con un doble enlace en los alquenos. En los miembros de esta familia, dos átomos de carbono comparten cuatro electrones (dos pares) para formar un doble enlace carbono-carbono. También en los alcoholes vimos un grupo funcional al que llamamos hidroxilo, en el cual un átomo de oxígeno estaba unido a un átomo de hidrógeno. Ahora veremos al grupo funcional llamado carbonilo, el cual contiene un carbono unido a un oxígeno por un doble enlace (un enlace doble carbono-oxígeno)

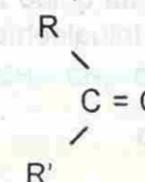


Los aldehídos y las cetonas contienen el grupo carbonilo  $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} = \text{O} \\ \diagdown \end{array}$ , que es el que determina sus propiedades.

Los aldehídos tienen la fórmula general  $\text{R} - \text{CHO}$  y las cetonas  $\text{R} - \text{CO} - \text{R}'$ . Los grupos  $\text{R}$  y  $\text{R}'$  pueden ser alifáticos o aromáticos. En los aldehídos el grupo carbonilo se encuentra unido a un átomo de hidrógeno y a uno de carbono (excepto el formaldehído,  $\text{HCH}=\text{O}$ ), en tanto que en una cetona el grupo carbonilo se encuentra siempre unido a dos átomos de carbono.



aldehído



cetona

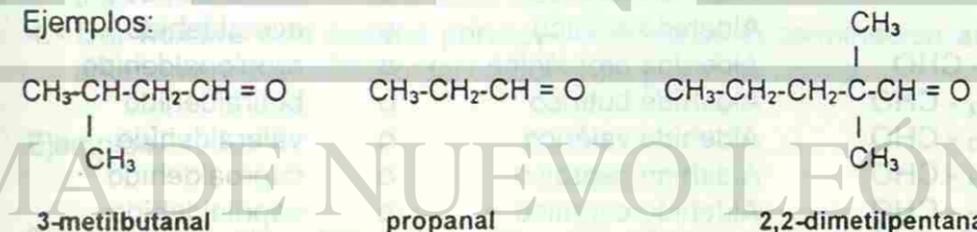
El grupo carbonilo tiene forma planar, debido a que el carbono y el oxígeno poseen hibridación  $\text{sp}^2$  y están unidos por doble enlace. Los electrones del doble enlace unen átomos de diferente electronegatividad, por lo que los electrones pi se encuentran más cerca del oxígeno que es el más electronegativo, formándose un dipolo. Esta polaridad confiere algunas propiedades especiales tanto a los aldehídos como a las cetonas.

##### Nomenclatura de aldehídos

###### Nomenclatura sistemática

- 1.- Se busca la cadena más larga que contenga al grupo carbonilo.
- 2.- Se principia a numerar, a partir del carbono del grupo carbonilo.
- 3.- Se utilizan las mismas reglas de los alcanos, para indicar los grupos sustituyentes.
- 4.- Por último, se da nombre a la cadena principal, cambiando la terminación **ano** por **al**.

Ejemplos:



Cuando el grupo carbonilo está unido a un anillo aromático, el compuesto recibe el nombre de: benzaldehído, tolualdehído, etc.



### Nomenclatura común o trivial

Como ocurre con la mayoría de los compuestos aislados a partir de fuentes naturales, los aldehídos se conocían por nombres comunes mucho antes de que se establecieran las reglas IUPAC, los cuales fueron adoptados a partir de los nombres comunes de los ácidos carboxílicos. Este sistema de nomenclatura común es, en muchos aspectos, tan organizado como el sistema oficial IUPAC. A continuación citamos la forma de asignar nombres a estos compuestos en el sistema común.

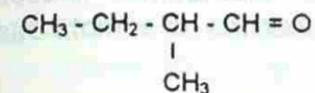
Los nombres triviales de los aldehídos se derivan del nombre común del ácido que forman por oxidación, cambiando la palabra **ácido** por la de **aldehído** o sustituyen la terminación **ico** por **aldehído**.

Ejemplos:

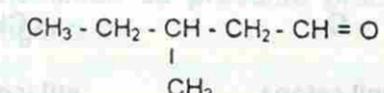
|   |                      |   |                  |
|---|----------------------|---|------------------|
| HCHO  | Aldehído fórmico     | o | formaldehído     |
| CH <sub>3</sub> - CHO                                   | Aldehído acético     | o | acetaldehído     |
| CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CHO                 | Aldehído propiónico  | o | propionaldehído  |
| CH <sub>3</sub> - (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> - CHO | Aldehído butírico    | o | butiraldehído    |
| CH <sub>3</sub> - (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> - CHO | Aldehído valérico    | o | valeraldehído    |
| CH <sub>3</sub> - (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> - CHO | Aldehído caproico    | o | caproaldehído    |
| CH <sub>3</sub> - (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> - CHO | Aldehído caprílico   | o | caprilaldehído   |
| CH <sub>3</sub> - (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> - CHO | Aldehído cáprico     | o | capraldehído     |
| CH <sub>3</sub> - CH - CHO                              | Aldehído isobutírico | o | isobutiraldehído |

En esta nomenclatura, al carbono número dos se le designa con la letra alfa (α), al carbono tres con la letra beta (β) y así sucesivamente.

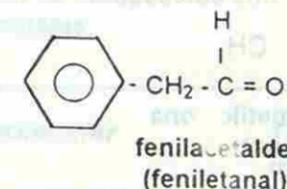
Ejemplos:



α - metilbutiraldehído  
(2-metilbutanal)



β - metilvaleraldehído  
(3-metilpentanal)



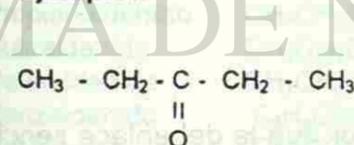
Como se observa, el compuesto que encabeza la lista es el aldehído más sencillo, y el único que tiene dos hidrógenos unidos al grupo carbonilo, contiene sólo un átomo de carbono y se conoce como formaldehído.

### Nomenclatura de cetonas

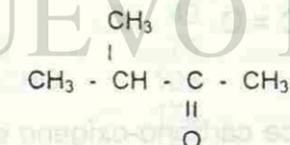
#### Nomenclatura sistemática

- 1.- Buscar la cadena más larga que contenga al grupo carbonilo.
- 2.- Numerar por el extremo más cercano al carbonilo.
- 3.- Se utilizan las mismas reglas de los alcanos para indicar los grupos sustituyentes.
- 4.- Dar nombre a la cadena principal, cambiando la terminación **ano** por **ona** y anteponiendo el número del carbono del grupo carbonilo.

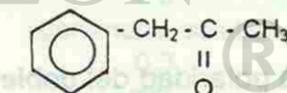
Ejemplos:



3-pentanona



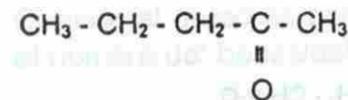
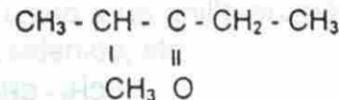
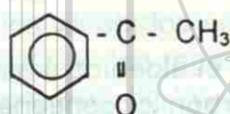
3-metil-2-butanona



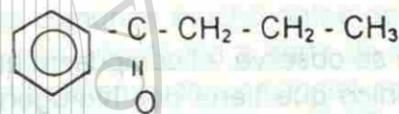
fenilpropanona

#### Nomenclatura común o trivial

Se nombran los dos grupos orgánicos unidos al carbonilo y se agrega la palabra **cetona**. La propanona recibe el nombre trivial de **acetona**.

metil n-propil cetona  
(2-pentanona)etil isopropil cetona  
(2-metil-3-pentanona)acetona ó dimetil cetona  
(propanona)

fenil metil cetona



fenil n-propil cetona

### Propiedades físicas de los aldehídos y cetonas

Como se mencionó anteriormente, el carbono y el oxígeno del grupo carbonilo comparten dos pares de electrones, pero no los comparten por igual; el oxígeno electronegativo tiene una atracción mucho más grande por los pares de enlace. Por ende, la densidad de electrones es más pesada en el extremo del oxígeno y más ligera en el extremo del carbono, de manera que el carbono queda con una carga parcial positiva y el oxígeno con una carga parcial negativa.



La polaridad del doble enlace carbono-oxígeno es mayor que la del enlace sencillo carbono-oxígeno. En efecto, la polaridad del doble enlace es lo suficientemente grande para afectar a los puntos de ebullición de aldehídos y cetonas, mientras que los enlaces sencillos polares de los éteres tienen poco efecto sobre los puntos de ebullición (tabla 14.4). Tales fuerzas dipolares, sin embargo, aún no son comparables con el puente de hidrógeno que existe entre las moléculas de un alcohol.

Aunque puede no haber puente de hidrógeno intermolecular en aldehídos y cetonas, puede haber puentes de hidrógeno con moléculas de agua y estas familias

pueden, en consecuencia, ser tan solubles en agua como los alcoholes de peso molecular comparable. La frontera de solubilidad se presenta prácticamente a cuatro átomos de carbono por átomo de oxígeno.

Tabla 14. 4 Puntos de ebullición de compuestos con pesos moleculares similares y diferentes tipos de fuerzas intermoleculares.

| Compuesto   | Peso molecular | Tipo de fuerzas intermoleculares | Punto de ebullición (en grados Celsius) |
|---|----------------|----------------------------------|---|
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$                                  | 58             | Sólo de dispersión               | 0                                       |
| $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$  | 60             | Dipolo débil                     | 6                                       |
| $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CCH}_3 \end{array}$ | 58             | Dipolo fuerte                    | 56                                      |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$                                    | 60             | Puente de hidrógeno              | 97                                      |

Tabla 14. 5 Propiedades físicas de algunos aldehídos y cetonas

| Compuesto             | Fórmula  | Punto de ebullición (en grados Celsius) | Solubilidad en agua (en gramos por 100 g de agua) |
|-----------------------|--|---|---|
| Formaldehído          | $\text{HCHO}$  | -21                                     | Muy soluble                                       |
| Acetaldehído          | $\text{CH}_3\text{CHO}$                                  | 20                                      | $\infty$  |
| Propionaldehído       | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$                       | 49                                      | 16.0  |
| Butiraldehído         | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$            | 76                                      | 7.0   |
| Valeraldehído         | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ | 103                                     | ligeramente soluble                               |
| Benzaldehído          | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$                         | 178                                     | 0.3   |
| Acetona               | $\text{CH}_3\text{COCH}_3$                               | 56                                      | $\infty$  |
| etil metil cetona     | $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$                    | 80                                      | 26.0  |
| Metil n-propil cetona | $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$         | 102                                     | 6.3   |
| Dietil cetona         | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$         | 101                                     | 5.0   |

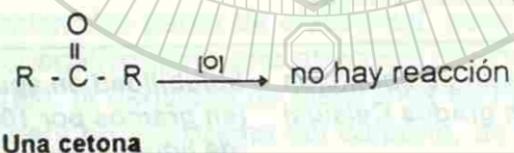
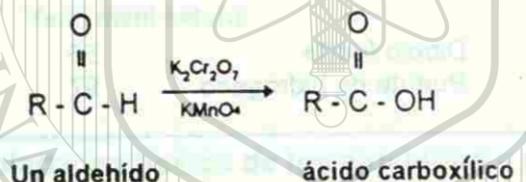
A continuación se resumen las *propiedades físicas de los aldehídos y cetonas*.

Los aldehídos y las cetonas, hasta de cuatro átomos de carbono, son perfectamente solubles en agua, la solubilidad disminuye rápidamente al aumentar el número de carbonos, los compuestos con más de siete carbonos son insolubles. Los puntos de ebullición son superiores a los de los hidrocarburos de peso molecular comparable, pero menores que el del alcohol correspondiente. Su densidad es inferior a la del agua.

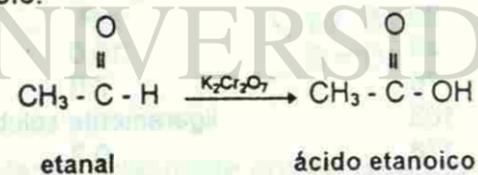
### Propiedades químicas de aldehídos y cetonas

#### A) Oxidación

a) Los aldehídos se oxidan con facilidad dando ácidos carboxílicos con numerosos agentes oxidantes, como permanganato y dicromato, y aún con oxidantes débiles como los iones plata y cúpricos en medio básico; mientras que, las cetonas son resistentes a la oxidación.



Ejemplo:

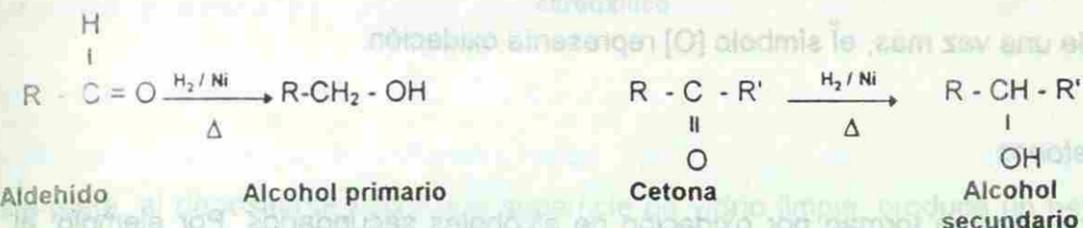


#### B) Reducción

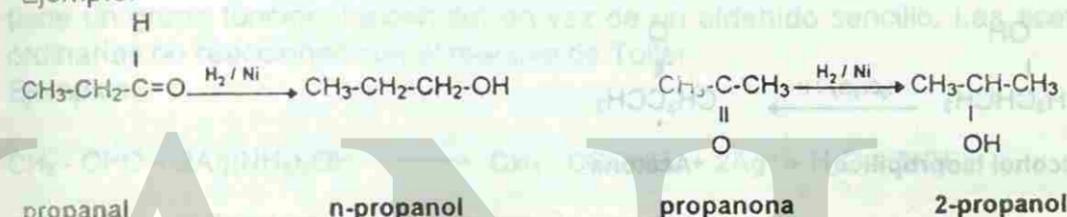
Los aldehídos y cetonas se reducen con facilidad a alcoholes, ya sea con hidrógeno elemental en presencia de un catalizador o mediante agentes químicos reductores, tales como el hidruro de litio y aluminio ( $\text{LiAlH}_4$ ), o el borohidruro de sodio ( $\text{NaBH}_4$ ), los aldehídos producen alcoholes primarios; las cetonas, alcoholes secundarios.

Los aldehídos producen alcoholes primarios; las cetonas, alcoholes secundarios.

Las siguientes son reacciones de reducción de aldehídos y cetonas con  $\text{H}_2$  en presencia de níquel como catalizador:



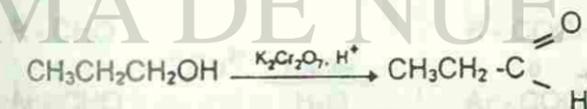
Ejemplo:



### Métodos de obtención de aldehídos y cetonas

#### A) Aldehídos

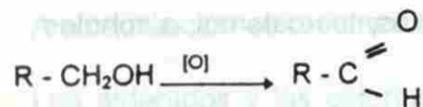
La oxidación cuidadosa de un alcohol primario da un aldehído. Por ejemplo, cuando se calienta alcohol n-propílico con una solución ácida de dicromato de potasio, se forma propionaldehído.



Alcohol n-propílico  
(punto de ebullición, 97°C)

Propionaldehído  
(Punto de ebullición, 49°C)

Si se conserva la solución por arriba de los 49°C y por debajo de los 97°C, se separa por destilación el propionaldehído a medida que se va formando, evitando así la subsecuente oxidación hasta el ácido carboxílico. El método es general para todos los aldehídos y se puede escribir.

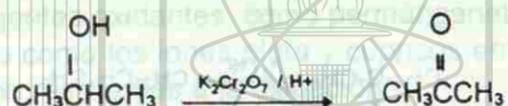


Un alcohol primario      Un aldehído

Donde una vez más, el símbolo [O] representa oxidación.

B) Cetonas

Las cetonas se forman por oxidación de alcoholes secundarios. Por ejemplo, el alcohol isopropílico se oxida a acetona.



Alcohol isopropílico      Acetona

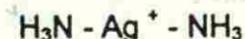
A diferencia de los aldehídos, las cetonas no prosiguen la oxidación y no es necesario separar la cetona a medida que se va formando. La oxidación de alcoholes secundarios es el método general para la preparación de cetonas y el procedimiento se puede representar en la forma siguiente:



Un alcohol secundario      Una cetona

Identificación de aldehídos y cetonas

Los aldehídos se encuentran entre los compuestos orgánicos que se oxidan más fácilmente, este hecho ayuda a los químicos a identificarlos. Gracias al empleo de agentes oxidantes, los aldehídos pueden distinguirse no solamente de las cetonas sino también de los alcoholes, si el reactivo es lo suficientemente suave. Una de estas pruebas reactivas fue inventada por el profesor Bernhard Tollens (1841-1918) de la Universidad de Gottingen, en Alemania. El reactivo de Tollens emplea iones plata como agente oxidante suave. Para conservar en solución al ion plata, hay que complementarlo con dos moléculas de amoníaco.



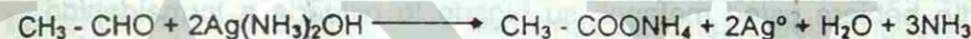
Cuando el reactivo de Tollens oxida a un aldehído, el ion plata se reduce a plata libre.



|             |                     |                             |                 |
|-------------|---------------------|-----------------------------|-----------------|
| Un aldehído | Reactivo de Tollens | Sal de un ácido carboxílico | Espejo de plata |
|-------------|---------------------|-----------------------------|-----------------|

Esta plata, al depositarse sobre una superficie de vidrio limpia, produce un bello espejo y, de hecho, a veces se hacen espejos con plata por medio de la reacción de Tollens. El agente reductor de elección es a veces el azúcar glucosa (que contiene un grupo funcional aldehído) en vez de un aldehído sencillo. Las cetonas ordinarias no reaccionan con el reactivo de Tollens.

Ejemplos:

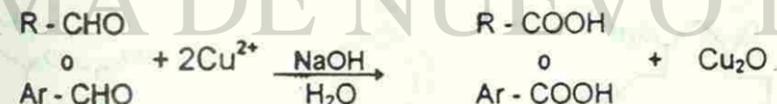


etanal      incoloro      acetato de amonio      espejo

Otro oxidante selectivo, muy usado para diferenciar entre aldehídos y cetonas, es el reactivo de Fehling; que al igual que el de Tollens, forma ácidos a partir de aldehídos y no ataca a las cetonas.

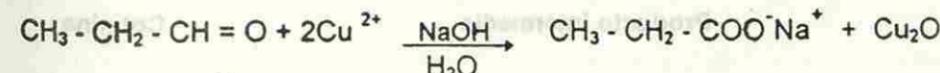
Reactivo de Fehling

El reactivo de Fehling es una solución de una sal de cobre en medio alcalino, de color azul que, al reaccionar con los aldehídos forma un precipitado de color rojo ladrillo de óxido cuproso.



aldehído      ácido      precipitado rojo ladrillo

Ejemplos:



propanal      sal de sodio del ácido propanoico

## Usos

El formaldehído se usa en la obtención de resinas sintéticas, como antiséptico, para la conservación de piezas anatómicas, en embalsamamiento de cadáveres, como fungicida y desodorante, en la obtención de hexógeno o ciclonita (explosivo).

El acetaldehído se usa en la obtención del ácido acético y en la síntesis de numerosos compuestos.

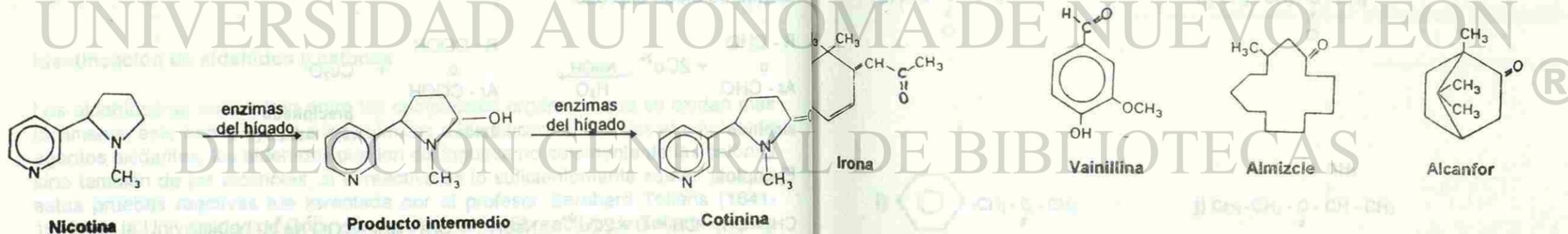
La acetona es muy buen disolvente de gran número de sustancias orgánicas como: acetileno, resinas, grasas, lacas, acetato de celulosa; se emplea en la fabricación de resinas vinílicas, barnices, lacas, pólvora sin humo; en la obtención de cloroformo y yodoformo.

### LE 14.3 Cómo se introducen algunos compuestos carbonílicos en nuestras vidas

Si por accidente bebiera usted metanol, su hígado lo oxidaría a formaldehído. Este empezaría a "fijar" sus proteínas, y entre otras cosas desactivaría muchas enzimas y opacaría los cristalinos de sus ojos. De esa forma el metanol le causaría ceguera y -si usted bebió mucho- la muerte.

Si usted bebe etanol, su hígado lo oxidará a acetaldehído, aldehído menos tóxico que el formaldehído. Posteriormente, el acetaldehído se puede oxidar a ácido acético, el que a su vez se oxida a dióxido de carbono y agua,

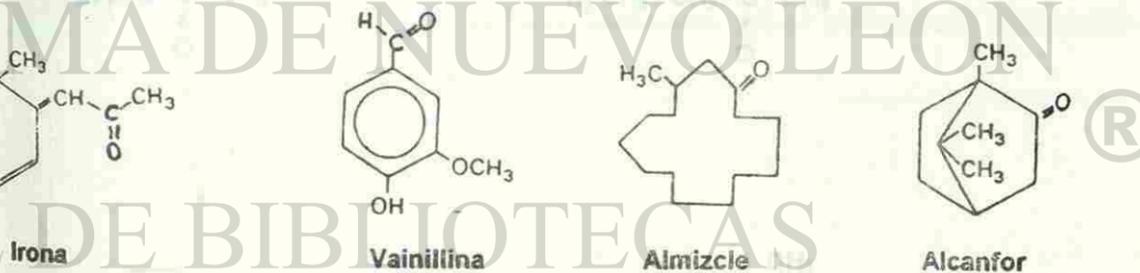
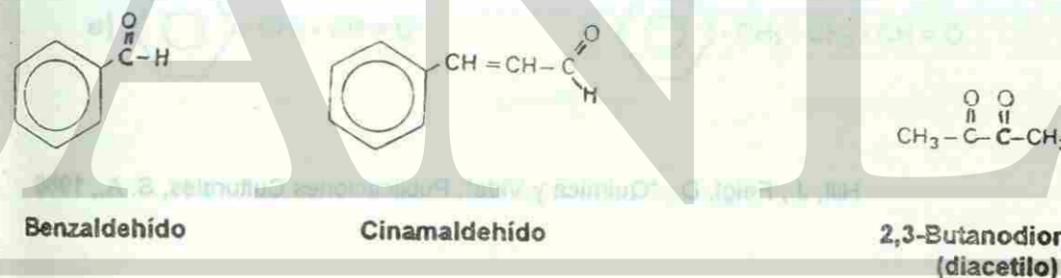
El hígado oxida muchos compuestos. Los aldehídos y las cetonas son a menudo productos intermedios -o incluso productos finales- de dichas oxidaciones. Por ejemplo, la nicotina se destoxifica por oxidación, lo que ocurre por medio de un alcohol intermedio. El producto final, la cotinina, tiene poca toxicidad.

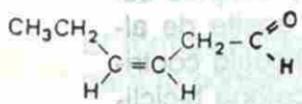


Muchas sustancias conocidas contienen aldehídos y cetonas como principios activos. Por ejemplo el benzaldehído es el componente principal del aceite de almendras amargas, el cinamaldehído es el aceite de la canela; el diacetilo contribuye al aroma y sabor de la mantequilla fresca; el alcanfor es una cetona bicíclica; la irona es una cetona con olor a violetas que se usa en muchos perfumes, la vainillina es el principio activo del sabor a vainilla, que se produce sintéticamente para imitar a la vainilla; y el almizcle, que se forma en las glándulas especiales del ciervo almizclero, se usa en perfumes.

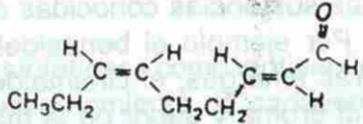
Incluso el aroma de las hojas verdes se debe en parte a compuestos carbonílicos. La mayoría de las hojas verdes contiene *cis*-3-hexenal y el compuesto *trans*-2-*cis*-6-nonadienal tiene olor a pepinos. Estos y otros compuestos carbonílicos (como los acetales, cetales y alcoholes relacionados) confieren un olor a "verde", a hierbas, a los champús y otros cosméticos.

Varias de las hormonas esteroideas tienen el grupo funcional carbonilo como parte integrante de su estructura. La progesterona es la hormona que secretan los ovarios, que estimula el crecimiento de las células de la pared del útero para que se pueda implantar el óvulo fertilizado. La testosterona es la principal hormona sexual del hombre. Estas y otras hormonas sexuales afectan nuestro desarrollo y nuestras vidas de muchas maneras fundamentales.

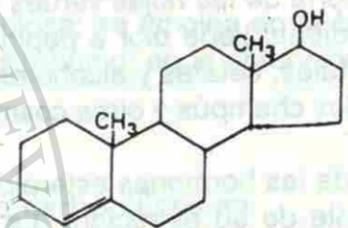
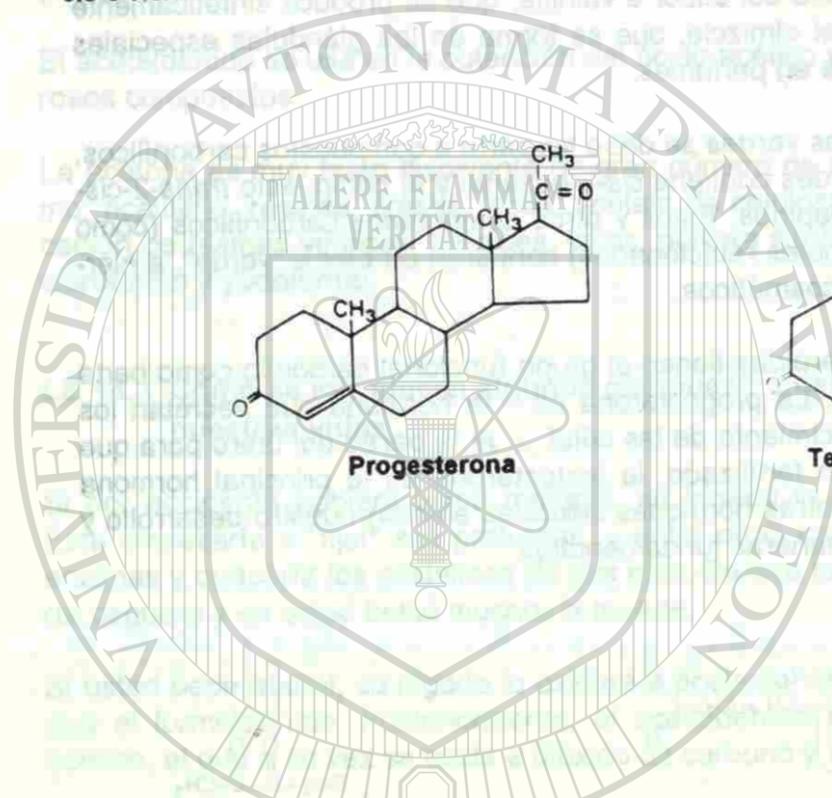




cis-3-Hexenal



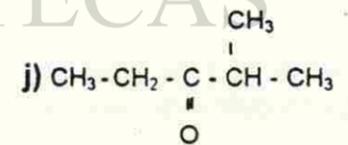
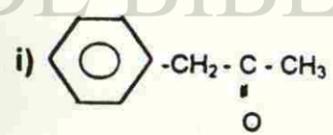
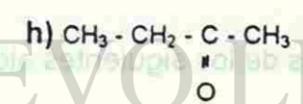
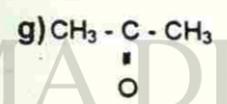
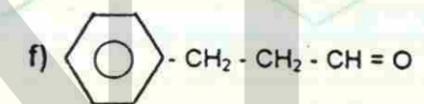
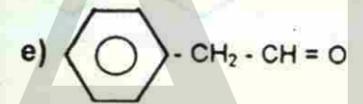
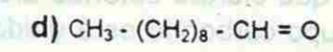
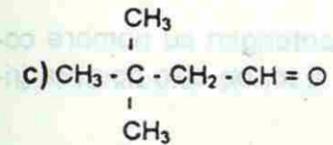
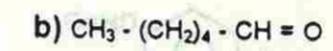
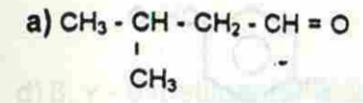
trans-2-cis-6-Nonadienal

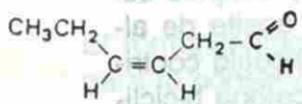


Hill, J., Feigl, D., "Química y Vida", Publicaciones Culturales, S. A., 1986

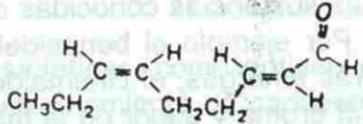
### Actividad 14. 8 Nomenclatura de aldehídos y cetonas

1.- Escribe el nombre sistemático, IUPAC, de las siguientes fórmulas de aldehídos y cetonas.

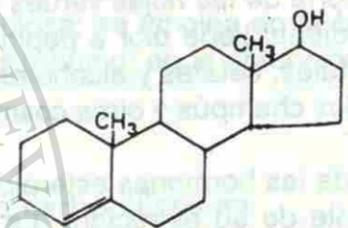
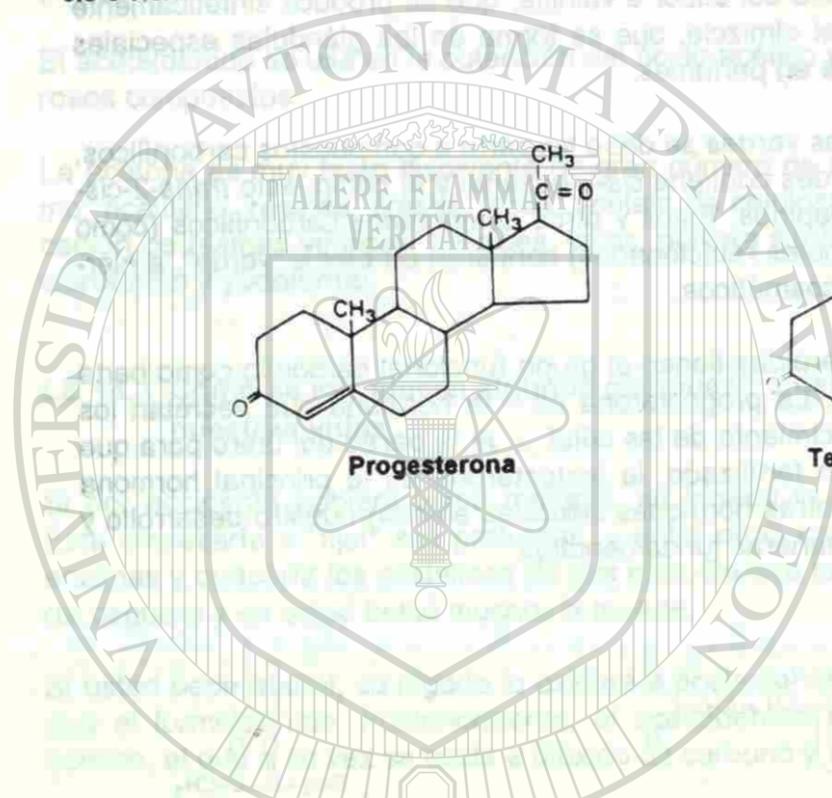




cis-3-Hexenal



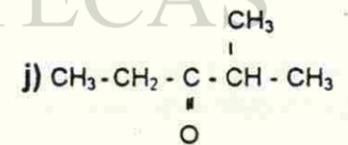
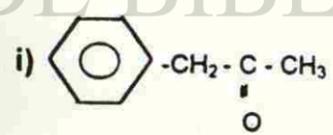
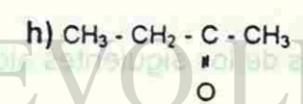
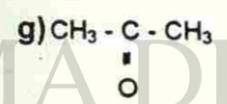
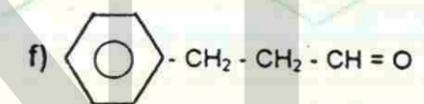
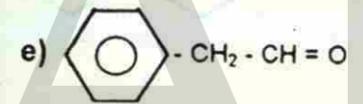
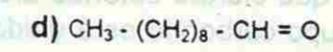
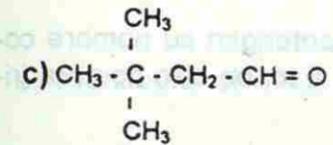
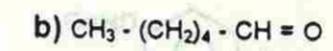
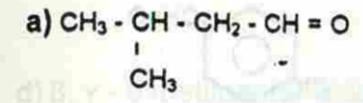
trans-2-cis-6-Nonadienal



Hill, J., Feigl, D., "Química y Vida", Publicaciones Culturales, S. A., 1986

### Actividad 14. 8 Nomenclatura de aldehídos y cetonas

1.- Escribe el nombre sistemático, IUPAC, de las siguientes fórmulas de aldehídos y cetonas.

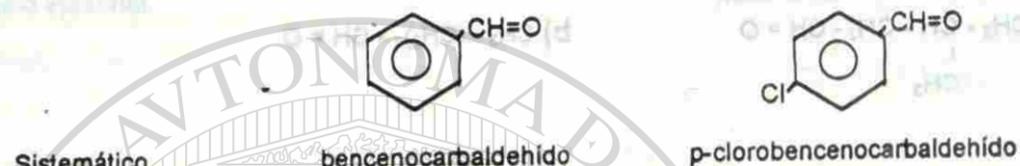


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

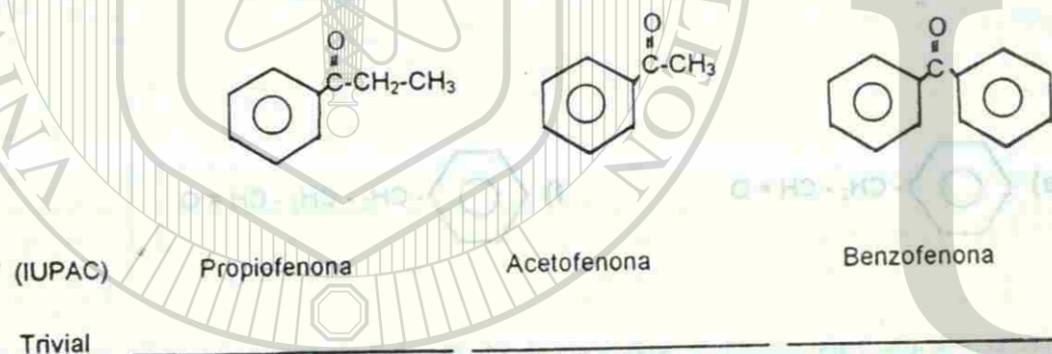
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



2.- La IUPAC recomienda para los aldehídos más complejos, en los cuales el grupo  $-CH=O$  está unido a un anillo, el uso del sufijo "carbaldehído". Debajo de las fórmulas de los siguientes compuestos, anota el nombre trivial aceptado también por este organismo internacional.



3.- La IUPAC permite que ciertas cetonas aromáticas mantengan su nombre común (cuando el grupo carbonilo está unido al anillo). Escribe otro nombre trivial para dichos compuestos.



4.- Dibuja las estructuras de los siguientes aldehídos y cetonas.

a) isopentanaldehído

b) formaldehído

c) acetaldehído

d)  $\beta$ ,  $\gamma$  - dimetilpentanaldehído

e) 4-fenilbutanal

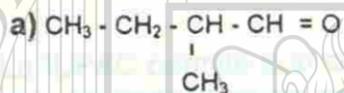
f) 3,4-dimetil-2-hexanona

g) metil vinil cetona

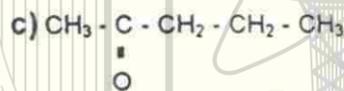
h) diisopropilcetona

i) acetofenona

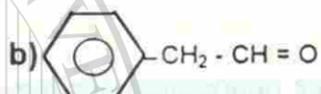
5.- Localiza el error de nomenclatura en los compuestos siguientes, cuyas fórmulas aparecen a continuación y escribe el nombre correcto.



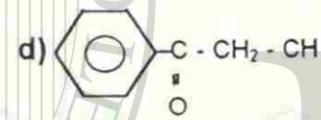
β- metil butanal



4-pentanona



1-fenilacetaldehído



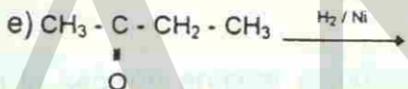
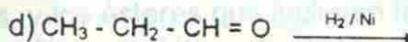
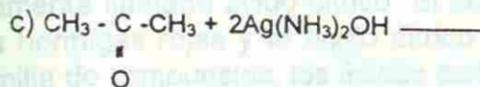
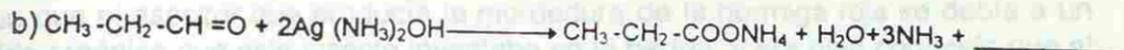
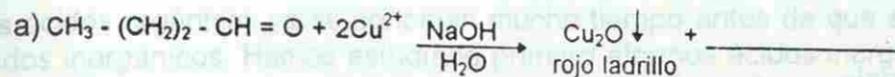
fenil propil cetona

Actividad 14.9 Propiedades físicas y químicas de aldehídos y cetonas

1.- Describe cómo varía la solubilidad de los aldehídos y las cetonas en agua al aumentar el número de átomos de carbono.

2.- Indica cómo son los puntos de ebullición de los aldehídos y cetonas, comparados con los hidrocarburos de peso molecular comparable y explica la causa.

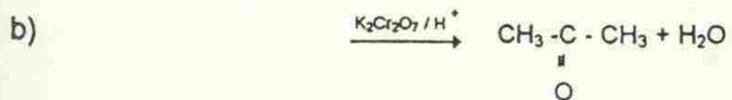
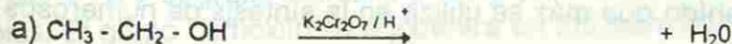
3.- Completa las siguientes ecuaciones:



4.- ¿Qué reactivos se utilizaron en las tres primeras reacciones del problema anterior y cuál es su utilidad en el laboratorio?

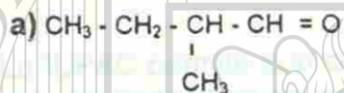
Actividad 14.10 Métodos de obtención y usos de aldehídos y cetonas

1.- Completa las ecuaciones siguientes

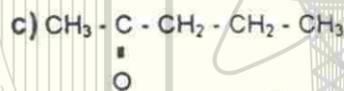


i) acetofenona

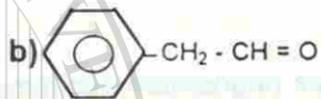
5.- Localiza el error de nomenclatura en los compuestos siguientes, cuyas fórmulas aparecen a continuación y escribe el nombre correcto.



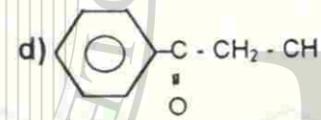
β- metil butanal



4-pentanona



1-fenilacetaldehído



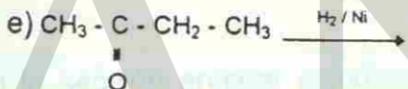
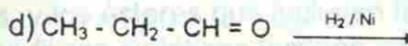
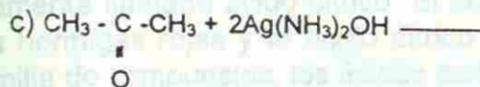
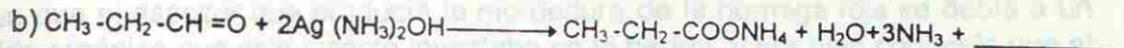
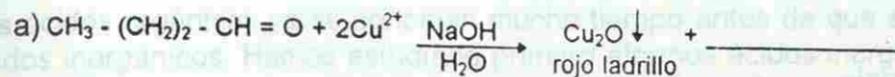
fenil propil cetona

Actividad 14.9 Propiedades físicas y químicas de aldehídos y cetonas

1.- Describe cómo varía la solubilidad de los aldehídos y las cetonas en agua al aumentar el número de átomos de carbono.

2.- Indica cómo son los puntos de ebullición de los aldehídos y cetonas, comparados con los hidrocarburos de peso molecular comparable y explica la causa.

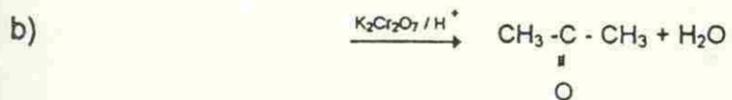
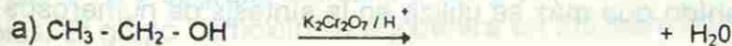
3.- Completa las siguientes ecuaciones:



4.- ¿Qué reactivos se utilizaron en las tres primeras reacciones del problema anterior y cuál es su utilidad en el laboratorio?

Actividad 14.10 Métodos de obtención y usos de aldehídos y cetonas

1.- Completa las ecuaciones siguientes



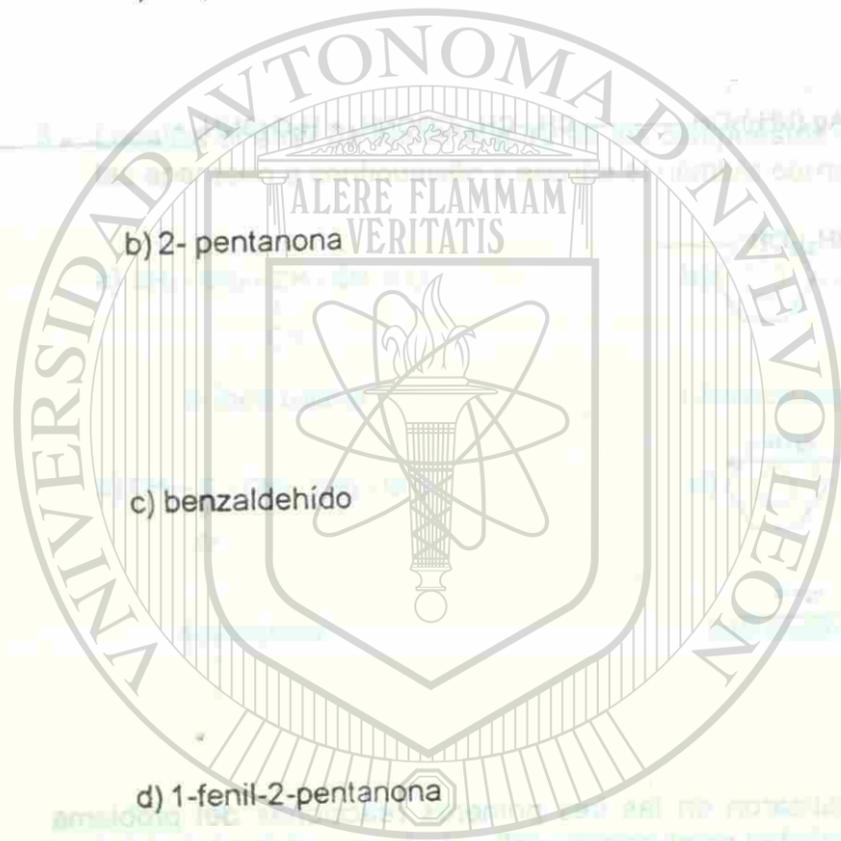
2.- Escribe las ecuaciones que representan la obtención de los compuestos siguientes, mediante la oxidación del alcohol correspondiente.

a) Propanal

b) 2-pentanona

c) benzaldehído

d) 1-fenil-2-pentanona



3. Usos

a).- Indica tres usos del formaldehído y de la acetona

b).- ¿Cuál es el aldehído que más se utiliza en la síntesis de numerosos compuestos?

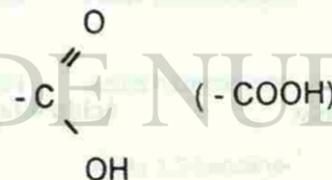
## 5. Ácidos carboxílicos

Los ácidos orgánicos ya se conocían mucho tiempo antes de que se aislaran los ácidos inorgánicos. Hemos estudiado primero algunos ácidos inorgánicos (el HCl y el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); sin embargo, las tribus primitivas estaban más familiarizadas con los ácidos orgánicos como los que obtenían cuando sus reacciones de fermentación fallaban y no producían alcohol sino vinagre. Los naturalistas del siglo XVII sabían que el escozor que producía la mordedura de la hormiga roja se debía a un ácido orgánico que este insecto inyectaba en la herida, y era bien conocido que el sabor agrio de los frutos cítricos era producido por un compuesto orgánico propiamente llamado ácido cítrico. El ácido acético del vinagre, el ácido fórmico de las hormigas rojas y el ácido cítrico de las frutas pertenecen todos a la misma familia de compuestos, los ácidos carboxílicos.

Cierto número de derivados de los ácidos carboxílicos también son importantes. Las amidas, de las cuales las proteínas son tal vez los ejemplos más espectaculares, y los ésteres que incluyen las grasas, son dos clases de derivados de ácidos. Dos fibras sintéticas también se clasifican dentro de estas dos familias de derivados; el nylon, como la seda y la lana, es una poliamida, y el dacrón, del que están hechas muchas ropas, es un poliéster.

En la sección anterior estudiamos el grupo carbonilo y observamos que era el grupo funcional que caracteriza la química de los aldehídos y las cetonas. El grupo carbonilo se encuentra también en los ácidos carboxílicos y sus derivados; sin embargo en estos compuestos, el grupo carbonilo es sólo una parte del grupo funcional que caracteriza a estas familias.

El grupo funcional de los ácidos carboxílicos es el grupo carboxilo:



Este grupo puede considerarse como una combinación del grupo carbonilo ( $>\text{C}=\text{O}$ ) y el grupo hidroxilo ( $-\text{OH}$ ), pero tiene propiedades características propias. El grupo carboxilo se encuentra en los extremos de las cadenas hidrocarbonadas.

## Nomenclatura

### Trivial o común

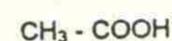
La mayoría de los ácidos orgánicos se derivan de fuentes naturales y tienen nombres comunes que se relacionan con la fuente natural de la cual provienen. Esta forma de nombrar los ácidos es trivial, pero es importante porque su uso es muy frecuente y aunque no sigue reglas específicas, los nombres de los ácidos tienen la terminación "ico". Las tablas 14.6 y 14.7 presentan los nombres comunes y el origen de algunos ácidos carboxílicos.

### Nomenclatura sistemática

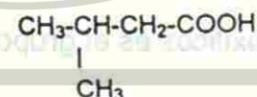
Los nombres IUPAC de los ácidos carboxílicos rara vez se emplean en el uso diario, pero se deducen fácilmente de los nombres de los alcanos de mismo número de átomos de carbono.

Para nombrarlos, se busca la cadena más larga que contenga el carboxilo y el carbono del carboxilo se considera el número uno. Se siguen las reglas mencionadas en el caso de los alcanos para los grupos sustituyentes, y se da el nombre de la cadena principal, anteponiendo al nombre del hidrocarburo la palabra ácido y sustituyendo la terminación *o* por *oico*. Si hay dos grupos carboxilo, se siguen las mismas reglas y se da la terminación *dioico*. Las tablas 14.6 y 14.7 presentan los nombres IUPAC de algunos ácidos carboxílicos.

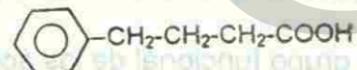
Ejemplos:



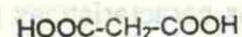
ácido etanoico



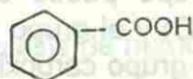
ácido 3-metilbutanoico



ácido 4-fenilbutanoico



ácido propanodioico

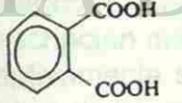


ácido benzoico

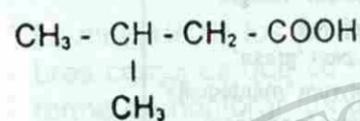
Tabla 14.6 Nombres de algunos ácidos alifáticos comunes

| Fórmula condensada                                    | Nombre IUPAC         | Nombre común     | Origen del nombre común                                    |
|---|----------------------|------------------|--|
| HCOOH   | Acido metanoico      | Acido fórmico    | Del latín <i>formica</i> "hormiga"                         |
| CH <sub>3</sub> COOH                                  | Acido etanoico       | Acido acético    | Del latín <i>acetum</i> "vinagre"                          |
| CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH                  | Acido propanoico     | Acido propiónico | Del griego <i>protos</i> , "primero" y <i>pion</i> "grasa" |
| CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH  | Acido butanoico      | Acido butírico   | Del latín <i>butyrum</i> "mantequilla"                     |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH  | Acido pentanoico     | Acido valérico   | Del latín <i>valere</i> "poderoso"                         |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH  | Acido hexanoico      | Acido caproico   |  |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH  | Acido octanoico      | Acido caprílico  | Del latín <i>caper</i> "cabra"                             |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH  | Acido decanoico      | Acido cáprico    |  |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH | Acido dodecanoico    | Acido láurico    | Arbol del laurel   |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH | Acido tetradecanoico | Acido mirístico  | <i>Myristica fragans</i> (nuez moscada)                    |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH | Acido hexadecanoico  | Acido palmítico  | Palmera  |
| CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH | Acido octadecanoico  | Acido esteárico  | Del griego <i>stear</i> , "sebo"                           |

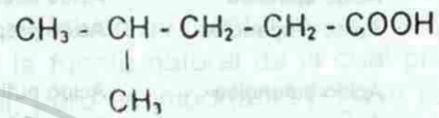
Tabla 14.7 Algunos ácidos dicarboxílicos comunes

| Estructura  | Nombre IUPAC                    | Nombre común      | Origen del nombre común                                   |
|---|---------------------------------|-------------------|---|
| HOOC-COOH   | Acido etanodioico               | Acido oxálico     | Del griego <i>oxys</i> , "agudo" o "ácido"                |
| HOOC-CH <sub>2</sub> -COOH  | Acido propanodioico             | Acido malónico    | Del ácido málico (del latín <i>malum</i> , "manzana")     |
| HOOC(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH  | Acido butanodioico              | Acido succínico   | Del latín <i>succinum</i> , "ámbar"                       |
| HOOC(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH  | Acido pentanodioico             | Acido glutárico   | De ácido glutámico (del latín <i>gluten</i> , "gomacola") |
| HOOC(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH  | Acido hexanodioico              | Acido adípico     | Del latín <i>adeps</i> , "grasa"                          |
|  | Acido 1,2-benceno-dicarboxílico | Acido ftálico     | De naftaleno  |
|  | Acido 1,4-benceno-dicarboxílico | Acido tereftálico | De naftaleno  |

El prefijo *iso* se emplea para designar aquellos ácidos que poseen un grupo metilo en el penúltimo carbono de la cadena. Ejemplos:



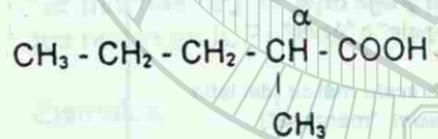
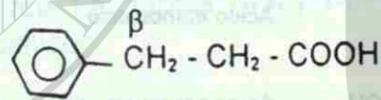
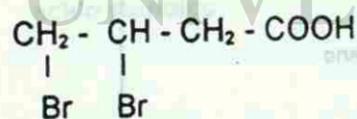
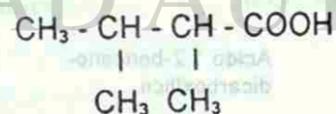
ácido isovalérico



ácido isocaproico

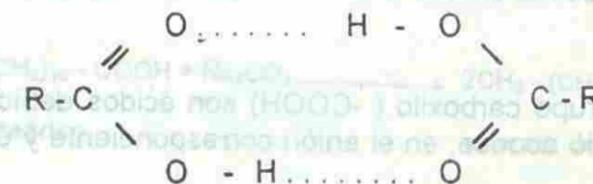
Los ácidos ramificados se denominan, indicando la posición de la ramificación. Con los nombres comunes se usan letras griegas y con los nombres IUPAC, se emplean los números. El carbono del carboxilo se considera el número 1. El carbono ( $\alpha$ ) es el que se encuentra junto al grupo carboxilo. El carbono ( $\alpha$ ) es el número 2, el beta ( $\beta$ ) es el 3, y así sucesivamente.

Ejemplos:

ácido  $\alpha$ -metilvalérico  
ácido 2-metilpentanoicoácido  $\beta$ -fenilpropiónico  
ácido 3-fenilpropanoicoácido  $\beta, \gamma$ -dibromobutírico  
ácido 3,4-dibromobutanoicoácido  $\alpha, \beta$ -dimetibutírico  
ácido 2,3-dimetilbutanoico

### Propiedades físicas

La estructura particular del grupo carboxilo permite que las moléculas se unan entre sí con mucha fuerza por enlaces de hidrógeno, formando dímeros.



En consecuencia, estos compuestos tienen puntos de ebullición más elevados que los alcoholes de pesos moleculares comparables. El alcohol etílico (con un peso molecular de 46) hierve a 78°C, mientras que el ácido fórmico (con el mismo peso molecular) hierve a 100°C. En forma similar, el alcohol propílico (con un peso molecular de 60) hierve a 97°C, mientras que el ácido acético (con el mismo peso molecular) hierve a 118°C.

Hay pruebas fehacientes de que, aún en la fase vapor, algunos de los puentes de hidrógeno entre las moléculas del ácido no se rompen.

Los grupos carboxílicos se enlazan con facilidad por puentes de hidrógeno a las moléculas de agua. Los ácidos que tienen de uno a cuatro átomos de carbono, son líquidos incoloros, completamente miscibles en agua, pero la solubilidad disminuye cuando se aumenta el número de carbonos. Así, el ácido hexanoico ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ ) es soluble sólo en la cantidad de 1.0 g por 100 g de agua y el ácido palmítico ( $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$ ) es esencialmente insoluble.

La mayoría de los ácidos carboxílicos tienen un olor irritante y ofensivo. Generalmente, los olores se van haciendo más desagradables a medida que ascendemos en la serie de homólogos, dependiendo, por supuesto, de lo que entendamos por desagradable. El ácido fórmico ( $\text{CH}_2\text{O}_2$ ) tiene un olor acre y penetrante. El ácido valérico ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ ) no es tan agresivo, pero a pesar de ello huele bastante mal. Su descripción más sencilla es que es pegajoso o persistente, pero mucho más descriptivamente se le señala como "esencia de zapatos tenis viejos". Esta característica de los olores se alivia un poco porque disminuye la tendencia de los ácidos a evaporarse a medida que crece el peso molecular. En el caso de los ácidos con 12 o más carbonos, los olores se van haciendo más débiles.

Los ácidos carboxílicos son líquidos hasta los de nueve átomos de carbono, el resto son sólidos. Son menos densos que el agua. El ácido acético puro se congela a 16.6°C (62°F). Como esta temperatura queda solamente un poco por debajo de la temperatura ambiente (alrededor de 20°C, o 68°F) el ácido acético se solidifica fácilmente cuando baja un poco la temperatura. En los laboratorios con mala

calefacción, el ácido acético se congela con frecuencia en el almacén de reactivos. Por esa razón, el ácido acético puro (a veces llamado ácido acético concentrado) acabó por ser conocido como ácido acético glacial, nombre que aún persiste.

### Propiedades químicas

Los compuestos que tienen el grupo carboxilo (-COOH) son ácidos debido a la propiedad de disociarse, en medio acuoso, en el anión correspondiente y un protón.



La especie  $\text{H}_3\text{O}^+$  (ion hidronio) no es otra cosa que una molécula de agua con un protón.

La fuerza de acidez de cada ácido carboxílico depende de su grado de disociación.

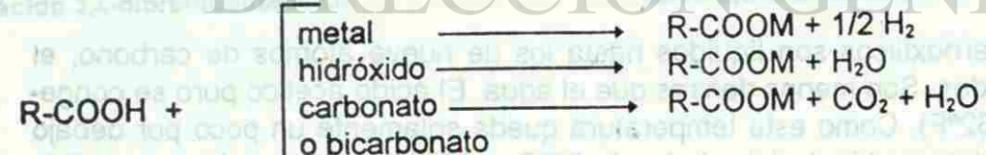
El comportamiento de estos compuestos se debe al grupo carboxilo (-COOH). En general, sustituyen al hidroxilo (-OH) o al hidrógeno (-H) del carboxilo por otro grupo, debido al efecto del carbonilo ( $\text{>C=O}$ ). El resto de la molécula efectúa las reacciones características de su estructura.

### Principales reacciones.

#### a) Formación de sales.

Los ácidos forman sales con los metales, óxidos metálicos, carbonatos, bicarbonatos o hidróxidos. A las sales de ácidos monocarboxílicos con más de cuatro átomos de carbono se les llama jabones.

M = metal



Ejemplos:



ácido etanoico  
ácido acético

etanoato de sodio  
acetato de sodio

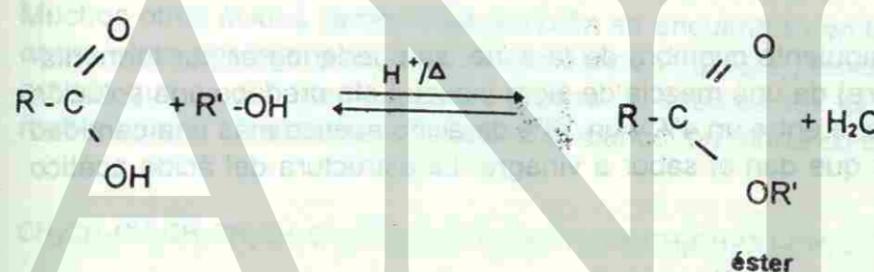


ácido esteárico

esterato de sodio (jabón)

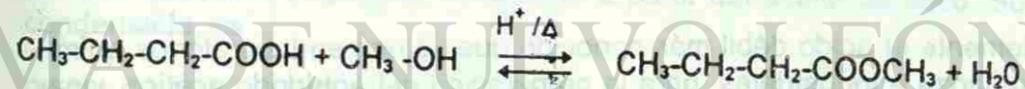
#### b) Obtención de ésteres. Esterificación.

Los ácidos carboxílicos, calentados con alcohol en presencia del ácido sulfúrico, forman ésteres.



Reactividad R' - OH: 1° > 2° > 3°

Ejemplos:



ácido butanoico  
ácido butírico

metanol

butanoato de metilo  
butirato de metilo



ácido benzoico

etanol

benzoato de etilo

### Identificación de ácidos

Los ácidos carboxílicos se identifican porque se disuelven en solución acuosa de hidróxido de sodio o de bicarbonato de sodio, desprendiéndose dióxido de carbono en este último caso. También se reconocen por su acidez.

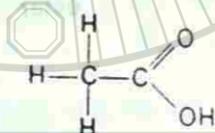
### Métodos de obtención y usos

#### Fuentes naturales.

El ácido orgánico más sencillo es el ácido fórmico (del latín *formica* "hormiga"), el cual se obtuvo al principio por destilación destructiva de las hormigas. La estructura del ácido fórmico es

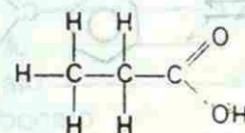


El ácido acético, el siguiente miembro de la serie, se puede lograr por fermentación aeróbica (con aire) de una mezcla de sidra y miel. Esto produce una solución de vinagre que contiene entre un 4% y un 10% de ácido acético más una cantidad de otros compuestos que dan el sabor a vinagre. La estructura del ácido acético es

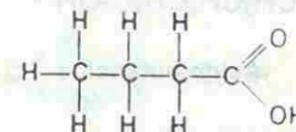


Es probablemente el ácido débil más conocido que se usa en laboratorios químicos de enseñanza e industriales, para la preparación del anhídrido acético, vinagre, gran variedad de ésteres y de sales; en la industria de esencias artificiales y en la de colorantes.

El compuesto siguiente en la serie homóloga de ácidos alifáticos se llama ácido propiónico

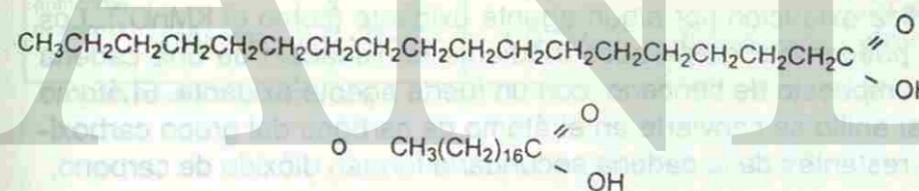


Este compuesto es bastante raro en la naturaleza; se encuentra en pequeñas cantidades en los productos lácteos. Su nombre significa literalmente "primera grasa". Los ácidos carboxílicos de cadenas continuas más largas son conocidos como ácidos grasos, porque muchos de ellos han sido aislados a partir de grasas naturales. La sal de sodio de este ácido se utiliza frecuentemente como conservador de alimentos. La estructura del ácido butírico es

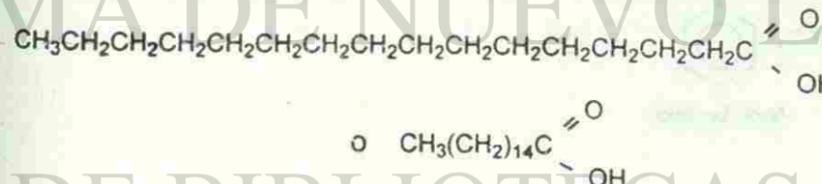


El ácido butírico puede aislarse a partir de la grasa de la mantequilla. También es uno de los ingredientes del olor corporal y, de hecho, cantidades sumamente pequeñas de éste y otros productos químicos permiten a los sabuesos rastrear a una persona.

Muchos otros ácidos carboxílicos también se encuentran en la naturaleza. Veamos ahora otros dos ejemplos. El ácido esteárico ( $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ ) es una molécula bastante grande que se obtiene de algunas grasas. El sebo de res es una fuente particularmente buena. La estructura del ácido esteárico, en forma condensada es:



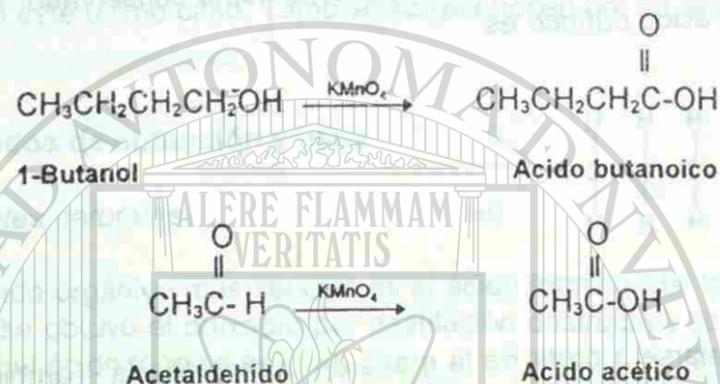
El ácido palmítico ( $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$ ) se obtiene a partir del aceite de coco. Su estructura condensada, es



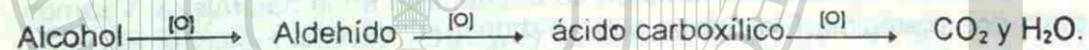
Los ácidos palmítico y esteárico se emplean para fabricar velas, jabones, tintas, cosméticos, lubricantes, etc.

**Métodos de laboratorio**

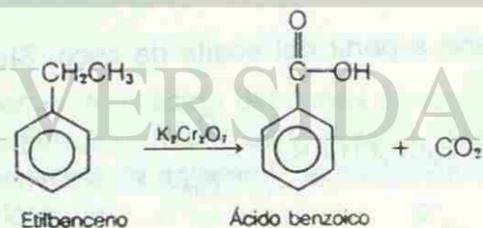
Los ácidos carboxílicos se preparan mediante la oxidación de alcoholes primarios o de aldehídos, en presencia de un fuerte agente oxidante.



Las etapas de la oxidación de un alcohol primario se pueden resumir de la manera siguiente:



en donde [O] significa oxidación por algún agente oxidante (como el  $\text{KMnO}_4$ ). Los ácidos aromáticos pueden ser preparados mediante la oxidación de una cadena secundaria en un compuesto de benceno, con un fuerte agente oxidante. El átomo de carbono unido al anillo se convierte en el átomo de carbono del grupo carboxílico y los carbonos restantes de la cadena secundaria forman dióxido de carbono.

**Derivados de ácidos**

De los compuestos derivados de los ácidos carboxílicos estudiaremos brevemente los ésteres, las sales de ácido, las amidas y los anhídridos. En la tabla 14.8 se muestra el grupo funcional característico de cada uno de estos derivados, así como un ejemplo de los nombres común y sistemático de los mismos y en la tabla 14.9 se describen algunos de sus usos:

**Tabla 14.8 Derivados de ácidos carboxílicos**

| Clase               | Grupo funcional |   | Estructura general | Ejemplo                             | Nombre sistemático | Nombre común      |
|---------------------|-----------------|---|--------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------|
|                     | Nombre          | Fórmula   |                    |                                     |                    |                   |
| Ácidos              | Carboxilo       | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$                               | -COOH              | $\text{CH}_3\text{-COOH}$           | ácido etanoico     | ácido acético     |
| Esteres             | éster           | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagup \\ \text{OR} \end{array}$                               | -COOR              | $\text{CH}_3\text{-COOCH}_3$        | etanoato de metilo | acetato de metilo |
| Sales de ácido      |                 | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagup \\ \text{OM} \end{array}$                               | -COOM              | $\text{CH}_3\text{COOM}$            | etanoato de metal  | acetato de metal  |
|                     |                 | M = metal   |                    |                                     |                    |                   |
| Amidas              | amida           | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagup \\ \text{NH}_2 \end{array}$                             | -CONH <sub>2</sub> | $\text{CH}_3\text{-CONH}_2$         | etanamida          | acetamida         |
| Anhídridos de ácido | anhídrido       | $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ -\text{C} - \text{O} - \text{C}- \end{array}$ | -CO-O-CO-          | $(\text{CH}_3\text{-CO})_2\text{O}$ | anhídrido etanoico | anhídrido acético |

\* Al guiñón puede ir unido un R o un H

Tabla 14.9 Usos de algunos derivados de ácidos

| Clase          | Usos  |
|----------------|---|
| Esteres        | Se emplean como disolventes de barnices, lacas y ceras. Por su aroma, como perfumes y componentes de sabores sintéticos. Los de C <sub>12</sub> a C <sub>16</sub> se utilizan para obtener jabones. |
| Sales de ácido | Se utilizan como materia prima para preparar industrialmente otros compuestos. La sal propionato de sodio es un conservador de alimentos.   |
| Amidas         | Algunas amidas se utilizan como disolventes apróticos (sin protones) en muchas reacciones orgánicas. El nylon es una poliamida y sus usos son muy variados en la vida diaria.                       |
| Anhídridos     | El anhídrido acético se emplea en la elaboración de fármacos contra el dolor de cabeza, tales como la aspirina (un éster) y el acetaminofén (una amida).  |

## Actividad 14.11 Nomenclatura de ácidos carboxílicos

I. Contesta lo que se pide, considerando las reglas de nomenclatura estudiadas.

1.- Asigna el nombre sistemático y el común a los siguientes ácidos

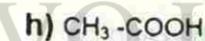
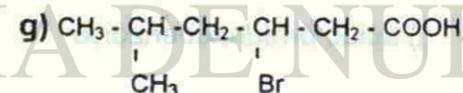
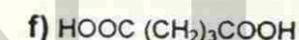
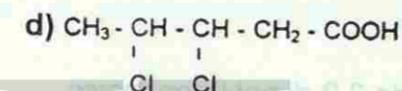
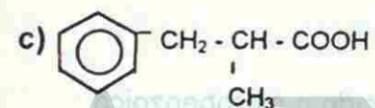
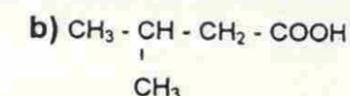
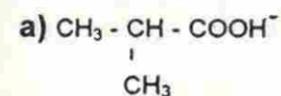


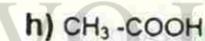
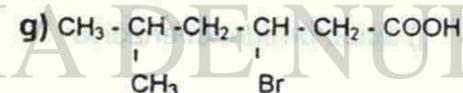
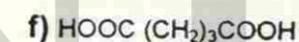
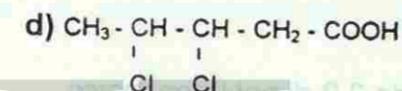
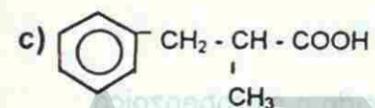
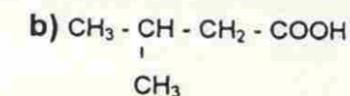
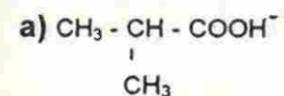
Tabla 14.9 Usos de algunos derivados de ácidos

| Clase          | Usos  |
|----------------|---|
| Esteres        | Se emplean como disolventes de barnices, lacas y ceras. Por su aroma, como perfumes y componentes de sabores sintéticos. Los de C <sub>12</sub> a C <sub>16</sub> se utilizan para obtener jabones. |
| Sales de ácido | Se utilizan como materia prima para preparar industrialmente otros compuestos. La sal propionato de sodio es un conservador de alimentos.   |
| Amidas         | Algunas amidas se utilizan como disolventes apróticos (sin protones) en muchas reacciones orgánicas. El nylon es una poliamida y sus usos son muy variados en la vida diaria.                       |
| Anhídridos     | El anhídrido acético se emplea en la elaboración de fármacos contra el dolor de cabeza, tales como la aspirina (un éster) y el acetaminofén (una amida).  |

## Actividad 14.11 Nomenclatura de ácidos carboxílicos

I. Contesta lo que se pide, considerando las reglas de nomenclatura estudiadas.

1.- Asigna el nombre sistemático y el común a los siguientes ácidos



2.- Dibuja las estructuras de los ácidos que correspondan a los siguientes nombres.

a) ácido heptanodioico

b) ácido trifenilacético

c) ácido 4-etil-2-propiloctanoico

d) ácido 3-clorobutírico

e) ácido 2,2-dimetilpropanoico

f) ácido p-clorobenzoico

g) ácido adípico o ácido hexanodioico

h) ácido acético o ácido etanoico

i) ácido 2,3-dibromohexanoico

j) ácido o-hidroxibenzoico

k) ácido isopentanoico

l) ácido 9,12-octadecadienoico

## Actividad 14.12 Propiedades físicas y químicas de ácidos carboxílicos

I.- Contesta correctamente lo siguiente

1. Consulta los puntos de fusión de los ácidos monocarboxílicos y dicarboxílicos en las tablas, para determinar el estado físico de los ácidos con menos de 10 átomos de carbono.

2.- Los ácidos carboxílicos tienen olores desagradables y muy penetrantes pero a medida que aumenta su peso molecular el olor se hace más débil. ¿por qué sucede esto?

3.- Escribe las ecuaciones químicas que ilustren las reacciones entre el ácido propiónico con cada uno de los siguientes reactivos:

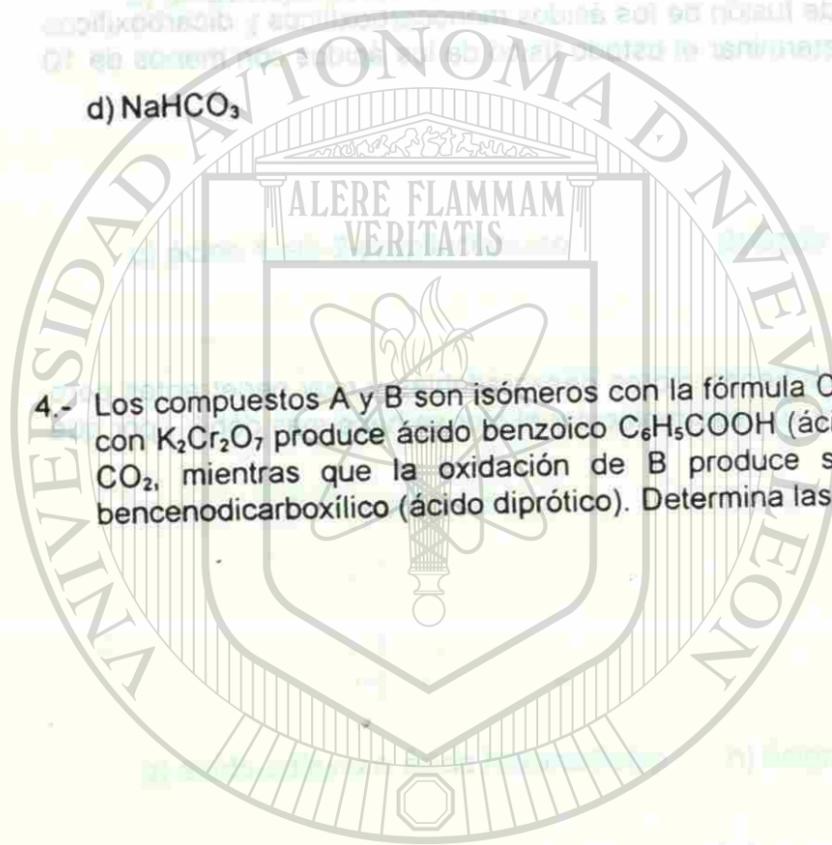
a)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$

b)  $\text{CH}_3\text{-OH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$

c) NaOH

d) NaHCO<sub>3</sub>

4.- Los compuestos A y B son isómeros con la fórmula C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>. El tratamiento de A con K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> produce ácido benzoico C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH (ácido monoprótico) y libera CO<sub>2</sub>, mientras que la oxidación de B produce solamente el ácido 1,2-benzenodicarboxílico (ácido diprótico). Determina las estructuras de A y de B



### Actividad 14.13 Métodos de obtención y usos de ácidos carboxílicos y de algunos de sus derivados

I.- Responde lo siguiente. Consulta las lecturas de esta sección si lo requieres.

1. Escribe la fórmula del grupo funcional característico y un ejemplo específico de cada clase de compuesto.

a) ácido alifático monoprótico

b) ácido alifático diprótico

c) ácido aromático monoprótico

d) ácido aromático diprótico

e) sal de ácido

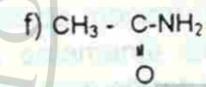
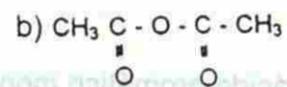
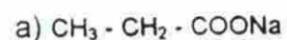
f) éster

g) anhídrido

h) amida

II.- Relaciona las siguientes columnas:

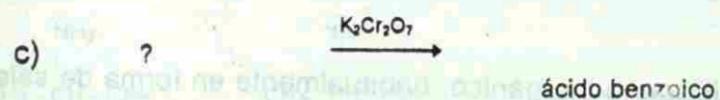
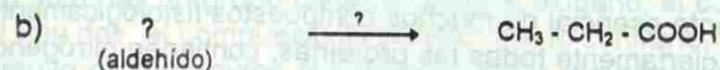
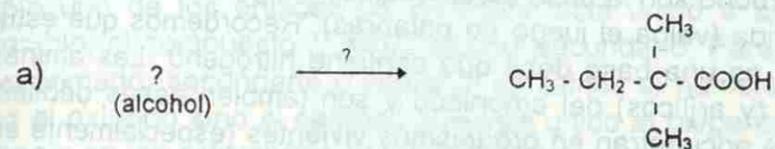
- 1.- Solvente común del barniz de uñas que se forma al reaccionar ácido acético con etanol. \_\_\_\_\_
- 2.- Es un componente del vinagre que se reconoce por su acidez. \_\_\_\_\_
- 3.- Las proteínas están constituidas con el grupo funcional característico de este compuesto. \_\_\_\_\_
- 4.- Compuesto de función anhídrido que se utiliza en la síntesis industrial de la aspirina y del acetaminofén, fármacos usados contra el dolor de cabeza. \_\_\_\_\_
- 5.- Acido que se extrae a partir del aceite de coco y se emplea para fabricar jabones y cosméticos. \_\_\_\_\_
- 6.- Es una sal de ácido utilizada como conservador de alimentos. \_\_\_\_\_



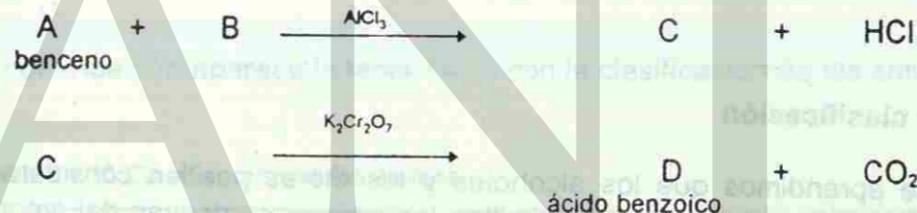
III.- Contesta lo siguiente:

1. Menciona las fuentes naturales de donde pueden aislarse los ácidos carboxílicos de 1 a 4 átomos de carbono.

- 2.- Completa las siguientes ecuaciones que muestran la obtención en el laboratorio de dos ácidos alifáticos y del ácido benzoico.



- 3.- Escribe la fórmula de las sustancias A, B, C y D en las ecuaciones mostradas a continuación, para obtener ácido benzoico, a partir de benceno.



- 4.- Escribe las ecuaciones para la preparación en un solo paso del ácido correspondiente, a partir de cada una de las sustancias siguientes. Indica los catalizadores o condiciones de reacción especiales en cada caso, así como los nombres IUPAC de los ácidos obtenidos.

a) alcohol isobutílico

b) acetaldehído

c) etilbenceno

## 6. Aminas

Si los compuestos del carbono son la base de la vida, los compuestos del nitrógeno son las bases de la vida (valga el juego de palabras). Recordemos que estudiamos que el amoniaco es una base débil que contiene nitrógeno. Las aminas son derivados alquílicos (y arílicos) del amoniaco y son también bases débiles. Estas bases orgánicas se encuentran en organismos vivos (especialmente en los que estuvieron vivos y ahora están en descomposición).

El nitrógeno es un constituyente esencial de muchos compuestos fisiológicamente activos, todas las enzimas y ciertamente todas las proteínas, contienen nitrógeno. Las bases nitrogenadas forman parte de la estructura compleja de los compuestos que llevan nuestra herencia genética, los ácidos nucleicos ADN y ARN (¡bases en ácidos!).

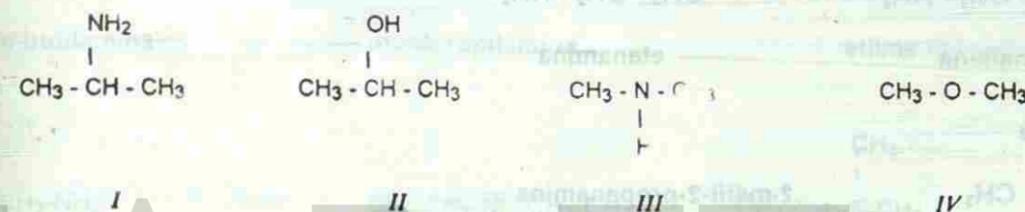
Las plantas pueden tomar nitrógeno inorgánico, habitualmente en forma de sales de nitrato de amonio, y combinarlo con compuestos de carbono, procedentes de la fotosíntesis, para fabricar todos los compuestos nitrogenados orgánicos que requieren. Pero los animales no son tan listos, necesitan en su dieta algunos compuestos orgánicos de nitrógeno preformados, compuestos que son esenciales para la salud, pero que ellos mismos no pueden sintetizar.

### Estructura y clasificación

Anteriormente aprendimos que los alcoholes y los éteres pueden considerarse como derivados del agua. De manera similar, las aminas se derivan del amoniaco. Las aminas se clasifican según el número de átomos de carbono unidos directamente al átomo de nitrógeno. Una amina primaria tiene un grupo alquilo (o arilo) en el nitrógeno, una amina secundaria tiene dos y una amina terciaria tiene tres.



Hay que distinguir los términos primario, secundario y terciario del uso que anteriormente dimos a estos términos en relación con los alcoholes. Consideremos, por ejemplo, las estructuras I y II. El compuesto I tiene una amina primaria porque sólo uno de los enlaces del nitrógeno está unido a un átomo de carbono; en cambio, el compuesto II es un alcohol secundario. Para determinar si un alcohol es primario, secundario o terciario, contamos el número de carbonos enlazados no al oxígeno sino al carbono que está unido al oxígeno. Se puede ver otra diferencia en las estructuras III y IV. El compuesto III es una amina secundaria, pero el compuesto IV es un éter (no un alcohol secundario ni de ningún otro tipo). Cuando sólo hay un grupo carbono unido al oxígeno, el compuesto es un alcohol, pero si hay dos, el compuesto es un éter. Por lo contrario, si hay uno, dos o tres grupos alquilo o arilo unidos al nitrógeno, todos los compuestos se clasifican como aminas.



A continuación aparece la tabla 14.10 con la clasificación de las aminas.

Tabla 14.10 Clasificación de las aminas

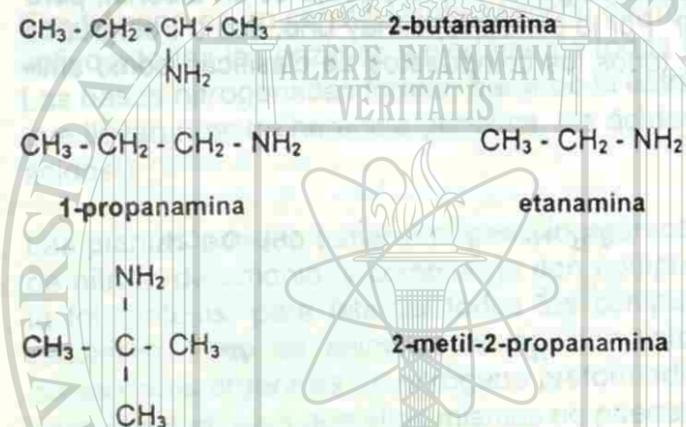
| Clase      | Fórmula                                    | Ejemplo  |
|------------|--|--|
| Primaria   | $\text{R} - \text{NH}_2$                   | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ |
| Secundaria | $\text{R} - \text{N}(\text{H}) - \text{R}$ | $\text{CH}_3\text{NHCH}_3$                     |
| Terciaria  | $\text{R} - \text{N}(\text{R})_2$          | $\text{CH}_3 - \text{N}(\text{CH}_3)_2$        |

## Nomenclatura

## Sistemática IUPAC

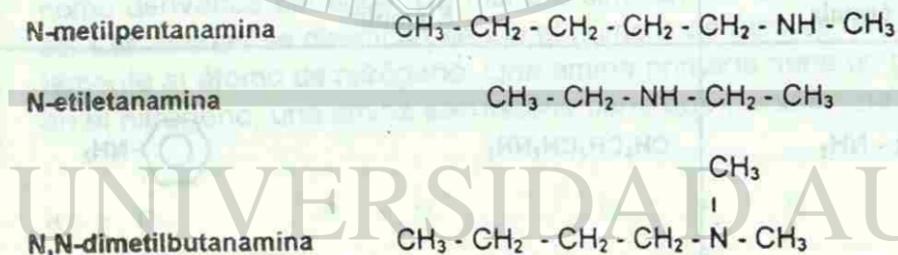
En la nomenclatura IUPAC el sufijo "amina" se añade al nombre principal del hidrocarburo, suprimiendo la terminación "o" para las aminas primarias. Se asigna el menor número posible al carbono que lleva el grupo  $-NH_2$ .

## Ejemplos:



Las aminas secundarias y terciarias se indican como aminas primarias sustituidas, utilizando la letra N para indicar que el sustituyente se halla sobre el átomo de nitrógeno.

## Ejemplos:



## Sistema común o trivial

Es mucho más frecuente utilizar el sistema común de nomenclatura, donde los nombres comunes de las aminas se forman, nombrando en orden alfabético, los grupos alquilo o arilo unidos al átomo de nitrógeno y agregando el sufijo amina. Si se encuentran presentes sustituyentes idénticos, se emplean los prefijos di y tri.

## Ejemplos:

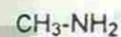
## Aminas primarias



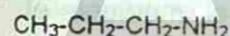
## etilamina



## n-butylamina

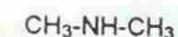


## metilamina

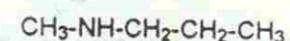


## Propilamina

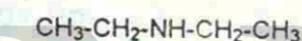
## Aminas secundarias



## dimetilamina



## metilpropilamina

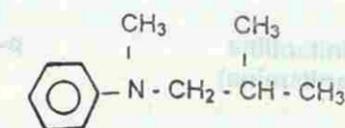


## diethylamina

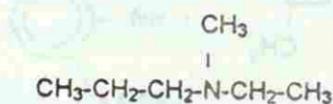


## N,N-dimetilpentilamina

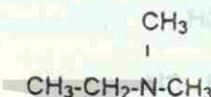
## Aminas terciarias



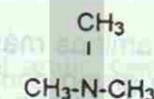
## fenilisobutilmetilamina



## etilmetilpropilamina

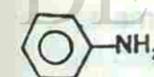
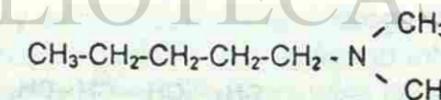


## etildimetilamina

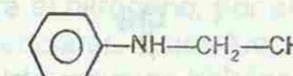


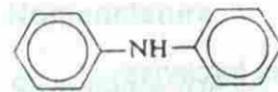
## trimetilamina

En las aminas secundarias y terciarias, también, se utiliza la nomenclatura derivada de una amina primaria. En esta nomenclatura, se antepone la letra N al nombre del sustituyente que está unido al átomo de nitrógeno, y se selecciona como amina primaria a la que contenga al grupo hidrocarbonado más largo o más importante. Esta nomenclatura se utiliza principalmente en el caso de las aminas aromáticas que se nombran como derivadas de la anilina.

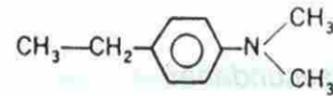
fenilamina  
(Anilina)

## N,N-dimetilpentilamina

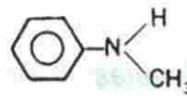
N-etilanilina  
(etilfenilamina)



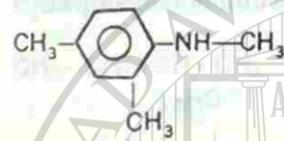
N-fenilnilina  
(Difenilamina)



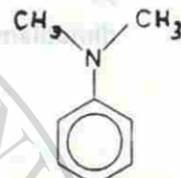
p-etil-N, N-dimetilanilina



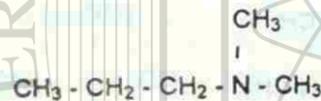
N-Metilanilina  
(fenilmetilamina)



2,4,N-trimetilanilina



N,N-Dimetilanilina  
(fenildimetilamina)

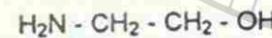


N,N-dimetilpropilamina

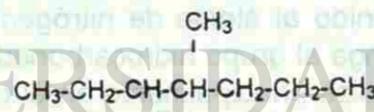


N-Metilpropilamina

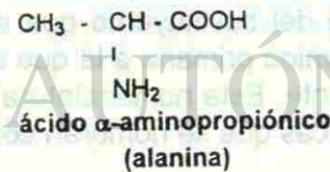
Cuando se trata de aminas más complejas, con otros grupos funcionales, se prefiere nombrar a este grupo como un sustituyente del grupo principal, mediante el prefijo amino (-NH<sub>2</sub>)



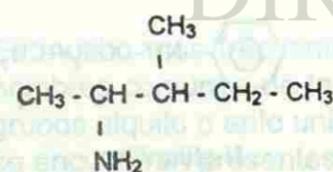
2-amino-1-etanol  
(etanolamina)



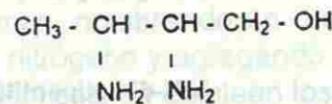
3-amino-4-metilheptano



ácido α-aminopropiónico  
(alanina)



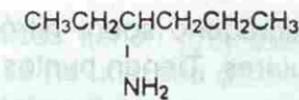
2-amino-3-metilpentano



2,3-diaminobutanol

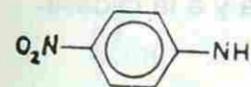


1,6-diaminohexano  
(1,6-hexametilendiamina)

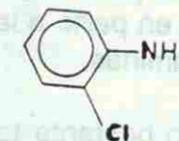


3-Aminohexano

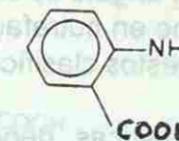
Otros derivados de la anilina se les conoce por sus nombres comunes.



p-nitroanilina



o-cloroanilina

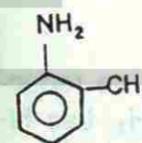


ácido antranílico

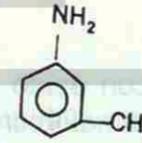


ácido p-aminobenzoico

A la amina aromática, con un grupo metilo en el anillo bencénico, se le conoce como toluidina y, con un grupo -SO<sub>3</sub>H, se le llama ácido sulfanílico



o-toluidina



m-toluidina



ácido p-sulfanílico

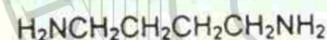
### Propiedades físicas

Las aminas primarias y secundarias tienen hidrógeno sobre el nitrógeno; por ello, son capaces de establecer puentes de hidrógeno intermoleculares. Estas fuerzas no son tan poderosas como entre las moléculas de alcohol (que tienen hidrógeno sobre oxígeno, un elemento más electronegativo que el nitrógeno), y aunque las aminas hierven a temperaturas más elevadas que los alcanos, lo hacen a temperaturas más bajas que los alcoholes de peso molecular comparable. Las aminas

terciarias no tienen hidrógeno sobre nitrógeno y no pueden formar puentes de hidrógeno intermoleculares. Tienen puntos de ebullición comparables a los de los éteres.

Las tres clases de aminas pueden establecer puentes de hidrógeno con el agua. De hecho las aminas de peso molecular bajo son bastante solubles en agua, encontrándose la frontera de solubilidad en agua en los cinco o seis átomos de carbono. Las aminas tienen olores interesantes (!). Las más simples huelen muy parecido al amoníaco; las aminas alifáticas superiores huelen a pescado podrido o, visto desde el ángulo opuesto; el pescado podrido produce aminas olorosas. El hedor de la carne en putrefacción se debe en parte a la putrescina y a la cadaverina, dos compuestos clasificados como diaminas.

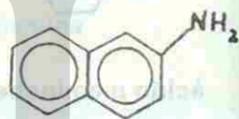
Las aminas aromáticas, generalmente, son bastante tóxicas; son absorbidas por la piel con mucha facilidad, y hay que tener mucho cuidado para evitar accidentes serios cuando se trabaja con estos compuestos. Varias aminas aromáticas, incluyendo especialmente la  $\beta$ -naftilamina, son carcinógenos potentes (productos químicos que inducen el cáncer)



1,4-Diaminobutano  
(putrescina)



1,5-Diaminopentano  
(cadaverina)



$\beta$ -Naftilamina

### Usos de aminas y derivados de aminas

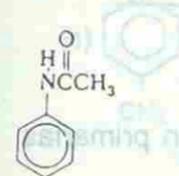
Cuando la dimetilamina se deja reaccionar con ácido nitroso, seguido de reducción del producto por hidrógeno, se forma dimetilhidracina  $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$ . Las hidracinas de este tipo se han utilizado como propulsoras de cohetes.

Las di y trimetilaminas son esenciales para la preparación de tipos de resinas de recambio aniónicas de amonio cuaternario. En general, las aminas se utilizan en la preparación de colorantes, drogas, herbicidas, insecticidas, jabones, desinfectantes, y reveladores fotográficos.

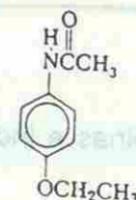
Entre las aminas aromáticas, la anilina se utiliza para sintetizar otros importantes compuestos orgánicos empleados como colorantes e intermediarios, decolorantes, antioxidantes y drogas. Otros derivados de aminas aromáticas, como el ácido p-aminosulfónico y la p-toluidina, se utilizan como intermediarios de colorantes.

Algunos derivados de aminas aromáticas tienen propiedades medicinales y se emplean como drogas. La acetanilida se ha utilizado durante años como antipirética y analgésica. La fenacetina, o acetofenetidina, muy similar a la acetanilida, se comprobó que era menos tóxica y poseía los efectos beneficiosos de la acetanilida. La sulfanilamida y otros sulfamídicos.

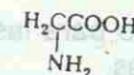
Otro tipo de compuestos orgánicos importantes que contienen grupos amino son los aminoácidos. Los aminoácidos pueden considerarse ácidos orgánicos que contienen un grupo amínico.



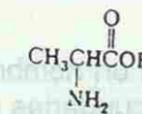
Acetanilida



Fenacetina



Glicina



Alanina

Los aminoácidos son las unidades fundamentales para constituir la molécula de proteína; se estudiarán más tarde en detalle a propósito de la química de proteínas.

La amina 1,6-hexanodiamina  $(\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2)$  se utiliza en la preparación de nylon 66. El clorhidrato de procaína, tal vez conocido por el nombre comercial de Novocaína, se usa como anestésico local.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### Actividad 14.14 Nomenclatura, propiedades físicas y usos de aminas

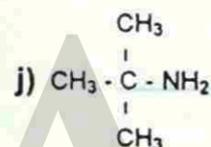
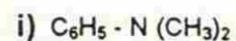
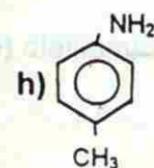
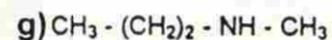
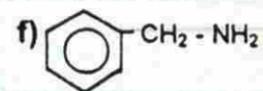
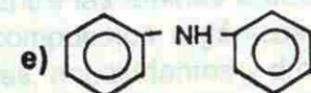
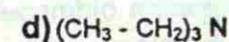
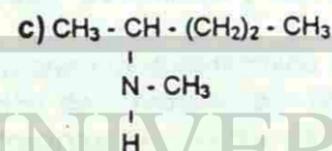
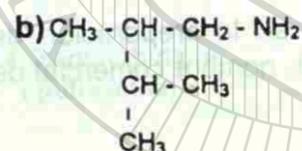
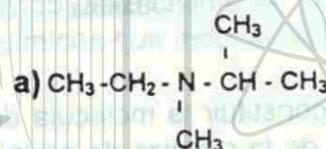
1.- Las estructuras del grupo funcional para las aminas son:

a) primaria \_\_\_\_\_

b) secundaria \_\_\_\_\_

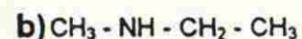
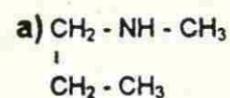
c) terciaria \_\_\_\_\_

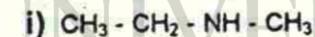
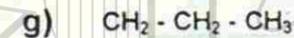
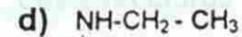
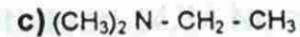
2.- Da un nombre correcto para las siguientes aminas e indica si son primarias, secundarias o terciarias.



3.- Escribe las estructuras de todas las aminas con fórmula  $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$  y  $\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$  con un anillo bencénico.

4.- Escribe el nombre que le corresponde a cada uno de los siguientes compuestos. Utiliza un nombre derivado de amina primaria, anteponiendo la letra N al nombre del sustituyente que está unido al átomo de nitrógeno.





5.- Escribe las fórmulas estructurales de los compuestos siguientes:

a) sec butilamina

b) dietilamina

c) bencilamina

d) N,N-dimetilanilina

e) difenilamina

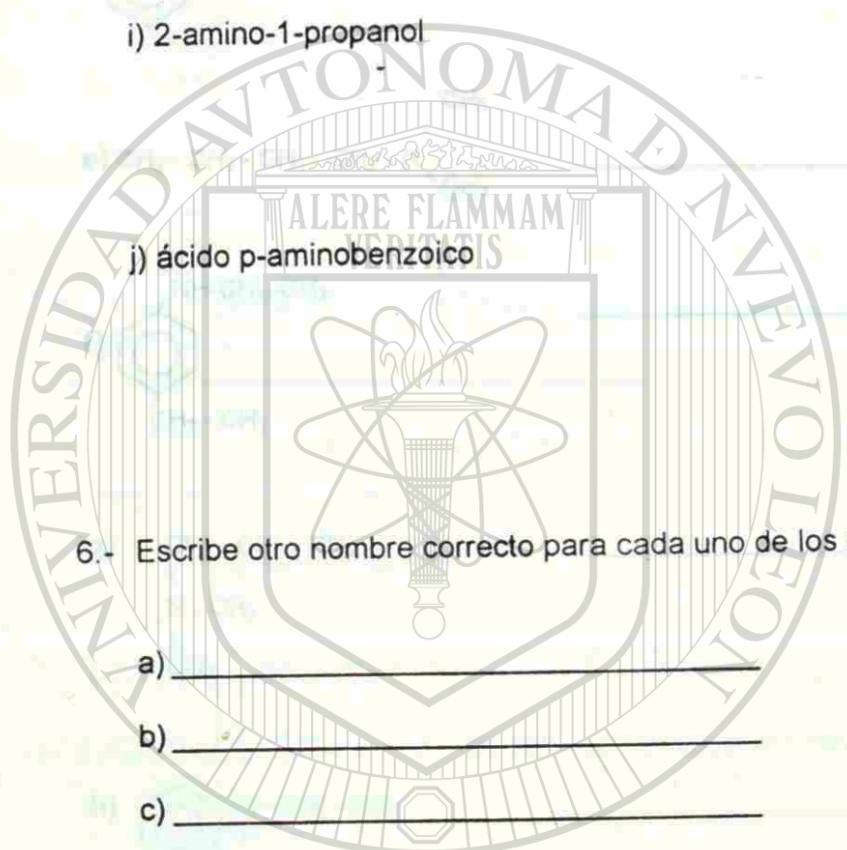
f) 2,4-dimetilanilina

g) 3-amino-4-metilheptano

h) etanolamina

i) 2-amino-1-propanol

j) ácido p-aminobenzoico



6.- Escribe otro nombre correcto para cada uno de los compuestos del ejercicio 8.

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- e) \_\_\_\_\_
- f) \_\_\_\_\_
- g) \_\_\_\_\_
- h) \_\_\_\_\_
- i) \_\_\_\_\_
- j) \_\_\_\_\_

7.- ¿Qué miembro de cada una de las parejas siguientes tiene el punto de ebullición más elevado? Contesta sin consultar tablas.

- a) n-butilamina y n-pentano
- b) trimetilamina y n-propilamina
- c) etilamina y etanol

8.- Cita tres ejemplos de los usos de aminas y sus derivados.

UNANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## Resumen de reacciones de halogenuros de alquilo

## Propiedades químicas

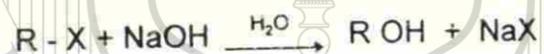
A) Deshidrohalogenación o formación de alquenos.



B) Reacción con metales (Mg, Al, Zn, Li). Formación de reactivos de Grignard.

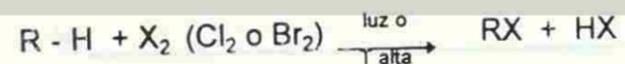


C) Reacción con NaOH. Formación de alcoholes.

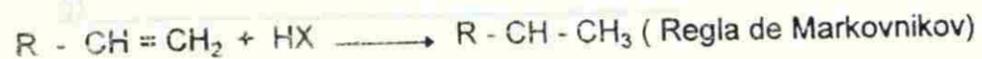


## Métodos de preparación

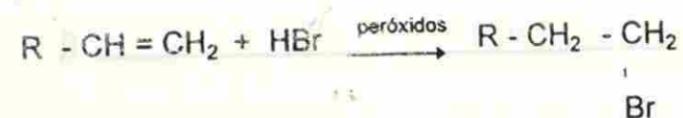
A) A partir de alcanos con halógeno



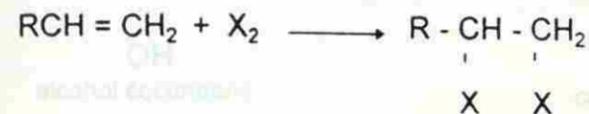
B) A partir de alquenos con hidrácidos



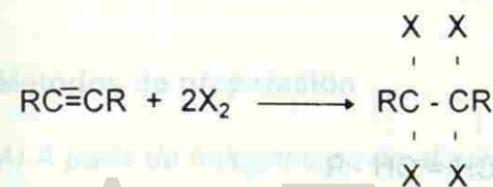
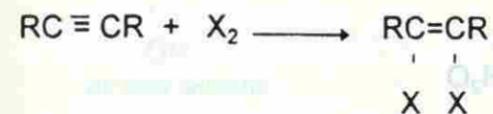
Con el HBr en presencia de peróxidos ocurre la reacción tipo anti-Markovnikov



C) A partir de alquenos con halógeno



D) A partir de alquinos -



E) A partir de alcoholes con hidrácidos (HCl o HBr)







## Ejercicios de unidad

Resuelve los siguientes problemas:

1.- Escribe las estructuras de los principales productos de la reacción entre el cloruro de n-butilo y los siguientes reactivos:

- Mg en éter
- NaOH acuoso
- KOH en solución alcohólica
- Na metálico

2.- Escribe la ecuación que representa las siguientes transformaciones.

- propeno a 1,2-dibromopropano
- benceno a bromobenceno

c) 1-butanol a 1-clorobutano

d) isobutano a 2-metil-2-cloropropano

e) etileno a bromoetano

f) propino a 2,2-dibromopropano

g) propino a 1,1,2,2-tetracloropropano

3.- Explica porqué se obtiene 2-bromopropano y no 1-bromopropano como producto principal de la adición de HBr al propeno.

4.- Una muestra de hidrocarburo con fórmula  $C_4H_{10}$  se somete a bromación y se obtienen cuatro monobromocompuestos diferentes cuya fórmula es  $C_4H_9Br$ . ¿Era la muestra un compuesto puro o una mezcla de compuestos?

5.- Escribe la estructura de los compuestos que se solicitan.

- Un alcohol secundario de tres átomos de carbono.
- Un alcohol primario, aromático de siete átomos de carbono.

c) Un alcohol terciario de cinco átomos de carbono.

d) El alcohol de un átomo de carbono.

e) Dos alcoholes primarios isoméricos de fórmula molecular  $C_4H_{10}O$

f) Un éter simple (simétrico) de fórmula  $C_4H_{10}O$

g) Tres éteres isoméricos de fórmula  $C_4H_{10}O$

6.- Escribe un nombre correcto para todos los compuestos del ejercicio anterior:

a)

b)

c)

d)

e)

f)

g)

7.- Representa las reacciones que ocurren, indicando el producto a obtener en cada caso.

a) alcohol isoamílico más sodio metálico.

b) 3-pentanol tratado con  $Na_2Cr_2O_7$  en  $H_2SO_4$

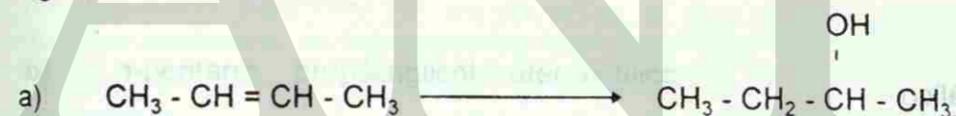
c) alcohol isopropílico tratado con  $H_2SO_4$  y calor

d) 1-hexanol al reaccionar con  $HBr$

e) 2-metil-2-butanol con  $Cu$  a  $250^\circ C$ .

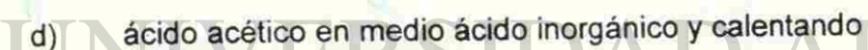
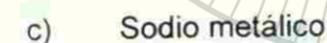
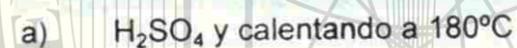
f) etanol con ácido propiónico en medio ácido

8.- Formula ecuaciones que indiquen cómo se puede lograr cada una de las siguientes transformaciones.





9.- Escribe las reacciones que ocurren al 2-metil-2-butanol con:



10.- ¿Por qué el etilenglicol (1,2-etanodiol) es mejor que el alcohol metílico como anticongelante para los radiadores de automóvil?

11.- Sabemos que los alcoholes son tóxicos para el cuerpo humano (revisa la página 276 de las lecturas). ¿Cuáles son los peligros de la ingestión de:

a) metanol

b) etanol

12.- ¿Por qué si el etanol y el éter dimetílico son isómeros ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ), el etanol tiene un punto de ebullición de  $78.3^\circ\text{C}$ , mientras que el éter ebulle a  $-23.7^\circ\text{C}$ .

13.- Sin consultar las tablas, ordena los miembros de cada grupo en orden creciente de su solubilidad en agua.

a) metanol, 1-butanol, 1-octanol

b) n-pentano, propilenglicol, éter dietílico

14.- Representa estructuralmente tres compuestos carbonílicos isoméricos (aldehídos y cetonas) con fórmula  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ .

15.- Indica la reacción que se produce entre el propionaldehído y los siguientes reactivos. (Escribe las ecuaciones).

a) reactivo de Tollens ( $\text{Ag}^+$  amoniacal)

b) hidrógeno y níquel

- c) dicromato de potasio más ácido sulfúrico
- d) reactivo de Fehling ( $\text{Cu}^{2+}$  en medio alcalino)

16.- Muestra las reacciones, si las hay, entre la 3-pentanona y los reactivos indicados en el ejercicio anterior.

- a)
- b)
- c)
- d)

17.- ¿Cómo puedes explicar que la oxidación de los alcoholes primarios den generalmente, rendimientos más bajos en la obtención de aldehídos, que la oxidación de los alcoholes secundarios para dar cetonas.

18.- Coloca los siguientes compuestos en orden creciente de puntos de ebullición, suponiendo que todos tienen aproximadamente el mismo peso molecular.

ácido      alcohol      hidrocarburo      éter      aldehído

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

19.- Indica cómo puedes preparar el ácido butanoico a partir de:

- a) alcohol n-butílico

- b) butirato de metilo ( $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$ )

20.- Escribe las reacciones del ácido butanoico con:

- a) NaOH

- b)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$  en medio ácido

21.- Ilustra la reacción de obtención de ácido benzoico a partir de benceno (en dos pasos).

22.- Para cada uno de los siguientes tipos de compuestos orgánicos que contienen oxígeno, escribe la fórmula estructural y el nombre de un ejemplo de tres átomos de carbono.

- a) alcohol

- b) éter

- c) aldehído

- d) cetona

- e) ácido carboxílico

- f) éster

23.- Con la información proporcionada, identifica y escribe la estructura y nombre, según la IUPAC de cada compuesto (X, M, N, A y P).

a) Un compuesto X de fórmula molecular  $C_3H_8O$  puede producir por oxidación con  $K_2Cr_2O_7$ ,  $M(C_3H_6O)$  y si se deja reaccionar por más tiempo se produce N ( $C_3H_6O_2$ ).

b) Un compuesto A de fórmula  $C_4H_{10}O_2$  reacciona con  $CH_3COOH$  en medio ácido para formar P ( $C_8H_{14}O_4$ ).

24.- Representa las estructuras que contengan dos átomos de carbono para cada uno de los siguientes clases de compuestos:

a) alqueno

b) alquino

c) halogenuro de alquilo

d) alcohol

e) éter

f) aldehído

g) ácido carboxílico

h) éster

g) alcohol isobutilico

h) 2-metil-2-butanol

i) metoxibenceno

j) éter dipropílico

k) 1-fenil-3-hexanona

l) etil isopropil cetona

m) metanal

n)  $\beta$ -hidroxibutiraldehído

25.- Dale nombre a cada uno de los compuestos del ejercicio anterior.

a) Un compuesto X de fórmula molecular  $C_7H_{12}O$  puede oxidarse por oxidación con  $H_2CrO_4$ ,  $HNO_3$  y  $CrO_3$  para dar como productos  $H_2C=O$  y  $HOOC(CH_2)_4COOH$ .



26.- Expresa fórmulas estructurales de los siguientes compuestos.

a) clorometano

b) hexacloroetano

c) cloruro de vinilo

d) 1,2-dibromoetano

e) p-diclorobenceno

f) 1,3-propanodiol

o) ácido etanoico

p) ácido o-hidroxibenzoico

q) ácido butanoico

r) N-metilnilina

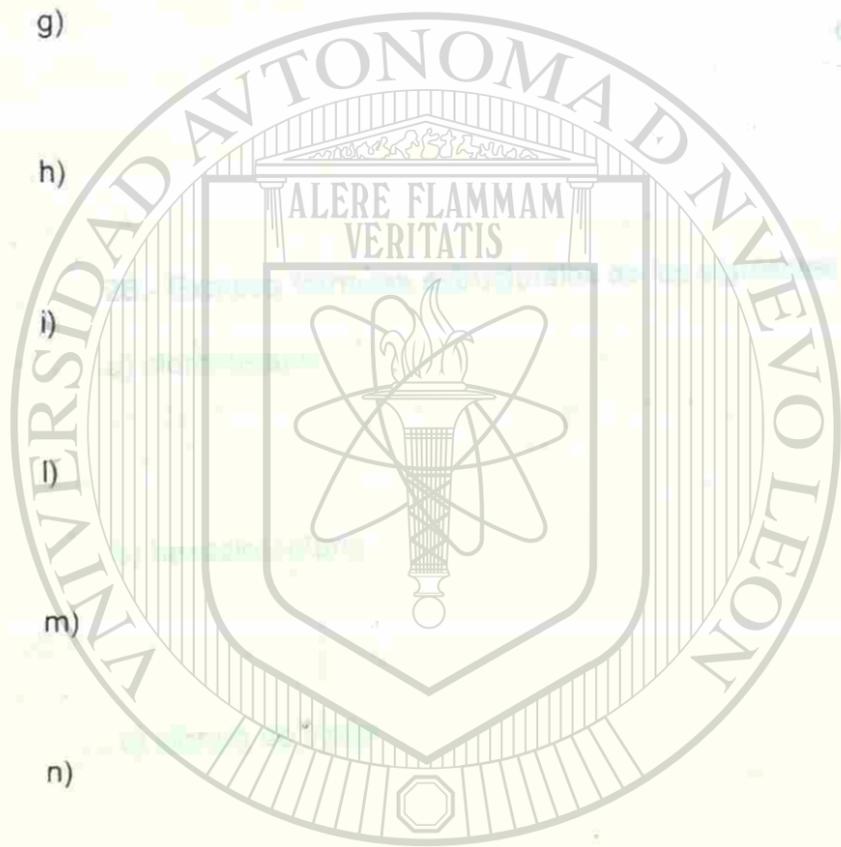
s) trimetilamina

t) etilisopropilamina

27.- Escribe otro nombre, también correcto, para los incisos solicitados del ejercicio anterior.

a)

c)



e)

g)

h)

i)

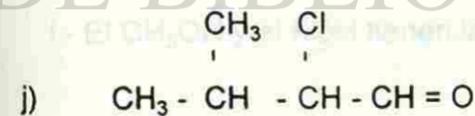
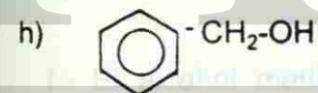
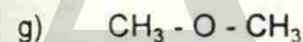
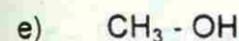
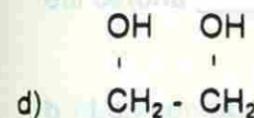
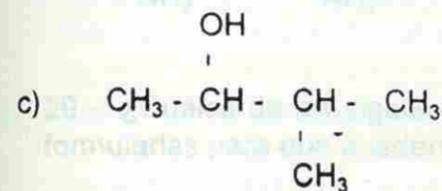
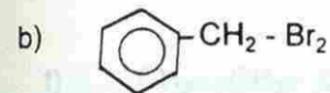
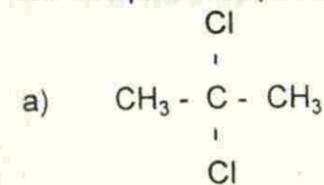
m)

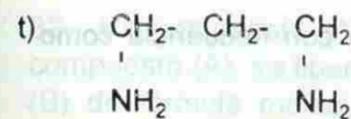
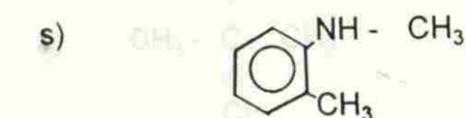
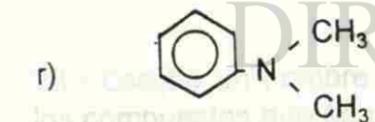
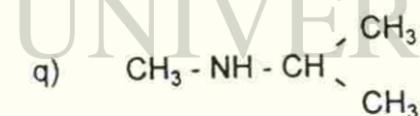
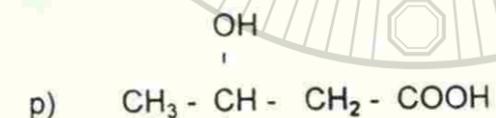
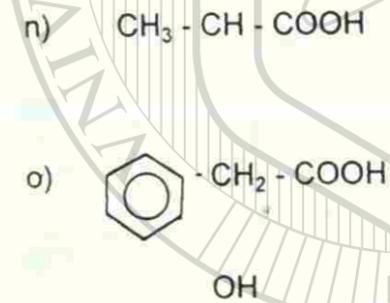
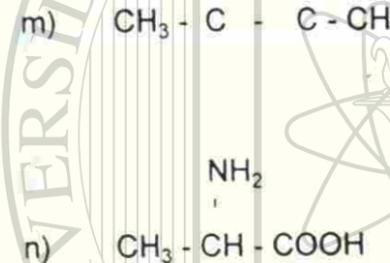
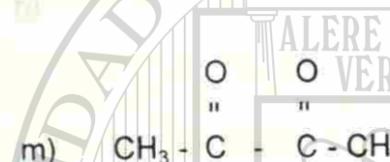
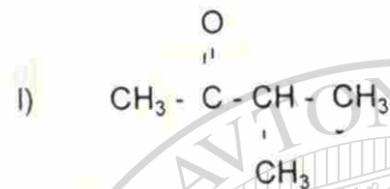
n)

o)

r)

28.- Escribe un nombre correcto (común o sistemático IUPAC) para cada uno de los compuestos que aparecen a continuación.





29.- ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas? Las falsas vuelve a formularlas para que queden correctas.

a.- El alcohol isopropílico es un isómero, tanto del metil etil éter como de la metil etil cetona \_\_\_\_\_

b.- Los compuestos que pertenecen a las mismas series homólogas, generalmente exhibirán propiedades químicas semejantes \_\_\_\_\_

c.- Por cloración del butano se obtendrá un sólo producto de monosustitución. \_\_\_\_\_

d.- La adición de HBr a etileno y la monobromación del etano dan el mismo producto, bromoetano \_\_\_\_\_

e.- La dimetil cetona, la acetona y la propanona tienen la misma fórmula molecular, pero diferentes fórmulas estructurales. \_\_\_\_\_

f.- El alcohol metílico es una sustancia muy venenosa que puede originar la ceguera por ingestión. \_\_\_\_\_

g.- El 2,2-dimetil-1-propanol es un alcohol terciario. \_\_\_\_\_

h.- El etanol se puede diferenciar del propanol con el reactivo de Tollens. \_\_\_\_\_

i.- El  $\text{CH}_3\text{OH}$  y el  $\text{KOH}$  tienen la misma fuerza básica. \_\_\_\_\_

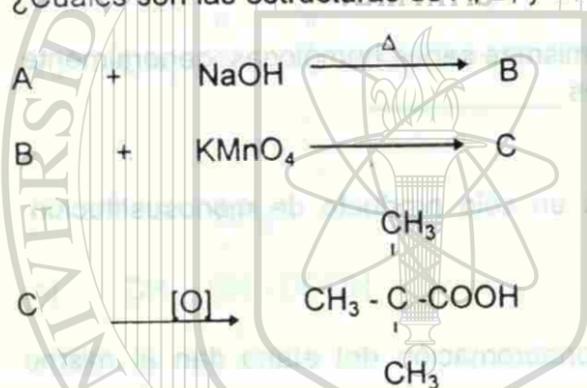
j.- Tanto los aldehídos como las cetonas se oxidan fácilmente. \_\_\_\_\_

k.- El ácido acético es el ácido carboxílico más simple estructuralmente. \_\_\_\_\_

l.- Los éteres, debido a su escasa reactividad, se emplean con frecuencia como solventes en reacciones orgánicas. \_\_\_\_\_

30.- Las siguiente ecuaciones representan las reacciones de un bromuro de alquilo (A) que se convierte en el alcohol (B) al reaccionar con hidróxido de sodio y calor. El alcohol (B) se oxida con  $\text{KMnO}_4$  en condiciones controladas, formando el aldehído (C) de cuya oxidación posterior se obtiene el ácido 2,2-dimetilpropanoico.

¿Cuáles son las estructuras de A, B, y C?

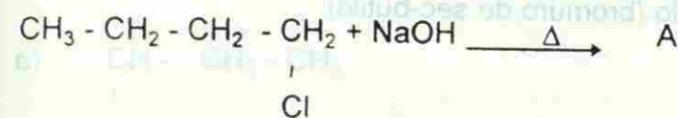


31.- Un líquido de fórmula  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$  se obtiene al reaccionar el ácido (A) y el alcohol (B). La oxidación del alcohol (B) con  $\text{KMnO}_4$  caliente da un producto idéntico al ácido (A). Determina las estructuras de los compuestos A, B y  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ .

Escribe las ecuaciones que muestren cada reacción anterior.

32.- Un compuesto (A) contiene C, H y O. Por reacción con Na metálico del compuesto (A), se libera hidrógeno. Cuando se oxida (A) se obtiene un compuesto (B) de fórmula molecular,  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ . El compuesto (A) se obtiene a partir de la reacción entre el 1-clorobutano e hidróxido de sodio (NaOH) caliente. Determina las estructuras y nombres de los compuestos A y B.

Escribe ecuaciones para todas las reacciones indicadas.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### AUTOEVALUACION

Selecciona la mejor opción

1. La adición de ácido bromhídrico al 1-buteno produce un:

- a) alcano (butano)
- b) alcohol (butanol)
- c) halogenuro de alquilo (bromuro de sec-butilo)
- d) aldehído (butanal)
- e) alquino (1-butino)

2. Es el producto de la reacción de un alqueno con  $\text{Br}_2$  en tetracloruro de carbono.

- a) derivado monobromado
- b) halogenuro de arilo
- c) dihalogenuro vecinal
- d) derivado 1,3-dihalogenado
- e) derivado diclorado

3. Es el producto de la reacción de propino ( $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ ) con  $\text{HCl}$ .

- a)  $\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$   
|  
Cl
- b)  $\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Cl} \\ | \quad | \\ \text{CH}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$

- c)  $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$

- d)  $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$

- e)  $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$

4. Es la estructura de un alcohol secundario de fórmula  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$

- a)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
- b)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$
- c)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

- d)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$

- e) b y d son correctos

5. Se obtienen de la deshidratación de alcoholes.

- a) alcanos
- b) alquenos
- c) aldehídos

- d) cetonas  
e) ácidos carboxílicos

6.- Es el principal producto de la hidratación de  $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  con agua en medio ácido:

- a)  $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- b)  $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{CH}_3 \end{array}$
- c)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{OH} \end{array}$
- d)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- e)  $\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

7.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones no es verdadera con relación a los alcoholes?

- a) El alcohol metílico se prepara por fermentación de azúcares.

- b) El alcohol etílico se prepara por la reacción de etileno con agua.
- c) El  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  es un alcohol secundario.
- d) El etilenglicol  $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$  se usa como anticongelante en radiadores de autos.
- e)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{OH} \end{array}$  se nombra como 3-metil-2-butanol.

8.- El nombre del compuesto  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  es:

- a) éter dietílico  
b) dipropiléter  
c) etil propil éter  
d) óxido de pentano  
e) pentanona

9.- El nombre del siguiente compuesto  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ || \quad | \\ \text{O} \quad \text{CH}_3 \end{array}$  es:

- a) isopropil metil cetona  
b) isovaleraldehído  
c) 3-metil-2-butanona  
d) metilisopropilaldehído  
e) a y c son correctos

10.- El compuesto  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{O}$  se nombra:

- a) benciletanol

- b) feniletalaldehído  
 c) 3-fenilpropanal  
 d) β-fenilpropionaldehído  
 e) c y d son correctos

11.- ¿Cuál de las siguientes estructuras representan un ácido orgánico?

- a)  $\begin{array}{c} \text{R} - \text{C} - \text{H} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$   
 b)  $\text{R} - \text{OH}$   
 c)  $\text{R} - \text{H}$   
 d)  $\begin{array}{c} \text{R} - \text{C} - \text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$   
 e)  $\text{R} - \text{CH} = \text{CH}_2$

12.- Los siguientes tipos de compuestos contienen el grupo  $\text{>C=O}$ , con excepción de uno. Márcalo.

- a) cetonas  
 b) éteres  
 c) ácidos carboxílicos  
 d) aldehídos  
 e) ésteres

13.-  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  es la fórmula estructural de dos sustancias isómeras que contienen el grupo carbonilo. ¿Cuáles son estas sustancias?

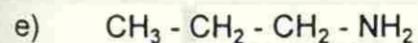
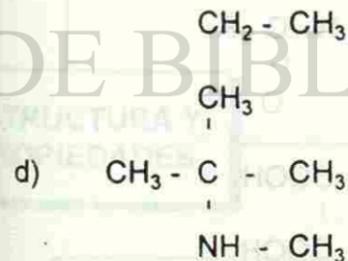
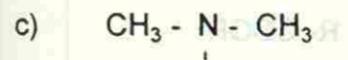
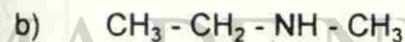
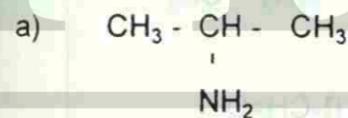
- a) ácido butírico y acetato de etilo

- b) butanal y butanona  
 c) butanol y dimetiléter  
 d) butiraldehído y etilmetilcetona  
 e) b y d son correctas

14.- Un ácido carboxílico con 6 átomos de carbono en una cadena recta debe llamarse:

- a) ácido benzoico  
 b) ácido dimetilbutanoico  
 c) ácido hexanoico  
 d) ácido heptanoico  
 e) ácido fenólico

15.- Es una amina terciaria



Relaciona las columnas siguientes sobre los productos obtenidos al hacer reaccionar el alcohol  $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$  con los reactivos necesarios.

16.  $\text{HCl} / \text{ZnCl}_2$  A)  $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{Cl}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
17.  $\text{Cu} / 250^\circ\text{C}$  B)  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
18.  $\text{H}_2\text{SO}_4 / \Delta$  C)  $\text{CH}_3 - \text{C}(\text{O}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
19.  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}$  D)  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{C}(\text{O}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
- E)  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{O} - \text{C}(\text{O}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$

Relaciona ambas columnas

20. Producto de la reacción entre un ácido y un alcohol. A)  $\text{R}-\text{CH}=\text{O}$
21. Acido dicarboxílico. B)  $\text{R}-\text{NH}_2$
22. Es la estructura de una amina. C)  $\text{R}-\text{COOR}'$
23. Es la estructura de un aldehído. D)  $\text{R}-\text{C}(\text{O})-\text{R}$
- E)  $\text{COOH}$   
 $\text{COOH}$

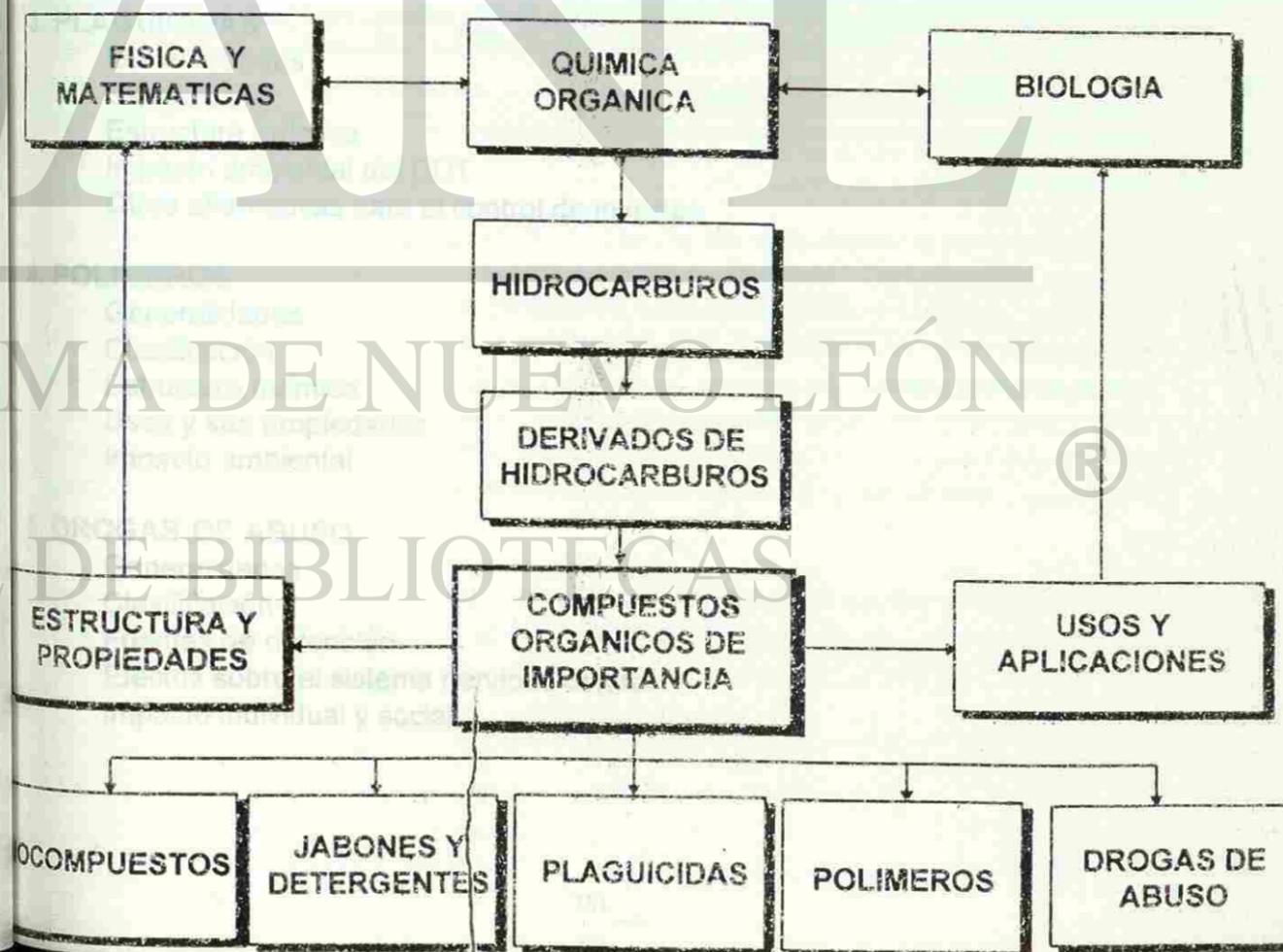
## UNIDAD XV

Compuestos orgánicos de importancia. Sustancias de la vida y del entorno

### OBJETIVO DE UNIDAD

Identificar compuestos orgánicos fundamentales para la vida y el desarrollo del hombre, evaluando sus aplicaciones y efectos en el medio ambiente.

### ESTRUCTURA CONCEPTUAL



Relaciona las columnas siguientes sobre los productos obtenidos al hacer reaccionar el alcohol  $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$  con los reactivos necesarios.

16.  $\text{HCl} / \text{ZnCl}_2$  A)  $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{Cl}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
17.  $\text{Cu} / 250^\circ\text{C}$  B)  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
18.  $\text{H}_2\text{SO}_4 / \Delta$  C)  $\text{CH}_3 - \text{C}(\text{O}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
19.  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}$  D)  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{C}(\text{O}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
- E)  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{O} - \text{C}(\text{O}) - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$

Relaciona ambas columnas

20. Producto de la reacción entre un ácido y un alcohol. A)  $\text{R}-\text{CH}=\text{O}$
21. Acido dicarboxílico. B)  $\text{R}-\text{NH}_2$
22. Es la estructura de una amina. C)  $\text{R}-\text{COOR}'$
23. Es la estructura de un aldehído. D)  $\text{R}-\text{C}(\text{O})-\text{R}$
- E)  $\text{COOH}$   
 $\text{COOH}$

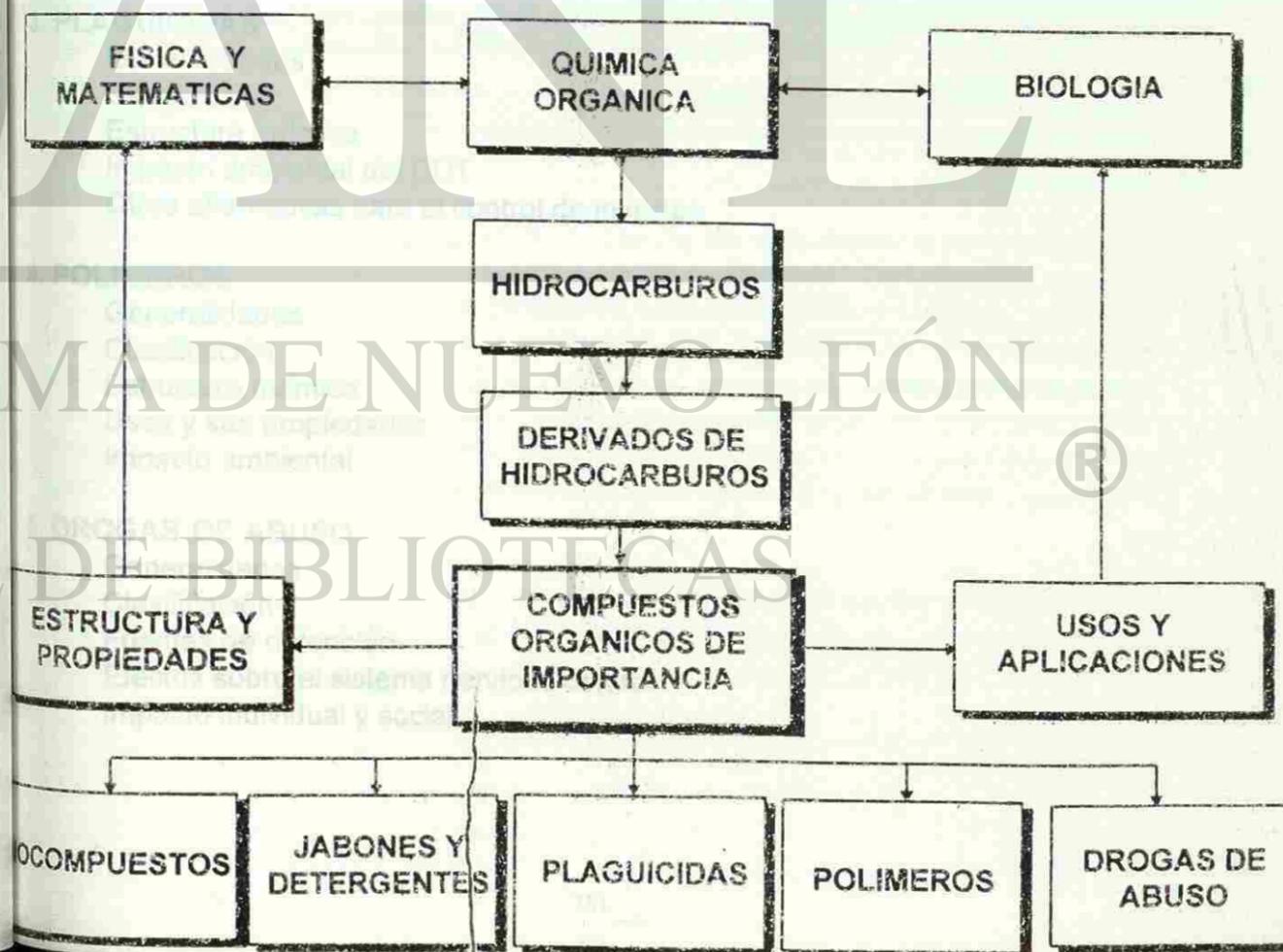
## UNIDAD XV

Compuestos orgánicos de importancia. Sustancias de la vida y del entorno

### OBJETIVO DE UNIDAD

Identificar compuestos orgánicos fundamentales para la vida y el desarrollo del hombre, evaluando sus aplicaciones y efectos en el medio ambiente.

### ESTRUCTURA CONCEPTUAL



## UNIDAD XV

## COMPUESTOS ORGÁNICOS DE IMPORTANCIA. SUSTANCIAS DE LA VIDA Y DEL ENTORNO.

## CONTENIDO

## 1. BIOCOPUESTOS: PROTEÍNAS Y AMINOÁCIDOS, CARBOHIDRATOS, LÍPIDOS Y VITAMINAS

Generalidades  
Clasificación  
Estructura química  
Importancia biológica

## 2. JABONES Y DETERGENTES

Generalidades  
Clasificación  
Estructura química  
Acción limpiadora  
Impacto ambiental

## 3. PLAGUICIDAS

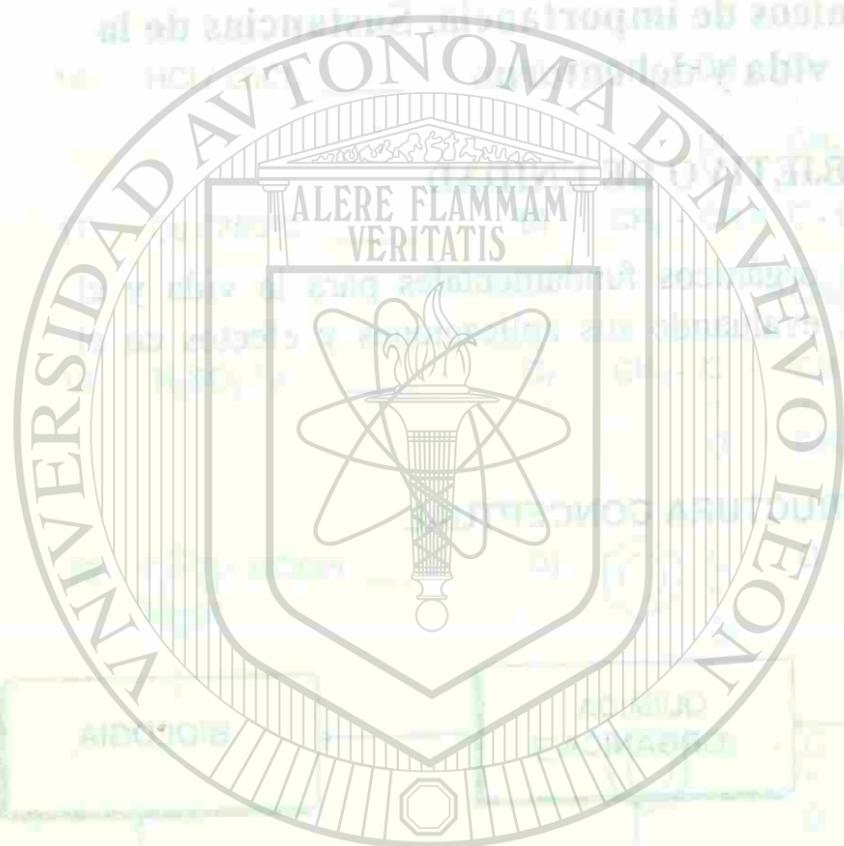
Generalidades  
Clasificación  
Estructura química  
Impacto ambiental del DDT  
Otras alternativas para el control de insectos

## 4. POLÍMEROS

Generalidades  
Clasificación  
Estructura química  
Usos y sus propiedades  
Impacto ambiental

## 5. DROGAS DE ABUSO

Generalidades  
Clasificación  
Fuentes de obtención  
Efectos sobre el sistema nervioso central  
Impacto individual y social



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## METAS DE UNIDAD

Al término de la unidad, el estudiante:

1. Realizará una investigación bibliográfica sobre un tema de la Unidad, basada en el contenido.
2. Presentará por equipo un resumen del tema, utilizando: mapas conceptuales, cuadros sinópticos, láminas, acetatos, fotografías, dibujos, etc.
3. Describirá la importancia biológica de las principales sustancias químicas en los organismos vivos.
4. Señalará el impacto ambiental que se produce con el uso de jabones, detergentes, plaguicidas y polímeros.
5. Enunciará los efectos nocivos de algunas drogas de abuso en el organismo humano.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA

DIRECCIÓN GENERAL

## UNIDAD XV

### Compuestos orgánicos de importancia. Sustancias de la vida y del entorno

#### 1. Biocompuestos

El estudio de la vida ha resultado fascinante desde hace mucho tiempo, y es probable que sea el más intrigante de todos los estudios científicos, aunque la respuesta a la pregunta "¿qué es la vida?", nos siga eludiendo.

Las sustancias químicas presentes en todos los organismos vivos, desde los microbios hasta los humanos, van en complejidad desde el agua y las sales simples hasta las moléculas de ADN (ácido desoxirribonucleico), que contienen decenas de miles de átomos. Cuatro de los elementos químicos: el hidrógeno, el carbono, el nitrógeno y el oxígeno, constituyen aproximadamente 95% de la masa de la materia viva. Pequeñas cantidades de azufre, fósforo, calcio, sodio, cloro, magnesio y hierro, y también huellas de muchos otros elementos, como cobre, magnesio, zinc, cobalto y yodo, también se encuentran en los organismos vivos. El cuerpo humano consiste en un 60% de agua, y algunos de sus tejidos contienen hasta 80% de agua.

Las cinco clases principales de biomoléculas de las que depende la vida son carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y vitaminas. Cada tipo de organismo vivo tiene una sorprendente capacidad para seleccionar y sintetizar una gran parte de las muchas y complicadas moléculas que necesita para su existencia. En efecto, los procesos que se llevan a cabo en un organismo viviente pueden semejar a los de una "fábrica química" altamente automatizada, que funciona uniformemente. Pero a diferencia de una factoría, un organismo viviente puede aumentar (crecer), reparar los daños (si no son demasiado severos), y por último, reproducirse a sí mismo.

Necesariamente nos limitaremos aquí a una breve descripción de sólo unos cuantos de los aspectos importantes de los carbohidratos, los lípidos, las proteínas y las vitaminas.

### Proteínas y aminoácidos

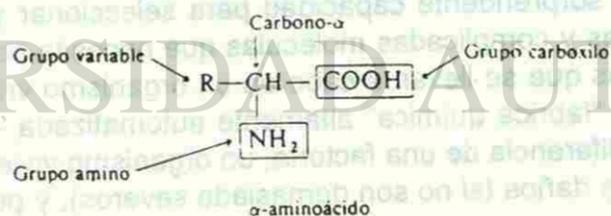
Las células animales y vegetales contienen, en abundancia, tres importantes clases de compuestos orgánicos, lípidos (grasas, aceites y ceras), carbohidratos y proteínas. De estos, los más importantes, desde un punto de vista bioquímico, nutricional y científico, son las proteínas.

Las proteínas son moléculas orgánicas complejas que integran los principales constituyentes de la piel, sangre, músculos, cabellos, tejidos vitales del cuerpo, enzimas que catalizan las reacciones bioquímicas, hormonas que regulan los procesos metabólicos, anticuerpos, protoplasma celular, etc. Su estructura es muy compleja, estando formada por cadenas de alfa-aminoácidos unidos por enlace peptídico (-NH-CO-). Su peso molecular es elevado (mayor de 10 000).

La mayor parte de las proteínas obtenidas contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, además, pueden llevar fósforo, azufre y hasta algún metal.

Químicamente, las proteínas son polímeros de los aminoácidos, tienen alta masa molar, que puede alcanzar valores hasta de 50 millones. En miles de proteínas estudiadas, hasta ahora sólo se han aislado unos 30 aminoácidos diferentes. Algunos de estos, los llamados esenciales, son indispensables para la vida y la falta de ellos en la dieta produce la muerte.

Los aminoácidos son ácidos carboxílicos que contienen un grupo amino (-NH<sub>2</sub>) fijo al C-2 (el carbono alfa), y por ello se llaman α-aminoácidos. También contienen otro grupo variable, R. Este grupo representa cualquiera de los que constituyen los aminoácidos específicos. por ejemplo, cuando R es H, el aminoácido es glicina; cuando R es CH<sub>3</sub>, el aminoácido es alanina; cuando R es CH<sub>3</sub>SCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>, el aminoácido es metionina.



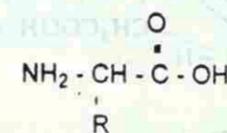
Algunos aminoácidos tienen dos grupos amino y algunos contienen dos grupos ácido. Todos los aminoácidos naturales tienen un grupo amino en la posición alfa (α) con respecto al grupo carboxilo.

Hay unos 200 aminoácidos conocidos en la naturaleza. Algunos sólo se encuentran en una determinada especie de vegetal o animal, y otros sólo en algunas de las formas de vida. Pero 20 de los aminoácidos se encuentran en casi todas las

proteínas. Además, estos mismos 20 aminoácidos los usan todas las formas de vida para sintetizar proteínas. En la tabla 15.1 aparecen los nombres, fórmulas y abreviaturas de dichos aminoácidos. Se considera que ocho de ellos son aminoácidos esenciales, porque el cuerpo humano no es capaz de sintetizarlos. Por lo tanto, los debe suministrar la dieta, si se desea gozar de salud normal.

Tabla 15.1 Aminoácidos comunes

Todos los aminoácidos, excepto la prolina y la hidroxiprolina, tienen la fórmula general:



en donde R es el grupo característico para cada ácido. Los grupos R, los nombres y las abreviaturas son como sigue:

| Nombre  | R   | Símbolo |
|---|---|---------|
| Glicina   | H-  | Gly     |
| Alanina   | CH <sub>3</sub> -   | Ala     |
| Valina  | CH <sub>3</sub> -CH-<br> <br>CH <sub>3</sub>  | Val     |
| Leucina   | CH <sub>3</sub> -CH-CH <sub>2</sub> -<br> <br>CH <sub>3</sub>                         | Leu     |
| Isoleucina                                      | CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH-<br> <br>CH <sub>3</sub>                         | Ile     |
| Triptófano                                      |   | Trp     |
| Lisina  | H <sub>2</sub> N-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> - | Lys     |
| Arginina  | H <sub>2</sub> N-C-NH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -<br> <br>NH  | Arg     |
| Fenilalanina                                    |   | Phe     |
| Histidina                                       |   | His     |
| Asparagina                                      | O=C-CH <sub>2</sub> -<br> <br>NH <sub>2</sub>   | Asn     |
| Glutamina                                       | O=C-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -<br> <br>NH <sub>2</sub>                        | Gln     |
| Serina  | HO-CH <sub>2</sub> -  | Ser     |
| Treonina  | CH <sub>3</sub> -CH-<br> <br>OH   | Thr     |
| Ácido aspártico                                 | HOOC-CH <sub>2</sub> -  | Asp     |
| Ácido glutámico                                 | HOOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -   | Glu     |
| Tirosina  | HO-   | Tyr     |
| Metionina                                       | CH <sub>3</sub> -S-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -                                 | Met     |
| Cisteína  | HS-CH <sub>2</sub> -  | Cys     |
| Prolina<br>(una excepción a la fórmula general) |   | Pro     |

Las proteínas son sustancias poliméricas que, por hidrólisis, producen aminoácidos. El enlace que conecta a los aminoácidos en una proteína generalmente se llama enlace peptídico. Si combinamos dos moléculas de glicina con eliminación de una molécula de agua entre el grupo amino de una, y el grupo carboxilo de la segunda glicina, se formará un compuesto con la estructura de la amida y el enlace peptídico.

Al compuesto que contiene los dos grupos de aminoácido se le llama dipéptido.

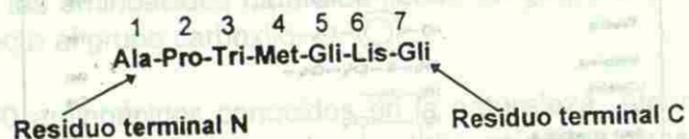


Al producto que se forma a partir de dos moléculas de glicina se le llama *glicilglicina* (se abrevia Gli-Gli). Nótese que la molécula todavía tiene un grupo amino libre en un extremo y un grupo carboxilo libre en el otro. Se puede considerar que la formación de glicilglicina es el primer paso en la síntesis de una proteína, ya que cada extremo de la molécula es capaz de unirse a otro aminoácido. Así, podremos visualizar la formación de una proteína uniendo un gran número de aminoácidos.

Si combinamos tres aminoácidos unidos entre sí ( contienen dos enlaces peptídicos) se forma un tripéptido.

A los péptidos que contienen hasta 40 a 50 unidades de aminoácido en una cadena se les llama polipéptidos. Las cadenas más largas de aminoácidos son las proteínas.

A las unidades de aminoácidos en un péptido se les llama *residuos de aminoácido*, o simplemente *residuos*. (Ya no son aminoácidos porque han perdido un átomo de H de sus grupos amino y un grupo OH de sus grupos carboxilo). En los péptidos lineales, un extremo de la cadena tiene un grupo amino libre, y en el otro extremo un grupo carboxilo libre. Al extremo del grupo amino se le llama el *residuo terminal N* y al otro extremo el *residuo terminal C*.



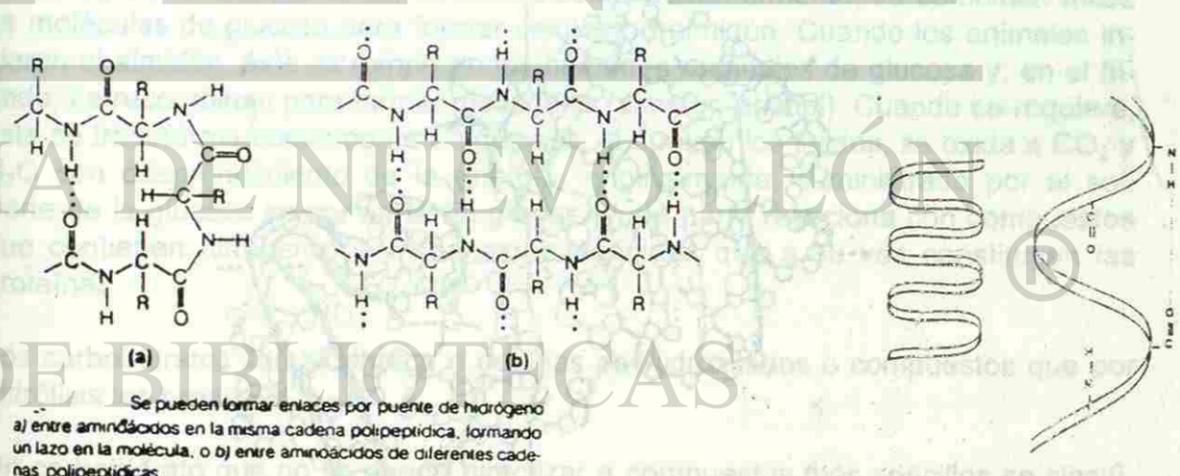
Debido a su naturaleza tan variada, las proteínas pueden ser clasificadas de varias maneras. Pueden ser divididas en dos clases principales: proteínas simples, que producen sólo aminoácidos al hidrolizarse, y proteínas conjugadas, que producen aminoácidos y otras sustancias orgánicas e inorgánicas cuando se hidrolizan. Estas otras sustancias se les llaman grupos prostéticos.

Una segunda clasificación se basa en las características físicas de la molécula de proteína. Las proteínas globulares son solubles en agua, frágiles y tienen funciones activas, como la de catalizar reacciones (en el caso de las enzimas) o la de transportar otras sustancias (como la hemoglobina). Las proteínas fibrosas son insolubles en agua, son físicamente fuertes y tienen una función estructural o protectora. Las queratinas del pelo, piel y la seda, son ejemplos de proteínas fibrosas.

**Estructura**

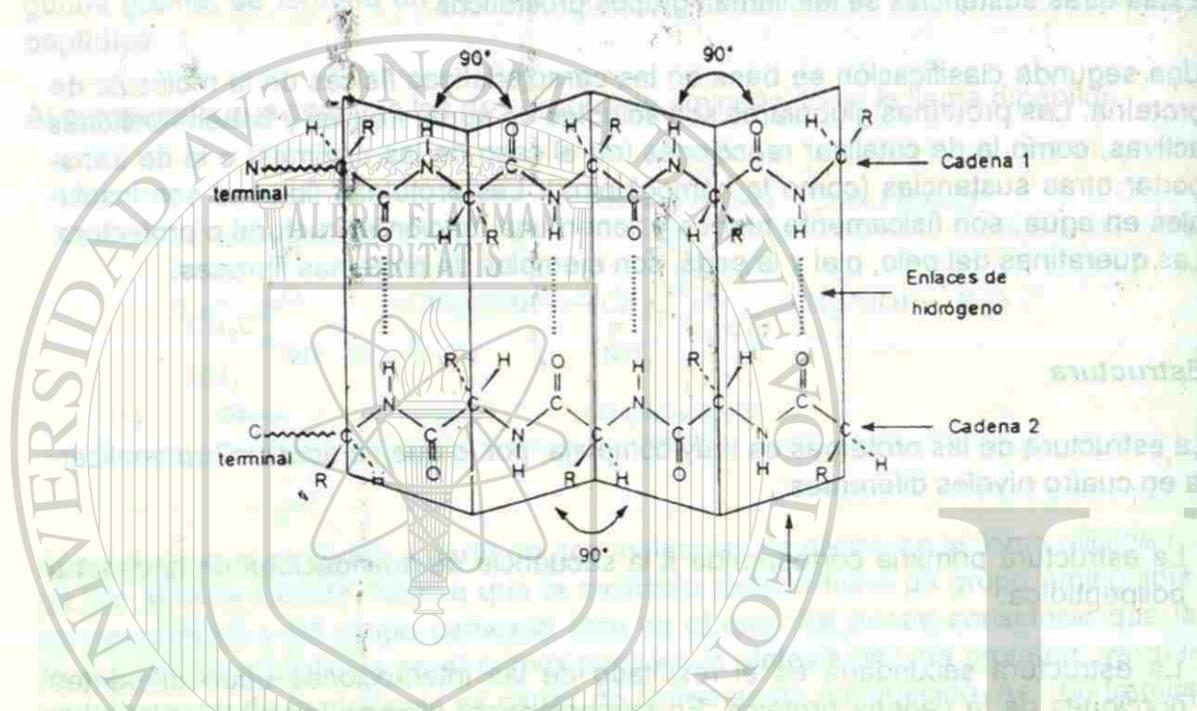
La estructura de las proteínas es muy compleja, por lo que se acostumbra analizarla en cuatro niveles diferentes:

- \* La estructura primaria corresponde a la secuencia de aminoácidos en la cadena polipeptídica.
- \* La estructura secundaria es el resultado de las interacciones entre diferentes porciones de la cadena proteica. En muchos casos, dichas interacciones tienen lugar a través de enlaces por puente de hidrógeno, lo cual origina que las cadenas adopten forma de hélice, como lo muestra la siguiente figura.



Se pueden formar enlaces por puente de hidrógeno a) entre aminoácidos en la misma cadena polipeptídica, formando un lazo en la molécula, o b) entre aminoácidos de diferentes cadenas polipeptídicas.

- \* La estructura terciaria de las proteínas es consecuencia de la interacción entre las cadenas helicoidales a través de diversos enlaces e interacciones, como los mostrados en la figura siguiente. El resultado es que las hélices proteicas pueden adoptar forma fibrosa o globular.



- \* Hay un cuarto nivel de organización que se presenta únicamente en proteínas que tienen más de una cadena polipeptídica. La más estudiada de ellas es la hemoglobina, donde se agrupan cuatro cadenas globulares, llamadas globinas.

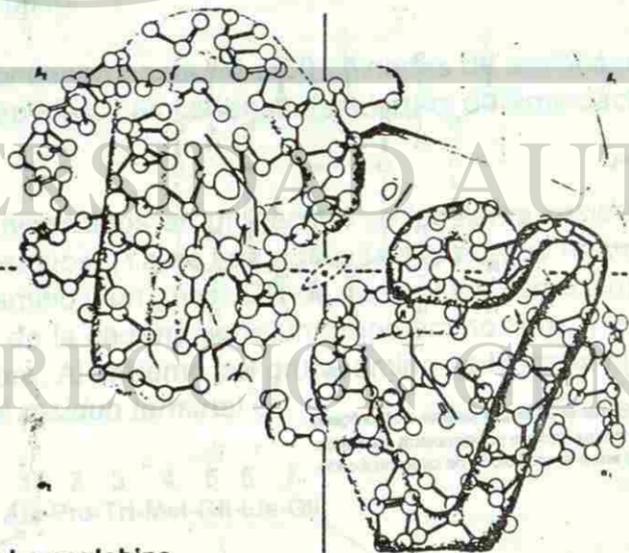


Fig. 15.1 Estructura de la hemoglobina

## Carbohidratos

Casi todos sabemos lo que son los carbohidratos: son lo que comemos o no comemos según el libro de dietas que sigamos. De hecho, cualquier dietista o nutriólogo nos dirá que los carbohidratos pueden incluirse en cualquier dieta bien equilibrada; son la fuente de energía primaria del cuerpo. Esta energía se almacena en la compleja estructura molecular de los carbohidratos cuando estos compuestos son sintetizados por las plantas verdes a partir de dióxido de carbono y agua.

Los carbohidratos o glúcidos son el grupo de sustancias que comprenden los azúcares reductores o los compuestos que por hidrólisis los producen. A estas sustancias se les ha dado este nombre de carbohidratos, porque en su mayoría son combinaciones en las que el hidrógeno y el oxígeno se encuentran en la misma relación que en el agua. Su fórmula empírica es  $(CH_2O)_n$ .

Los carbohidratos son un grupo de compuestos muy numerosos que abundan en los reinos animal y vegetal; incluyen sustancias como azúcares, almidones, celulosa, miel, dextrinas, gomas, quitina, etc.

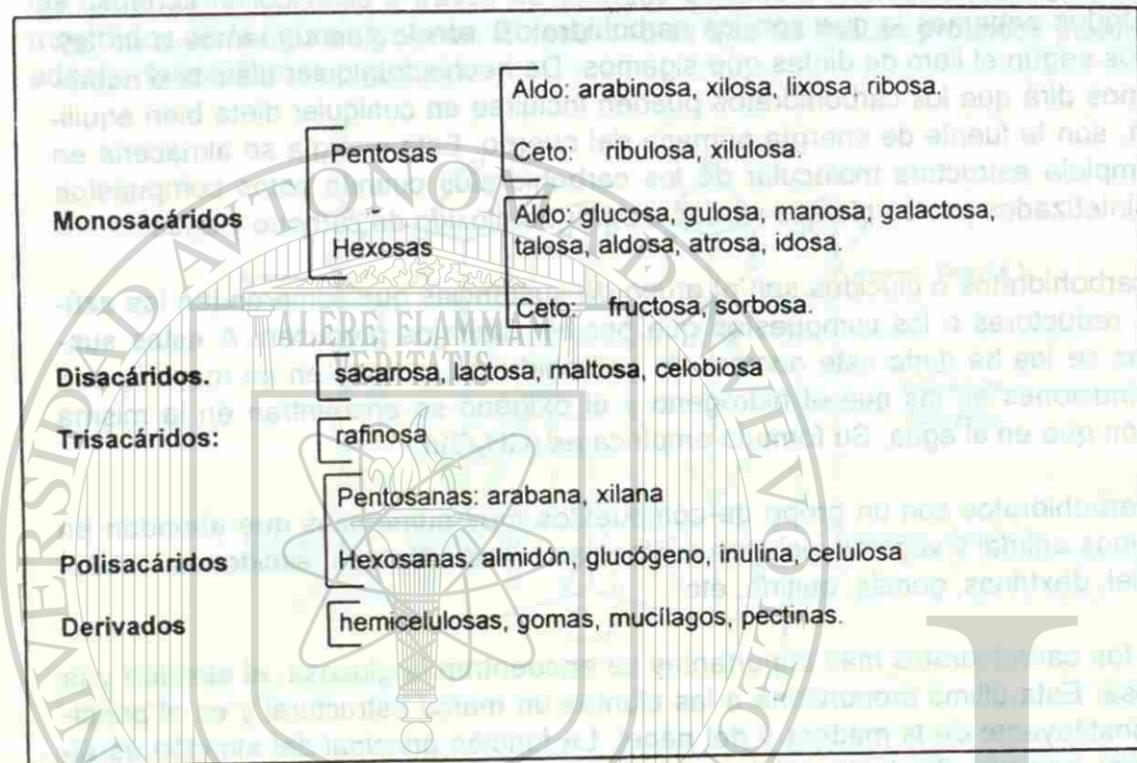
Entre los carbohidratos más importantes se encuentran la glucosa, el almidón y la celulosa. Esta última proporciona a las plantas un marco estructural y es el principal constituyente de la madera y del papel. La función principal del almidón es almacenar energía. Tanto la celulosa como el almidón están constituidos por la unión de moléculas de glucosa.

En las plantas, los compuestos sencillos como el  $CO_2$  y el  $H_2O$ , se combinan para formar glucosa, mediante el proceso de la fotosíntesis que requiere del catalizador clorofila y de la energía en forma de luz solar. Posteriormente, se combinan miles de moléculas de glucosa para formar celulosa o almidón. Cuando los animales ingieren el almidón, éste se rompe en las unidades originales de glucosa y, en el hígado, se recombinan para formar glucógeno (almidón animal). Cuando se requiere, éste se transforma nuevamente en glucosa, la cual en los tejidos, se oxida a  $CO_2$  y  $H_2O$  con desprendimiento de la energía, originalmente, suministrada por el sol. Parte de la glucosa se convierte en grasas y otra parte reacciona con compuestos que contienen nitrógeno para formar aminoácidos que a su vez constituyen las proteínas.

Los carbohidratos son aldehídos o cetonas polihidroxilados o compuestos que por hidrólisis los producen.

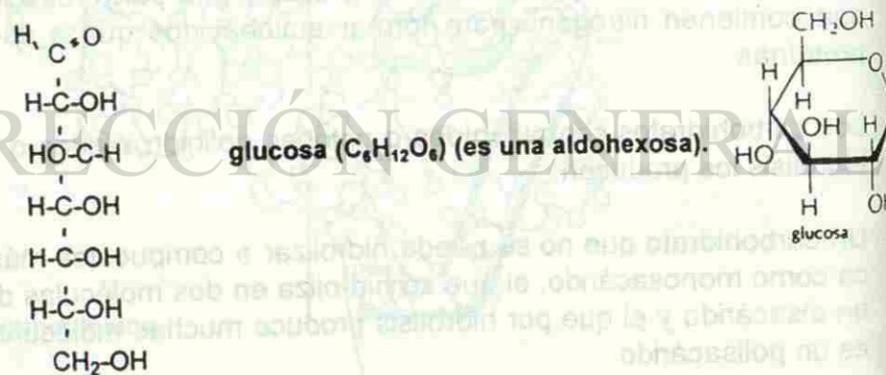
Un carbohidrato que no se puede hidrolizar a compuestos más sencillos se clasifica como monosacárido, el que se hidroliza en dos moléculas de monosacáridos es un disacárido y el que por hidrólisis produce muchas moléculas de monosacáridos es un polisacárido.

**Clasificación de los carbohidratos**

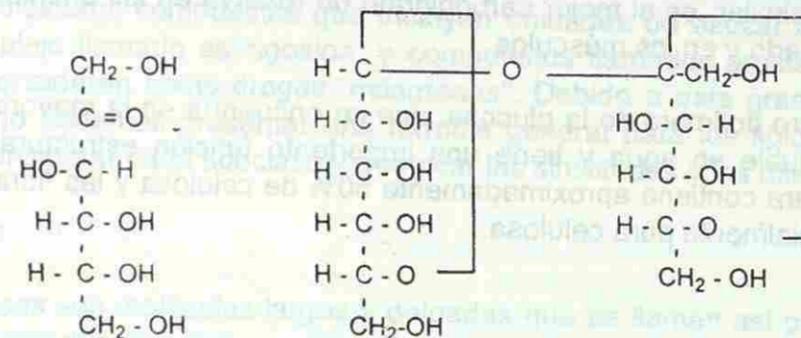


**Monosacáridos**

De los monosacáridos, las hexosas son las de mayor importancia y, en especial, la glucosa con fórmula  $C_6H_{12}O_6$ , (conocida también como dextrosa, o azúcar de la sangre) y es parte fundamental de los disacáridos y de los polisacáridos. La glucosa cuando está en forma combinada o como monosacárido libre, constituye sin duda el compuesto orgánico más abundante en la naturaleza. Se encuentra en plantas, frutas, verduras y en el torrente sanguíneo de ciertos animales, su estructura es la siguiente:



La cetohehexosa más importante es la fructosa, ( $C_6H_{12}O_6$ ) llamada también levulosa o azúcar de fruta, se encuentra como azúcar libre en la fruta y en la miel, combinada con glucosa constituye el disacárido sacarosa. ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). Sus estructuras son:



fructosa ( $C_6H_{12}O_6$ )  
(es un cetohehexosa)

sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )  
(es un disacárido, y recibe el nombre de azúcar de mesa).

Cuando el hidrógeno del (-OH) del carbono # 1 es reemplazado por otro monosacárido, se obtienen los disacáridos como en el caso de la sacarosa.

**Disacáridos**

Son compuestos que pueden hidrolizarse en dos monosacáridos. Entre los más importantes están la maltosa, la lactosa y la sacarosa.

La sacarosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), conocida como azúcar de mesa, se obtiene de la caña de azúcar, no es un azúcar reductor, está compuesto de una unidad de glucosa y una de fructosa. El enlace ocurre entre el grupo aldehído de la glucosa y el grupo cetona de la fructosa, se encuentra en los jugos de frutas y vegetales, y en la miel de abeja.

La lactosa (azúcar de leche), se encuentra en la leche de los mamíferos, está constituida por glucosa y galactosa. Del 4 al 5% de la leche de vaca es lactosa, mientras que la leche humana contiene del 6 al 8%.

**Polisacáridos**

Son moléculas que pueden hidrolizarse en una gran cantidad de moléculas de monosacáridos. Las más importantes son los almidones y la celulosa.

El almidón es un polímero constituido por muchas unidades de glucosa. Las plantas lo utilizan como su principal elemento de reserva, almacenándola en forma de gránulos; en las semillas, frutas, tubérculos o raíces.

El glucógeno es similar, es el mejor carbohidrato de reserva en los animales, se almacena en el hígado y en los músculos.

La celulosa es otro polímero de la glucosa, que se encuentra en la mayoría de las plantas. Es insoluble en agua y tiene una importante función estructural en las plantas. La madera contiene aproximadamente 50% de celulosa y las fibras de algodón son esencialmente pura celulosa.

### Lípidos

Los lípidos son mejor conocidos como las grasas en nuestra sociedad. Las personas que siguen una dieta para perder peso, con frecuencia tratan de eliminar las grasas de su dieta. De gramo a gramo las grasas contienen aproximadamente el doble del contenido calórico de los carbohidratos. El cuerpo tiene una capacidad muy limitada para almacenar carbohidratos. Puede guardar algo de glucógeno en el hígado o en el tejido muscular, pero los carbohidratos principalmente en forma de glucosa, únicamente satisfacen las necesidades inmediatas de energía del cuerpo. Si tratamos de almacenar reservas de energía, entonces cuanto más energía podamos almacenar en un espacio dado mejor estaremos. La oxidación de las grasas aporta aproximadamente 9 kcal/gramo, mientras que la oxidación de los carbohidratos produce solamente 4kcal/g. El cuerpo y su capacidad para hacerlo es asombrosa. Existe el caso registrado de un hombre que pesaba 486 kg (casi 1000 lb). Si toda esa "energía" hubiera sido almacenada como carbohidratos él habría pesado una tonelada o más.

Los lípidos tienen múltiples funciones, por ejemplo: representan un papel importante en el cerebro y en el tejido nervioso, sirven como capa protectora y aislante de órganos vitales, y sin grasas en nuestra dieta padeceríamos deficiencia en vitaminas liposolubles, A, D, E y K. Más importante aún, los lípidos constituyen la parte principal de las membranas de los más de 10 billones de células de nuestro cuerpo.

Los carbohidratos y las proteínas se clasifican así por sus grupos funcionales. Los carbohidratos son polihidroxialdehídos o cetonas. Las proteínas son poliamidas.

Pero los lípidos no tienen un grupo funcional en particular, algunos tienden a ser ésteres o compuestos capaces de formar ésteres, pero esto abarca muchas áreas y no nos explica la variación tan grande de estructura que encontramos en los lípidos. Lo que hace que un lípido sea un lípido, es su solubilidad. Los lípidos son solubles en solventes orgánicos relativamente no polares como el tetracloruro de car-

bono, el cloroformo y el éter dietílico, pero en general son insolubles en agua. Muchos compuestos aislados a partir de los tejidos corporales se clasifican como lípidos si son más solubles en solventes orgánicos que en el agua. En esta categoría se incluyen los ésteres del glicerol y los ácidos grasos o el ácido fosfórico; esteroides como el colesterol; compuestos que incluyen unidades de azúcar o un aminoalcohol complejo llamado esfingosina; y compuestos llamados prostaglandinas que algunos consideran como drogas "mitogénicas". Debido a esta gran variación de estructura no podemos presentar una fórmula general para los lípidos, por lo que se debe considerar cada subclase y destacar las similitudes y las diferencias.

### Ácidos grasos

Los ácidos grasos son moléculas largas y delgadas que se llaman así porque son componentes estructurales de las grasas. Químicamente, los ácidos grasos son en general ácidos carboxílicos de cadena larga. Casi todos contienen un número par de átomos de carbono y pocos son ramificados. Algunos, los ácidos grasos no saturados, contienen uno o más enlaces dobles. Son raros los ácidos grasos libres; se presentan en la naturaleza solamente en pequeñas cantidades. Las grasas y otros lípidos, sin embargo, constituyen el depósito del que se pueden extraer los ácidos grasos. La tabla 15.2 presenta algunos ácidos grasos comunes y su fuente de obtención más importante.

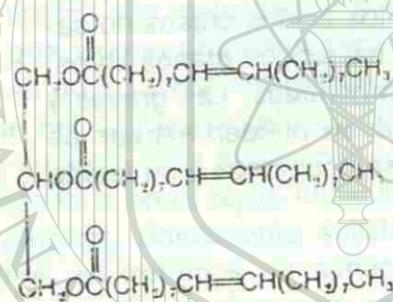
Tabla 15.2 Ácidos grasos comunes

| Número de átomos de carbono | Estructura condensada  | Nombre             | Fuente                 |
|-----------------------------|--|--------------------|------------------------|
| 4                           | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$   | Ácido butírico     | Mantequilla            |
| 6                           | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$  | Ácido caproico     | Mantequilla            |
| 8                           | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$  | Ácido caprílico    | Aceite de coco         |
| 10                          | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$  | Ácido cáprico      | Aceite de coco         |
| 12                          | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$   | Ácido láurico      | Aceite de copra        |
| 14                          | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$   | Ácido mirístico    | Aceite de nuez moscada |
| 16                          | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$   | Ácido palmítico    | Aceite de palma        |
| 18                          | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$   | Ácido esteárico    | Sebo de res            |
| 16                          | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$                        | Ácido palmitoleico | Mantequilla            |
| 18                          | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$                        | Ácido oleico       | Aceite de oliva        |
| 18                          | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ | Ácido linoleico    | Aceite de soya         |
| 18                          | $\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$                    | Ácido linolénico   | Aceite de linaza       |

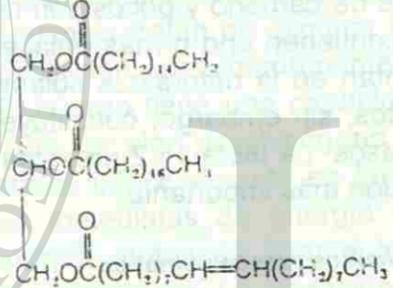
### Grasas: Sólidas y saturadas

Químicamente, las grasas son ésteres de los ácidos grasos y del glicerol; tres unidades ácidas se combinan con los tres grupos hidroxilo de la molécula de glicerol. Las unidades de ácido graso pueden ser la misma, como la triestearina y se llaman triglicéridos simples. Las grasas que más se encuentran en la naturaleza contienen unidades de ácido graso diferentes en la misma molécula. Estas se llaman *triglicéridos mixtos*. Por ejemplo, pueden estar presentes grupos oleato, estearato y palmítico.

Las grasas animales contienen generalmente tanto grasas saturadas como insaturadas, pero predominan las primeras. A temperatura ambiente, las grasas animales son generalmente sólidas. A temperatura corporal en las criaturas de sangre caliente, sin embargo, dichas grasas probablemente existen en estado líquido.



(Un triglicérido simple)



(Un triglicérido mixto)

### Aceites: Insaturados y líquidos

Las grasas sólidas se derivan principalmente de animales mientras que las grasas líquidas, llamadas aceites, se obtienen principalmente de fuentes vegetales. En cuanto a su estructura, los aceites son idénticos a las grasas, excepto en que llevan una proporción más elevada de unidades de ácido insaturado.

Las grasas animales (mantequilla, sebo, tocino) son más insaturadas que los aceites vegetales.

El término *poliinsaturado*, que se viene leyendo en periódicos y anuncios en los últimos años, significa simplemente que las moléculas tienen varios enlaces dobles cada una. Las grasas saturadas intervienen, junto con el colesterol, un esteroide, en un tipo de arteriosclerosis, endureciendo las arterias.

A medida que esta situación se desarrolla, los lípidos se van depositando en las paredes de las arterias. Finalmente, estos depósitos se calcifican y se endurecen quitando a los vasos su elasticidad. Todavía no se ha demostrado que cuando co-

memos gran cantidad de grasas éstas se depositan en las paredes de nuestros vasos sanguíneos, pero lo que se ha visto es una correlación estadística entre las dietas ricas en grasas saturadas y la incidencia de la enfermedad. Esta correlación es la que ha hecho que nos preocupemos por las cantidades relativas de grasas saturadas e insaturadas de nuestras dietas. Los anuncios que recomiendan que compremos margarina de aceite de maíz (preparada con aceite vegetal relativamente insaturado) en vez de mantequilla (una grasa animal relativamente saturada) se aprovechan de esta preocupación.

Los aceites vegetales pueden convertirse en sólidos o semisólidos por hidrogenación. La margarina, un sustituto de la mantequilla, y la manteca vegetal, un sustituto del tocino, constan de aceites vegetales que han sido parcialmente hidrogenados. En general, debido a la propaganda de los productos poliinsaturados, la hidrogenación se limita al grado necesario para dar a los productos la consistencia apropiada. El consumidor conseguirá mucha mayor insaturación usando directamente los aceites, pero la mayoría de las personas prefiere untar margarina a sus tostadas que aceite.

Si se dejan a temperatura ambiente en contacto con el aire húmedo, las grasas y los aceites se enrancian pronto. Dicha rancidez, que se caracteriza por su olor desagradable, es el resultado de dos reacciones. Una, la hidrólisis, produce ácidos grasos volátiles. La mantequilla, por ejemplo, da los ácidos malolientes cáprico, caprílico y butírico. Y la otra, la oxidación de los componentes del ácido graso insaturado en el aire, produce también gran variedad de compuestos olorosos volátiles. El olor a sudor, de la piel no lavada se debe en gran parte a la oxidación de las grasas y de los aceites excretados por el cuerpo.

### Ceras

Son ésteres formados a partir de largas cadenas de ácidos grasos y largas cadenas monohidroxiladas. La mayoría de las ceras naturales son mezclas de estos ésteres como la cera de las abejas y el esperma de ballena.

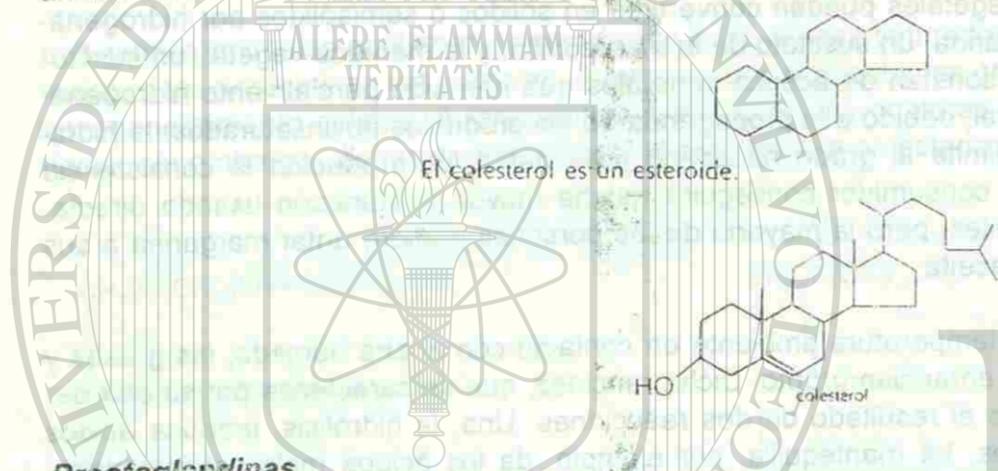
### Fosfolípidos

Son ésteres del glicerol en donde hay dos grupos de ácidos grasos y un residuo de ácido fosfórico esterificado también con una molécula de alcohol usualmente un aminoalcohol. Ejemplo de estas sustancias es la lecitina, el huevo es especialmente rico en lecitina y se produce en grado comercial a partir de frijol de soya para ser usados como emulsificantes.

### Esteroides

Estos compuestos generalmente no son de carácter éster, se encuentran en mayor grado en células animales pero también en algunos vegetales. En estas sustancias se incluyen las sales biliares, el colesterol, hormonas como la cortisona y las importantes hormonas sexuales.

Todos los esteroides tienen una unidad estructural común un sistema de cuatro anillos unidos como se muestra en la siguiente estructura:



### Prostaglandinas

Tal vez ningún compuesto desde el desarrollo de las píldoras anticonceptivas haya provocado tanta actividad en las compañías farmacéuticas con el grupo de compuestos llamado prostaglandinas. Bioquímicamente, las prostaglandinas se derivan de un ácido graso con 20 átomos de carbono.

Estos compuestos se encuentran distribuidos ampliamente por todo el cuerpo pero en concentraciones sumamente bajas. Como drogas las prostaglandinas pueden tener diversas actividades fisiológicas tales como suprimir la congestión nasal, bajar la presión arterial, aliviar la esterilidad masculina, eliminar úlceras pépticas, inducir el trabajo de parto y producir abortos.

### Vitaminas

Los carbohidratos, las grasas y las proteínas son las tres clases principales de alimentos. Para estar sanos debemos ingerir cantidades relativamente grandes de cada una de estas sustancias. No son, sin embargo, los únicos nutrientes que requerimos. Algunas de nuestras necesidades son satisfechas solamente por vitaminas y minerales.

Normalmente hacemos tres comidas diarias para satisfacer nuestra necesidad de carbohidratos, grasas y proteínas, pero todas las vitaminas necesarias se pueden

empaquetar en una única píldora pequeña. Las cantidades requeridas son tan pequeñas que ni siquiera es necesaria una píldora de vitaminas. Podemos obtener todo cuanto necesitamos comiendo sencillamente una dieta balanceada. La naturaleza inteligentemente ha puesto cantidades diminutas pero adecuadas de vitaminas en nuestros diferentes alimentos.

Las vitaminas son compuestos orgánicos específicos que necesita nuestro cuerpo para funcionar adecuadamente. Nuestros cuerpos no pueden sintetizar estos compuestos; deben ser incluidos en la dieta. La ausencia o la escasez de vitaminas producen enfermedades carenciales de vitaminas.

Una de dichas enfermedades, llamada escorbuto, ha afectado a los marinos desde tiempos inmemoriales y se demostró desde 1747 que la enfermedad se podía prevenir incluyendo frutas frescas o verduras en la dieta.

En 1897, el científico holandés Christiaan Eijkman demostró que el arroz refinado carecía de algo que se encontraba en las cáscaras del arroz de grano entero. La falta de este "algo" provocaba la enfermedad denominada *beriberi*, que en aquel tiempo era un gran problema en las Indias Orientales Holandesas.

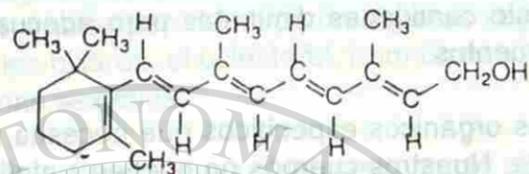
Las vitaminas se dividen en dos grandes categorías, el grupo *liposoluble* donde entran la A, la D, la E y la K, y el grupo *hidrosoluble* donde están el complejo B y la vitamina C.

Debido a su solubilidad en agua, las vitaminas B y C no son almacenadas en un grado apreciable en el organismo, y por ellos los alimentos que contienen estas vitaminas se deben incluir en la dieta diaria. En cambio, las vitaminas liposolubles se almacenan en cantidades suficientes lo que evita que aparezcan enfermedades por deficiencia de ellas, aun en personas que han subsistido durante un largo período con una dieta deficiente en vitaminas. Con la fácil disponibilidad de complementos vitamínicos, ahora los médicos se encuentran casos de *hipervitaminosis*, una enfermedad ocasionada por una cantidad excesiva de vitaminas. Debido a que el organismo sólo puede almacenar las vitaminas solubles en grasas, solamente para estas vitaminas se han observado *hipervitaminosis*.

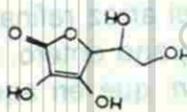
Los diferentes patrones de solubilidad de las vitaminas solubles en agua y de las solubles en grasas, se pueden comprender en términos de sus estructuras.

Las estructuras químicas de la vitamina A (retinol), de la vitamina C (ácido ascórbico) y de una de las vitaminas del complejo B (vitamina B<sub>6</sub> o piridoxal) aparecen a continuación. Observa que la molécula de vitamina A es una cadena muy larga de carbonos, es no polar. En cambio, las moléculas de vitamina C y vitamina B<sub>6</sub> son más pequeñas y tienen más grupos -OH que pueden formar puentes de hidrógeno con el agua.

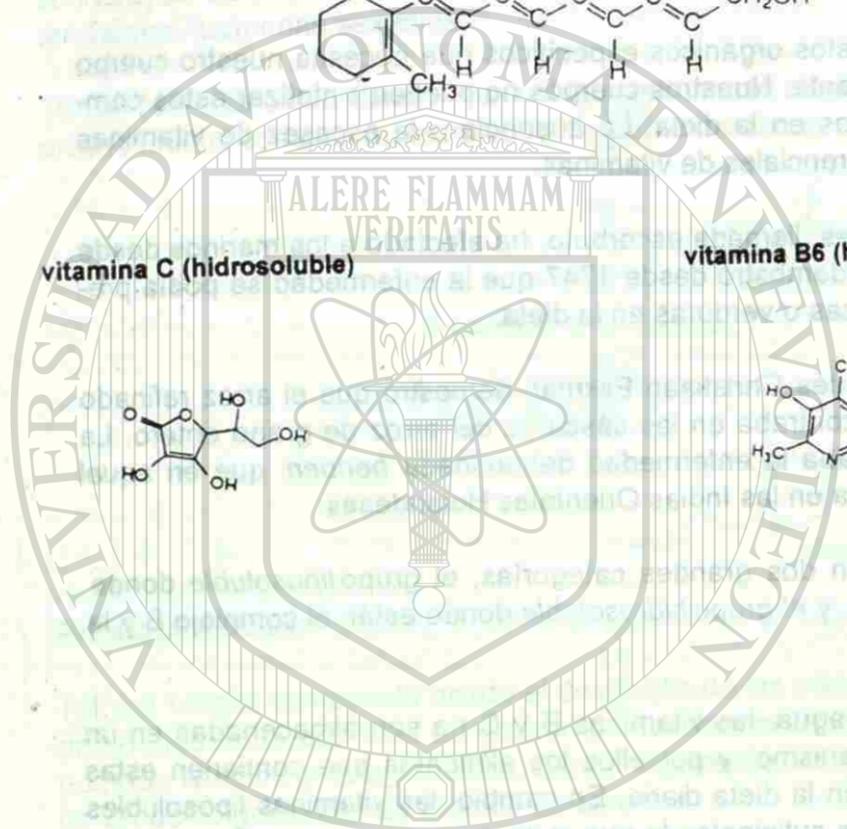
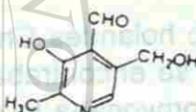
**Vitamina A (liposoluble)**



**vitamina C (hidrosoluble)**



**vitamina B6 (hidrosoluble)**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**2. Jabones y detergentes**

Las grasas animales se encuentran en grandes cantidades como subproducto de la industria empacadora de carnes. Los ácidos grasos y muchos otros compuestos orgánicos de cadenas largas derivan de estas grasas, siendo los jabones los derivados más importantes.

La reacción que convierte a las grasas animales en jabones se llama lógicamente saponificación y la estudiamos originalmente como una de las reacciones de los ésteres en general (pág. 320). La grasa animal se hierva con sosa (hidróxido de sodio), siendo los productos resultantes el glicerol y las sales de sodio de los ácidos grasos. A la mezcla de sales de sodio es a lo que se llama jabón. En la figura 15.2 se ilustra la reacción donde la grasa es la triestearina.

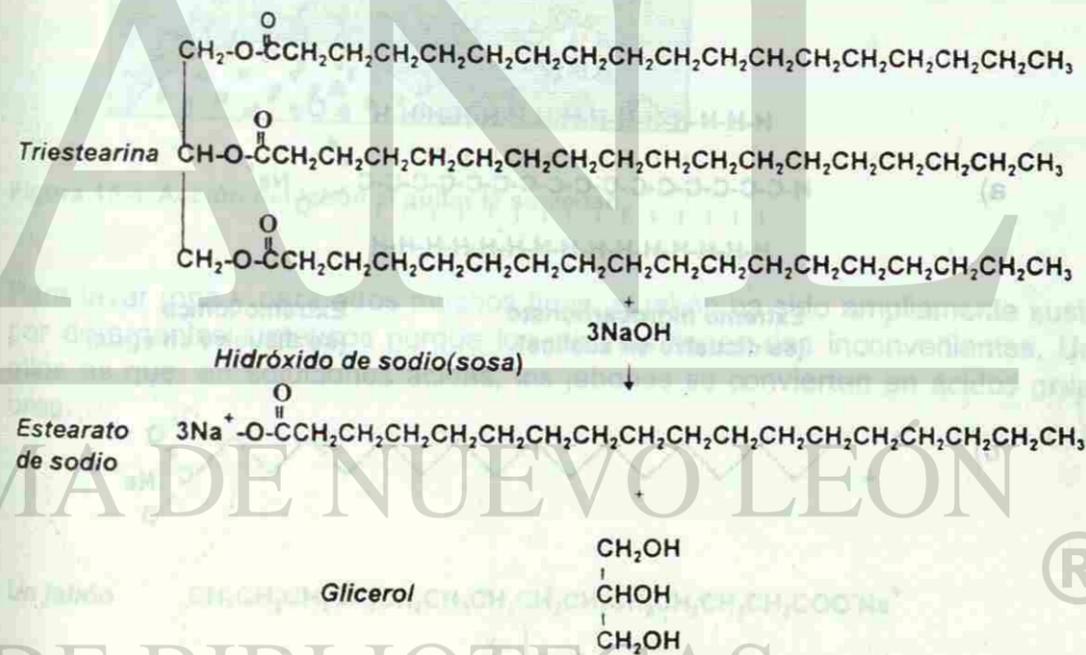


Figura 15.2 El jabón se produce por reacción de grasa animal con hidróxido de sodio. La triestearina es una grasa y el estearato de sodio es un jabón.

El jabón que se produce a partir de la grasa y la sosa contiene habitualmente un exceso de hidróxido de sodio que se elimina mediante lavado. Después, el jabón se moldea y se corta en barras.

A veces se emplea hidróxido de potasio en lugar de hidróxido de sodio pues los jabones de potasio son más suaves y producen una espuma más fina. Se usan como jabones líquidos y cremas para afeitado. La mayoría de los jabones contienen cierto número de aditivos como perfumes, colorantes y germicidas. Los jabones para lavar contienen abrasivos adicionales que (casi literalmente) cortan la mugre. Los jabones ligeros contienen en su interior aire introducido por batido antes de que el jabón se solidifique. Este proceso baja la densidad de la barra de jabón hasta hacerla menor que la del agua.

La suciedad y la mugre se adhieren habitualmente a la piel, la ropa y otras superficies porque se combina con grasas y aceites corporales, grasas para cocinar, grasas lubricantes o gran variedad de sustancias similares- que actúan en cierto modo como pegamento, y como los aceites no se mezclan con el agua, no es muy bueno lavar solamente con agua. Las moléculas de jabón tienen "doble personalidad". Un extremo es iónico y se disuelve en agua. El otro es parecido a un hidrocarburo y se disuelve en aceites (fig.15.3). Si representamos el extremo iónico de la molécula como un círculo y el extremo hidrocarburo como una línea en zig-zag, podemos ilustrar esquemáticamente la acción limpiadora del jabón.

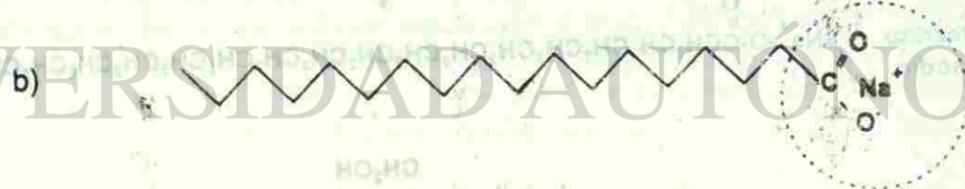
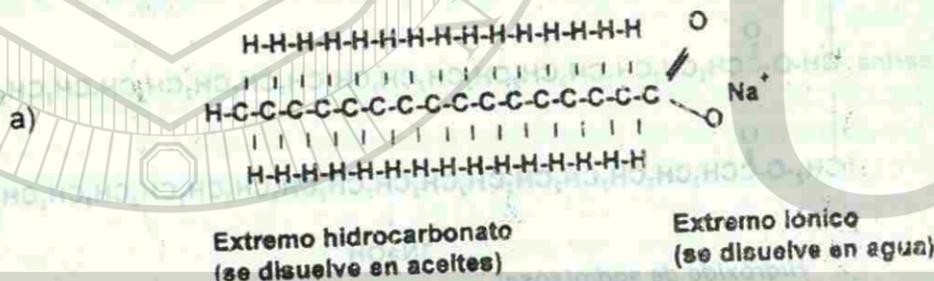


Figura 15.3 Palmítato de sodio, un jabón, (a) Fórmula estructural. (b) Representación esquemática.

En la figura 15.4, se observa que las "colas" de hidrocarburo se clavan en el aceite, mientras que las "cabezas" iónicas permanecen en la parte acuosa. De esta manera, el aceite se rompe en gotitas y se dispersa por toda la solución. Las gotitas no se unen debido a la repulsión de los grupos cargados (los aniones carboxilo) de sus superficies. Así el aceite y el agua forman una emulsión donde el jabón actúa como agente emulsionante; como el aceite ya no está "pegado" a la superficie se puede quitar fácilmente la suciedad.

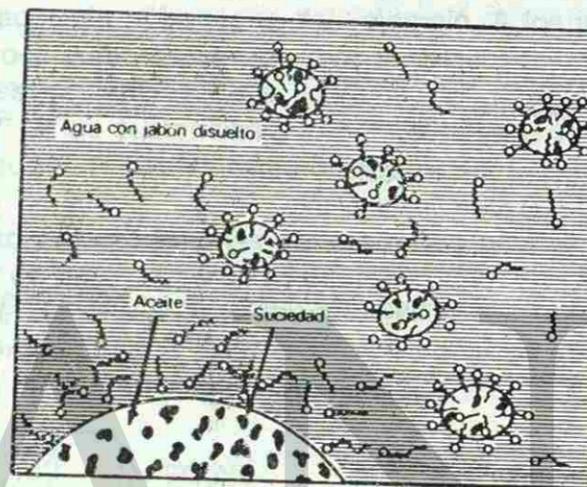
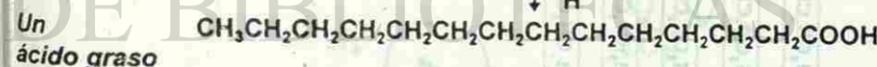
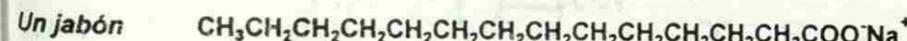


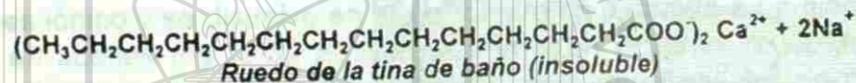
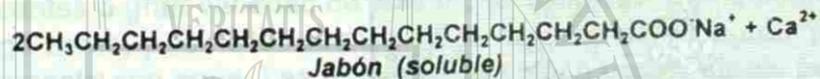
Figura 15.4 Acción del jabón al quitar la suciedad.

Para lavar ropa y para otros muchos fines, el jabón ha sido ampliamente sustituido por detergentes sintéticos porque los jabones tienen dos inconvenientes. Uno de ellos es que, en soluciones ácidas, los jabones se convierten en ácidos grasos libres.



Los ácidos grasos, a diferencia del jabón, no tienen ningún extremo iónico, y como les falta la "doble personalidad" necesaria no pueden emulsionar el aceite y la su-

ciudad; es decir, no tienen ninguna acción detergente. Es más, dichos ácidos grasos son insolubles en agua y por lo tanto se precipitan como jabonadura grasosa. Para contrarrestar esta falta de acción detergente en solución ácida, se añaden sustancias alcalinas a las fórmulas del jabón para lavar ropa con el fin de mantener elevado el pH. Estos compuestos básicos incluyen carbonatos, fosfatos y silicatos. La segunda desventaja sería del jabón es que no funciona muy bien en agua dura. El agua dura es la que contiene algunos iones metálicos, particularmente iones magnesio, calcio y hierro. Los aniones del jabón reaccionan con estos iones metálicos formando grumos de grasa insolubles.



Estos depósitos forman el conocido ruedo de las tinas de baño, dejan pegajoso el cabello recién lavado y son responsables del "gris delator" del lavado familiar.

### Detergentes

La acción limpiadora (detergente) de los jabones ordinarios, por ejemplo, estearato de sodio, se debe a que disminuyen la tensión superficial del agua. Este tipo de sustancias tienden a concentrarse en la superficie de la solución y las moléculas se orientan según su naturaleza polar. (Fig. 15.5). La parte de sal carboxílica (fuertemente polar) queda orientada sobre la superficie del agua y la parte de hidrocarburo, insoluble en agua, tiende a orientarse lo más alejado posible del agua, proyectándose como filamentos hacia el exterior de la superficie del agua. O sea que una solución acuosa contiene una superficie de hidrocarburo expuesta al aire. La tensión superficial del agua disminuye de 72 dinas/cm<sup>2</sup> a 25 dinas/cm<sup>2</sup>.

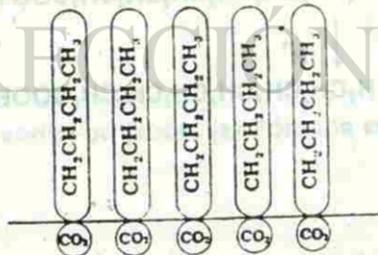


Figura 15.5 Distribución de una capa monomolecular de un jabón entre agua y aire.

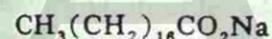
Si se añade una capa orgánica, por ejemplo, benceno, el grupo carboxilo permanece dentro del agua, y el resto del hidrocarburo se adhiere al benceno, actuando así de unión entre el agua y el benceno. Cuando la mezcla se agita, se forma una emulsión, consistente en gotas de benceno dispersadas en agua, la cual está estabilizada por la capa de jabón que hay entre ambos líquidos.

Ordinariamente la suciedad o "mugre" de la ropa consiste de partículas sólidas cubiertas con una delgada capa de aceite. Para la eliminación de la "mugre" este aceite equivale al benceno del ejemplo. A los jabones o detergentes también se les conoce como *sustancias tensoactivas* o con actividad superficial. Una solución de estas sustancias debe mojar o penetrar en la tela para poder remover la "mugre". A las sustancias que sólo ayudan a que se moje la tela, pero no remueven la suciedad, se les llama *humectantes*; se usan mucho en el teñido de telas.

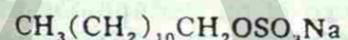
En la actualidad, además del jabón, se emplean otros detergentes que tienen la ventaja de que, a diferencia del jabón, forman sales solubles con los iones de calcio y de magnesio, provenientes de las sales presentes en las aguas duras. Los detergentes pueden ser *aniónicos*, *no iónicos* o *catiónicos*, según la naturaleza de la parte de la molécula soluble en agua.



P—dodecibencensulfonato de sodio



estearato de sodio, detergente aniónico



sulfato de laurilo sodio

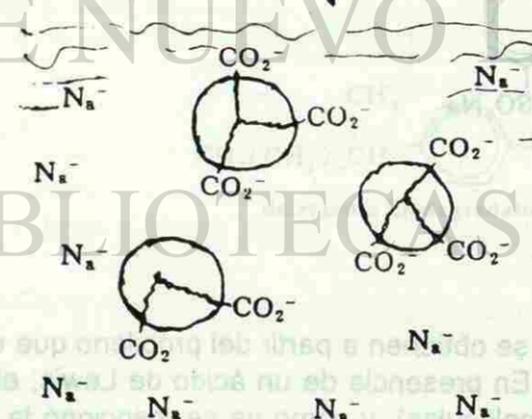
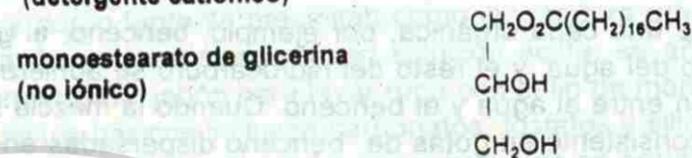


Figura 15.6 Emulsificación de aceite en agua por la acción del jabón

Ejemplos: cloruro de trimetilcetilamonio  $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3]^+\text{Cl}^-$   
(detergente catiónico)

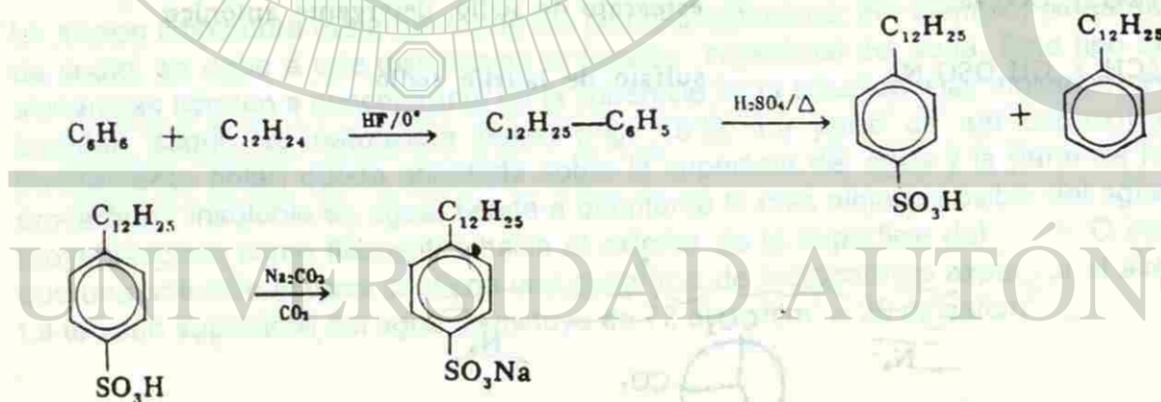


Los detergentes tipo catiónico son bactericidas potentes y siendo inocuos para el hombre frecuentemente se les utiliza para el aseo de instrumentos y material quirúrgico, así como en las máquinas lavadoras de botellas y platos.

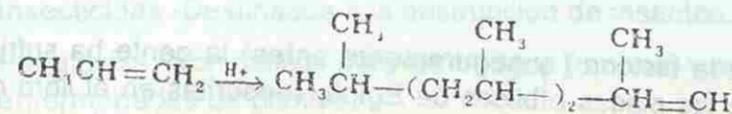
Los detergentes no iónicos se utilizan principalmente como humectantes o se mezclan con otros detergentes para reforzarlos.

Los detergentes de alquilarilsulfonato de sodio se obtienen tratando el benceno con una mezcla de isómeros del dodeceno en presencia de ácido fluorhídrico, que se comporta como un ácido de Lewis. La reacción es una típica alquilación de Friedel y Crafts (Pág. 216). El dodecilbenceno se calienta con ácido sulfúrico, formándose una mezcla de isómeros de ácidos *orto* y *para* dodecilbencensulfónicos, predominando el isómero *para*. La mezcla se neutraliza con carbonato de sodio.

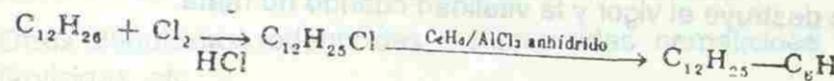
Estos detergentes han sido llamados "syndet".



Los isómeros del dodeceno se obtienen a partir del propileno que es un subproducto de la industria petrolera. En presencia de un ácido de Lewis, el propileno se tetrameriza (se unen cuatro moléculas), y como ya se mencionó la mezcla obtenida se usa directamente.

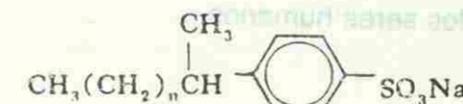


"tetramero"  
"polipropileno"



Para obtener la porción de alquilo también se puede clorar selectivamente la mezcla de hidrocarburos presentes en la fracción querosina ( $\text{C}_{12} - \text{C}_{18}$ ), de la destilación del petróleo. La mezcla de cloroalcanos se usa para una típica alquilación Friedel-Crafts.

Los detergentes tipo alquibencensulfonato de sodio no son destruidos por los microorganismos presentes en ríos o arroyos, ni los cultivados en las plantas para el tratamiento de aguas negras, por lo que se van acumulando. Esto ha provocado numerosos trastornos, por lo que en algunos países europeos y en Estados Unidos se ha prohibido su venta. Los químicos encontraron que si la cadena era lineal o con una sola arborescencia se obtenía un detergente biodegradable [que podían degradar las enzimas (catalizadores) de los microorganismos]. Para poder producir económicamente este nuevo detergente, los químicos desarrollaron un proceso para separar los alcanos lineales que necesitaban clorar, de los arborescentes que los acompañan en la querosina. También encontraron condiciones para obtener alquenos con 12 a 18 carbonos a partir del etileno. Como durante la alquilación de Friedel y Crafts se forma un ion carbonio que fácilmente se convierte en un compuesto muy arborescente, estudiaron las condiciones adecuadas para evitar esta reacción indeseable. Como resultado de estas investigaciones ya se tienen detergentes biodegradables.



detergente biodegradable ( $n = 9-15$ )



### 3. Plaguicidas

Desde los primeros días de la historia (y seguramente antes) la gente ha sufrido plagas de insectos. Tres de las plagas bíblicas de Egipto (descritas en el libro del Éxodo) fueron plagas de insectos, piojos, moscas y langostas. La caída de la civilización romana se ha atribuido en parte al paludismo, una enfermedad transmitida por un mosquito que destruye el vigor y la vitalidad cuando no mata.

La peste bubónica, transmitida por las ratas (y por las pulgas de las ratas a los humanos), barrió el mundo occidental repetidas veces durante la Edad Media; se estima que una de estas plagas (que ocurrió en los años de 1660) mató a 25 millones de personas, una cuarta parte de la población de Europa. Y, todavía más recientemente, tenemos que el primer intento de construir el Canal de Panamá por los franceses, en el año de 1800 fue frustrado por el paludismo.

El uso cuidadoso de plaguicidas químicos puede proteger contra algunas plagas transmitidas por insectos; evitando que los insectos consuman una porción grande de nuestros alimentos.

El hombre ha tratado siempre de controlar las plagas de insectos drenando pantanos, vertiendo aceite sobre los lagos (para matar las larvas de mosquitos) y usando gran variedad de productos químicos, la mayoría de los cuales eran compuestos de arsénico (As). Unos pocos, como el piretro y el sulfato de nicotina se extraen de las plantas. El arseniato de plomo [ $Pb_3(AsO_4)_2$ ] es un veneno particularmente efectivo, ya que tanto el plomo como el arsénico son tóxicos.

La mayoría de estos compuestos son sumamente venenosos para el hombre y otros animales, tanto como para los insectos, por lo que habría que llamarles más bien biocidas en vez de insecticidas; una cantidad tan pequeña como 40 mg de nicotina es fatal para los seres humanos.

Plaguicidas o pesticidas - Son los productos químicos o medios artificiales que el hombre es capaz de usar para destruir las plagas que lo amenazan.

En E.U.A. se utilizan más de 400 plaguicidas en 10,000 formulaciones diferentes.

Los plaguicidas se obtienen a partir de los productos que se usan en la industria química. En presencia de un ácido de Lewis, el producto se transforma en un compuesto molecular, y como ya se mencionó la mezcla obtenida se usa directamente.

Los plaguicidas de acuerdo a su uso se clasifican en:

- 1.- Insecticidas -Destinados a la destrucción de insectos.
- 2.- Fungicidas -Son tóxicos para los hongos (mohos) y ayudan a prevenir enfermedades de plantas.
- 3.- Herbicidas (reguladores del crecimiento vegetal y agentes desfoliantes) - Eliminan las malas hierbas u otras plantas indeseables.
- 4.- Otros plaguicidas: rodenticidas, molusquicidas, nematocidas, ácaricidas, larvicidas, etc.

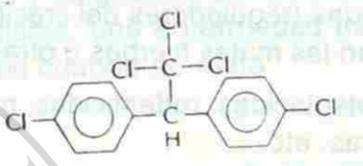
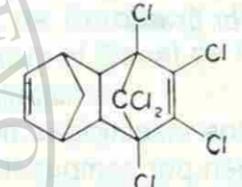
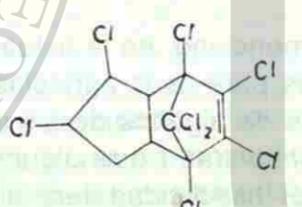
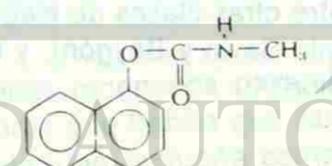
De los pesticidas, los más utilizados son los insecticidas y es a los que nos vamos a referir en mayor grado.

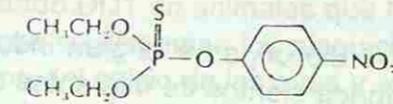
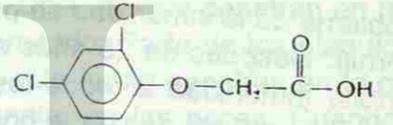
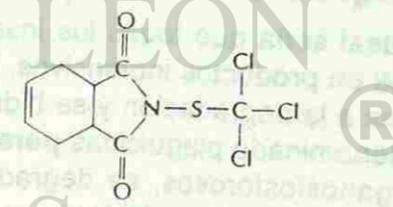
Por lo general los insecticidas no son selectivos, muchos otros insectos resultan afectados también por compuestos que se emplean contra un tipo determinado de insecto.

Como ya se mencionó, en la actualidad se dispone de unas 400 clases de plaguicidas químicos para usos agrícolas. En la tabla 15.3 se presentan los nombres y las estructuras de algunos de los insecticidas, fungicidas y herbicidas más comunes. Se ha encontrado que algunas plantas constituyen fuentes de insecticidas. Por ejemplo, el insecticida denominado *Piretrum* se extrae de la planta del crisantemo. Es de gran eficacia pero demasiado costoso para poder utilizarlo a gran escala. Entre los plaguicidas sintéticos más comunes están los hidrocarburos clorados, incluyendo el DDT, el dieldrin, el aldrin, el heptacloro, el clordano, el endrín y el lindano. Entre otras clases de plaguicidas comunes se encuentran los carbamatos (por ejemplo Sevin y Baygón) y los tipos de organofosforosos (como el Parathión y Malathión).

A partir del descubrimiento de las propiedades insecticidas del DDT, en 1939, sólo en Estados Unidos se han producido alrededor de 1.4 millones de toneladas. El DDT fue el primero de los plaguicidas sintéticos de uso muy difundido. Al principio se empleó en forma de regulador para el control agrícola, la salud pública y los

Tabla 15.3 Tipo de plaguicida

| Insecticida          | Fórmula y nombre   |
|----------------------|--|
| hidrocarburo clorado | DDT<br>        |
| hidrocarburo clorado | Aldrin<br>    |
| hidrocarburo clorado | Clordano<br> |
| carbamato            | Sevin<br>   |

|                 |  |
|-----------------|--|
| carbamato       | Baygón<br>    |
| organofosforoso | Parathión<br> |
| herbicida       | 2,4-D<br>    |
| fungicida       | Cloruro de etilmercurio<br>$CH_3CH_2-Hg-Cl$  |
|                 | Captán<br>  |

A partir del descubrimiento de las propiedades insecticidas del DDT, en 1939, sólo en Estados Unidos se han producido alrededor de 1.4 millones de toneladas. El DDT fue el primero de los plaguicidas sintéticos de uso muy difundido. Al principio se empleó en forma poco regulada para el control agrícola, la salud pública y las

mataba insectos de un modo indiscriminado y era tóxico para peces, aves, animales domésticos y personas, cuando se acumulaba en cantidades lo bastante altas.

Además, se descubrió que muchas plagas podían desarrollar una resistencia al DDT, haciendo que resultara más difícil el control de tales insectos. En 1972, en Estados Unidos se prohibió el uso a gran escala del DDT. Esta prohibición se basó en el hecho de que el DDT ya no se necesitaba en este país, debido a que se disponía de otros plaguicidas. Los críticos de la prohibición afirmaban que algunos de los otros plaguicidas posibles eran potencialmente más peligrosos que el DDT.

El DDT dio origen a la gran industria de plaguicidas que existe en la actualidad, que fabrica cientos de diferentes clases de plaguicidas sintéticos. En Estados Unidos se fabricaron alrededor de 8 millones de toneladas de plaguicidas de hidrocarburos clorados, diferentes al DDT, durante las pocas décadas que comprende la era de los plaguicidas. Puesto que muchos insectos desarrollan inmunidad o resistencia a los insecticidas en los laboratorios de investigación de este país se están buscando continuamente nuevos insecticidas.

El problema de la inmunidad se puede ilustrar en el caso de un mosquito común de California. Después de 25 años de aplicaciones y control continuo, este mosquito desarrolló inmunidad a todos los insecticidas comunes contra los mosquitos. El problema se agravó debido al hecho de que esta especie es un portador potencial del virus de la enfermedad venezolana del sueño, que se puede transmitir a los seres humanos. Si tal virus entrara en California, se podría producir una epidemia de enfermedad del sueño. Este ejemplo ilustra que una vez que se emplean los plaguicidas para controlar ciertos insectos, es obligatorio usar o desarrollar nuevos insecticidas para contrarrestar la tendencia de los insectos a desarrollar resistencia, mediante el efecto selectivo de los plaguicidas. En otras palabras, algunos de los insectos que sobreviven al rociado han adquirido la inmunidad a través de una desviación o mutación genética. Dichos insectos transmiten esta resistencia a la generación siguiente y así sucesivamente.

Lo ideal sería que todos los insecticidas fueran biodegradables y pudieran degradarse en productos inofensivos. Sin embargo los hidrocarburos clorados son resistentes a la degradación y se hidrolizan con suma lentitud. En consecuencia, se les ha denominado plaguicidas persistentes o "duros". Los plaguicidas de carbamato y organofosforosos, se degradan con mayor rapidez en el medio ambiente. Se conocen como plaguicidas suaves o ligeros; pero son más tóxicos para los humanos y, por tanto, encierran un mayor peligro para quien los aplica. Se calcula que en 1970 en Estados Unidos murieron unas 200 personas debido a los insecticidas y que miles sufrieron de envenamiento con ellos. También se ha calculado que millones de peces y animales han perecido debido a la contaminación de los insecticidas, producida sobre todo por el uso excesivo o por derrames accidentales.

Los insecticidas clorados se degradan con lentitud a lo largo de períodos de meses o años. Además, se están introduciendo con gran rapidez cantidades adicionales de plaguicidas en el medio ambiente, que luego se dispersan mediante procesos naturales. Como resultado de esto, toda la Tierra está contaminada. Por supuesto, las mayores cantidades de plaguicidas se localizan en las regiones agrícolas; sin embargo, también se han descubierto en los tejidos adiposos de los seres humanos, animales y peces, así como mezclados en el aire, el agua y la tierra. Se han descubierto residuos de DDT en muchas partes de la Tierra y se han localizado cantidades importantes de este mismo compuesto en ciertos peces, la leche de las vacas, e incluso, en la leche humana. Se ha detectado DDT en animales que habitan en el Antártico, lo que ilustra la amplitud con que se dispersan los plaguicidas. Tal parece que el DDT interfiere con el metabolismo del calcio de las aves y se ha asociado con la casi total extinción de ciertas especies, como el halcón, el pelícano y el águila, al producir huevos con cáscara delgada y débil.

Cuando los plaguicidas se emplean en cultivos, se pueden dispersar en el aire y ser arrastrados por los vientos a zonas muy alejadas de la región en que se aplican. Los residuos de plaguicidas se pueden desplazar también hacia los abastecimientos de agua, a través de las aguas de riego. Una vez que penetran en ríos y lagos, los plaguicidas se dispersan de un modo ilimitado. Parte de los plaguicidas del agua la absorben las algas o el plancton, y en esta forma penetran en la cadena alimenticia para concentrarse, en última instancia, en los peces. Cuando las personas, los animales o las aves consumen estos peces, parte de los residuos de plaguicidas se pueden absorber en los tejidos adiposos, en donde permanecen durante largos períodos.

Los principales problemas debidos a los plaguicidas químicos que se usan hoy provienen de que no son selectivos y que son tóxicos para el hombre y los animales, que se degradan con suma lentitud, que por lo general son sintéticos y, por tanto, pueden contaminar el ambiente. En la actualidad, se están desarrollando métodos alternativos más naturales para el control de los insectos. Se están dedicando grandes esfuerzos de investigación y prueba para el control biológico. A continuación se verán algunos de dichos métodos.

#### A) Control biológico.

Los insectos son atacados por una gran variedad de agentes patógenos, tales como: virus, bacterias, hongos, protozoarios y rickettsias. Estos agentes microbianos son altamente específicos contra insectos y poco dañinos a otros animales. Actualmente se utiliza el *B. thuriangiensis* que libera una toxina que cristaliza en el aparato digestivo de los insectos y lo destruye.

**B) Desarrollo de plantas resistentes.**

Se ha tenido éxito en el desarrollo de variedades de plantas resistentes a insectos.

**C) Control genético.**

Este mecanismo consiste en la liberación de insectos machos sexualmente estériles o bien, por la producción de mutilaciones deliberadas mediante el uso de radiaciones y de la ingeniería genética. Estos insectos machos se sueltan en las zonas infestadas de manera periódica de tal forma que cada vez se van produciendo menos apareamientos. Eventualmente la población de insectos se reduce a cero.

**D) Empleo de atrayentes y repelentes.**

Muchas sustancias químicas tienen acción repelente a insectos, la aplicación de ellas da de una a seis horas de protección, algunas veces se aplican en la ropa, este método es muy utilizado en operaciones militares.

Como atrayentes se pueden utilizar sustancias que influyen en el comportamiento de insectos a buscar alimento o como atrayentes sexuales. La luz y el sonido también se sabe que atraen a algunos tipos de insectos, se usan para inducir los insectos hacia trampas donde pueden ser eliminados, como es el caso de el uso de las feromonas que son secretadas por glándulas de secreción de insectos hembra, las cuales son largas cadenas de alcoholes, aldehídos o ésteres insaturados y son perceptibles por el macho aun en cantidades tan bajas como  $1 \times 10^{-7}$  g.

**E) Control Bioambiental**

Se han utilizado algunos procedimientos comunes de manera que afecten negativamente a las plagas de insectos, como son: cortar los tallos de las plantas que normalmente se dejan en los campos después de la cosecha. Los insectos que sobreviven al invierno en tales tallos, atacando las cosechas del año siguiente, se ven muy reducidos con esta práctica. Algunos insectos pueden controlarse en los cultivos, demorando la siembra hasta que haya superado su fase de desarrollo más destructiva.

**F) Uso de hormonas.**

Mediante esta práctica puede interrumpirse el ciclo biológico de los insectos y limitar el número de supervivientes, por ejemplo la presencia de hormonas juveniles en un insecto permite su crecimiento, pero no su madurez. Si recibieron los insectos hormonas juveniles cuando normalmente debieron madurar, no tendría lugar el desarrollo hasta la etapa adulta.

**4. Polímeros**

Las macromoléculas son moléculas de gran tamaño que se producen por la unión a través de enlaces de cientos o miles de moléculas pequeñas llamadas **monómeros** y forman enormes cadenas de muy diversas formas. El resultado de la unión entre varios monómeros iguales se conoce como **polímero**. El resultado de la unión entre dos o más monómeros distintos se conoce como **copolímero**.

Las macromoléculas ocupan un lugar muy importante entre los productos químicos que los seres vivos utilizan en la vida cotidiana. De éstos, algunos son naturales y otros han sido sintetizados por el hombre.

Las macromoléculas naturales son consideradas como sostén de la vida y se encuentran formando nuestra piel, el pelo, la tela de araña, las plumas del pavo real, los cuernos de los toros, la seda, las garras de los animales, la lana, el algodón, los ácidos nucleicos, los carbohidratos, las proteínas, la madera, la celulosa, el caucho, etc.

El descubrimiento de polímeros sintéticos tales como el hule y los plásticos transformó muchos aspectos de la vida moderna y en la actualidad es difícil imaginar un mundo sin estas macromoléculas. Los plásticos han sustituido con ventaja al vidrio, cuero, algodón, cerámica, madera y hasta metales; por lo que los plásticos, se consideran como parte de los satisfactores de necesidades en casi cualquier sociedad.

Los principales tipos de reacciones empleados para obtener polímeros permiten clasificarlos como:

- \* Polímeros de adición.
- \* Polímeros de condensación.

En los polímeros de adición se unen monómeros que contienen una doble ligadura  $C=C$ , en una reacción catalizada. En los polímeros de condensación se forman largas cadenas como resultado de la combinación de dos moléculas diferentes, mediante la pérdida de alguna molécula pequeña, generalmente agua. ®

**Polímeros de Adición.**

El compuesto más simple que puede presentar una reacción de polimerización por adición es el etileno.  $CH_2=CH_2$ . El polímero resultante, el polietileno, es el más barato el que se produce en mayor cantidad a nivel mundial. Las llamadas "bolsa de plástico" están hechas de polietileno.

La materia prima, el etileno, se obtiene por la eliminación de dos átomos de hidrógeno del etano, el segundo componente más importante del gas natural. La doble ligadura es la razón de la reactividad de este compuesto. En la presencia del catalizador adecuado, tiene lugar la polimerización. Generalmente, de esta forma se obtienen polímeros con peso molecular grande.



Aquí la reacción de polimerización es de propagación y sólo se lleva a cabo en los extremos de la cadena, que va creciendo rápidamente. Se puede obtener una tremenda variedad de moléculas al sustituir los átomos de hidrógeno del etileno por otros átomos o grupos de átomos y con ello también una gran diversidad de polímeros de adición, como se muestra en la Tabla 15.4

Tabla 15.4 Algunos polímeros de adición

| Monómero  | Polímero   | Usos principales  |
|---|--|---|
| $  \begin{array}{c}  \text{H} & \text{H} \\    &   \\  \text{C} = & \text{C} \\    &   \\  \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ Etileno            | $  \begin{array}{c}  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\    &   &   &   \\  -\text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C}- \\    &   &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ Polietileno                   | bolsas, botellas, juguetes  |
| $  \begin{array}{c}  \text{H} & \text{CH}_3 \\    &   \\  \text{C} = & \text{C} \\    &   \\  \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ Propileno       | $  \begin{array}{c}  \text{H} & \text{CH}_3 & \text{H} & \text{CH}_3 \\    &   &   &   \\  -\text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C}- \\    &   &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ Polipropileno           | botellas, detergente, artículos moldeados                               |
| $  \begin{array}{c}  \text{H} & \text{H} \\    &   \\  \text{C} = & \text{C} \\    &   \\  \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ Estireno           | $  \begin{array}{c}  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\    &   &   &   \\  -\text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C}- \\    &   &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ Poliestireno                  | artículos moldeados, espuma aislante                                    |
| $  \begin{array}{c}  \text{H} & \text{Cl} \\    &   \\  \text{C} = & \text{C} \\    &   \\  \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ Cloruro de vinilo | $  \begin{array}{c}  \text{H} & \text{Cl} & \text{H} & \text{Cl} \\    &   &   &   \\  -\text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C}- \\    &   &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ Policloruro de vinilo (PVC) | discos fonográficos, películas, artículos de piel artificial, mangueras |
| $  \begin{array}{c}  \text{H} & \text{CN} \\    &   \\  \text{C} = & \text{C} \\    &   \\  \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ Acrilonitrilo     | $  \begin{array}{c}  \text{H} & \text{CN} & \text{H} & \text{CN} \\    &   &   &   \\  -\text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C}- \\    &   &   &   \\  \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H}  \end{array}  $ Poliacrilonitrilo           | fibras (orlón, millón)  |
| $  \begin{array}{c}  \text{F} & \text{F} \\    &   \\  \text{C} = & \text{C} \\    &   \\  \text{F} & \text{F}  \end{array}  $ Tetrafluoroetileno | $  \begin{array}{c}  \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F} \\    &   &   &   \\  -\text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C}- \\    &   &   &   \\  \text{F} & \text{F} & \text{F} & \text{F}  \end{array}  $ Politetrafluoroetileno        | teflón, películas resistentes al calor                                  |

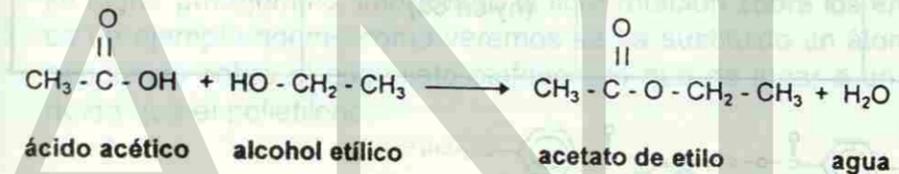
### Polímeros de Condensación

En la polimerización por condensación participan dos moléculas con diferentes grupos funcionales. Al reaccionar, se desprende una molécula pequeña que por lo general es agua.

Este tipo de reacción, el polímero se va formando poco a poco, de la siguiente manera:

- monómero + monómero ----- dímero
- dímero + monómero ----- trímero
- trímero + monómero ----- tetramero
- dímero + dímero ----- tetramero
- trímero + dímero ----- pentámero

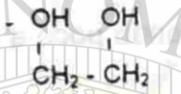
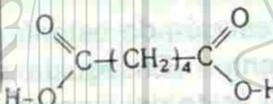
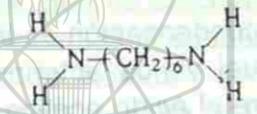
Un ejemplo sencillo de una reacción de condensación es la reacción de esterificación entre un ácido y un alcohol, la cual vimos anteriormente. Enseguida se muestra la reacción de esterificación entre el ácido acético (el ácido del vinagre) y el etanol produciendo el acetato de etilo que es un éster.



Los polímeros de condensación se obtienen por reacciones similares a la esterificación, sólo que los compuestos que reaccionan contienen grupos funcionales en ambos extremos de la cadena hidrocarbonada, para que la reacción continúe hasta producir largas cadenas de polímero.

La tabla 15.5 muestra algunos polímeros de condensación, los monómeros que los forman y sus usos principales.

TABLA 15.5 Algunos polímeros de condensación

| Mómonero   | Monómero  | Polímero                         | Usos Principales   |
|--|---|----------------------------------|--|
|  <p>ácido tereftálico</p> |  <p>etilenglicol</p>     | <p>polietilentereftalato (I)</p> | <p>Fabricación de: fibras textiles para ropa, películas transparentes para cintas de grabadoras y para empaques de alimentos, la industria automotriz.</p> |
|  <p>ácido adípico</p>     |  <p>hexametildiamina</p> | <p>(II)<br/>(nylon 66)</p>       | <p>Fabricación de: fibras textiles, cuerdas, paracaídas, medias, artículos moldeados.</p>  |

(I)

(II)

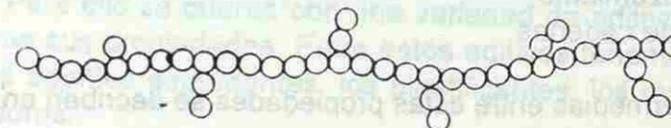
**Propiedades de los polímeros**

Las características o propiedades de los diversos polímeros que definen los usos que éstos tienen son:

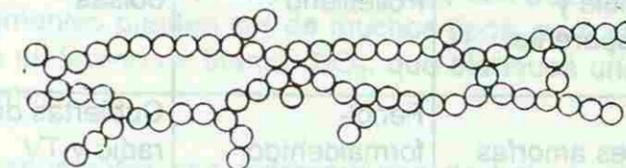
A) *El grado de polimerización.* Un polímero con una cadena de 10 átomos de carbono es, obviamente, diferente de uno en el que las cadenas son de 10,000 átomos. Los de cadenas largas son más fuertes, pues son más fibrosos que los de cadenas cortas.



B) *El grado de cristalinidad.* Como ya vimos, en la figura anterior, una cadena polimérica puede visualizarse como una tira de espagueti que se puede doblar de muchas y variadas maneras; es amorfa. Sin embargo, es posible ordenar estas cadenas, al menos parcialmente, para obtener zonas cristalinas.



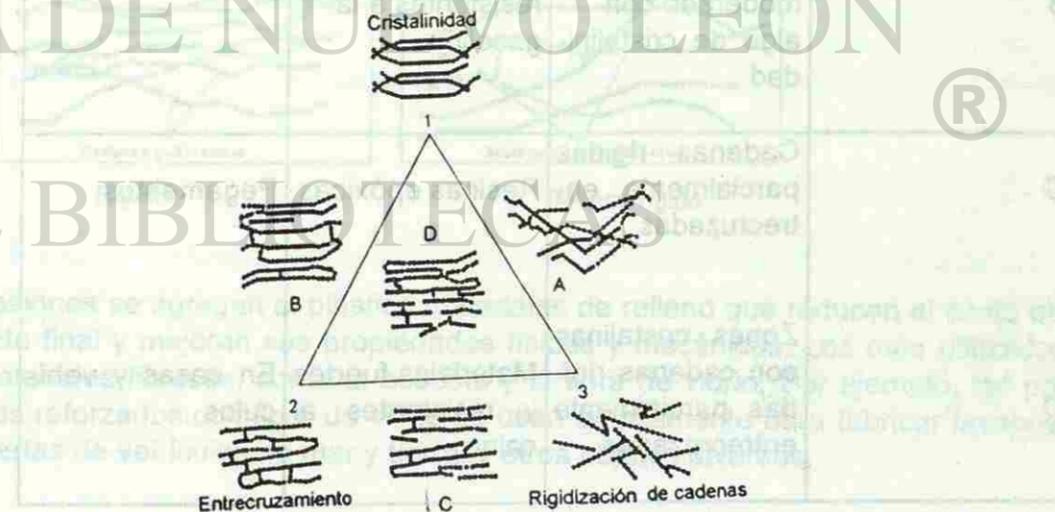
C) *El grado de reticulación o entrecruzamiento.* La reticulación se presenta cuando unas cadenas están unidas a otras por fuertes enlaces. Con esto el polímero adquiere gran rigidez. La vulcanización del hule y la adición de bórax al Resistol son, precisamente, formas de aumentar el grado de reticulación.



D) *El grado de rigidez que posee intrínsecamente las cadenas poliméricas.* Esto se logra, por ejemplo, impidiendo la libre rotación sobre los enlaces. El poliestireno es un ejemplo donde, como veremos se ha sustituido un átomo de H por un anillo bencénico sobre el esqueleto olefínico, lo que da lugar a un material mucho más rígido que el polietileno.



Actualmente se puede hacer plásticos prácticamente a la medida de cualquier necesidad. Esto se puede explicar considerando las propiedades de los polímeros en el siguiente diagrama.



Cada uno de los vértices del triángulo representa una forma de dar a un polímero rigidez y resistencia a la temperatura.

- 1 cristalinidad
- 2 entrecruzamiento
- 3 rigidez de cadenas

Las posibilidades intermedias entre estas propiedades se describen en la tabla 15.6

TABLA 15.6 Características de los polímeros

| Identificación | Características  | Ejemplos                                  | Usos                    |
|----------------|--|---|-------------------------|
| 1              | Flexible y transparente  | Poliétileno                               | bolsas                  |
| 2              | Redes amorfas de cadenas entrecruzadas                           | Fenol-formaldehído                        | Cubiertas de radio y TV |
| 3              | Cadenas rígidas  | Poli-fenileno                             | Aislantes térmicos      |
| A              | Zonas cristalinas dentro de redes amorfas                        | Acetato de celulosa                       | Películas               |
| B              | Entrecruzamiento moderado con algo de cristalinidad              | Neopreno resistentes a la gasolina        | Mangueras               |
| C              | Cadenas rígidas parcialmente entrecruzadas                       | Resinas epóxicas                          | Pegamentos              |
| D              | Zonas cristalinas con cadenas rígidas parcialmente entrecruzadas | Materiales fuertes y resistentes al calor | En casas y vehículos    |

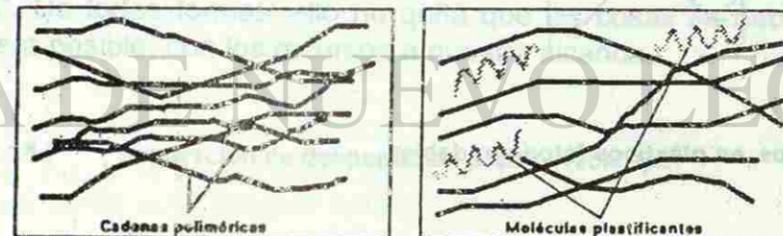
### Aditivos de los polímeros

Muy pocos polímeros producidos en la actualidad llegan a su uso final sin una modificación. Para ello se cuenta con una variedad de aditivos, que alteran de diversas maneras sus propiedades. Entre estos aditivos tenemos los colorantes, los pigmentos, los agentes espumantes, los plastificantes, los materiales de relleno y los estabilizadores.

Los objetos se recubren con finas películas de polímeros por diferentes razones; estéticas, para impedir la corrosión, o para incrementar su resistencia al agua y otros agentes. Las pinturas están compuestas principalmente por un polímero y un pigmento. El poliacetato de vinilo y los acrílicos son dos de los polímeros más utilizados. Los pigmentos pueden ser de muchos tipos, pero sin duda uno de los más importantes es el dióxido de titanio.  $TiO_2$ , que blanquea una buena parte de nuestras construcciones.

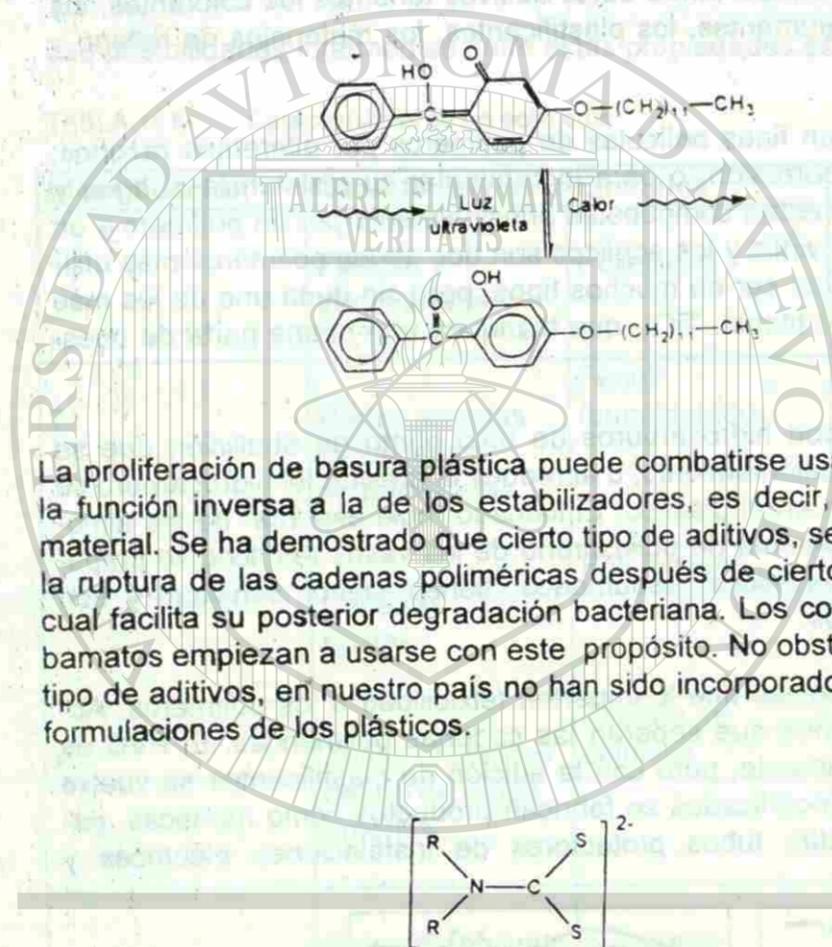
Los agentes espumantes son hidrocarburos de bajo punto de ebullición que se agregan al plástico. Con el calentamiento, o al reducir la presión, el hidrocarburo se evapora y produce burbujas en el plástico. El llamado "hule espuma" de las almohadas de poliuretano y la espuma de poliestireno de los vasos térmicos se preparan de esta manera. Los plásticos "espumados" tienen menor densidad y son magníficos aislantes térmicos.

Los plastificantes son sustancias que le imparten flexibilidad a los polímeros. Actúan como lubricantes internos que separan las cadenas poliméricas. El PVC es quebradizo y se rompe fácilmente, pero con la adición de plastificantes se vuelve suave y flexible. Con PVC modificados se fabrican productos como muñecas, paraguas, accesorios de jardín, tubos protectores de instalaciones eléctricas y asientos de automóviles.



En ocasiones se agregan al plástico materiales de relleno que reducen el costo del producto final y mejoran sus propiedades físicas y mecánicas. Los más utilizados son materiales fibrosos, como el asbesto y la fibra de vidrio. Por ejemplo, los poliésteres reforzados con fibra de vidrio se usan ampliamente para fabricar lavabos, carrocerías de vehículos de mar y tierra, y otros objetos diversos.

Muchos de los plásticos empleados en artículos que están expuestos a la luz solar terminan por perder su resistencia original, se vuelven quebradizos. La razón de ello es que la luz ultravioleta (de 290 a 400 nanómetros) de la radiación solar es capaz de romper algunos de los enlaces químicos de los polímeros. Para evitarlo, se agregan moléculas estabilizadoras, que absorben radiación y liberan la energía recibida como calor.



La proliferación de basura plástica puede combatirse usando aditivos que realicen la función inversa a la de los estabilizadores, es decir, que tiendan a destruir el material. Se ha demostrado que cierto tipo de aditivos, sensibles a la luz, inducen a la ruptura de las cadenas poliméricas después de cierto tiempo de exposición, lo cual facilita su posterior degradación bacteriana. Los compuestos llamados tiocarbamatos empiezan a usarse con este propósito. No obstante el éxito inicial de este tipo de aditivos, en nuestro país no han sido incorporados sistemáticamente en las formulaciones de los plásticos.

Figura 15.7 Tiocarbamatos, en plásticos fotodegradables.

**Contaminación ocasionada por polímeros.**

El principal problema por el uso del plástico es la contaminación causada durante su elaboración y su eliminación. La fabricación de plásticos y fibras sintéticas comprende procesos industriales por los que se puede producir la contaminación del aire y el agua. Muchos de los monómeros que se usan para los polímeros son gases o líquidos volátiles que se pueden perder en la atmósfera durante la preparación del monómero o el polímero. En la fabricación y el procesamiento de fibras

sintéticas se utilizan grandes cantidades de agua para arrastrar desechos, de los cuales los más molestos son las fibras de pelusa. Las fibras sintéticas tienen bajos niveles de biodegradación y no se pueden eliminar del agua de desecho mediante la acción bacteriana. Como resultado de ello, estas fibras se pueden acumular en las plantas de tratamiento y ser arrastradas hacia las aguas ambientales.

La eliminación de los plásticos por combustión puede desprender gases tóxicos principalmente ácido cianhídrico (muy tóxico) y ácido clorhídrico, por lo que quemar los plásticos no es una solución para deshacernos de ellos.

Los efectos tóxicos de los plastificantes usados como aditivos en los plásticos, tales como los bifenilos policlorados son de consideración ya que se ha encontrado que producen mutaciones en animales de laboratorio y esto ha hecho que algunos de estos plastificantes se hayan eliminado del mercado.

La forma como se ha empezado a corregir el problema de la eliminación de los desechos de plástico es el proceso de reciclado, el cual, implica por lo menos tres pasos: recolección, separación y reutilización. En el aspecto técnico de reutilización se han desarrollado muchas opciones, y nosotros como ciudadanos debemos responsabilizarnos por la recolección y parte de la separación de los desechos, siguiendo algunos de los procedimientos recomendados en la tabla 15.7.

Al igual que en las demás áreas donde la contaminación es crítica en el terreno de los plásticos habrá de tener un papel primordial la creación de una conciencia colectiva. Sin duda los materiales plásticos han revolucionado el mundo, pero su producción deberá acompañarse en el futuro de soluciones globales que incluyan su inocuidad a largo plazo, de tal forma que sean más los problemas que resuelvan que los que crean. En este rubro también existe una limitante para la producción de plásticos con mínimo riesgo ecológico que es el problema de siempre: "el económico". De todas formas, ello no quita que las cosas se deban hacer de la mejor manera posible, con los recursos a nuestro alcance.

Tabla 15.7 Separación de desperdicios para su reciclaje.

**Desperdicio**

**Procedimiento**

**Plásticos**

- (enjuagarlos cuando estén sucios)
  - Bolsas de plástico
  - Botes de plástico
- El plástico se obtiene del petróleo y las reservas de petróleo no durarán más de 50 años. Cuando el plástico se tira a

- Tapas de plástico
- Plástico "Ega-Pack"
- Discos
- Objetos de acrílico
- Hule espuma
- Botones de plástico
- Medias de nylon
- Cepillos de dientes y de pelo
- "Unicel"
- Plumas y plumones
- Juguetes de plástico

#### Papel y cartón

- Desperdicios de papel
- Hojas y cuadernos
- Periódicos
- Revistas
- Invitaciones
- Cajas de cartón
- Papel encerado
- Envolturas de papel
- Etiquetas de papel y cartón
- Papel celofán
- Fotografías
- Cartones de huevo
- Envases "Tetra Pack"

#### Metales

(enjuagarlos cuando estén sucios)

- Latas de conservas
- Latas de cerveza
- Latas de refresco
- Tapas de metal
- Corcholatas
- Botones de metal
- Papel aluminio
- Bolsa interior de leche en polvo
- Pasadores para el pelo
- Alfileres

basura, contamina durante muchos años aunque sea biodegradable. un 95% de los plásticos son reciclables si están limpios.

Las cajas de cartón se despegan y se guardan planas para que ocupen menos espacio; las hojas no se arrugan si se ponen extendidas. Por cada tonelada de papel y cartón que se recicla se dejan de cortar 17 árboles. Al reciclar el papel se ahorra un 60% de agua, un 60% de energía y un 50% de contaminación.

Las latas se pueden abrir de un solo lado y guardar metidas unas dentro de otras, o abrir de los dos lados (para aplanarlas); así ocuparán menos espacio. El aluminio se hace principalmente con bauxita; para obtener una tonelada de aluminio se utilizan 3981 kg de bauxita, que se encuentra en los primeros tres metros del subsuelo de la selva, de manera que para extraerla se

- Grapas
- Ganchos de ropa
- Alambre
- Cacerolas de aluminio y acero inoxidable

tienen que talar miles de árboles.

#### Vidrio

(entero o roto; enjuagarlo cuando esté sucio)

- Frascos de vidrio
- Frascos de medicina
- Focos
- Vasos
- Ventanas
- Espejos
- Floreros

El vidrio se puede reutilizar o reciclar, lo que ahorra muchos recursos naturales. Una tonelada de vidrio reutilizado varias veces como frascos ahorra el gasto de 117 barriles de petróleo.

#### Varios

- Pilas
- Cerámica
- Hule
- Telas, hilos y estambres
- Aerosoles
- Zapatos
- Delcrón
- Brochas y pinceles
- Lápices labiales
- Fibras para lavar trastes
- Aparatos eléctricos descompuestos
- Cuero
- Juguetes fabricados con varios materiales

Dentro de "varios" entran todos los objetos fabricados con diferentes materiales y que no se pueden separar fácilmente.

#### Control sanitario

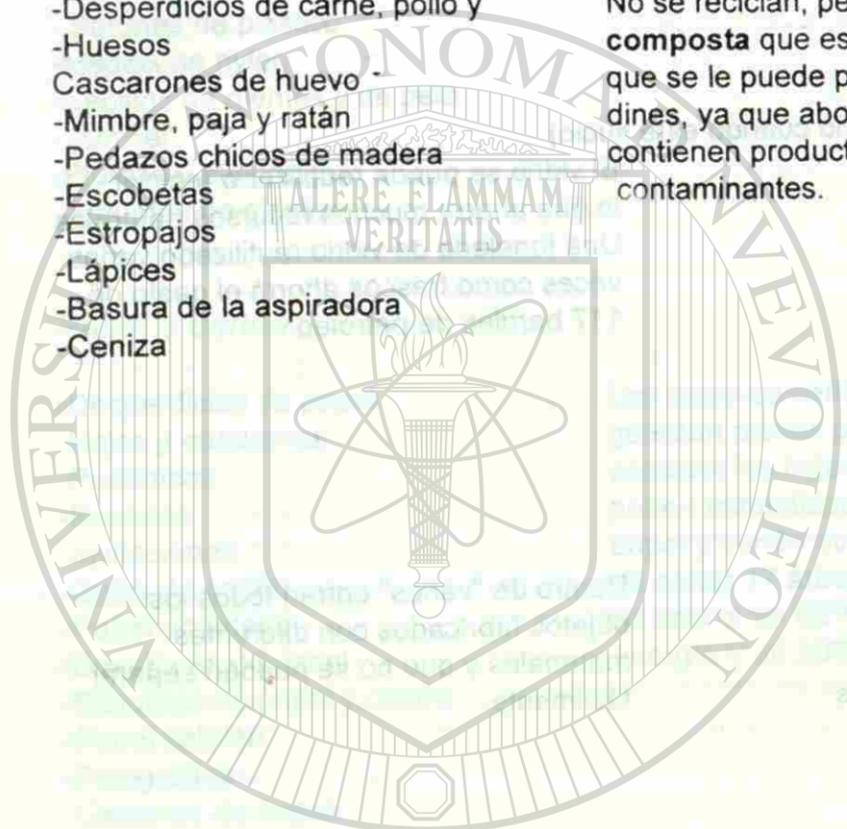
- Pañales desechables
- Toallas sanitarias
- Algodones y gasas usadas
- Kleenex usados
- Jeringas
- Cualquier producto infeccioso
- Colillas de cigarro

La producción de basura que requiere control sanitario en una casa es muy poca. Es sólo del 2% al 5% en comparación con los desperdicios antes mencionados.

### Materia orgánica

- Desperdicios de comida
- Desperdicios de frutas y verduras
- Desperdicios de carne, pollo y
- Huesos
- Cascarones de huevo
- Mimbre, paja y ratán
- Pedazos chicos de madera
- Escobetas
- Estropajos
- Lápices
- Basura de la aspiradora
- Ceniza

La materia orgánica abarca todos los productos de origen animal y vegetal. No se reciclan, pero se puede hacer **composta** que es el mejor abono que se le puede poner a las plantas y jardines, ya que abonos artificiales a veces contienen productos químicos contaminantes.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL

### 5. Drogas de Abuso

El término "Abuso de Drogas" puede tener significados diferentes para distintas personas y debe distinguirse del "Uso equivocado" de las mismas.

Llamamos abuso a la utilización de una droga para propósitos no médicos y cuya finalidad es el efecto de la misma, *la alteración de la conciencia*; mientras que por uso equivocado se entiende el tomarlo para una indicación errónea o con una dosis también equivocada.

Cada sociedad acepta ciertas drogas como lícitas y condena a otras como ilícitas dependiendo de un juicio social. En México, algunas drogas lícitas son la cafeína, la nicotina y el alcohol; mientras que las ilícitas son aquellas sustancias cuyo consumo a menudo conduce a actividades criminales, ya que sus consumidores dependientes pueden recurrir al robo, la prostitución y otras conductas antisociales para sostener sus hábitos. En tanto que los proveedores son atraídos al tráfico ilegal por la oportunidad de acumular enormes ganancias.

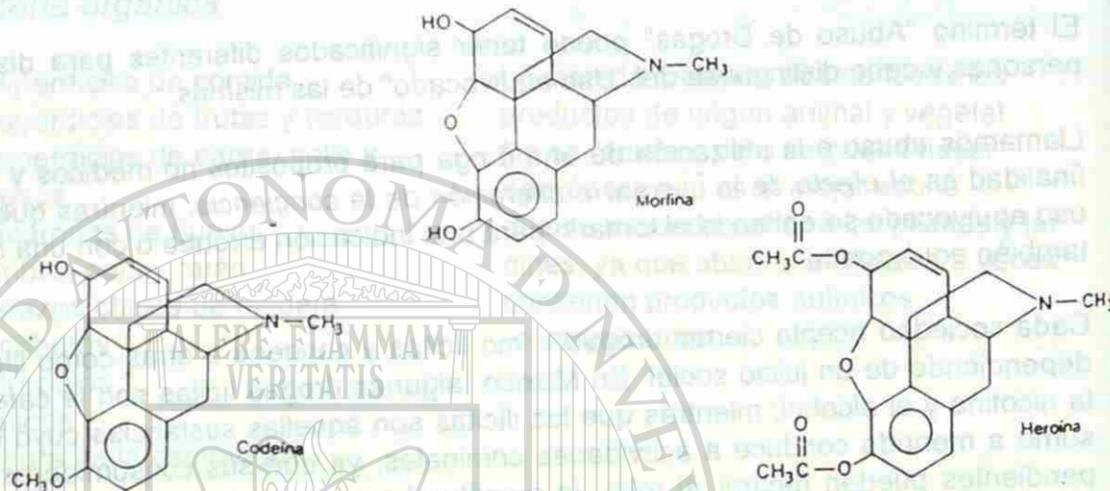
A continuación se mencionan algunos tipos de drogas de abuso:

#### A. Opiáceos o analgésicos narcóticos.

Con este término se conocen los derivados naturales, semisintéticos y sintéticos del opio. Esta sustancia se obtiene de la planta conocida como amapola o adormidera, "*Papaver somniferum*". Desde hace 6,000 años es conocida y no fue sino hasta el siglo XVIII cuando comenzó a causar interés por la facilidad para producir toxicomanía.

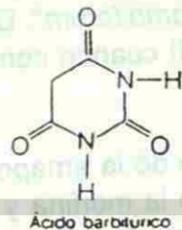
El opio se obtiene de la amapola y contiene aproximadamente 20 sustancias diferentes, incluyendo la morfina y codeína. En la actualidad el cultivo de la amapola está restringido por acuerdo internacional; no obstante, existe producción ilícita, la cual es difícil de controlar. Como ya se mencionó, la morfina es un opiáceo que puede ser aislado de la amapola. La heroína es un derivado sintético de la morfina. Estas complicadas moléculas tienen un efecto narcótico sobre los seres humanos y han beneficiado a la humanidad, pero también le han creado grandes problemas por su uso y abuso. La morfina disminuye el dolor, causa somnolencia, cambios en el estado de ánimo, y produce confusión mental. Se utiliza para proporcionar alivio al dolor en cirugía radical y en casos de heridas de guerra. Sin embargo, el uso repetido de la morfina da como resultado la adicción y la tolerancia. La morfina provoca también la constricción de los músculos lisos, como los que se hallan en los intestinos y, por lo tanto, se ha utilizado también en el tratamiento de la diarrea. (El elixir paregórico, que se administraba a los niños que sufrían de diarrea, es una mezcla de base de opio).

Figura 15.8 Estructura química de tres opiáceos.



### B. Sedantes

\* **Barbitúricos:** Los barbitúricos son derivados del ácido barbitúrico. Estos compuestos actúan deprimiendo al sistema nervioso central, y se cree que inhiben la respuesta de los centros nerviosos. Las propiedades de los diversos barbitúricos, dependen de los grupos sustituidos en sus moléculas. Los barbituratos pueden ser usados como hipnóticos, sedantes, anticonvulsivos y anestésicos. Pero su uso principal (y abuso) es para inducir al sueño; el uso excesivo de estos compuestos puede producir dependencia física.



\* **Alcohol:** El alcohol etílico ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ) es un sedante hipnótico consumido como droga social y su abuso (alcoholismo) es un trastorno complejo y un problema de salud pública en muchas sociedades. Esta sustancia se absorbe en forma rápida y completa por el aparato digestivo, pero la presencia de alimento retarda su digestión.

El consumo frecuente de alcohol produce tolerancia y dependencia física y su consumo produce sedación, alivio de la ansiedad, alteración de las ideas, conducta desinhibida. Entre sus efectos nocivos están lesión hepática y del aparato digestivo; en el sistema nervioso produce alteraciones del intelecto y motoras; provoca además amnesia; visión borrosa, aumento de la presión arterial, alteraciones hormonales importantes y aumento en el riesgo de ciertos tipos de cáncer.

### C. Estimulantes.

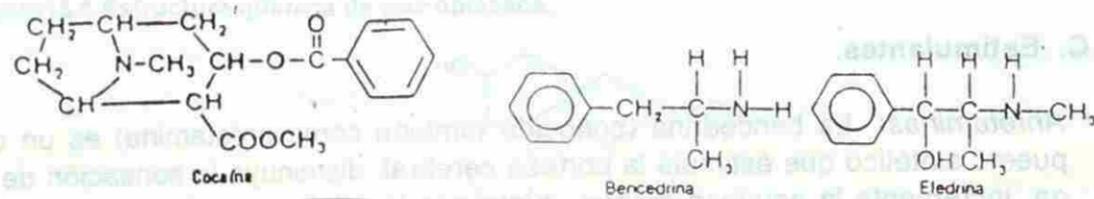
\* **Anfetaminas:** La bencedrina (conocida también como anfetamina) es un compuesto sintético que estimula la corteza cerebral, disminuye la sensación de fatiga, incrementa la agudeza mental. Junto con la efedrina, que es una sustancia natural extraída de un árbol de la familia de las coníferas, la bencedrina ha sido prescrita para disminuir la fatiga, contrarrestar la somnolencia y reducir el apetito. La bencedrina también ha sido utilizada para tratar la congestión bronquial. Sin embargo, su uso continuado puede producir dependencia y tolerancia. Durante la década pasada, el abuso de este maco se extendió de tal modo, que en la actualidad se encuentra sujeto a reglamentos y controles estrictos.

El abuso de las anfetaminas comenzó en 1940. la sustancia estaba presente en cantidades importantes en los inhaladores proclamados como descongestionantes nasales y fueron usados con frecuencia durante la Segunda Guerra Mundial por el personal militar, produciéndose un abuso que fue frenado mediante severos castigos. Actualmente el patrón cambió y el modo preferido es la inyección intravenosa y el abuso se denomina "carrera" o "acelerada", donde después de varias inyecciones intravenosas repetidas para obtener agilidad mental y euforia, los sujetos se vuelven paranoides, con delirios en los que con frecuencia sienten insectos reptando bajo su piel, lo cual los conduce a escoriaciones características. Cuando la "juerga" termina el sujeto cae exhausto debido a la falta de sueño y de alimento.

\* **Cocaína.** La cocaína es un anestésico local y también un estimulante poderoso del sistema nervioso central. Tiene efectos semejantes aunque más fuertes que los de las anfetaminas y es cada vez más popular entre los farmacodependientes. Esta droga se aisló por primera vez en 1860 a partir de las hojas de la planta de coca y su estructura fue determinada por Richard Willstätter en 1898. Muchos de los indios que viven sobre o alrededor de las laderas de los Andes mascan las hojas de la planta de coca -mezclada con cal y cenizas - por su efecto.

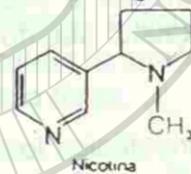
La cocaína estimula la actividad mental, acelera los reflejos, incrementa la vitalidad y reduce la fatiga. Además, da al que la usa un sentimiento de confianza y poder, e incluso produce euforia en algunas personas. Pero estos efectos son de vida corta (duran aproximadamente una hora) y les sigue una depresión. La sobredosis o el uso repetido puede producir paranoia, psicosis o alucinaciones, y la sobredosis puede también causar la muerte por ataque cardíaco o paro respiratorio.

Es más probable que la cocaína produzca más dependencia que las anfetaminas y se ha convertido en la droga preferida de los círculos acomodados, o por aquellos con un elevado nivel de descarga emocional como los músicos de rock.

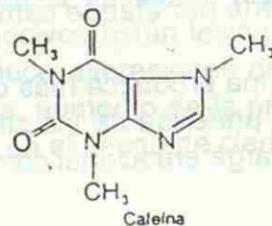


\* **Nicotina.** La nicotina, que se encuentra en las hojas del tabaco, tiene dos anillos que contienen nitrógeno.

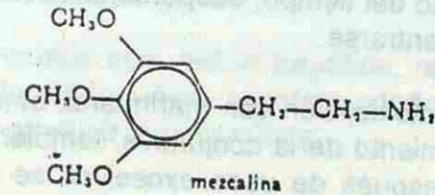
La nicotina en su forma pura, es una droga de acción rápida y muy tóxica. Hay informes acerca de jardineros que murieron por manipular la nicotina como insecticida. En estos casos, la muerte por paro respiratorio, tuvo lugar en cuestión de minutos. La acción de la nicotina en el cuerpo humano es muy complicada. Estimula el sistema nervioso central (causando arritmia cardíaca y una presión arterial irregular), produce vómitos y diarreas y primero estimula y después inhibe las secreciones glándulares. Los no fumadores sólo pueden absorber unos 4mg de nicotina antes de que comiencen los síntomas de náuseas, vómitos, diarrea y debilidad. Pero un fumador desarrolla tolerancia a la nicotina y puede absorber dos veces esa cantidad sin efectos notables. El humo de un cigarrillo puede contener hasta 6mg de nicotina, pero de esta cantidad sólo 0.2 mg son absorbidos por el organismo.



\* **Cafeína:** La cafeína, otra sustancia cuya estructura tiene dos anillos que contienen nitrógeno, se encuentra en los granos de café, en las hojas de té y en las semillas del árbol de cacao. Además de su presencia natural en el café, té y chocolate, la cafeína se añade también a algunas bebidas carbonatadas y a ciertas medicinas cuya venta no requiere receta médica (como algunos tipos de aspirina). La cafeína es un estimulante del sistema nervioso central, causa inquietud y, al mismo tiempo, agudeza mental. Para algunas personas, tomar cafeína puede convertirse en un hábito -pueden hacerse en extremos insistentes en cuanto a su café matutino-, y se ha reconocido un síndrome de abstinencia caracterizado por letargo, irritabilidad y cefalea en los que ingieren más de 600 mg/día (aproximadamente 6 tazas de café).



\* **Mezcalina.** Sustancia extraída de varias cactáceas, principio activo del peyote mexicano:

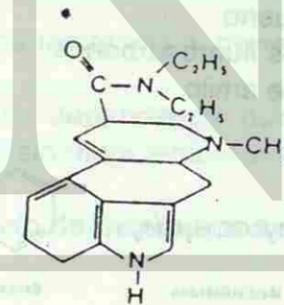


Produce visiones coloreadas en un estado hipnótico especial. Se emplea en ciertas ceremonias religiosas y en medicina siquiátrica, para interpretar ciertas visiones.

Este compuesto se ha usado por largo tiempo entre los indios del Norte y Centroamérica en la forma de capullos o botones de cactus de hongos mágicos.

Este grupo también llamado grupo LSD por incluir a la dietilamina del ácido lisérgico (compuesto químico semisintético), producen un estado de hiperactividad del sistema nervioso central y las alucinaciones son parte de las acciones globales de estas drogas.

Las amidas del ácido lisérgico, se han encontrado en el extracto del cornezuelo de centeno, hongo parásito de las gramíneas.



Dietilamida del ácido lisérgico (LSD-25)

## E. Marihuana

El uso de la marihuana se remonta a miles de años, en particular en países como China y la India y es una de las drogas de abuso que se usa más extensamente.

La marihuana es una mezcla de materiales de la planta *Cannabis sativa*, semejantes a los tallitos de pasto (de aquí el nombre callejero de "hierba") y la extracción de la resina de la planta produce un producto más importante: el hachis.

La vía preferida es la inhalación a través de fumar el agente. Produce euforia, risa incontrolable, alteración del sentido del tiempo, despersonalización y agudeza de la visión y es difícil el pensar o concentrarse.

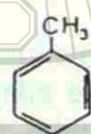
Dos signos característicos de la intoxicación con marihuana, son el incremento de la frecuencia cardíaca y enrojecimiento de la conjuntiva, también puede haber debilidad muscular y temblores. Después de usos excesivos se puede desarrollar tolerancia a la droga.

### F. Inhalantes

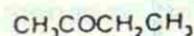
El descubrimiento de los efectos tóxicos de los inhalantes comenzó con Sir Humphry Davy en 1799 quien se administraba óxido nitroso a sí mismo y a otros.

En la actualidad el uso de inhalantes prevalece bajo tres patrones diferentes:

- Solventes industriales, como el tolueno.
- Propulsores de aerosoles, como los fluorocarbonos.
- Nitritos orgánicos, como el nitrito de amilo.



Tolueno



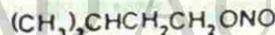
Metilacetona



Benceno



Tricloroetileno



Nitrito de amilo

De todos éstos, los solventes industriales son los más frecuentemente usados por que se expenden en el comercio y son difíciles de controlar. Entre los mismos están la gasolina, solventes de pinturas, pegamento, betún para zapatos y desengrasantes. Los ingredientes tóxicos pueden ser el tolueno, heptano, hexano, benceno y otros. Los muchachos de condición socioeconómica débil son los principales usuarios a edades tempranas.

Los efectos de la inhalación de estos solventes industriales son breves, durando de 5 a 15 minutos y la euforia y sensación de embriaguez van seguidas de desorientación y en algunos casos alucinaciones.

Sus efectos adversos son: lesión hepática, renal, daño a los nervios periféricos, destrucción de la médula ósea y enfermedades pulmonares. La inhalación de aerosoles pueden producir muerte súbita.

### Farmacodependencia

Además del uso en gran escala de fármacos legales, se sabe que en algunos países se consume una cantidad importante de otros fármacos y a algunos de éstos se les denomina drogas suaves, ya que con frecuencia su uso no es tan espectacular y devastador como el de los narcóticos o las drogas fuertes. La Organización Mundial de la Salud ha establecido definiciones para los términos "hábito a las drogas" y "drogadicción", que son las siguientes:

**Hábito a las drogas.** Una condición que se debe al consumo repetido de una droga. Las características de un hábito son:

1. Un deseo pero no una obsesión de seguir tomando la droga.
2. Poca o ninguna tendencia a incrementar la dosis.
3. Cierta grado de dependencia psicológica de la droga; pero no una dependencia física y sin tener síntomas de supresión.
4. Cualquier efecto de detrimento se registra primordialmente en el usuario individual.

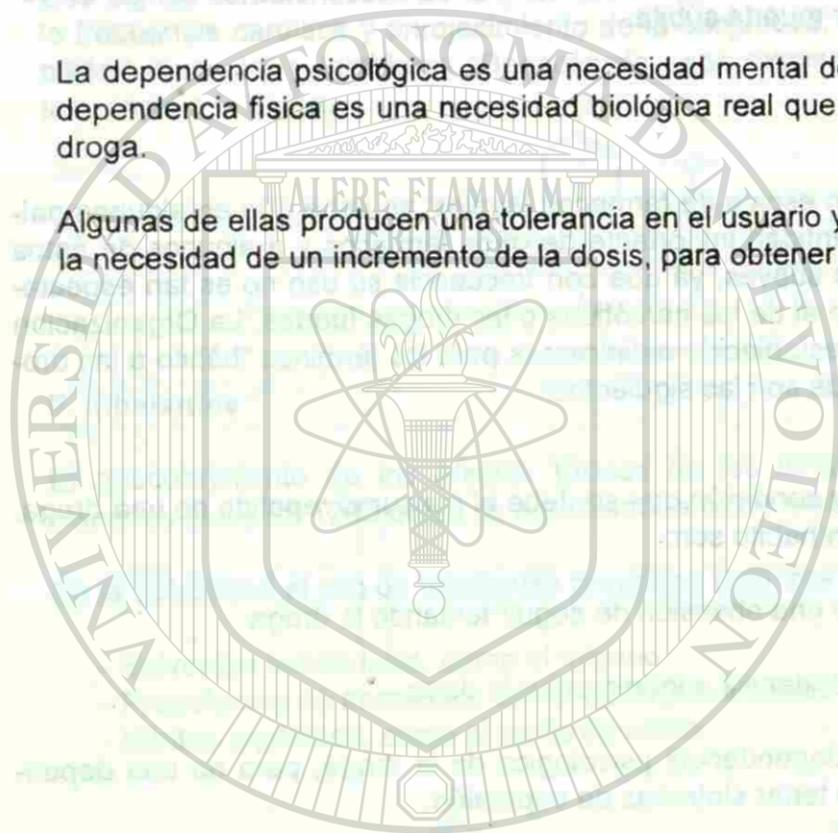
**Drogadicción.** Un estado de intoxicación periódica o crónica, producida por el uso repetido de una droga. Las características de la adicción a las drogas son:

1. Un deseo o necesidad obsesionante de seguir tomando la droga y obtenerla por cualquier medio.
2. Una tendencia a incrementar la dosis.

3. Una dependencia psicológica y por lo general de tipo físico, con síntomas posibles de supresión.
4. Los efectos perjudiciales se registran en el usuario en lo individual y en la sociedad.

La dependencia psicológica es una necesidad mental de la droga, en tanto que la dependencia física es una necesidad biológica real que siente el cuerpo por dicha droga.

Algunas de ellas producen una tolerancia en el usuario y esta tolerancia conduce a la necesidad de un incremento de la dosis, para obtener el mismo efecto.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## DEMOSTRACIONES EN EL AULA

### DEM 11.1 Modelos moleculares

**Objetivo.-** Observar cómo un miembro de la serie homóloga, difiere de otro por una unidad estructural.  
- Observar la formación de isómeros estructurales.

**Procedimiento.-** Construya modelos de metano, etano, propano, butano e isobutano, utilizando un kit de modelos, globos, esferas de unicel, palillos, etc.

**Fundamento.-** Los estudiantes comprenderán el arreglo tetraédrico del carbono en los hidrocarburos saturados.

### DEM 12.1 Reacción química de Alcanos:

**Objetivo.-** Demostrar las propiedades características de alcanos.

**Procedimiento.-** A una muestra de 0.5 mL de alcano (hexano o heptano) añadir gota a gota una solución de bromo al 3% en tetracloruro de carbono. Observe la decoloración producida y acerque un papel tornasol azul a la boca del tubo para detectar el bromuro de hidrógeno producido.

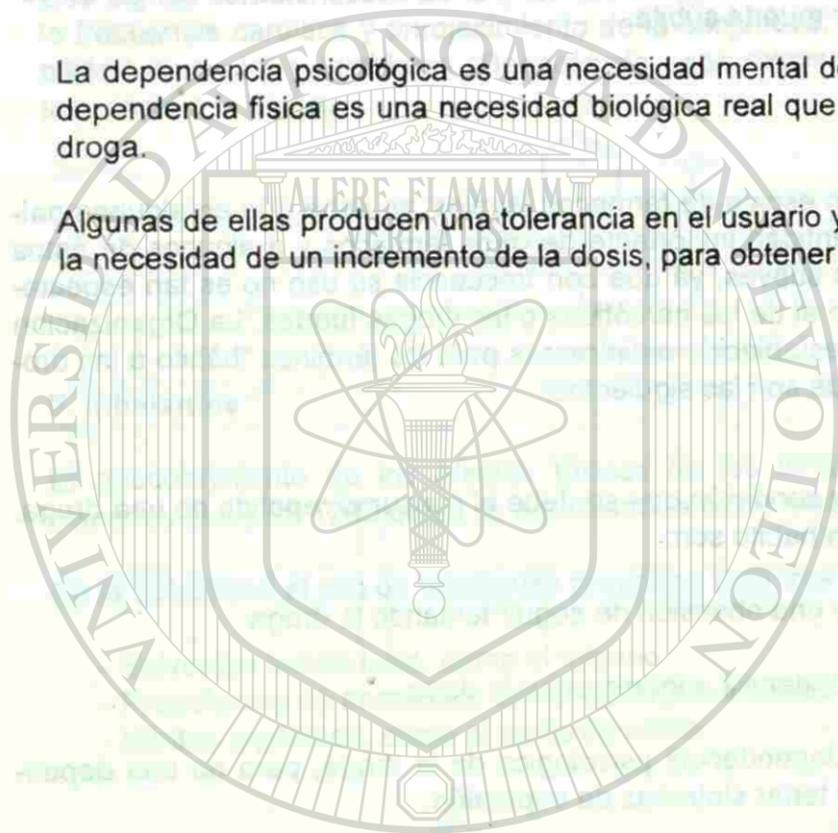
El experimento anterior deberá efectuarse a la luz, después repita el procedimiento en la obscuridad, dentro de una caja negra o una bolsa de plástico negro. Compare los resultados de ambos experimentos.

**Fundamento.-** La desaparición del color del bromo, acompañada de desprendimiento de bromuro de hidrógeno, indica que la reacción es característica de alcanos y que ésta ocurre en presencia de la luz.

3. Una dependencia psicológica y por lo general de tipo físico, con síntomas posibles de supresión.
4. Los efectos perjudiciales se registran en el usuario en lo individual y en la sociedad.

La dependencia psicológica es una necesidad mental de la droga, en tanto que la dependencia física es una necesidad biológica real que siente el cuerpo por dicha droga.

Algunas de ellas producen una tolerancia en el usuario y esta tolerancia conduce a la necesidad de un incremento de la dosis, para obtener el mismo efecto.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## DEMOSTRACIONES EN EL AULA

### DEM 11.1 Modelos moleculares

**Objetivo.-** Observar cómo un miembro de la serie homóloga, difiere de otro por una unidad estructural.  
- Observar la formación de isómeros estructurales.

**Procedimiento.-** Construya modelos de metano, etano, propano, butano e isobutano, utilizando un kit de modelos, globos, esferas de unicel, palillos, etc.

**Fundamento.-** Los estudiantes comprenderán el arreglo tetraédrico del carbono en los hidrocarburos saturados.

### DEM 12.1 Reacción química de Alcanos:

**Objetivo.-** Demostrar las propiedades características de alcanos.

**Procedimiento.-** A una muestra de 0.5 mL de alcano (hexano o heptano) añadir gota a gota una solución de bromo al 3% en tetracloruro de carbono. Observe la decoloración producida y acerque un papel tornasol azul a la boca del tubo para detectar el bromuro de hidrógeno producido.

El experimento anterior deberá efectuarse a la luz, después repita el procedimiento en la obscuridad, dentro de una caja negra o una bolsa de plástico negro. Compare los resultados de ambos experimentos.

**Fundamento.-** La desaparición del color del bromo, acompañada de desprendimiento de bromuro de hidrógeno, indica que la reacción es característica de alcanos y que ésta ocurre en presencia de la luz.

**DEM 12.2 (a) Adición de bromo a alquenos**

Objetivo.- Demostrar la presencia de enlace olefinico (doble enlace).

A una muestra de 0.5 mL de un alqueno (ciclohexeno o hexeno) añadir gota a gota solución de bromo al 3% en tetracloruro de carbono. Observe la decoloración producida y acerque un papel tornasol azul a la boca del tubo, observe si hay cambio de color.

Fundamento.- Una prueba positiva para insaturaciones es aquella en la cual el color del bromo desaparece por adicionarse al doble enlace, sin que se desprenda bromuro de hidrógeno.

**DEM 12.2 (b) Prueba de Baeyer para insaturaciones**

Objetivo.- Demostrar la presencia de enlace olefinico (doble enlace)

A una muestra de 0.5 mL de alqueno (ciclohexeno o hexeno) añada gota a gota y con agitación, solución acuosa de permanganato de potasio al 2%. Si la porción inicial de reactivo es decolorada, añada otras porciones. Observe lo que ocurre.

Fundamento.- Una solución de permanganato de potasio se decolora en presencia de compuestos que tienen enlaces dobles y triples. Este ensayo se conoce como la Prueba de Baeyer para insaturaciones y procede por adición, con formación de un precipitado café de dióxido de manganeso.

**DEM 12.3 Reactividad de los alquenos**

Objetivo.- Demostrar que el doble enlace es más reactivo que el enlace sencillo.

Procedimiento.- A 0.5 mL de ciclohexeno o de hexeno colocados en un tubo de ensayo, añada 1.0 mL de solución de bromo al 3% en agua. Tape el tubo y agite la mezcla. Repita el procedimiento usando 0.5 mL de hexano o de heptano.

Registre sus observaciones.

Se puede efectuar esta prueba también con aceite de algodón y de cártamo para observar el grado de insaturación de estos aceites vegetales.

Fundamento.- La reacción de adición ocurre en el alqueno, observándose inmediata decoloración. No existen evidencias de cambio con los alcanos.

**DEM 12.4 Obtención de acetileno.**

Objetivo.- Producir etino (acetileno) y observar sus propiedades químicas.

Procedimiento.- Coloque 1g de carburo de calcio en trozo en un matraz Erlen Meyer de 125 mL, provisto de un tapón bihoradado. En uno de los hoyos se introduce una varilla de vidrio, por donde se le añade gota a gota 1 mL de agua con ayuda de una jeringa, tape la varilla después de la última adición. En el otro hoyo se tiene otra varilla doblada de tal manera que el acetileno producido sea recogido sobre cada uno de tres tubos de ensayo, uno que contenga 1 mL de solución de  $\text{Br}_2$  en tetracloruro de carbono al 3%, otro con 1 mL de solución de  $\text{KMnO}_4$  al 2% y otro más con 1 mL de solución acuosa de  $\text{AgNO}_3$  IM. Observe si se presenta decoloración de las soluciones y la formación de precipitado.

Fundamento.- El triple enlace del acetileno formado es capaz de reaccionar por adición con bromo y con permanganato de potasio. Se observa también la reacción de hidrógeno ácido con el metal plata.

**DEM 13.1 Reacción de sustitución en el benceno**

Objetivo.- Demostrar la sustitución de bromo por hidrógeno en el benceno.

Procedimiento.- Coloque una muestra de 0.5 mL de benceno en un tubo de ensayo, añada gota a gota solución de bromo al 3% en tetracloruro de carbono, acerque a la boca del tubo un papel tornasol azul. Registre sus observaciones. Repita el procedimiento anterior pero añadiendo además unos cuantos cristales de cloruro férrico o cloruro de aluminio, como catalizador. Compare los resultados obtenidos.

Fundamento.- El benceno reacciona por sustitución con una solución de bromo en presencia de fierro como catalizador, produciendo bromobenceno y bromuro de hidrógeno.

**DEM 14.1 Prueba de nitrato de plata para halogenuros de alquilo**

Objetivo.- Detectar la presencia de halógenos en un compuesto.

En un tubo de ensayo de 13 x 100 mL vierta 0.5 mL de un halogenuro de alquilo (cloroformo, bromuro de etilo), añada 0.5 mL de agua, agite adicione 0.5 mL de

una solución acuosa de  $\text{AgNO}_3$  1M. Deje reposar la mezcla en ausencia de la luz y al cabo de 30 min observe si hay opalescencia o precipitado y el color del precipitado formado.

Fundamento.- Muchas sustancias que contienen halógenos, reaccionan con nitrato de plata, produciendo un haluro de plata insoluble.

### DEM 14.2 Pruebas de Lucas para alcoholes

Objetivo.- Diferenciar entre alcoholes primarios, secundarios y terciarios

A 1 mL de alcohol colocado en un tubo de ensayo, añada 10 mL del reactivo de Lucas (13.4 g de cloruro de zinc anhidro en 10.5 g de ácido clorhídrico conc.) a una temperatura entre 26-27° C. Tape el tubo, agítelo y mida con reloj el tiempo requerido para la formación de una capa insoluble o de una emulsión. Efectúe la prueba para cada uno de los siguientes alcoholes: 1-butanol, 2-propanol y alcohol terbutílico.

Fundamento.- Esta prueba se aplica para alcoholes hasta con cinco átomos de carbono y depende de la formación de un cloruro de alquilo que aparece como una segunda fase líquida. Los alcoholes primarios no reaccionan en forma evidente, los secundarios reaccionan moderadamente y los terciarios reaccionan tan rápidamente que el halogenuro de alquilo formado se puede observar después de unos cuantos minutos, al principio como una suspensión lechosa y después como una capa aceitosa.

### DEM 14.3 (a) Oxidación de alcoholes

Objetivo.- Diferenciar alcoholes terciarios de los primarios y secundarios

Coloque en un tubo de ensayo de 13 x 100 mL, provisto de un tapón que lleve una varilla de vidrio que llegue al fondo, 3 mL de ácido acético glacial, luego una gota de alcohol (etanol, 2-propanol y alcohol terbutílico). Añada gota a gota y sacudiendo vigorosamente después de cada adición, unas gotas de solución saturada de  $\text{KMnO}_4$  en agua. Observe si hay decoloración.

Fundamento.- Los alcoholes primarios y secundarios pueden oxidarse con una solución de  $\text{KMnO}_4$  en ácido acético, pero los alcoholes terciarios no.

### DEM 14.3 (b) Oxidación de alcoholes

Objetivo.- Diferenciar las propiedades de alcoholes primarios, secundarios y terciarios.

Procedimiento.- A 1 mL de solución de dicromato de sodio al 10 % ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) en un tubo de ensayo de 18 x 150 mL, añada cuatro gotas de ácido sulfúrico concentrado y 1 mL de etanol. Caliente la mezcla con precaución. Anote los cambios de color y de olor de la solución. Repita el procedimiento con alcohol isopropílico y con alcohol terbutílico.

Fundamento.- Los alcoholes primarios se oxidan dando inicialmente aldehídos y luego ácidos carboxílicos, los alcoholes secundarios forman cetonas. Los alcoholes terciarios no se oxidan.

### DEM 14.4 Propiedades químicas de aldehídos y cetonas

Objetivo.- Demostrar las propiedades reductoras de los aldehídos

Procedimiento.- En tres tubos de ensayo de 13 x 100 mL colocar por separado, 1 mL de formaldehído, 1 mL de acetaldehído y 1 mL de acetona. Se les añade 1.5 mL de reactivo de Tollens, recientemente preparado (se disuelven 0.5 g de nitrato de plata en 5 mL de agua destilada, se añaden 0.25 g de hidróxido de sodio disueltos en 5 mL de agua, en seguida, se añade gota a gota, hidróxido de amonio diluido 1:1, hasta que se disuelva el precipitado formado. Este reactivo debe emplearse antes de que transcurran 8 horas o destruirse, pues forma compuestos explosivos, se le puede destruir por acidulación con  $\text{HNO}_3$ ). Los tres tubos de ensayo se introducen en un baño de agua caliente en un vaso de precipitado y se calienta durante 10 minutos. Anote lo que sucede en cada tubo.

Fundamento.- Los aldehídos pueden oxidarse con mucha facilidad y son capaces de reducir una solución amoniacal de plata y producir el espejo de plata. Las cetonas no reaccionan en estas condiciones.

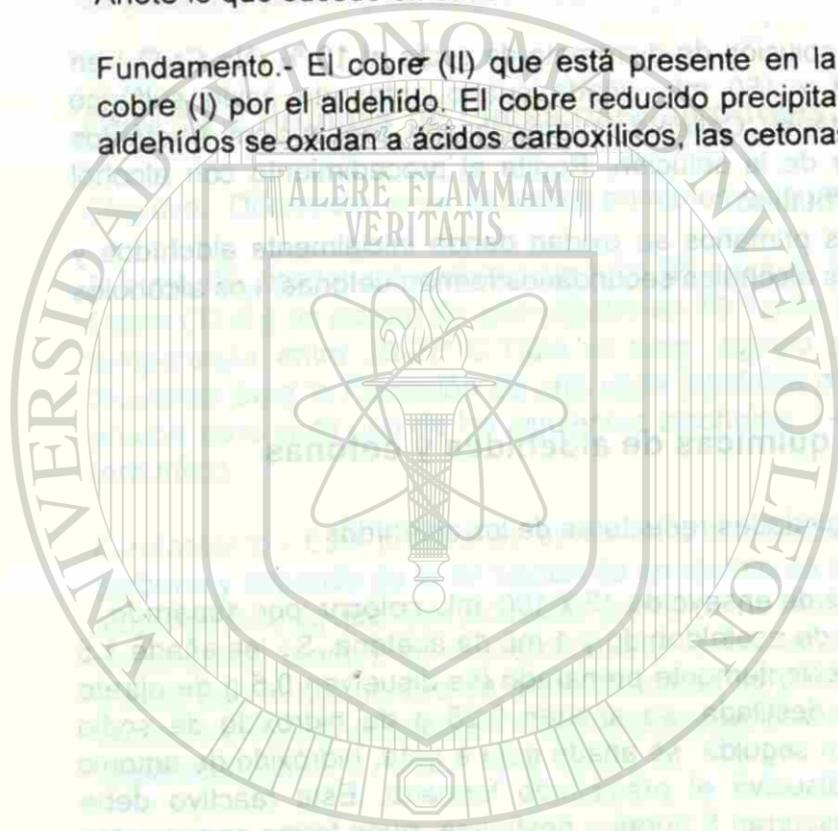
### DEM 14.5 Prueba de Fehling

Objetivo.- Demostrar las propiedades reductoras de los aldehídos y diferenciarlos de las cetonas.

Procedimiento.- En cada uno de tres tubos de ensayo de 13 x 100 mL coloque 1 mL de la solución de Fehling A (8.66 g de sulfato de cobre pentahidratado, disueltos en

agua y aforados a 125 mL ) y 3 mL de la solución de Fehling B [ disolver 15 g de hidróxido de sodio y 43.25 g de tartrato de sodio y potasio (sal de Rochelle) y aforar a 125 mL ]. Añada al primer tubo 0.5 mL de acetona, al segundo 0.5 mL de formaldehído y al tercero 0.5 mL de acetaldehído o butiraldehído. Introduzca los tres tubos en un baño de agua hirviendo y caliente por 10 minutos adicionales. Anote lo que sucede en cada tubo.

Fundamento.- El cobre (II) que está presente en la solución azul, es reducido a cobre (I) por el aldehído. El cobre reducido precipita como óxido de cobre (I). Los aldehídos se oxidan a ácidos carboxílicos, las cetonas no reaccionan.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## BIBLIOGRAFIA

- Allinger, N., Cava, M., " Química Orgánica ", Editorial Reverté, 1984
- Barbara, C., *et al* ; " Pesticidas Agrícolas "; Edición Omega, 1976
- Bloomfield, M.M., " Química de los Organismos Vivos ", Grupo Noriega, 1992
- Cram, D., Hammond, G., " Química Orgánica ", Editorial Mc Graw Hill, 1984
- Dickson, T.R., " Química. Enfoque Ecológico ", Editorial Limusa, 1992
- Domínguez, X., " Química Orgánica ", Editorial CECSA, 1992
- Domínguez, X., Domínguez, X., " Química Orgánica Experimental ", Editorial Limusa, 1992
- Flores, T. Ramírez, A., " Química Orgánica Nivel Medio Superior ", Editorial Esfinge, 1994
- Garriz, A., Chamizo, J.A., " Química ", Addison Wesley, 1994
- Hein, M., " Química ", Grupo Editorial Iberoamérica, 1992
- Hill, J.W., Feigl, D.M., " Química y Vida ", Publicaciones Culturales, 1986
- Kirk-Othmer, " Encyclopedie of Chemical Technology ", 1981
- Mc Murry, J., " Química Orgánica ", Grupo Editorial Iberoamérica, 1993
- Morrison, R., Boyd, R., " Química Orgánica ", Editorial Addison-Wesley, 1990
- Ouellete, R.T., " Introduction to General, Organic, and Biological Chemistry " Macmillan Publishing Co., 1988
- Petróleos Mexicanos, " El Petróleo, 50 Aniversario ", 1988
- Rakoff, H., Rose, N., " Química Orgánica Fundamental ", Limusa, 1991
- Rigaudy, J., Klesney, S.P., " Nomenclature of Organic Chemistry -IUPAC, Organic Chemistry Division ", Pergamon Press, 1979

Seese, W., Daub, W., " Química ", Prentice Hall, 1989

Shriner, R., Fuson, R., " Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos ", Editorial Limusa Wiley

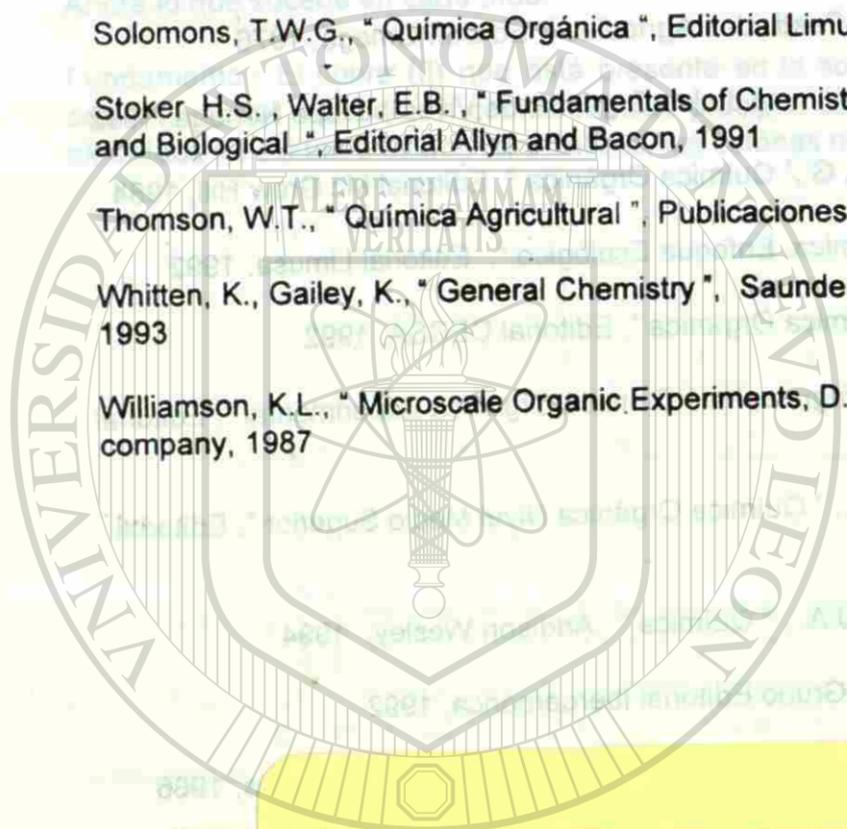
Solomons, T.W.G., " Química Orgánica ", Editorial Limusa, 1990

Stoker H.S., Walter, E.B., " Fundamentals of Chemistry, General, Organic and Biological ", Editorial Allyn and Bacon, 1991

Thomson, W.T., " Química Agrícola ", Publicaciones Thomson, 1983

Whitten, K., Gailey, K., " General Chemistry ", Saunders College Publishing, 1993

Williamson, K.L., " Microscale Organic Experiments, D.C. Heath and company, 1987

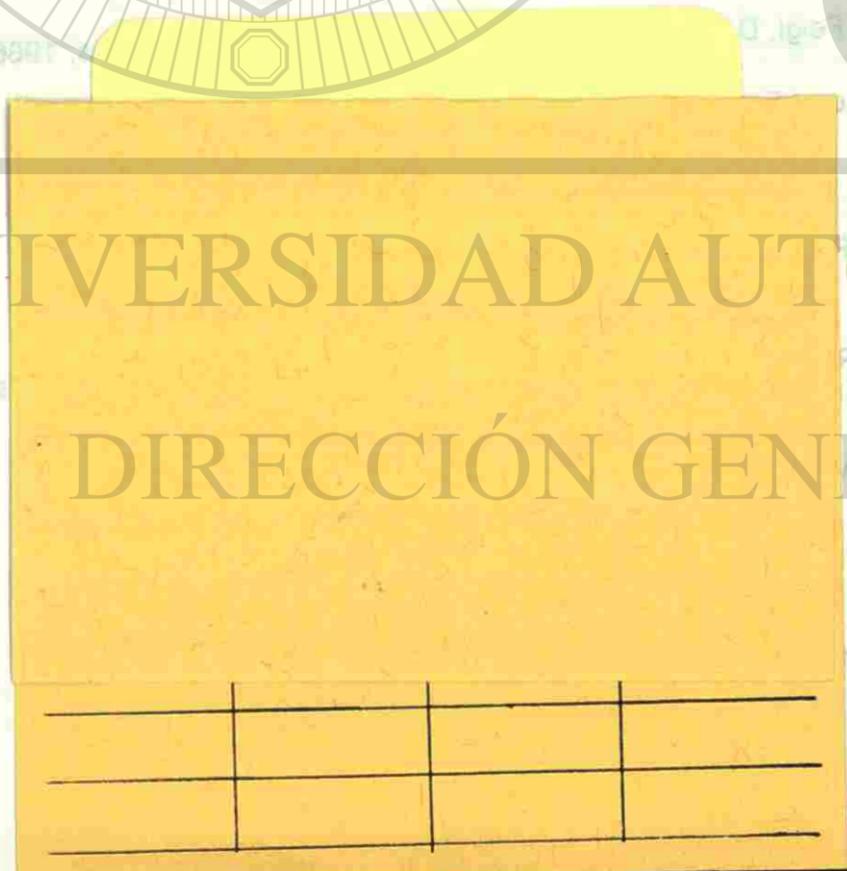


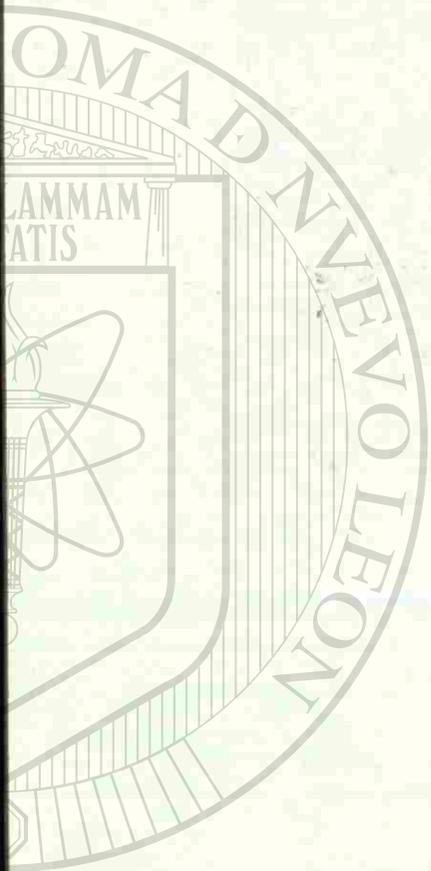
JUANIL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





UAN

SIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO

CCIÓN GENERAL DE BIBLIOTE